

การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดย

นายวิรัตน์ ปุຍกระโทก

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ อำเภอถ้ำพรรณรา จังหวัดนครศรีธรรมราช  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
กระทรวงศึกษาธิการ

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
<b>ชื่อผู้วิจัย</b>	นายวิรัตน์ ปุຍกระโทก
<b>ตำแหน่ง</b>	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สพป.นครศรีธรรมราช เขต 2
<b>ปีการศึกษา</b>	2559-2561

### บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) 2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) 3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน 4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ระหว่างปีการศึกษา 2559-2561 เพื่อสนองวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4

ผลการวิจัยและพัฒนาพบว่า

1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ได้ค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 78.21/76.35 ซึ่งสูงกว่าค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ .57 ซึ่งสูงกว่าค่าดัชนีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ .50 ขึ้นไป

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .49

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยและพัฒนา “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก นางโชคดี จันทร์ทิพย์ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ที่ให้การสนับสนุนให้คำแนะนำซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวาง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.นันทกาญจน์ รัตนวิจิตร ข้าราชการบำนาญ (อดีตครูเชี่ยวชาญ) รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรศิลป์ ทุมวิภาต ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมเครื่องมือวัดและระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ดร.วิภาพร นิธิปรีชานนท์ ตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน นางวิมลศรี สุวรรณรัตน์ ข้าราชการบำนาญ (อดีตครูเชี่ยวชาญ) นางสุภากร จันทร์ศิริ ครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ โรงเรียนวัดโพธิ์ลอย (เรือนวงษ์ผดุง) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบุรี เขต 2 นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์ ครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ โรงเรียนบ้านอินทร์แปลง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 3 ดร.บำเพ็ญ หนูกลับ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวัดและประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 นางวันเพ็ญ ชูโชติ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดมิ่งมงคลาราม ที่ช่วยประเมิน ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงแก้ไข

ขอขอบพระคุณ ดร.สมพงศ์ จินา ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา นางปิยะวรรณ ชมโฉม ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย (Try Out) และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานทุกขั้นตอน พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะครู นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตลอดถึงผู้ปกครองของนักเรียน โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ที่ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนถึงเป็นกำลังใจให้การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

วิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัยและพัฒนา.....	11
3. ลักษณะของการวิจัยและพัฒนา.....	11
4. สมมุติฐานการวิจัย.....	14
5. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
1. เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี.....	18
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเอกสารประกอบการเรียน.....	22
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้.....	26
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้โครงงานเป็นฐาน.....	31
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบสมองกลฝังตัวเบื้องต้น และหุ่นยนต์.....	56
6. การหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน.....	73
7. ดัชนีประสิทธิผล.....	79
8. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ.....	80
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	83
10. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	94

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนา.....	97
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ	
(Research : R <sub>1</sub> ).....	98
1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนา.....	98
1.2 การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	99
1.3 ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน.....	100
ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Development : D <sub>1</sub> ).....	102
2.1 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน.....	103
2.2 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ	
ระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base	
Learning).....	104
2.3 การตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียน	
โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้	
โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning).....	105
ขั้นตอนที่ 3 การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้	
(Implementation=Research : R <sub>2</sub> ).....	108
3.1 การทดลองระยะที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559.....	109
3.1.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง.....	109
3.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	109
3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	111
3.1.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ.....	112
3.1.5 รูปแบบของการวิจัย.....	125
3.1.6 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	125
3.1.7 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	132
3.1.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	133
3.2 การทดลองระยะที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560.....	136
3.2.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง.....	136
3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	137

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	138
3.2.4 รูปแบบของการวิจัย.....	138
3.2.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	139
3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	142
3.2.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	143
3.3 การทดลองระยะที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561.....	145
3.3.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง.....	145
3.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	145
3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	146
3.3.4 รูปแบบของการวิจัย.....	147
3.3.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	147
3.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	148
3.3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	148
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุง (Evaluation and Improve = Development : D <sub>2</sub> ).....	148
4.1 การประเมินผล.....	149
4.2 การปรับปรุง.....	149
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	150
ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน.....	151
1.1 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนา.....	151
1.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	152
1.3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน.....	154
ขั้นตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning).....	155
ขั้นตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning).....	155

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1 ผลการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559.....	155
3.2 ผลการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560.....	158
3.3 ผลการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 (ทดลองซ้ำ).....	162
ขั้นตอนที่ 4 ผลการประเมินผลและปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning).....	168
4.1 การประเมินผลเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning).....	168
4.2 ผลการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning).....	170
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	172
1. สรุปผลการวิจัย.....	172
2. อภิปรายผล.....	175
3. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้.....	180
4. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	181
บรรณานุกรม.....	182
ภาคผนวก.....	192
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	193
1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญสำหรับการสัมภาษณ์ การประเมิน และตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	194
2. รายชื่อนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน ในการสัมภาษณ์.....	195



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข เครื่องมือสำรวจข้อมูลพื้นฐาน.....	196
1. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	197
2. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอนและผู้ปกครอง.....	199
3. แบบประเมินความเหมาะสม.....	201
4. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความเหมาะสม.....	203
5. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความ สอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสม.....	205
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	207
1. แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	208
2. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	210
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความ สอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	212
ภาคผนวก ง การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	214
1. แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน...	215
2. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	232
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์ การเรียนรู้.....	234
4. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบตรวจสอบ ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	235
5. ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตารางสรุป.....	238
6. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	249
7. แบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนฉบับสมบูรณ์.....	258
8. เฉลยแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียน.....	263

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
9. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนฉบับสมบูรณ์.....	264
10. เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน.....	269
ภาคผนวก จ การหาคุณภาพของแบบประเมินชิ้นงาน.....	270
1. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน.....	271
2. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความ เหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน.....	274
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความสอดคล้องของแบบประเมินชิ้นงาน.....	275
4. คะแนนที่ได้จากผู้ประเมิน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ผู้ประเมิน 2 คน.....	276
5. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ของแบบประเมินชิ้นงาน....	277
6. แบบประเมินชิ้นงาน.....	279
ภาคผนวก ฉ การหาคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	281
1. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	282
2. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	284
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	286
4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	288
5. แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	293
ภาคผนวก ช ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมุติฐานจากการทดลอง ระยะที่ 2.....	295
1. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 2 กับนักเรียน 21 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล.....	296
2. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียน 21 คน จากการทดลองระยะที่ 2 .....	311
3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจาก การทดลองระยะที่ 2 .....	313

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ช ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมุติฐานจากการทดลอง ระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ).....	314
1. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 3 กับนักเรียน 13 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล (ทดลองซ้ำ).....	315
2. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียน 13 คน จากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ).....	323
3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลอง ระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ).....	325
ภาคผนวก ฉ สำเนาหนังสือต่าง ๆ .....	326
1. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ.....	327
2. สำเนาหนังสือตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	332
3. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบ คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) และหนังสืออนุญาต.....	337
4. สำเนาแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน.....	339
ภาคผนวก ฉ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	350
ภาคผนวก ก แผนการจัดการเรียนรู้.....	352
ภาคผนวก ก การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ.....	354
1. หนังสือขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานบนเว็บไซต์ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและหนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงาน.....	355
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานไปยังโรงเรียนต่าง ๆ .....	361
3. แผ่นซีดีสำหรับใช้แจกจ่ายเพื่อเผยแพร่นวัตกรรม.....	421
ประวัติผู้วิจัย.....	422

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด ที่ร้อยละ 70.....	4
2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ ร้อยละ 70 ในด้านสื่อการเรียนการสอน.....	4
3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด ที่ร้อยละ 70 ในด้านผู้เรียน.....	5
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด ที่ร้อยละ 70 ในด้านครูผู้สอน.....	6
5	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนด ที่ร้อยละ 70 ในด้านสถานศึกษา.....	7
6	บทบาทครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน แสดงตามขั้นตอน การจัดการเรียนรู้.....	46

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
7	ชนิดของตัวแปรในภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	67
8	ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์.....	69
9	ตัวกระทำทางลอจิก.....	69
10	ตัวกระทำบูลีน.....	69
11	ตัวกระทำการเปรียบเทียบ.....	70
12	การวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์.....	86
13	แสดงรายละเอียดหน่วยการเรียนรู้และจำนวนเอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงาน เป็นฐาน (Project Based Learning).....	104
14	แสดงข้อมูลของแผนการจัดการเรียนรู้.....	113
15	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559.....	126
16	วันและเวลาการทดลองระยะที่ 1 ของนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา.....	126
17	แสดงการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย โดยใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของนักเรียน	130
18	รูปแบบการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design.....	139
19	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560.....	139
20	วันและเวลาการทดลองระยะที่ 2 ของนักเรียนโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ.....	140
21	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561.....	147
22	วันและเวลาการทดลองระยะที่ 2 ของนักเรียนโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ.....	147
23	ผลการหาประสิทธิภาพจากการทดลองระยะที่ 2 กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 21 คน .....	158
24	การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดลองระยะที่ 2....	159
25	แสดงผลการวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ.....	159
26	แสดงความพึงพอใจของนักเรียนจากการทดลองระยะที่ 2.....	161
27	ผลการหาประสิทธิภาพจากการทดลองระยะที่ 3 กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 13 คน .....	163

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ).....	164
29	แสดงผลการวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ.....	164
30	แสดงความพึงพอใจของนักเรียนจากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ).....	166
31	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning).....	203
32	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning).....	205
33	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	210
34	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	212
35	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	234
36	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	235
37	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	238
38	สรุปความยากง่าย ( p ) และค่าอำนาจจำแนก ( r ) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ.....	248
39	แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	249

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
40	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความเหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน.....	274
41	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความสอดคล้องของแบบประเมินชิ้นงาน.....	275
42	แสดงคะแนนที่ได้จากผู้ประเมิน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ผู้ประเมิน 2 คน.....	276
43	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ของแบบประเมินชิ้นงาน.....	277
44	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความ เหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	284
45	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมิน ความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	286
46	ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ.....	288
47	การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 2 กับนักเรียน 21 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล.....	296
48	การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียน 21 คน จากการทดลองระยะที่ 2 .....	311
49	การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองระยะที่ 2	313
50	การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 3 กับนักเรียน 13 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล (ทดลองซ้ำ) .....	315
51	การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียน 13 คนจากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ).....	323
52	การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจ จากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ) .....	325

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Learning Pyramid.....	33
2	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน.....	39
3	โมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL.....	43
4	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา และกระทรวงศึกษาธิการ.....	45
5	บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้.....	48
6	แสดงการใช้มือกดเจลแอลกอฮอล์โดยการสัมผัสกับภาชนะ.....	51
7	อุปกรณ์สำหรับสร้างเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส.....	53
8	เครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส.....	54
9	การนำเสนองานผ่าน Storyboard เครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส.....	55
10	โครงสร้างภาษา C.....	66
11	โครงสร้างภาษา C สำหรับ Arduino.....	66
12	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	96
13	สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 1.....	111
14	สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2.....	137
15	สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 3.....	146
16	เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ ระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เล่มที่ 1 ถึง เล่มที่ 5.....	351
17	คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เล่มที่ 1 ถึง เล่มที่ 5.....	353
18	การเผยแพร่นวัตกรรมผ่านเว็บไซต์สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.....	357



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	การเผยแพร่ผลการวิจัยผ่านระบบสารสนเทศงานวิจัยและนวัตกรรมการศึกษา สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.....	358
20	การเผยแพร่ผลงานนวัตกรรม ผ่านเว็บไซต์ <a href="http://www.kroobannok.com">www.kroobannok.com</a> .....	360
21	แผ่นซีดีสำหรับใช้แจกจ่ายเพื่อเผยแพร่นวัตกรรม.....	421

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในศตวรรษที่ 21 ถือว่าเป็นยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลก ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมอันนำไปสู่การปรับตัวเพื่อให้เกิดความสามารถในการ แข่งขันท่ามกลางกระแสโลกาภิวัตน์ที่ทุกประเทศทั่วโลกกำลังมุ่งสู่กระแสใหม่ของการเปลี่ยนแปลง ชินวัฒน์ ศาสนันท์ (2556 : 1) ได้กล่าวถึง สังคมความรู้ (Knowledge Society) และระบบ เศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge Based Economy) ที่จะต้องให้ความสำคัญต่อการใช้ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation) เป็นปัจจัยในการพัฒนาและการผลิตมากกว่าการใช้เงินทุน และแรงงาน

เมื่อกล่าวถึงเทคโนโลยี อุปกรณ์ที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูงอย่างหนึ่งที่น่าจะมีบทบาทอย่างยิ่ง ได้แก่ “คอมพิวเตอร์” (Computer) ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในทุกวงการ โดยเฉพาะวงการศึกษามี การนำความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาบรรจุไว้ในหลักสูตรการสอนของสถานศึกษาในทุกระดับชั้นและ ทุกช่วงชั้น ซึ่งการที่คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งจะสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์แบบ การเขียน โปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ ถือได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากที่จะทำให้ คอมพิวเตอร์กลายเป็นส่วนหนึ่งของการใช้งานสำหรับทุก ๆ คน นอกจากนี้ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้ กลายเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนางานในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกวันนี้มีโปรแกรม คอมพิวเตอร์เกิดขึ้นมากมายที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการใช้งานของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็น การควบคุมกลไกการทำงานของระบบงานหรือควบคุมสิ่งของเครื่องใช้รวมถึงสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ล้วน แล้วจะต้องมีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมทั้งสิ้น ทำให้ในปัจจุบันหน่วยงานที่มีหน้าที่ใน การจัดการศึกษาได้มีการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนทั้งในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ในรายวิชาทางด้านเทคโนโลยี ที่มีสอนอยู่ใน ปัจจุบันก็ได้ย้ายจากรายวิชาพื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มาอยู่ในกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันการเรียนรู้ออนไลน์เด็กดีศคส. 2561 : ออนไลน์) ซึ่งได้กำหนด เนื้อหาทักษะการเขียนโปรแกรมที่จำเป็นสำหรับนักเรียนที่จะต้องศึกษาและเรียนรู้เอาไว้ด้วย ซึ่ง สอดคล้องกับนโยบายการศึกษาที่จะนำพาประเทศไทยก้าวเข้าสู่ยุคไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งถือได้ว่าเป็นยุค

ของเทคโนโลยีและการสร้างนวัตกรรม โดยหนึ่งในนั้นคือเรื่องของเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งเป็นฐานของอุตสาหกรรมทุกตัว

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ (2560 : หน้า ก) ได้สรุปยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) โดยมียุทธศาสตร์ที่ 3 ยุทธศาสตร์ผลิตและพัฒนากำลังคน รวมทั้งวิจัยที่สอดคล้องกับความต้องการของการพัฒนาประเทศ ที่มุ่งหวังให้กำลังคนได้รับการผลิตและพัฒนาเพื่อเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันของประเทศ และมีองค์ความรู้เทคโนโลยี นวัตกรรม สนับสนุนการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ซึ่งตอบสนองการพัฒนาในด้านคุณภาพและด้านการตอบโจทย์บริบทที่เปลี่ยนแปลง และยุทธศาสตร์ที่ 5 ยุทธศาสตร์ส่งเสริมและพัฒนาระบบเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา ที่มุ่งหวังให้คนไทยได้รับโอกาสในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งตอบสนองการพัฒนาในด้านการเข้าถึงการให้บริการ ด้านความเท่าเทียมและด้านประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 207-208) ที่ได้ทำการกำหนดหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้รายวิชาเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน โดยเฉพาะสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเมื่อผู้เรียนจบการศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในเรื่องหลักการทำโครงการที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การเขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานจากจินตนาการ หรืองานที่ทำในชีวิตประจำวันตามหลักการทำโครงการอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบ รู้สึกมีความพึงพอใจต่อการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าของรายวิชาเทคโนโลยี 5 มีความเข้าใจในกระบวนการเทคโนโลยีและระดับของเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างถูกต้องและปลอดภัย สร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองความคิดและการรายงานผล พร้อมทั้งเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีด้วยการลดการใช้ทรัพยากรหรือเลือกใช้เทคโนโลยีที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเข้าใจหลักการเบื้องต้นของการสื่อสารข้อมูล การทำโครงการด้วยกระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศ มีทักษะการค้นคว้าข้อมูล การใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา สร้างชิ้นงานหรือโครงการจากจินตนาการและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองาน นอกจากนี้การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ในเรื่องเทคโนโลยีได้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ ควบคู่ไปกับด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม กล่าวคือ มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์พื้นฐาน มีทักษะกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นและมีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบมีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ

มีความรับผิดชอบ มีวิจาร์ญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อเทคโนโลยี

สภาพการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันพบว่ายังประสบปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังจะเห็นได้จากการประเมินคุณภาพทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ แล้วถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ คือ มีค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 69.54 ซึ่งยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดไว้ คือ เกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่านักเรียนทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งเน้นในเรื่องการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานด้วย ภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการออกแบบโครงงาน คือ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 20.15 จึงอาจกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ยังประสบปัญหาในเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ไม่เป็นที่น่าพอใจ

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในชั้นเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่ส่งผลทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จนส่งผลทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ต่ำ รวมถึงศึกษาวิธีการ และแนวทางในการดำเนินการช่วยเหลือ การป้องกันและการส่งเสริมเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งประชากรกลุ่มเป้าหมายที่ได้ทำการวิจัยในชั้นเรียน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวน 27 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ต่ำ ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) รวมถึงผู้บริหารและคณะครู โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ปีการศึกษา 2558 จำนวน 15 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เช่นเดียวกับนักเรียน ทำการรวบรวมข้อมูลโดยการตอบแบบสอบถาม การสัมภาษณ์และการสังเกต วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในชั้นเรียน เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จนส่งผลทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70

รายการสาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
ด้านสื่อการเรียนการสอน	28	66.67
ด้านผู้เรียน	9	21.43
ด้านครูผู้สอน	3	7.14
ด้านสถานศึกษา	2	4.76

จากตารางที่ 1 พบว่าสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 มากที่สุดคือ สาเหตุด้านสื่อการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละ 66.67 สาเหตุรองลงมาคือ สาเหตุด้านผู้เรียน คิดเป็นร้อยละ 21.43 สาเหตุด้านครูผู้สอน คิดเป็นร้อยละ 7.14 และสุดท้ายคือสาเหตุด้านสถานศึกษา คิดเป็นร้อยละ 4.76

สำหรับสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จนส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านสื่อการเรียนการสอน ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านสื่อการเรียนการสอน

รายการสาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
สื่อการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21	15	35.71
สื่อการเรียนการสอนไม่มีความน่าสนใจ	13	30.95
สื่อการเรียนการสอนไม่มีความเกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้เรียน	6	14.29
สื่อการเรียนการสอนไม่มีความสอดคล้องกับสภาพผู้เรียน	5	11.91
สื่อการเรียนการสอนไม่มีจุดเด่นที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของสถานศึกษา	3	7.14

จากตารางที่ 2 พบว่าสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านสื่อการเรียนการสอน โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ สื่อการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 คิดเป็นร้อยละ 35.71 รองลงมาคือ สื่อการเรียนการสอนไม่มีความน่าสนใจ คิดเป็นร้อยละ 30.95 สื่อการเรียนการสอนไม่มีความเกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้เรียน คิดเป็นร้อยละ 14.29 สื่อการเรียนการสอนไม่มีความสอดคล้องกับสภาพผู้เรียน คิดเป็นร้อยละ 11.91 และสุดท้ายคือ สื่อการเรียนการสอนไม่มีจุดเด่นที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของสถานศึกษา คิดเป็นร้อยละ 7.14

สำหรับสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จนส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านผู้เรียน ปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านผู้เรียน

รายการสาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
การขาดแรงจูงใจและขาดความกระตือรือร้นในการเรียน	18	42.86
ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน	9	21.42
ผู้เรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น	7	16.67
ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์	6	14.29
ผู้เรียนมาจากครอบครัวที่ขาดการดูแลเอาใจใส่	2	4.76

จากตารางที่ 3 พบว่าสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านผู้เรียน โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การขาดแรงจูงใจและขาดความกระตือรือร้นในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 42.86 รองลงมาคือ ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน คิดเป็นร้อยละ 21.42 ผู้เรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น คิดเป็นร้อยละ 16.67 ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์

คิดเป็นร้อยละ 14.29 และสุดท้ายคือ ผู้เรียนมาจากครอบครัวที่ขาดการดูแลเอาใจใส่ คิดเป็นร้อยละ 4.76

สำหรับสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จนส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา เทคโนโลยี 5 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านครูผู้สอนปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านครูผู้สอน

รายการสาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายในห้องเรียนผู้เรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วม	19	45.24
ครูผู้สอนไม่มีสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ทันสมัยน่าสนใจ	11	26.19
ขาดการสร้างแรงจูงใจและการกระตุ้นเสริมแรงจากครูผู้สอน	5	11.91
คุณภาพการสอน	4	9.52
สัมพันธภาพระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน	3	7.14

จากตารางที่ 4 พบว่าสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านครูผู้สอน โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายในห้องเรียนผู้เรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วม คิดเป็นร้อยละ 45.24 รองลงมาคือ ครูผู้สอนไม่มีสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ทันสมัยน่าสนใจ คิดเป็นร้อยละ 26.19 ขาดการสร้างแรงจูงใจและการกระตุ้นเสริมแรงจากครูผู้สอน คิดเป็นร้อยละ 11.91 คุณภาพการสอน คิดเป็นร้อยละ 9.52 และสุดท้ายคือ สัมพันธภาพระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 7.14

สำหรับสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จนส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา เทคโนโลยี 5 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านสถานศึกษาปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านสถานศึกษา

รายการสาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
การบริการของสถานศึกษา	21	50.00
ขนาดและประสิทธิภาพของโรงเรียน	13	30.95
หลักสูตรและการจัดกิจกรรม	8	19.05

จากตารางที่ 5 พบว่าสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 ในด้านสถานศึกษา โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การบริการของสถานศึกษา คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาคือ ขนาดและประสิทธิภาพของโรงเรียน คิดเป็นร้อยละ 30.95 และสุดท้ายคือ หลักสูตรและการจัดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 19.05

ผลจากการทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อศึกษาสภาพปัญหาและศึกษาแนวทางในการแก้ไขปัญหารวมถึงดำเนินการช่วยเหลือ การป้องกันและการส่งเสริมเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ โดยสรุป คือ

1. สร้างสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม มีทักษะในการสื่อสาร ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี สื่อการเรียนหรือนวัตกรรมควรมีงานวิจัยหรือกรณีศึกษารองรับมีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียนและมีจุดเด่นของสื่อหรือนวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับสภาพของนักเรียนที่เห็นได้ชัดเจนทั้งนี้สื่อการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมจำเป็นต้องมีเอกสาร คู่มือการใช้หรือออกแบบวิธีการใช้งานที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถใช้สื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผู้เรียนจะต้องได้รับความรู้พื้นฐานที่เหมาะสมโดยต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อสร้างแรงจูงใจและความกระตือรือร้นในการเรียนให้เกิดขึ้นได้ พัฒนาทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม มีทักษะในการสื่อสาร ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี รวมถึงการทำงานเป็นทีมและการกล้าแสดงออกเพื่อนำเสนอทักษะความรู้ที่เกิดขึ้นได้



3. ครูผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นความสนใจให้เกิดจากตัวนักเรียน สร้างแรงจูงใจเพื่อให้นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง เชื่อมโยงกับชีวิตจริง มีการค้นคว้าข้อมูลเพื่อเสริมสร้างทักษะของผู้เรียน การสร้างคุณภาพรวมถึงสัมพันธภาพระหว่างครูและนักเรียนโดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์ จัดประสบการณ์ และช่วยเหลือ สนับสนุนการแก้ไขปัญหาให้แก่แก่นักเรียนอย่างต่อเนื่องตลอดการจัดการเรียนรู้

4. สถานศึกษาควรให้ความสำคัญส่งเสริมบุคลากรในการพัฒนาหลักสูตร สร้างสื่อ นวัตกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนมีการสนับสนุนอุปกรณ์การเรียนรู้ที่จำเป็นอย่างคุ้มค่าและเหมาะสม เพื่อเพื่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนของบุคลากร

จากการวิจัยในชั้นเรียนเพื่อศึกษาสภาพปัญหาและสาเหตุของปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะแก้ไขปัญหาที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำคะแนนได้ต่ำในสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ต่ำ จนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดที่ร้อยละ 70 โดยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางแก้ไขพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนฝึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน รู้จักแก้ไขปัญหาจากการเรียนรู้และเสริมสร้างความท้าทาย การเรียนรู้โดยโครงงานจะมีประโยชน์หลากหลายทั้งต่อครูและนักเรียนใน การที่จะช่วยสร้างองค์ความรู้จากการค้นคว้ามีผลงานวิจัยเพิ่มมากขึ้นที่รับรองว่าการเรียนรู้โดย โครงงานจะให้นักเรียนมีส่วนร่วม เพิ่มทักษะในการเรียนรู้ แบบร่วมมือและช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับ วัฒนา มัคคสมัน (2550 : 15-16) กล่าวว่าจัดการเรียนการสอนที่ เน้นให้เด็กแก้ปัญหาด้วยตนเองจะช่วยให้เด็กเกิดกระบวนการคิด จากการที่เด็กเป็นผู้กำหนดปัญหา และตั้งสมมุติฐานเลือกแนวทางแก้ไข โดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดประสบการณ์ตรง สามารถประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ สอดคล้องกับ วราภรณ์ ตระกูลสุชาติ (2551 : 2-3) และ ลัดดา ภูเกียรติ (2552 : 87) ที่ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (Learning by doing) เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ (Learning how to learn) เพื่อให้ได้สิ่งที่ตนต้องการและรู้จักแสวงหาความรู้ ใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง เป็นการเตรียมคนให้มีศักยภาพเพื่อก้าวไปสู่สังคมฐานความรู้ เรียนรู้โลกแห่ง ความเป็นจริงและเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์ ประเทศชาติก็จะมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพและมีความรู้ ความสามารถที่จะแข่งขันในเวทีโลกได้ ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานดังที่ พิมพพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2551 : 96) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงตอบสนองแนวคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ ด้วยการส่งเสริม

พัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพของตนตามแนวคิดที่ตนสนใจ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถสนองนโยบายการศึกษาในยุคปฏิรูปการศึกษาของประเทศ สอดคล้องกับ วิชาญ เพ็ชรทอง (2554 : 44) กล่าวว่า นอกจากนั้นยังมีครูอีกเป็นจำนวนมากที่รู้สึกยินดีที่ได้ค้นพบรูปแบบวิธีสอนที่เหมาะสมกับความหลากหลายของนักเรียนด้วยการเปิดโอกาสในการเรียนรู้ในชั้นเรียน ยังพบอีกว่านักเรียนที่จะได้ประโยชน์จากวิธีเรียนโดยโครงงาน ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเดิมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่ค่อยดีนัก (ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2561 : ออนไลน์) จะต้องใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน โดยนำหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวมาเป็นสื่อกลาง ให้นักเรียนได้ฝึกเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่นำเอาสื่อหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวมาเป็นฐานของกิจกรรมที่เรียกว่ากิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem Based Activities) ผ่านกระบวนการสืบเสาะ ค้นหาทดลอง แก้ไขและลองผิดลองถูกบนพื้นฐานความรู้ที่มี ไม่ท้อแท้ ไม่ยอมแพ้ จนกว่าจะได้แก้ไขปัญหานั้น ๆ หรือรวมทั้ง Project Based Learning, Problem Based Learning และ Design Based Learning เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 นี้ ที่มีความสนุกสนาน ตื่นเต้นและผู้เรียนอยากเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีก สอดคล้องกับ โสภณ มหาเจริญ (2549 : 23) หุ่นยนต์เป็นเครื่องมือในการสร้างโจทย์ปัญหาและแสดงปฏิกิริยาต่อโปรแกรมที่ผู้เรียนได้เขียนขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการเรียนรู้เหมาะสำหรับนำไปใช้เรียนรู้ในการเขียนโปรแกรม สอนกระบวนการเรียนรู้และการคิด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ อาคม ลักษณะสกุล และคณะ (2553 : 18) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัว เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยเล็งเห็นความสำคัญของสภาพปัญหาปัจจุบันของการจัดการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยี ที่มีความจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรเนื้อหาให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษา เพื่อที่จะได้นำนักเรียนไปสู่ความเป็นมืออาชีพ อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนต้องเป็นไปเพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ เพื่อความมุ่งหมายให้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจ

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สำหรับใช้แก้ปัญหาที่เกิดจากการทำวิจัยในชั้นเรียนในด้านสื่อการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน ทำท่ายความสามารถ ปรากฏผลงานเป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ มีกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยนำสื่อการเรียนรู้อย่างเป็นหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวมาเป็นตัวเชื่อมกิจกรรม โดยใช้กระบวนการ

การโครงการเป็นฐานการเรียนรู้ ซึ่งหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวจะสร้างความท้าทายและกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับนักเรียน และปรากฏผลงานเป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ ดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ เอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) จะช่วยให้ นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 สมรรถนะตามหลักสูตรแกนกลาง คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีช่วย ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นบุคคลที่ใฝ่เรียนใฝ่รู้ ตลอดจนเป็นผู้ที่มีคุณธรรมจริยธรรมของผู้ใช้งานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เช่น ไม่คัดลอกโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ไม่ละเมิดการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์โดยที่ตนเองไม่มีสิทธิ์ ไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง ผลงานที่ได้ต้องไม่สร้างความเสียหายต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวนี้เมื่อนักเรียนนำไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันในภายหน้า จะช่วยให้นักเรียนดำรงตนอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

การจะพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทำการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนาออกเป็นขั้นตอน เพื่อให้ได้เอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลที่ได้จากการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) ในครั้งนี้ นอกจากช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้างความพึงพอใจให้แก่ นักเรียนแล้วยังใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนท่านอื่น สามารถนำไปปรับใช้ในการส่งเสริมและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้ความสนใจอยากเรียนรู้ ได้เรียนรู้อย่างมีความสุขเป็นต้นแบบให้แก่ผู้ที่สนใจการจัดกิจกรรมการสอนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งมีสื่อประกอบการเรียนรู้ที่เป็นหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็นและนำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันตามเจตนารมณ์ของการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัยและพัฒนา

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

2.2 เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

## 3. ลักษณะของการวิจัยและพัฒนา

ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) (มาเรียม นิลพันธุ์. 2555 : 239) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (Research : R1) คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (Develop : D1) คือ การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ขั้นตอนที่ 3 วิจัย (Research : R2) คือ การนำนวัตกรรมไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างและขั้นตอนที่ 4 พัฒนา (Develop : D2) คือ การประเมินผลและปรับปรุงนวัตกรรม โดยมีวิธีการศึกษาค้นคว้าและดำเนินการเป็นขั้นตอนตามลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R<sub>1</sub>)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (Development : D<sub>1</sub>)

ขั้นตอนที่ 3 การนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (Implementation = Research : R<sub>2</sub>)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (Evaluation and Improve = Development : D<sub>2</sub>)

### 3.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

การทดลองระยะที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือ และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try out)

การทดลองระยะที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การทดลองระยะที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เป็นการทดลองซ้ำโดยดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองระยะที่ 2

### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ระหว่างปีการศึกษา 2559-2561 ได้แก่ ดังนี้

3.2.1 การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 การทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try out)

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ที่ผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 67 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีการจับสลาก จำนวน 56 คน (จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 2 ห้องเรียนมีนักเรียน 67 คน)

3.2.2 การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 การทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 มี 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 21 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.2.3 การทดลองระยะที่ 3 การศึกษา 2561 เป็นการทดลองซ้ำการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวัดวังวิบูลย์ เลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 มี 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 13 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

3.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

3.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยและพัฒนานี้ ผู้วิจัยได้แบ่งระยะเวลาของการทดลองออกเป็น 3 ระยะ ดำเนินการทดลองในช่วงระยะเวลา 3 ปี คือ ระหว่างปีการศึกษา 2559-2561 ดังนี้

3.4.1 การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการสอนกับนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ในช่วงปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม 2559) จำนวน 18 วัน จำนวน 35 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 1 ชั่วโมง (ไม่นับรวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง)

3.4.2 การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 การทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงาน เป็นฐาน (Project Based Learning) โดยดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการสอนกับนักเรียนโรงเรียน วัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 18 วัน (18 สัปดาห์) จำนวน 35 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 1 ชั่วโมง (ไม่นับรวมกับเวลา ที่ใช้ในการทดสอบก่อนทดลอง หลังทดลอง สอบกลางภาคและปลายภาค)

3.4.3 การทดลองระยะที่ 3 เมื่อภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เป็นการทดลองซ้ำ โดยดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองระยะที่ 2

#### 4. สมมุติฐานการวิจัย

4.1 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)

4.2 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 159)

4.3 นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

#### 5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกล ฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) หมายถึง สื่อการจัดการเรียนรู้ซึ่ง เป็นเอกสารสำหรับประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว ที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารระ ที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย ชุดเอกสารประกอบการเรียน จำนวน 5 เล่ม 5 หน่วยการเรียนรู้ คือ

เล่มที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หลักการทำโครงงานคอมพิวเตอร์

เล่มที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 รู้จักไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เล่มที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 โครงงานการเขียนโปรแกรมระบบสมองกลฝังตัว

เบื้องต้น

เล่มที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โครงงานการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เบื้องต้น

เล่มที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การนำเสนองานด้วยเทคโนโลยี

**5.2 นักเรียน** หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ และโรงเรียนชุมชนบ้านนาва สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559–2561 ที่เรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5

**5.3 การเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาเทคโนโลยี 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (ดุขฎิ โยเหลาและคณะ. 2557) ซึ่งจะประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ 1. ชั้นให้ความรู้พื้นฐาน 2. ชั้นกระตุ้นความสนใจ 3. ชั้นจัดกลุ่มร่วมมือ 4. ชั้นแสวงหาความรู้ 5. ชั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ 6. ชั้นนำเสนอผลงาน โดยได้นำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน เพื่อแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยากเรียนรู้และฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น โดยมีกิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว เข้ามาเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

**5.4 ประสิทธิภาพของนวัตกรรม** หมายถึง คุณภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลการประเมิน  $E_1/E_2$  ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

75 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนที่ได้จากการผลการประเมินการปฏิบัติงานกลุ่ม แบบฝึกหัดตามแผนการจัดการเรียนรู้ และผลการทดสอบจากแบบทดสอบย่อย หลังหน่วยการเรียนรู้ ได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75



75 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

**4.5 ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)** หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งพิจารณาจากคะแนนทดสอบก่อนทดลองกับคะแนนทดสอบหลังทดลอง โดยตั้งเกณฑ์ค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

**4.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

**4.7 ความพึงพอใจ** หมายถึง ความรู้สึกที่ดี มีความชอบใจและประทับใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับนักเรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 12 ข้อ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี
  - 1.1 ความสำคัญของการงานอาชีพและเทคโนโลยี
  - 1.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)
  - 1.4 ศึกษาเอกสารหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เกี่ยวกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเอกสารประกอบการเรียน
  - 2.1 ความหมายของเอกสารประกอบการเรียน
  - 2.2 ส่วนประกอบของเอกสารประกอบการเรียน
  - 2.3 ขั้นตอนการเขียนเอกสารประกอบการเรียน
  - 2.4 ประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.2 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.3 ลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้
  - 3.4 ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้โครงงานเป็นฐาน
  - 4.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่ยึดโครงงานเป็นฐาน
  - 4.2 ความหมายของโครงงาน
  - 4.3 ลักษณะเด่นของโครงงาน
  - 4.4 การเตรียมตัวของครูก่อนการจัดการเรียนรู้
  - 4.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
  - 4.6 บทบาทของครูสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ยึดโครงงานเป็นฐาน
  - 4.7 บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้

4.8 การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

4.9 ขั้นตอนการพัฒนาโครงการงาน

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวเบื้องต้น

5.1 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว

5.2 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

5.3 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมภาษา C สำหรับ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

6. การหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน

6.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

6.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

6.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

6.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

6.5 การตีความหมายผลการคำนวณ

6.6 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

7. ดัชนีประสิทธิผล

8. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

9. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

10. กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 1. เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

### 1.1 ความสำคัญของการงานอาชีพและเทคโนโลยี

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 204-205) ได้กล่าวถึงกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นกลุ่มสาระที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิต การอาชีพและเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการทำงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์และแข่งขันในสังคมไทยและสากล เห็นแนวทางในการประกอบอาชีพ รักการทำงานและมีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างพอเพียงและมีความสุข

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นสาระเกี่ยวกับกระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศ การติดต่อสื่อสาร การค้นหาข้อมูล การใช้ข้อมูลและสารสนเทศแก้ปัญหาหรือการสร้างงาน คุณค่าและผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

## 1.2 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 207-208) พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ ดังนี้

**1.2.1 เข้าใจกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ** ใช้กระบวนการกลุ่มในการทำงาน มีทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและทักษะการจัดการมีลักษณะนิสัยการทำงานที่เสียสละ มีคุณธรรม ตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและถูกต้องและมีจิตสำนึกในการใช้พลังงาน ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมอย่างประหยัดและคุ้มค่า

**1.2.2 เข้าใจกระบวนการเทคโนโลยีและระดับของเทคโนโลยี** มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างถูกต้องและปลอดภัย โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองความคิดและการรายงานผล เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อมและมีการจัดการเทคโนโลยีด้วยการลดการใช้ทรัพยากรหรือเลือกใช้เทคโนโลยีที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

**1.2.3 เข้าใจหลักการเบื้องต้นของการสื่อสารข้อมูล** เครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลักการและวิธีแก้ปัญหาหรือการทำโครงการด้วยกระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศ มีทักษะการค้นหาข้อมูล และการติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างมีคุณธรรมและจริยธรรม การใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา สร้างชิ้นงานหรือโครงการจากจินตนาการและการใช้เทคโนโลยีนำเสนอ

**1.2.4 เข้าใจแนวทางการเลือกอาชีพการมีเจตคติที่ดี** เห็นความสำคัญของการเลือกประกอบอาชีพ วิธีการหางานทำ คุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการมีงานทำ วิเคราะห์แนวทางสู่อาชีพ มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพ และประสบการณ์ต่ออาชีพที่สนใจและประเมินทางเลือกในการประกอบอาชีพที่สอดคล้องกับความรู้ความถนัดและความสนใจ

## 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 210-217) พุทธศักราช 2551 ได้เน้นการจัดการศึกษาโดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในการพัฒนาผู้เรียนตามระดับการพัฒนาของผู้เรียนเป็น 4 ช่วงชั้น คือช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-3) ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3) และช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) กำหนดสาระการเรียนรู้หลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนประกอบด้วยเนื้อหาวิชาการอาชีพและเทคโนโลยีและทักษะกระบวนการทางด้านงานอาชีพและเทคโนโลยี

มุ่งพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม เพื่อให้มีการพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองและมีทักษะในการทำงาน เห็นแนวทางในการประกอบอาชีพและการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่กำหนดไว้นี้ เป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ซึ่งในที่นี้จะขอเสนอสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ คือ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3) สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ดังนี้

### สาระที่ 3 : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

**มาตรฐาน ง 3.1** เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

#### ตัวชี้วัด

- ม 3/1 อธิบายการทำโครงการที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- ม 3/2 เขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน
- ม 3/3 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน
- ม 3/4 ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานจากจินตนาการหรืองานที่ทำในชีวิตประจำวันตามหลักการทำโครงการอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบ

### 1.4 ศึกษาเอกสารหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ (2553 : 40-46) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยยึดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในเรื่อง ความสำคัญ คุณภาพของผู้เรียน สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งได้นำเสนอแล้วข้างต้น ในที่นี้จะขอเสนอสาระสำคัญในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้

#### 1.4.1 คำอธิบายรายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ศึกษาและอธิบายหลักการทำโครงการที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานจากจินตนาการหรืองานที่ทำในชีวิตประจำวันตามหลักการทำโครงการอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน โดยใช้กระบวนการทำงาน กระบวนการสืบค้น กระบวนการปฏิบัติ กระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ เห็นคุณค่า

และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา และการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและทักษะเบื้องต้นเกี่ยวกับการทำโครงการโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างงาน ตามหลักการทำโครงการจากจินตนาการหรืองานที่ทำได้ในชีวิตประจำวันอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบใช้เทคโนโลยีในการนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน

#### 1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาเทคโนโลยี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยตลอดหลักสูตรได้กำหนดจุดประสงค์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่าและใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงานและอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณธรรม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### ตัวชี้วัดที่ ม 3/1

1. อธิบายระดับของเทคโนโลยี
2. อธิบายหลักการทำโครงการที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

##### ตัวชี้วัดที่ ม 3/2

1. สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัยออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบและแบบจำลองของสิ่งของเครื่องใช้หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล
2. เขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน

##### ตัวชี้วัดที่ ม 3/3

1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน

##### ตัวชี้วัดที่ ม 3/4

1. ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานจากจินตนาการหรืองานทำได้ในชีวิตประจำวัน ตามหลักการทำโครงการอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบ

## 2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเอกสารประกอบการเรียน

### 2.1 ความหมายของเอกสารประกอบการเรียน

สุชาติ ศิริสุขไพบุลย์ (2550 : 6) ได้ให้ความหมายของเอกสารประกอบการเรียนไว้ หมายถึง เอกสารที่ผู้สอนจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นลักษณะเอกสารที่จัดทำเป็นรูปเล่ม มีเนื้อหาสาระที่ครอบคลุมครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีคำอธิบายถึงรายละเอียดของเนื้อหาที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีรูปภาพประกอบตามคำบรรยายอย่างเหมาะสม เนื้อหา มีการแยกย่อยและเรียงตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องกัน สาระถูกต้อง รูปแบบการพิมพ์ที่ดี มีความชัดเจน และเป็นสาระที่เขียนด้วยความรู้ของผู้สอนเอง ไม่ได้ลอกของผู้อื่นมา

อนุวัติ คุณแก้ว (2555 : 44) กล่าวว่า เอกสารประกอบการสอน เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตร มีหัวข้อและเนื้อหาครอบคลุม และครบถ้วนตามรายละเอียดคำอธิบายรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ประกอบด้วย คำอธิบายรายวิชา วัตถุประสงค์ทั่วไป การวางแผนการสอน การวัดและประเมินผล หนังสืออ่านประกอบ แผนบริหารการสอนเนื้อหา รวมทั้งแบบทดสอบก่อน/หลังเรียน หรือคำถามท้ายบท

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ และคณะ (2555 : 102) กล่าวว่า เอกสารประกอบการเรียน หมายถึง เอกสารที่ใช้ประกอบการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตรที่ใช้ในสถานศึกษามีหัวข้อครบถ้วนตามรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรไม่น้อยกว่า 1 รายวิชาและมีความหมายครอบคลุมในด้านต่าง ๆ เช่น ความหมาย เนื้อหา กิจกรรมและวิธีสอน อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีวัดและประเมินผล

ถวัลย์ มาศจรัส (2556 : 96) กล่าวว่า เอกสารประกอบการเรียน หมายถึง เอกสารที่ใช้สอนหรือจัดการเรียนรู้วิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตรที่ใช้ในสถานศึกษามีหัวข้อและเนื้อหาครอบคลุม และครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

โศภณ รัตนะ (2556 : 11) กล่าวว่า เอกสารประกอบการสอน หมายถึง สื่อนวัตกรรมประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนของครูหรือประกอบการเรียนของนักเรียนที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งตามหลักสูตรเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูและนักเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่า เอกสารประกอบการเรียนหรือเอกสารประกอบการสอนหรือเอกสารประกอบการเรียนการสอน หมายถึง เอกสารที่ผู้สอนจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตรที่ใช้สอนในสถานศึกษา มีหัวข้อ เนื้อหาสาระที่ครอบคลุมหลักสูตรตรงตามคำอธิบายรายวิชาของวิชานั้น มีส่วนประกอบของเอกสารประกอบการเรียน เช่น กิจกรรม การวัด และประเมิน

## 2.2 ส่วนประกอบของเอกสารประกอบการเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550 : 40-42) กล่าวว่าเอกสารประกอบการเรียนไม่มีรูปแบบที่จำเพาะเจาะจง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ผลิตที่จะคำนึงถึงลักษณะการนำไปใช้และกลุ่มผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อความเหมาะสมและเป็นรูปแบบในแนวเดียวกัน จึงได้เสนอแนะส่วนประกอบของเอกสารประกอบการเรียนไว้ดังนี้

**2.2.1 ส่วนนำ** ควรมีส่วนประกอบดังนี้ ปกนอก ปกใน คำนำ สารบัญ คำชี้แจงหรือคำแนะนำในการใช้ จุดประสงค์รายวิชา

### 2.2.2 ส่วนเนื้อหา ประกอบด้วย

1. ชื่อบท หรือชื่อหน่วย หรือชื่อเรื่อง
2. หัวข้อเรื่องย่อย
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. กิจกรรมหลัก
5. เนื้อหาโดยละเอียด หรือใบความรู้
6. กิจกรรมการปฏิบัติหรือใบงาน
7. บทสรุป (ถ้ามี)

**2.2.3 ส่วนอ้างอิง** อาจอยู่ส่วนท้ายของเนื้อหาในแต่ละตอน หรืออยู่ท้ายเล่มของเอกสาร ควรมีส่วนประกอบ คือ เอกสารอ้างอิงประจำบท หรือบรรณานุกรม ภาคผนวก (ถ้ามี) เช่น เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

วิเชียร ประยูรชาติ (2559 : 14) กล่าวถึงเอกสารประกอบการเรียนว่า มีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ปก ใบบรองปก หน้าปกใน
2. คำนำ สารบัญ
3. เนื้อหา
4. บรรณานุกรม
5. ภาคผนวก

กล่าวได้ว่า ส่วนประกอบสำคัญของเอกสารประกอบการเรียนมี 3 ส่วน คือ

1. ส่วนนำ ประกอบด้วย ปกนอก ปกใน คำนำ สารบัญ คำชี้แจง
2. ส่วนเนื้อหา ประกอบด้วย
  - 2.1 ชื่อบท หรือหน่วย
  - 2.2 หัวข้อเรื่องย่อย
  - 2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้



2.4 เนื้อหาสาระอย่างละเอียดในแต่ละหัวข้อเรื่องย่อย และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.5 กิจกรรม แบบฝึกหัดหรือใบงาน

2.6 บทสรุป

3. ส่วนอ้างอิง ประกอบด้วย

3.1 ภาคผนวก

3.2 เฉลยกิจกรรม แบบฝึกหัดหรือใบงาน

### 2.3 ขั้นตอนการเขียนเอกสารประกอบการเรียน

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2561 : 202-203) กล่าวว่า การจัดทำสื่อการสอนหรือนวัตกรรมการเรียนการสอนใดก็ตามจะต้องวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุเพื่อใช้แก้ไขปัญหาก่อนจึงหาแนวทางการแก้ไขปัญหาค่าควรจะใช้นวัตกรรมใดจึงจะเหมาะสมในการแก้ปัญหาค่าควรพิจารณาจากนั้นจึงจะจัดทำนวัตกรรมในกรณีนี้ผู้สอนเลือกที่จะผลิตเอกสารประกอบการเรียนหรือเอกสารประกอบการสอนหรือเอกสารประกอบการเรียนการสอน ควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

**2.3.1 ศึกษาหลักสูตร** วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ แล้ววิเคราะห์สาระการเรียนรู้ของรายวิชาที่สอนหรือรายวิชาที่จะจัดทำเอกสารประกอบการเรียน

**2.3.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา** คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชาของวิชาที่จะจัดทำเอกสารประกอบการเรียน

**2.3.3 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาในประเด็นสำคัญ** แล้วนำไปจัดแยกเป็นเรื่อง/เป็นบท หัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อย ตามลำดับ

**2.3.4 ออกแบบ** การจัดทำเอกสารประกอบการเรียนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายแล้วศึกษาวิธีการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนรูปแบบต่าง ๆ จากสื่อต่าง ๆ ให้มีความเข้าใจกระจ่างชัดแล้วจึงกำหนดรูปแบบให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ คือ

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
2. เรื่อง หัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อย
3. เนื้อหาสาระ
4. กรณีศึกษา ภาพ แผนภูมิ แผนผัง ประกอบเนื้อหาสาระ
5. กิจกรรม (เมื่อจบหัวข้อย่อยหรือเมื่อจบเรื่อง)
6. ใบงาน แบบฝึก แบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะ
7. แบบทดสอบ

**2.3.5 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล** เนื้อหาสาระเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการเรียบเรียงรูปเนื้อหา โดยค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่น่าเชื่อถือและมีความหลากหลาย

**2.3.6 เรียบเรียงเนื้อหาโดยเรียงลำดับตามหัวข้อที่กำหนด** คำนึงถึงวัยของผู้อ่านและมีการนำเสนอที่สร้างความสนใจให้ติดตามการอ่าน และเน้นทักษะการคิดซึ่งเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

**2.3.7 ส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ** เพื่อให้คำแนะนำ ต่อจากนั้นนำมาปรับปรุงพัฒนาให้เอกสารประกอบการเรียนมีความสมบูรณ์

**2.3.8 นำเอกสารประกอบการเรียนไปทดลองใช้** โดยทดลองใช้ในห้องเรียนและบันทึกผลการทดลอง

**2.3.9 นำผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข** ส่วนบกพร่องให้เอกสารสมบูรณ์

**2.3.10 นำไปใช้จริง** เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้

## 2.4 ประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียน

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2561 : 205) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียนไว้ ดังนี้

**2.4.1 ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน** โดยสามารถอ่านเอกสารประกอบการเรียนด้วยตนเองเพราะผู้สอนเรียบเรียงเนื้อหาสาระและออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ของเอกสารประกอบการเรียน เช่น ภาพประกอบเนื้อหา กรณีสึกษาหรือตัวอย่าง และสำนวนภาษาได้เหมาะสมกับวัย เพราะผู้สอนย่อมเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน และจิตวิทยาการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการจัดทำนวัตกรรมการเรียนการสอน

**2.4.2 ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้น** การศึกษาหาความรู้จากเอกสารประกอบการเรียนเพราะเป็นสื่อที่นำไปสู่การเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ตามเป้าหมายของหลักสูตรมีเนื้อหาและกิจกรรมสอดคล้องกับการเรียนรู้ในห้องเรียนซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นก็กิจกรรมต่าง ๆ ที่แทรกเข้ามาในบางส่วนของเอกสารประกอบการเรียนยังทำให้ผู้เรียนได้รับความเพลิดเพลินอีกด้วย

**2.4.3 ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิดสอดคล้อง** กับทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพราะผู้สอนจะออกแบบโครงสร้างของเอกสารประกอบการเรียนที่เน้นการฝึกทักษะการคิดตามเป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-พ.ศ.2579 และสอดคล้องกับหลักสูตรในปัจจุบัน

**2.4.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีนิสัยในการรักการอ่านและรู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่ง** การเรียนอื่น หนังสืออื่น เป็นการต่อยอดการเรียนรู้จากเรื่องที่เรียนในชั้นเรียนและเอกสารประกอบการเรียนซึ่งผู้เรียนสนใจจะได้ความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นเป็นการสร้างคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

**2.4.5 เอกสารประกอบการเรียนเป็นสื่อที่สามารถใช้อ่านได้ตลอดเวลา** ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน สะดวกต่อการพกพาไปในที่ต่าง ๆ และผู้เรียนบางคนต้องการอ่านหลาย ครั้ง เพื่อให้มีความกระจ่างชัดในเรื่องที่เรียน

**2.4.6 ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น** เพราะนอกจากผู้เรียนได้รับความรู้จากผู้สอนและอ่านเฉพาะหนังสือเรียนแล้ว ยังได้อ่านเอกสารประกอบการเรียนมาเสริมย่อมทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ได้ตรงจุดประสงค์ในแต่ละเรื่องที่เรียน เพราะในเอกสารประกอบการเรียนจะมีแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะหรือใบงานหรือคำถามชวนคิดและแบบทดสอบเป็นการทบทวนหรือตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ถ้าผลลัพธ์ยังไม่บรรลุเป้าหมายผู้เรียนก็สามารถอ่านทบทวนและทำกิจกรรมเพิ่มได้อีกเป็นการเพิ่มความแม่นยำในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้อีก

**2.4.7 สามารถแทรกหรือปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมให้แก่ผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม** เพราะเป็นเอกสารที่สามารถขยายความหรือสาระของเรื่องที่เรียนเพื่อให้ผู้เรียนไม่มีความเครียดไม่เกิดความวิตกกังวล มีความเพลิดเพลินต่อเรื่องราวที่อ่าน

### 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

#### 3.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (อ้างถึงใน ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2532 : 187) ได้กล่าวว่า แผนการสอนเป็นแผนที่กำหนดขั้นตอนการสอนที่ครุมุ่งหวังจะให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาและประสบการณ์หน่วยใดหน่วยหนึ่งตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (อ้างถึงใน สงบ ลักษณะ. 2533 : 1) ได้ให้ความหมายของแผนการสอน คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำแผนการสอนตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอน และการวัดผลประเมินผล โดยจัดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตรสภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์และตรงกับชีวิตจริงในโรงเรียน

วิวัฒนาพร ระงับทุกข์ (2543 : 17) ได้สรุปว่า แผนการสอน หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกรินทร์ สีมหาศาล (2555 : 409) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson Plan) เป็นวัสดุหลักสูตรที่ควรพัฒนามาจากหน่วยการเรียนรู้ (UNIT PLAN) ที่กำหนดไว้เพื่อให้การจัดการสอบบรรลุเป้าประสงค์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร หน่วยการเรียนรู้จึงเปรียบเสมือนโครงร่าง หรือพิมพ์เขียวที่กล่าวถึงประสบการณ์การเรียนรู้ตามหัวข้อการจัดการเรียนรู้และกระบวนการ

การวัดผลที่สอดคล้องสัมพันธ์กันส่วนแผนการเรียนรู้จะแสดงการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียน (lesson) และประสบการณ์การเรียนรู้เป็นรายวัน หรือรายสัปดาห์ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นเครื่องมือหรือแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามกำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2556 : 213) ได้กล่าวถึงคำว่า แผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการเรียนรู้ เป็นคำใหม่ที่นำมาใช้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เหตุที่ใช้คำ “แผนการจัดการเรียนรู้” แทนคำ “แผนการสอน” เพราะต้องการให้ผู้สอนมุ่งจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการศึกษาที่บ่งไว้ในมาตรา 22 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2544 ที่กล่าวไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด”

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 58) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการเตรียมการสอนหรือกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

กรมวิชาการ (2556 : 1-2) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนซึ่งครูเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการใช้สื่อการเรียนรู้หรือแหล่งเรียนรู้ แผนการวัดผลประเมินผลโดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งยึดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ที่กำหนดอันสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

กล่าวโดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ เดิมเรียกว่า แผนการสอน หมายถึง การวางแผนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง โดยกำหนดสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้หรือแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดผลและการประเมินผลให้ชัดเจน

### 3.2 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ (ม.ป.ป. : 130-153) ได้ทำการสรุปองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์ ครูผู้สอนควรเตรียมการสอนไว้ล่วงหน้า แผนการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไปมักจะมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

#### 3.2.1 ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์หลักสูตรและการวิเคราะห์นักเรียน

1. เนื้อหาหลักสูตร (สาระสำคัญ)
2. กำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตร

3. กำหนดตารางการจัดการเรียนการสอน
4. การวิเคราะห์พฤติกรรมนักเรียนทุกด้าน ได้แก่ ร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

### 3.2.2 ส่วนที่ 2 องค์ความรู้ในการจัดการเรียนการสอน

1. ด้านทักษะ/กระบวนการในการสอน
2. ด้านพฤติกรรมของนักเรียน
3. ด้านเทคนิควิธีการในการจัดการเรียนการสอน
4. ด้านการผลิต การใช้สื่อการเรียนรู้และนวัตกรรม

### 3.2.3 ส่วนที่ 3 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

1. จุดประสงค์
2. เนื้อหาสาระ
3. กิจกรรม
4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
5. การวัดผลและประเมินผล
6. รายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

ท้ายแผนทุกแผน

### 3.3 ลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้

สมนึก ภัททิยธานี (2546 : 5) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เนื้อหาต้องเขียนเป็นรายคาบหรือรายชั่วโมงตารางสอน โดยจะต้องเขียนให้สอดคล้องกับชื่อเรื่องให้อยู่ในโครงการสอน และเขียนเฉพาะเนื้อหาสาระสำคัญพอสังเขป
2. ความคิดรวบยอด (Cencept) หรือหลักการสำคัญ ต้องเขียนให้ตรงกับเนื้อหาที่จะสอน ส่วนนี้ถือว่าเป็นหัวใจของเรื่อง ครูต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสอนจนสามารถเขียนความคิดรวบยอดได้อย่างมีคุณภาพ
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องเขียนให้สอดคล้อง กลมกลืนกับความคิดรวบยอด มิใช่เขียนตามอำเภอใจ สมองหรือการพัฒนาของนักเรียนจะไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร
4. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้
5. สื่อที่ใช้ควรเลือกให้สอดคล้องกับเนื้อหา สื่อดังกล่าวต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการได้ง่าย

6. วัดผลโดยคำนึงถึงเนื้อหา ความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและ ช่วงที่ทำการวัด (ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน) เพื่อตรวจสอบว่าการสอนของครูบรรลุวัตถุประสงค์ จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

กรมวิชาการ (2556 : 12-13) ได้สรุปถึงลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ในการสอนเรื่องนั้น ต้องการให้ผู้เรียนบังเกิดคุณสมบัติอย่างไร นั่นคือ จุดประสงค์การเรียนรู้ต้องมีความชัดเจน
2. ผู้เรียนจะต้องทำอะไรจึงจะบรรลุผลนั้น นั่นคือ กิจกรรมการเรียนการสอน ควรนำไปสู่ผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้จริง
3. ครูควรมีบทบาทอย่างไร นั่นคือ ระบุพฤติกรรมครูให้ชัดเจนในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้
4. จะใช้สื่อการเรียนรู้หรืออุปกรณ์อะไรช่วยบ้าง ใช้อย่างไร นั่นคือ ลำดับของ สื่อการเรียนรู้เรียงจากคุณค่ามากไปหาคุณค่าน้อย คือ ของจริง สัญลักษณ์ทางภาษา

กล่าวโดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรมีลักษณะ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ได้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด โดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะหรือชี้แนะ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการ เป็นไปตามความมุ่งหมาย
2. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือทำสำเร็จด้วยตนเอง โดยครูพยายามลดบทบาทจากผู้บอกคำตอบ มาเป็นผู้คอยกระตุ้น ด้วยคำถามหรือปัญหาให้ผู้เรียนคิดแก้หรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมเอง
3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการ มุ่งให้ผู้เรียนรับรู้และ นำกระบวนการไปใช้งานจริง
4. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและใช้วัสดุอุปกรณ์ ที่สามารถจัดทำในท้องถิ่น

### 3.4 ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

ศรินทิพย์ ภู่อาลี (2542 : 213-214) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ทำให้ครูดำเนินการสอนอย่างมีประสิทธิภาพเพราะรู้เป้าหมายของการสอน ทำให้สอนได้ด้วยความมั่นใจ จัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับเวลา ผู้เรียนและจำนวนนักเรียน

2. ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอน ทำให้ครูทราบปัญหาของการสอนและสามารถปรับปรุงการสอนได้ดีขึ้นต่อไปได้

3. ช่วยให้ครูมีคู่มือในการที่จะใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ครบถ้วน

4. ให้เป็นคู่มือสำหรับครูที่จะมาสอนแทน

5. ใช้เป็นหลักฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่ถูกต้องและเที่ยงตรง เพื่อแสดงต่อบุคลากรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหาร ศึกษาพิเศษ เป็นต้น

สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์ (2548 : 77) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้สอนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามลำดับขั้นตอนไม่สับสน

2. ผู้สอนดำเนินการสอนตามเนื้อหาได้ตรงตามหลักสูตร

3. ช่วยให้การเรียนรู้ประสบผลสำเร็จด้วยดีและมีประสิทธิภาพ

4. ผู้สอนมีความมั่นใจและความชำนาญในการสอน

5. ผู้สอนสามารถเลือกปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกิจกรรมได้ง่ายและเหมาะสมกับ

ผู้เรียน

6. ช่วยประหยัดเวลาแก่ครูผู้สอนในการเรียนการสอน

7. ช่วยให้ครูผู้สอนมีเวลาในการจัดทำหรือจัดหาสื่อการเรียนรู้

8. อำนวยความสะดวกให้แก่ครูที่ต้องไปสอนแทนครูที่ไม่สามารถสอนเองได้

9. ช่วยให้การนิเทศการสอนสะดวกขึ้น

กล่าวโดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง เพราะการที่จะจัดการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าก่อนเสมอ ดังนั้นทางฝ่ายวิชาการของโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ซึ่งผู้วิจัยมีส่วนรับผิดชอบในฐานะครูผู้สอน จึงจัดทำรูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศขึ้น เพื่อใช้ปฏิบัติเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีรูปแบบดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้

2. ตัวชี้วัด

3. สาระสำคัญ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. สาระการเรียนรู้

8. กิจกรรมการเรียนรู้

9. สื่อหรือแหล่งการเรียนรู้
10. การวัดและประเมินผล
11. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

#### 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่ใช้โครงงานเป็นฐาน

##### 4.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่ยึดโครงงานเป็นฐาน

บุบผา เรืองรอง (2556 : ออนไลน์) การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน ได้เริ่มในประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วงศตวรรษที่ 19-20 เป็นความคิดริเริ่มของ William Heard Kilpatrick เป็นนักการศึกษาอเมริกัน ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดของ John Dewey เรื่อง “Learning by doing” ซึ่งได้กล่าวว่า “Education is a process of living and not a preparation for future living.” (Dewey John, 1897: 79 cite in Douladeli Efstratia, 2014) ซึ่งเป็นการเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตในขณะที่เรียนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะ ที่สนับสนุนให้เด็กเกิดความตระหนักในชุมชน นำมาประยุกต์ สอนเด็กถึงวิธีการใช้โครงงานที่เกี่ยวกับประสบการณ์จริง ให้เป็นรากฐานสำคัญของการศึกษามากกว่าการเตรียมเด็กเพื่ออนาคต ซึ่งสอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิดของ Bloom ทั้ง 6 ชั้น คือ ความรู้ความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินค่า (Evaluating) และการคิดสร้างสรรค์ (Creating)

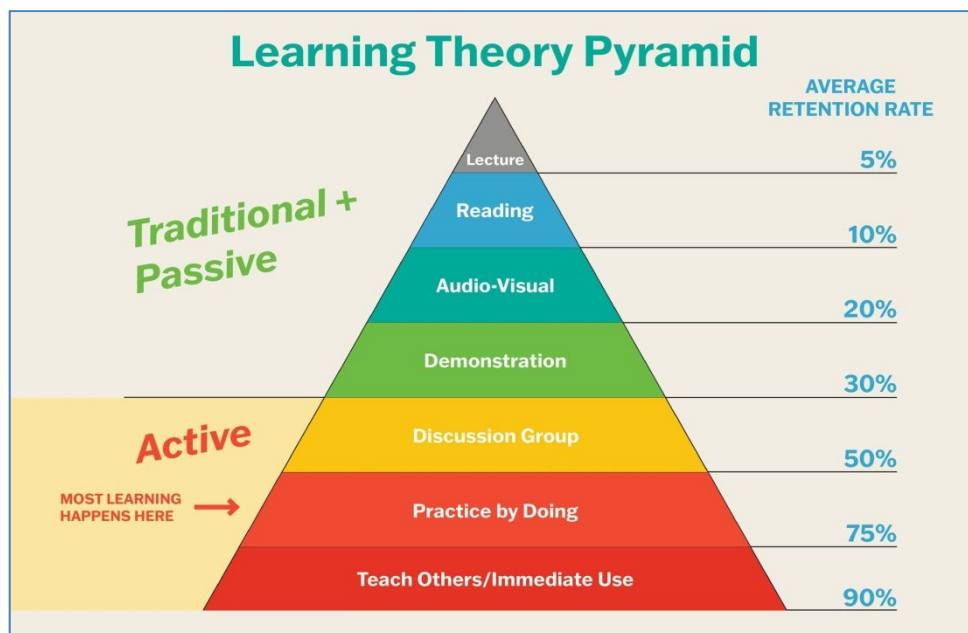
ในช่วงปี ค.ศ.1934 Lucy Sprague Mitchell นักการศึกษาจาก The Bank Street College Of Education นครนิวยอร์ก ออกศึกษาสิ่งแวดล้อมและสอนครูให้รู้จักวิธีการใช้โครงงาน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่พัฒนาโดยวิทยาลัยการศึกษาแบงค์สตรีท มีส่วนคล้ายคลึงกันอย่างมากกับการสอนแบบโครงงาน ผลการทดลองใช้พบว่าเด็กเรียนรู้ได้ดีจากการวางแผนทำงานร่วมกัน ได้ตัดสินใจและเรียนรู้ในสิ่งที่ต้องการเรียน ผลการเรียนรู้ส่งเสริมศักยภาพของเด็กทุกด้าน ต่อมาในปี ค.ศ.1945 หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ใน Villa Cella ซึ่งเป็นหมู่บ้านเล็ก ๆ ที่อยู่ห่างจากเมือง Reggio Emilia 2-3 ไมล์ แม่บ้านกลุ่มหนึ่งได้ทำการร่วมมือกับ Malaguzzi นักการศึกษาและกลุ่มผู้ปกครองได้ทำการจัดการศึกษาให้เหมาะกับเด็กที่มีชีวิตอยู่ท่ามกลางบ้านเรือนที่มีซากปรักหักพัง เพราะผลจากสงครามโลก และทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎี แล้ววิเคราะห์ สะท้อนผลการปฏิบัติ ทำการปรับปรุงจนได้แนวคิดและการปฏิบัติในการจัดประสบการณ์เรียนรู้สำหรับเด็กปฐมวัยและประสบผลสำเร็จจนเป็นที่รู้จักในกลุ่มยุโรป อเมริกาเหนือและอเมริกา ตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 Reggio Emilia ได้กลายเป็นชื่อของแนวคิดในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย และการเรียนรู้อย่างลุ่มลึกจากงานของโครงงาน (Projects) ซึ่งถือเป็นกิจกรรมการสอนที่โดดเด่นในโรงเรียนตามแนวคิด Reggio Emilia การจัดประสบการณ์แบบโครงงาน ได้รับการพัฒนารูปแบบให้ชัดเจนขึ้นโดย Katz ชาวอเมริกา และ Chard



ชาวแคนาดา ที่ได้ไปศึกษาดูงานการจัดการเรียนการสอน Project Approach จากโรงเรียนก่อนประถมศึกษาในเมือง Reggio Emilia ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศอิตาลี และทั้งสองก็ได้พิมพ์เผยแพร่หนังสือชื่อว่า Engaging Children, s Mind : The Project Approach ซึ่งหนังสือเล่มนี้ได้เป็นแนวทางในการจัดประสบการณ์แบบโครงการในระยะต่อมา

ทศนา แคมมณี (2548) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบโครงการนี้ยึดหลักการของ constructionism ซึ่งพัฒนาต่อยอดจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ของเปียเจต์ (Piaget) โดยศาสตราจารย์เซมัวร์เพปเพิร์ต (Seymour Papert) ซึ่งเป็นผู้นำเสนอการใช้สื่อทางเทคโนโลยีช่วยในการสร้างความรู้ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยอาศัยพลังความรู้ของตัวผู้เรียนเองและเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา ก็จะเสมือนเป็นการสร้างความรู้ขึ้นในตัวเองนั่นเอง ความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นเองนี้มีความหมายต่อผู้เรียนมาก เพราะจะเป็นความรู้ที่อยู่คงทนไม่ลืมง่าย ขณะเดียวกันสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตัวเองได้ดี นอกจากนี้ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

ทฤษฎี constructionism มีสาระสำคัญที่กล่าวถึงว่า ความรู้ไม่ใช่เกิดจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่สามารถสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเอง และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) ซึ่งการลงมือกระทำนี้ ไม่เพียงแต่ได้รับความรู้ใหม่ด้วยตนเองแล้ว แต่ยังสามารถเก็บข้อมูลของสิ่งแวดล้อมเข้าไปเป็นโครงสร้างของสมองตนเอง ในขณะเดียวกันก็สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่ไปปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ และจะเกิดเป็นวงจรเช่นนี้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การลงมือกระทำด้วยตนเองจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งทั้งหมดจะอยู่ภายใต้ประสบการณ์และบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ โดยยึดหลักคิดที่ว่า “การเรียนรู้ที่ดีไม่ได้มาจากการหาวิธีการสอนที่ดีแก่ผู้สอน แต่มาจากการให้โอกาสที่ดีแก่ผู้เรียนในการสร้าง” (Better learning will not come from finding better ways for the teacher to instruct, but from giving the learner better opportunities to construct)



ภาพที่ 1 Learning Pyramid  
ที่มา : VSA Future (2560 : ออนไลน์)

ปิรามิดแห่งการเรียนรู้ (Learning Pyramid) เป็นการนำเสนอการเรียนรู้ของบุคคลซึ่งตีพิมพ์ในวารสาร Harvard Business Review แสดงให้เห็นร้อยละของการจัดกิจกรรมที่ต่างกัน แต่ละอย่างโดยกิจกรรมที่ต่างกันจะทำให้เราจดจำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ต่างกัน การเรียนในห้องเรียน (Lecture) นิ่งฟังบรรยายจะจำได้เพียง 5% การอ่านด้วยตนเอง (Reading) จะจำได้เพิ่มขึ้นเป็น 10% การฟังและได้เห็น (Audio - visual) เช่น การดูโทรทัศน์ ฟังวิทยุ จำได้ 20% การได้เห็นจากตัวอย่าง (Demonstration) จะช่วยให้จำได้เป็น 30% การได้แลกเปลี่ยนโดยพูดคุยกัน (Discussion) เช่น การพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กันในกลุ่มจะช่วยให้จำได้ถึง 50% การได้ลงมือทดลองปฏิบัติเอง (Practice doing) จะจำได้ถึง 75% การได้สอนผู้อื่น (Teaching) เช่นการติวหรือการสอนจะช่วยให้จำได้มากถึง 90%

แต่หากมองเป็นกลุ่มจะแบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มแรกใช้ชื่อว่า Traditional passive ซึ่งประกอบด้วย การบรรยาย การอ่าน การได้ดูและได้ยินเสียง การสาธิต ทำให้ดูกลุ่มแรกเป็นการเรียนรู้ที่เริ่มจากคนอื่นแล้วนำมาให้เราแบบ outside-in หรือเป็น 3 วิธีที่คนเข้าใจเรื่องนี้ นำความรู้เรื่องนั้นเอามาถ่ายทอดให้เราคล้าย ๆ การเรียนสิ่งที่ตกผลึก วิเคราะห์มาแล้วระดับหนึ่ง ผู้เรียนเป็นผู้รับรู้มากกว่าแบบ Inductive learning ส่วนกลุ่มที่ 2 ใช้คำว่า Teaming Active ซึ่งจะประกอบด้วย การพูดคุยกันในกลุ่มย่อย การลงมือปฏิบัติและการได้ถ่ายทอดสิ่งที่ทำได้ให้คนอื่นเป็นการเรียนรู้ที่ต้องทำความเข้าใจด้วยตนเอง แล้วสะท้อนออกมาด้วยการปฏิบัติเป็นการเรียนแบบเข้าใจข้างในตัว

เราเองก่อนแล้วถึงจะถ่ายทอดให้คนอื่นหรืออีกนัยหนึ่งเป็นการเรียนแบบค่อย ๆ ตกผลึกในสิ่งที่เห็น  
 สิ่งที่เกิดขึ้นแล้วมาปะติดปะต่อเป็นแนวคิดหรือหลักการ เป็นการเรียนแบบ Deductive Learning  
 กลุ่มหลังนี้ได้ข้อสรุปว่า มีประสิทธิภาพของการเรียนรู้ดีกว่า หมายถึงระดับความลึกของการเข้าใจ  
 ในเรื่องใด เรื่องหนึ่งในระดับที่ลึกกว่า

#### 4.2 ความหมายของโครงการ

นักวิชาการจำนวนมากมีการใช้คำที่หลากหลายจากความหมายของ Project based Learning คือ การเรียนการสอนแบบโครงการ การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ การสอนแบบโครงการ โดยนักวิชาการแต่ละท่านได้ให้ความหมายคำว่า โครงการ ไว้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ดังนี้

ลัดดา ภูเกียรติ (2552 : 2) ให้ความหมายไว้ว่า โครงการเป็นการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ  
 สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลาย ๆ สิ่งที่ยากู้คำตอบให้ลึกซึ้งหรือเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ให้มากขึ้น โดยเลือกใช้  
 กระบวนการ วิธีการอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด ปฏิบัติงาน  
 ตามแผนที่ได้วางไว้จนได้ข้อสรุป หรือผลสรุปที่เป็นคำตอบในเรื่องนั้น ๆ

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545 : 30-33) ให้ความหมายไว้ว่า โครงการ หมายถึง  
 กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างองค์ความรู้ หรือแก้ปัญหา  
 โดยการศึกษาค้นคว้า ทดลองตามขั้นตอน และส่วนประกอบของโครงการ

ทศนา แคมมณี (2548 : 139) ได้ให้ความหมายโครงการไว้ว่า เป็นการจัดสภาพการณ์  
 ของการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงการที่ตนสนใจ โดยร่วมกันสำรวจสังเกต  
 และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลง  
 มือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ แล้วจึงเขียนรายงานและ  
 นำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยน  
 ความรู้ ความคิดเห็น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งหมด

ศุขฉวี โยเหลาและคณะ (2557 : 19-20) ได้ให้ความหมาย การจัดการเรียนรู้แบบใช้  
 โครงการเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัว  
 นักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จาก  
 การลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการ  
 ทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงการและได้ผล  
 การจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม

วิวัฒนา มัคคสมัน (2554) กล่าวว่า การสอนแบบโครงการคือการที่เด็กเป็นรายบุคคล  
 หรือเป็นกลุ่ม ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งจากความสนใจของเด็กเองอย่างลุ่มลึกลงไปในเรื่องละเอียดยของ  
 เรื่องนั้นด้วยกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือ  
 กระบวนการอื่นใดด้วยตัวเองจนพบคำตอบที่ต้องการ

วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project Based Learning) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับหลักของทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism, constructionism และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้

บุบผา เรืองรอง (2556) กล่าวว่า การสอนแบบโครงการ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งให้ความสำคัญกับเด็กส่งเสริมให้เด็กแสวงหาคำตอบจากการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลุ่มลึกเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยที่เด็กหรือครูร่วมกันกำหนดเรื่องที่ต้องการเรียนรู้ แล้วดำเนินการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้อำนวยการความสะอาดให้เด็กเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและจากแหล่งเรียนรู้

Barell (2010) กล่าวว่า Project Based Learning เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่นักเรียนได้แก้ปัญหาที่แท้จริง และปัญหาที่พวกเขาพบ เป็นสิ่งที่มีความหมาย สามารถตรวจสอบแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่นักเรียนต้องทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น

Blank (1997) กล่าวว่า การเรียนการสอนตามโครงการเป็นรูปแบบการเรียนการสอนจริงหรือกลยุทธ์ในการวางแผนที่นักเรียนสามารถนำไปใช้และสามารถประเมินผลโครงการที่มีจากการใช้งานจริงในแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน

Thomas (2000) กล่าวว่า PBL เป็นศูนย์กลางไม่เกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับหลักสูตร PBL ให้ความสำคัญกับการสร้างคำถามหรือปัญหาที่พบ นักเรียนที่จะค้นพบแนวคิดและหลักการของระเบียบวิธีการดำเนินการด้วยตนเอง การทำโครงการจะให้นักเรียนเกิดความคิดที่สร้างสรรค์ โครงการจะมีนัยสำคัญบอกความเคลื่อนไหวของงาน โครงการจะมีความเป็นจริงไม่เหมือนการเรียนในโรงเรียน

Wurdinger and other (2007 อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม. 2558) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based Learning) เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดและศักยภาพการแก้ปัญหา โดยที่ผู้เรียนช่วยกันคิดและร่วมแรงแข่งขันกันทำงาน ผึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียนเริ่มแรกต้องเรียนรู้ร่วมกันด้วยการจำแนกประเด็นปัญหา การพัฒนาแผน/แนวทางการพัฒนา การทดสอบเพื่อพิสูจน์ความคิดของกลุ่ม และการสะท้อนความคิดหลังจากที่ได้ปฏิบัติแล้ว การเรียนรู้แบบนี้เน้นกระบวนการออกแบบและจัดทำสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะของโครงการ

จากความหมายของโครงการที่กล่าวมาข้างต้น กล่าวโดยสรุป โครงการ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติค้นคว้าความรู้อย่างมีระบบและขั้นตอน ผู้เรียนได้เลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจ และถนัด โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ภายใต้คำปรึกษา

แนะนำจากครูผู้สอน สามารถใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย สามารถนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ และให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข

### 4.3 ลักษณะเด่นของโครงการงาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีผู้ให้ความสนใจมาก ในปัจจุบัน แมคโดนัล (McDonell, 2007) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็น รูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Centered Approach) ที่เปิด โอกาสให้นักเรียนได้ทำงานตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ เป็นเรื่องที่สนใจและรู้สึกสบายใจที่จะทำ นักเรียนได้รับสิทธิในการเลือกว่าจะตั้งคำถามอะไร และต้องการผลผลิตอะไรจากการทำงานชิ้นนี้ โดย ครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหาและ สร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน โดยลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงงาน มีดังนี้

1. นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง
2. เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดล้อมจริง
3. มีฐานจากการวิจัย หรือ องค์ความรู้ที่เคยมี
4. ใช้แหล่งข้อมูล หลายแหล่ง
5. ผังตรงด้วยความรู้และทักษะบางอย่าง (embedded with knowledge and skills)
6. ใช้เวลามากพอในการสร้างผลงาน
7. มีผลผลิต

### 4.4 การเตรียมตัวของครูก่อนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง ครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความพร้อมและมีความแม่นยำใน เนื้อหาเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่นและสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ได้ขณะกิจกรรมซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว มีแนวทางสำหรับในการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือ การจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน และการจัดกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้

**4.4.1 การจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน** เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียน เลือกศึกษาโครงงานจากสิ่งที่สนใจอยากรู้ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันสิ่งแวดล้อมในสังคมหรือจาก ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ยังต้องการคำตอบ ข้อสรุป ซึ่งอาจจะอยู่นอกเหนือจากสาระการเรียนรู้ใน บทเรียนของหลักสูตร มีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบ วิเคราะห์ พิจารณา รวบรวม ความสนใจ ของผู้เรียน
2. กำหนดประเด็นปัญหาหรือหัวข้อเรื่อง
3. กำหนดวัตถุประสงค์
4. ตั้งสมมติฐาน

5. กำหนดวิธีการศึกษาและแหล่งความรู้
6. กำหนดเค้าโครงของโครงการ
7. ตรวจสอบสมมติฐาน
8. สรุปผลการศึกษาและการนำไปใช้
9. เขียนรายงานวิจัยแบบง่าย ๆ
10. จัดแสดงผลงาน

#### 4.4.2 การจัดกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึด

เนื้อหาสาระตามที่หลักสูตรกำหนด ผู้เรียนเลือกทำโครงการตามที่สาระการเรียนรู้ จากหน่วยเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียนนำมาเป็นหัวข้อโครงการ มีขั้นตอนที่ผู้สอนดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร หลักสูตร คู่มือครู
2. วิเคราะห์หลักสูตร
3. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อแยกเนื้อหา จุดประสงค์และจัดกิจกรรมให้

เด่นชัด

4. จัดทำกำหนดการสอน
5. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้
6. ผลิตสื่อ จัดหาแหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น
7. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มตั้งแต่แจ้งวัตถุประสงค์กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จัดกลุ่มผู้เรียนตามความสนใจ การใช้คำถามกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อ บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้
8. จัดแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม
9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

#### 4.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานนั้น มีกระบวนการและขั้นตอนแตกต่างกันไปตามแต่ละทฤษฎี โดยมีนักวิชาการได้อธิบายองค์ประกอบ การออกแบบ การวางแผน ลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนที่สำคัญในการทำโครงงาน ดังนี้

Stix and Frank (2006) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบโครงงานมี 9 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดตั้งประเด็นที่สนใจจากโครงงาน
2. การออกแบบโครงงาน
3. การอธิบาย รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น
4. การสร้างเกณฑ์การประเมินที่เหมาะสม
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการทำโครงงาน

6. การสร้างโครงงาน
7. การเตรียมนำเสนอโครงงาน
8. การนำเสนอโครงงาน
9. สะท้อนผลกระบวนการและผลการประเมิน

**Harun (2006)** อธิบายขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน
- ขั้นที่ 3 ออกแบบตารางการทำงาน
- ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความก้าวหน้าของโครงงาน
- ขั้นที่ 5 การนำเสนอรายงานผล
- ขั้นที่ 6 การประเมินผล

**KM CHILL (2015)** ได้อธิบายขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ดังนี้

**STEP 1** การเตรียมความพร้อม ครูเตรียมมอบหมายโครงงานโดยระบุในแผนการสอนในชั้นเรียน ครูอาจกำหนดขอบเขตของโครงงานอย่างกว้าง ๆ ให้สอดคล้องกับรายวิชาหรือความถนัดของนักเรียน และเตรียมแหล่งเรียนรู้ ข้อมูลตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม สามารถใช้เว็บไซต์หรือโปรแกรม model ในการ update1 ข้อมูลแหล่งเรียนรู้และการกำหนดนัดหมายต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินโครงงานได้

**STEP 2** การคิดและเลือกหัวข้อให้นักเรียนเป็นผู้สร้างทางเลือกในการออกแบบโครงงานเอง เพื่อเปิดโอกาสให้รู้จักการค้นคว้าและสร้างสรรค์ความรู้เชิงนวัตกรรม ครูอาจจะให้ผู้เรียนทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหัวข้อ การทำงานเป็นทีม กระตุ้นให้เกิด brain storm จะทำให้เกิดทักษะ ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ทักษะการสื่อสารและทักษะการสร้างความร่วมมือ

**STEP 3** การเขียนเค้าโครง การเขียนเค้าโครงของโครงงานเป็นการสร้าง mind map แสดงแนวคิด แผน และขั้นตอนการทำโครงงานเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องมองเห็นภาระงาน บทบาทและระยะเวลาในการดำเนินงานทำให้สามารถปฏิบัติโครงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

**STEP 4** การปฏิบัติโครงงานนักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในเค้าโครงของโครงงาน ถ้ามีการวางเค้าโครงเอาไว้แล้ว นักเรียนจะรู้ตัวเองว่าจะต้องทำอะไร ในขั้นตอนต่อไปโดยไม่ต้องรอถามครูในระหว่างการดำเนินการ ครูผู้สอนอาจมีการให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดหรือร่วมแก้ปัญหาไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

**STEP 5** การนำเสนอโครงการงาน นักเรียนสรุปรายงานผล โดยการเขียนรายงาน หรือการนำเสนอในรูปแบบอื่น ๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์จัดนิทรรศการรายงานหน้าชั้น ส่งงานทาง เว็บไซต์หรืออีเมล ถ้ามีการประกวดหรือแข่งขันด้วยจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นมากขึ้น

**STEP 6** การประเมินผลโครงการงาน การประเมินโครงการงานควรมีการประเมินผล การเรียนรู้โดยหลากหลาย (multi evaluation) เช่น นักเรียนประเมินตนเอง ประเมินซึ่งกันและกัน ประเมินจากบุคคลภายนอก การประเมินจะไม่วัดเฉพาะความรู้หรือผลงานสุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ จะวัดกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลงานด้วย การประเมินโดยครูหลายคนจะเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์และ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูด้วยกันอีกด้วย

**ดุขฎฐฎ โยเลลา และคณะ (2557)** เป็นการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ โครงการงานเป็นฐาน ที่ปรับจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้ เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของ โรงเรียนไทย โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการงานเป็นฐาน

(ปรับปรุงจาก ดุขฎฐฎ โยเลลาและคณะ, 2557: 20-23)

ที่มา : COACHING & MENTORING (2559 : ออนไลน์)

**1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน** ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงการก่อน การเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงการมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงการไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงาน โครงการจริง ในขั้นแสวงหาความรู้



**2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ** ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงการหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

**3. ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ** ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้นๆเรียบร้อยแล้ว

**4. ขั้นแสวงหาความรู้** ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้

- 4.1 นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงการ ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ
- 4.2 นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น
- 4.3 นักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงการที่ตนปฏิบัติ

**5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้** ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

**6. ขั้นนำเสนอผลงาน** ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และนักเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

**ปรัชญานันท์ นิลสุข (2558)** กล่าวถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** การเตรียมความพร้อม มีการบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ สาระวิชาหลักและสมรรถนะสำคัญ 3 ประการ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านข้อมูลสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ บทบาทของผู้สอนต้องให้คำปรึกษาและแนะนำ บทบาทของผู้เรียนคือ ศึกษาค้นคว้า การจัดกลุ่มทำงาน ระดมความคิด ศึกษาความเป็นไปได้ และสรุปปัญหา

**ขั้นตอนที่ 2** การกำหนดหัวข้อมีการบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ สาระวิชาหลักและสมรรถนะสำคัญ 3 ประการ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านข้อมูล

สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ บทบาทของผู้สอนเห็นชอบโครงการงานให้คำแนะนำ บทบาทของผู้เรียนคือ จัดทำแผนงานโครงการงาน นำเสนอหัวข้อโครงการงาน

**ขั้นตอนที่ 3** การดำเนินการสร้างและทดสอบ มีการบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ สารวิชาหลักและสมรรถนะสำคัญ 3 ประการ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านข้อมูลสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ บทบาทของผู้สอนติดตามและตรวจสอบการดำเนินงาน บทบาทของผู้เรียนคือ ลงมือสร้างโครงการงาน ทดสอบการทำงาน ของโครงการงาน แก้ปัญหาโครงการงาน

**ขั้นตอนที่ 4** การนำเสนอผลงาน มีการบูรณาการ ทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ สารวิชาหลักและสมรรถนะสำคัญ 3 ประการ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านข้อมูลสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ บทบาทของผู้สอนเห็นรับฟังและให้ข้อเสนอแนะ ให้กำลังใจและสนับสนุนการทำโครงการงาน บทบาทของผู้เรียนคือ นำเสนอผลสำเร็จโครงการงาน รับฟังข้อเสนอแนะ ปรับปรุงแก้ไขผลงาน

**ขั้นตอนที่ 5** การประเมินผล มีการบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ สารวิชาหลักและสมรรถนะสำคัญ 3 ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านข้อมูลสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ บทบาทของผู้สอนประเมินผลงานตามสภาพจริง บทบาทของผู้เรียนคือ ประเมินผลงานตนเอง

**ประสาธ เนืองเฉลิม (2558)** กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการงาน คือ ต้องเป็นไปตามความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม แต่ละระดับชั้น โดยมีขั้นตอนการทำโครงการงาน ดังนี้

**ขั้นที่ 1** ขั้นกำหนดปัญหา หรือสำรวจความสนใจ ผู้สอนเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหรือช่วยผู้เรียนมีความต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

**ขั้นที่ 2** ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำโครงการงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งทำให้ผู้เรียนกำหนดโครงการงานได้ตามแนวทางในการดำเนินงานตรงตามจุดมุ่งหมาย

**ขั้นที่ 3** ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการงาน ให้ผู้เรียนวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งเป็นโครงการงานเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ แล้วเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอนพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และข้อเสนอแนะการวางแผนโครงการงานของผู้เรียน ผู้เรียนเขียนโครงการงานตามหัวข้อซึ่งมีหัวข้อสำคัญ

**ขั้นที่ 4** ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหาตามแผนการที่กำหนดไว้โดยครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกต ติดตาม แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลการดำเนินการด้วยความมานะอดทน มีการประชุมอภิปราย ปรึกษาหารือกัน

เป็นระยะ ผู้สอนจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับเท่าที่จำเป็น ผู้เรียนเป็นผู้ใช้ความคิด ความรู้ในการวางแผน และตัดสินใจทำด้วยตนเอง

**ขั้นที่ 5** ขั้นประเมินผลระหว่างปฏิบัติงาน ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ คือ รู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพเป็นอย่างไร มีปัญหาอย่างไรระหว่างที่ดำเนินการตามโครงการนั้น ยังมีสิ่งใดที่ผิดพลาดหรือเป็นข้อบกพร่องอยู่ ต้องการแก้ไขอะไรอีกบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไร เมื่อดำเนินการไปแล้วผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพึงพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงการ ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อะไร และสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้นหรือเอาความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตได้อย่างไร โดยผู้เรียนประเมินโครงการของตนเองหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นผู้สอนจึงประเมินผลโครงการตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจจะมีส่วนร่วมในการประเมินด้วยก็ได้

**ขั้นที่ 6** ขั้นสรุปผล รายงานผล และเสนอผลงาน เมื่อผู้เรียนทำงานตามแผนและเก็บข้อมูลแล้ว ต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งนอกเหนือจากการรายงานเอกสารแล้ว อาจมีแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริง ประกอบการนำเสนอ อาจจัดได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การแสดงละคร ฯลฯ

**วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมาน (2557)** กล่าวถึงกลยุทธ์การเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐานว่ามี 5 ขั้นตอน คือ

**ขั้นที่ 1** การเตรียมความพร้อม ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมขอบเขตของโครงการ แหล่งข้อมูลและคำถามคำ โดยสามารถนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบ เช่น text, video, clip หรือ online news

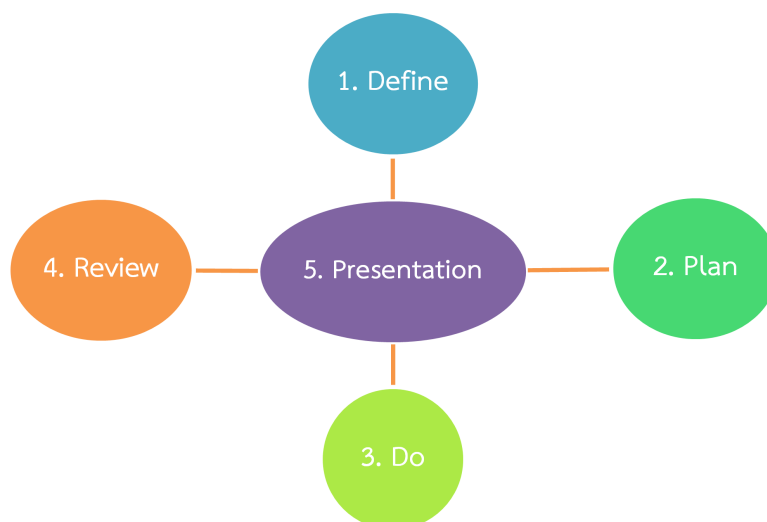
**ขั้นที่ 2** ศึกษาความเป็นไปได้ ผู้เรียนศึกษาขอบเขตของโครงการ แหล่งข้อมูล ตลอดจนค้นหาแหล่งข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อขยายตอบคำถามนำที่ผู้สอนได้ตั้งไว้ผ่านเครื่องมือติดต่อสื่อสารแบบไม่ประสานเวลาต่าง ๆ เช่น group discussion board, wiki หรือเครื่องมือติดต่อสื่อสารแบบประสานเวลาต่าง ๆ เช่น chat, web, conference แล้วศึกษาโครงการอย่างคร่าว ๆ ถึงความเป็นไปได้ในการจัดทำโครงการ

**ขั้นที่ 3** กำหนดหัวข้อ ปรึกษาภายในกลุ่มกำหนดหัวข้อที่จะทำเป็นโครงการ เมื่อผู้สอนได้เห็นชอบกับหัวข้อที่กลุ่มของตนได้นำเสนอแล้วผู้เรียนในแต่ละกลุ่มวางแผนการจัดทำโครงการ โดยระบุกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและตารางการดำเนินการตลอดจนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจนตามความเหมาะสมของสมาชิกในกลุ่ม จากนั้นนำเสนอข้อสรุปแก่ผู้สอนอีกครั้ง

**ขั้นที่ 4** การดำเนินงานสร้างชิ้นงานและทดสอบ สมาชิกในกลุ่มแบ่งงานและภาระความรับผิดชอบของแต่ละคนเพื่อสร้างชิ้นงานโดยใช้ความรู้ในการจัดทำโครงการจากนั้นจึงทำการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้ใหม่กับสมาชิกในกลุ่มซึ่งสามารถทำได้ทั้งแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลาตามความสะดวกของสมาชิกในกลุ่ม โดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาหลังจากได้ดำเนินการสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องมีการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของงานที่สร้างขึ้น

**ขั้นที่ 5** นำเสนอผลงาน ผู้เรียนจัดทำรายงานและเตรียมการนำเสนอที่แสดงให้เห็นถึงผลของกิจกรรมของโครงการ (ผลงานและกระบวนการ) แล้วนำเสนอผ่านเครื่องมือออนไลน์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น video clip, online text, webpage, blog, Facebook เป็นต้น

**วิจารณ์ พาณิช (2555 : 71-75)** เป็นการจัดการเรียนรู้ตามโมเดล จักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL ซึ่งแนวคิดนี้ มีความเชื่อว่าหากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เรียนโดยการลงมือทำเป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีมและทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ซึ่งส่วนของวงล้อแต่ละชิ้น ได้แก่ Define, Plan, Do, Review และ Presentation



ภาพที่ 3 โมเดล จักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL

ที่มา : COACHING & MENTORING (2559 : ออนไลน์)

**1. Define** คือ ขั้นตอนการทำให้สมาชิกของทีมงาน ร่วมทั้งครูด้วยมีความชัดเจนร่วมกันว่า คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงการคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อะไร

**2. Plan** คือ การวางแผนการทำงานในโครงการ ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทาง

หน้าที่ไลในการทำหน้าที่โค้ช รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงการของนักเรียน และที่สำคัญ เตรียมคำถามไว้ถามทีมงานเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่นักเรียนมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเองแก้ปัญหาเองนักเรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน และการแลกเปลี่ยนข้อค้นพบแลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใดงานในขั้น Do ก็จะสามารถเลื่อนไหลดีเพียงนั้น

**3. Do** คือ การลงมือทำ มักจะพบปัญหาที่ไม่คาดคิดเสมอ นักเรียนจึงจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติมทักษะในการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห์กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น ในขั้นตอน Do นี้ ครูเพื่อศิษย์จะได้มีโอกาสสังเกตทำความเข้าใจและเข้าใจศิษย์เป็นรายคน และเรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็น “วาทยากร” และโค้ชด้วย

**4. Review** คือ การที่ทีมนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่าโครงการได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง เอาทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลวมาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสมรวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจ หรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (reflection) หรือในภาษา KM เรียกว่า AAR (After Action Review)

**5. Presentation** คือ การนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่ง ต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เร้าใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มีเพาเวอร์พอยท์ (PowerPoint) ประกอบหรือจัดทำวีดิทัศน์ นำเสนอหรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

**สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550)** เป็นการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา  
และกระทรวงศึกษาธิการ

ที่มา : COACHING & MENTORING (2559 : ออนไลน์)

1. **ขั้นนำเสนอ** หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ แล้วกำหนดสถานการณ์ สถานการณ์ สถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือผู้สอนใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้
2. **ขั้นวางแผน** หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิดอภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ
3. **ขั้นปฏิบัติ** หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน
4. **ขั้นประเมินผล** หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

#### 4.6 บทบาทของครูสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ยึดโครงงานเป็นฐาน

Blumenfeld (2537 อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยศรีพระทุม, 2554) ได้สรุปบทบาทของครูผู้สอนในชั้นเรียนที่มีการสอนแบบโครงงานไว้ดังนี้

1. ครูต้องเปิดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน โดยการสนับสนุน แนะนำหรือเตรียมสิ่งที่จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นได้
2. ครูควรสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยจัดโครงสร้างการเรียนรู้ สร้างแบบแนะนำการทำงานให้แก่ นักเรียน
3. กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้และใช้กระบวนการรู้คิดของตนเอง (metacognitive)

4. ครูควรประเมินผลความก้าวหน้า วินิจฉัยปัญหาที่เกิดขึ้นและให้ผลย้อนหลังกลับแก่นักเรียน รวมถึงการประเมินผลงานรวมทั้งหมดของนักเรียนด้วย

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550) บทบาทครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ แสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 6 บทบาทครูและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ แสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

บทบาทผู้สอน	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ	บทบาทผู้เรียน
1. จัดให้มีการปฐมนิเทศวิธีการเรียนรู้แบบโครงการเพื่อให้รู้ถึงหลักการ วัตถุประสงค์ ประโยชน์ ตัวแปร ปัจจัยสำคัญในการทำโครงการ ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ อันอาจเกิดขึ้น	ขั้นนำเสนอ	1. เสนอแนวคิด เลือกลง และกำหนดหัวข้อโครงการ
2. ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานของผู้เรียนทุกขั้นตอน	ขั้นวางแผน	2. เสนอแนวทาง ออกแบบการทำโครงการ 3. วางแผนร่วมกันในการเรียนรู้แบบโครงการ 4. ศึกษาค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ 5. เสนอเค้าโครงย่อของโครงการต่อผู้สอน
3. ติดตามสอบถามความก้าวหน้า ดูแลการทำโครงการของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด	ขั้นปฏิบัติ	6. ลงมือปฏิบัติโครงการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ 7. รวบรวมผลการทำโครงการ 8. เสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงผลการทำโครงการ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

บทบาทผู้สอน	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบโครงงาน	บทบาทผู้เรียน
4. สังเกตและประเมินผลการทำงาน กิจกรรมของผู้เรียน 5. สรุปการทำงานและ เสนอแนะการทำงานของ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มโดยรวม	ขั้นประเมินผล	9. เขียนรายงานหรือนำเสนอ ผลงานโครงงานต่อครูผู้สอน 10. เผยแพร่ผลงานต่อ สาธารณชน 11. ประเมินผลการเรียนรู้แบบ โครงงานของตนเอง

#### 4.7 บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้

นอกจากนั้นแล้ว เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ คุซมึ โยเฮลาและคณะ (2557) ได้กล่าวถึง บทบาทสำคัญของครูในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ครูจะต้องแสดงบทบาทต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ขึ้น คือครูจะต้องเป็นผู้สังเกต โดยสังเกตการทำงานของนักเรียนและการเล่นของนักเรียน ครูต้องสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ โดยใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นการเรียนรู้แทนการบอกกล่าว ครูต้องศึกษาและรู้จักข้อมูลนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อแสดงบทบาทให้เหมาะสมในการทำให้เกิด Active Learning กับนักเรียนเป็นรายคน ซึ่งบทบาทหรือสิ่งเหล่านี้ที่ครูแสดงออกมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ บทบาทของครูจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ครูเองจะต้องจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการรายวิชา โดยใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนและสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนและมีความเป็นปัจจุบัน ณ ขณะนั้น เช่น ข่าว ละครทีวี เรื่องราวในท้องถิ่น เป็นต้น มาเชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียน นอกจากนั้นแล้วครูเองจะต้องคอยให้คำแนะนำชี้แนะชี้แจงให้รายละเอียดต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย โดยครูจะต้องแสดงบทบาทเป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ให้แก่เด็กนักเรียน ดังนี้





ภาพที่ 5 บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้  
ที่มา : COACHING & MENTORING (2559 : ออนไลน์)

**4.7.1 ครูใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้** คำถามที่ใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ นั้น ต้องเป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดและเพื่อให้นักเรียนได้อธิบาย โดยขึ้นต้นว่า “ทำไม” หรือลงท้ายว่า “อย่างไรบ้าง” “อะไรบ้าง” “เพราะอะไร” โดยคำถามเหล่านี้อาจเป็นคำถามในใบกิจกรรมหรือครูถามก่อนปฏิบัติกิจกรรม กำลังลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ/หรือหลังปฏิบัติกิจกรรม ทุกคำถามต้องเชื่อมโยงไปยังรายวิชาที่เรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดด้วย

**4.7.2 ครูทำหน้าที่เป็นผู้สังเกต** ครูจะต้องคอยสังเกตว่านักเรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมอย่างไร ขณะปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกตต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม คือ เมื่อครูเห็นว่าพฤติกรรมที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนหรืออันตรายแก่นักเรียนอื่นรอบตัว แต่ในทางกลับกันหากพฤติกรรมที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ทำให้เกิดความเดือดร้อนหรือเกิดอันตรายต่อตัวนักเรียนเองและนักเรียนคนอื่น ครูจะต้องเข้าไปแทรกแซงและหยุดพฤติกรรมดังกล่าวทันที

**4.7.3 ครูสอนให้นักเรียนเรียนรู้การตั้งคำถาม** เมื่อนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้จะทำให้ นักเรียน รู้จักถามเพื่อค้นคว้าข้อมูล รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเองในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่อง การรู้จักถามเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้และได้มาซึ่งความรู้ที่นักเรียนสนใจ

**4.7.4 ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย** ครูจะต้องเป็นผู้คอยแนะนำ ชี้แจงให้ข้อมูลต่าง ๆ หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ใกล้ตัวต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ด้านอื่น ๆ ในขณะที่ทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถาม โดยไม่บอกคำตอบแก่นักเรียน

**4.7.5 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง** ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งหนึ่ง ๆ ครูจะเป็นผู้สังเกตและคอยกระตุ้นด้วยคำถามให้นักเรียนได้คิดกิจกรรมที่อยากเรียนรู้และหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยด้วยตนเอง

**4.7.6 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระ** ตามความคิดและความสามารถของนักเรียนเองเพื่อให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการและความสามารถของตนเองในการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่

#### 4.8 การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

##### 4.8.1 วิธีการประเมินการเรียนรู้

สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ครูประเมินจากผลงานของนักเรียน โดยการประเมินตามสภาพจริง ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิค ทั้งนี้ครูจะต้องออกแบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนร่วมประเมินด้วย การออกแบบดังกล่าวต้องประเมินตามตัวชี้วัดที่ส่วนกลางกำหนด มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพร้อมประเมินจากการนำเสนอผลงานของนักเรียน อาจให้นักเรียนเล่าเรื่องแล้วสังเกตพฤติกรรม ตรวจชิ้นงาน หรือจากการพูดคุยโดยพิจารณาผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีแนวทางการประเมิน ดังนี้

1. ยึดรูปแบบการประเมินจากส่วนกลาง มีการวางโครงร่างหรือนำหนักคะแนนในการประเมินจากรูปแบบที่ส่วนกลางกำหนดเป็นหลัก
2. ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิคสเกล โดยจะทำการประเมินตามลำดับความสามารถหรือลำดับพฤติกรรมที่คาดหวังที่นักเรียนแสดงออกหรือที่ครูสังเกตเห็นอย่างเป็นลำดับขั้น โดยใช้การให้คะแนนแบบ รูบิคสเกล ซึ่งครูต้องออกแบบเกณฑ์หรือกำหนดแนวทางการประเมินให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนเป็นหลัก
3. วัดและประเมินผลตามเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการประเมินผลหรือวัดผลตามเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่ระบุในหลักสูตร โดยพิจารณาขณะสอนและวัดหลังการจัดการเรียนรู้
4. สังเกตและบันทึกพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยบันทึกผลการสังเกตลงในแบบประเมินพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

5. ให้ครูท่านอื่นและนักเรียนร่วมประเมินผลงาน การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ นั้น นอกจากครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินเองแล้วครูเองควรเปิดโอกาสให้นักเรียนและครูท่านอื่นร่วมประเมินด้วย

6. ให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วมในประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นการเข้ามามีส่วนร่วมในลักษณะของการเรียนรู้ไปพร้อมๆ กับนักเรียนและการมาชมการเสนอผลงานของนักเรียน เพื่อให้ผู้ปกครองได้เข้าใจถึงระดับการเรียนรู้ของลูก ความสามารถที่ลูกมี ตลอดจนได้เห็นพัฒนาการของลูกก่อนหรือหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

#### 4.8.2 สิ่งที่คุณต้องประเมิน

ในการประเมินนักเรียนนั้น ครูจะมีการพิจารณาประเมินหลายด้าน คือ ด้านผลการเรียนรู้และพฤติกรรมหลังการเรียนรู้โดยการประเมินดังกล่าวเป็นการประเมินสิ่งที่เปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้ว โดยสามารถกล่าวในรายละเอียดได้ดังนี้

1. ด้านผลการเรียนรู้ ครูจะต้องทำการทดสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับหลังจากที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนแล้ว เพื่อให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาบทเรียนที่ครูเป็นผู้สอน

2. พฤติกรรมนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ โดยที่นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดีขึ้นอย่างชัดเจนและเพื่อนในห้องยอมรับในตัวนักเรียนเพิ่มขึ้น

#### 4.9 ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ

กระบวนการจัดทำโครงการ โดยทั่วไปเรื่องที่จะนำมาพัฒนาเป็นโครงการ มักจะได้อมาจาก การเกิดปัญหา คำถามหรือความสนใจในเรื่องต่างๆ จากการสังเกตสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรอบ ๆ ตัว แล้วทำการวิเคราะห์ปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การทดสอบการใช้งาน ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข การเขียนรายงานของโครงการและการนำเสนอ ซึ่งมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

#### ตัวอย่างขั้นตอนการพัฒนาโครงการเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส

##### ขั้นตอนที่ 1 การคัดเลือกหัวข้อโครงการ

1. วิเคราะห์ปัญหา ในปัจจุบันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด 19 และเชื้อไวรัสอื่น ๆ ได้สร้างความยากลำบากในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้คนเป็นอย่างมากซึ่งตลอดระยะเวลา 2 ปีที่ผ่านมา หน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่น กระทรวงสาธารณสุข ได้พยายามรณรงค์เพื่อให้

ประชาชนได้ตระหนักและป้องกันตนเอง โดยการสวมหน้ากากอนามัย และหมั่นล้างมือด้วยเจล แอลกอฮอล์อยู่ตลอดเวลา ทำให้ปัญหาหนึ่งได้เกิดขึ้นมาเช่นกัน คือ การกดเจลแอลกอฮอล์โดยใช้มือ กดโดยตรงมีความสุ่มเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการแพร่เชื้อของไวรัสโควิด 19 อีกทอดหนึ่ง

ดังนั้น ปัญหาที่ต้องการแก้ไข คือ การกดเจลแอลกอฮอล์จากขวดหรือภาชนะอาจ ทำให้เกิดการติดเชื้อไวรัสโควิด 19 ได้ เนื่องมีการใช้มือไปสัมผัสกับขวดหรือภาชนะที่บรรจุเจล แอลกอฮอล์โดยตรง ส่งผลให้เกิดการติดเชื้อตามมา



ภาพที่ 6 แสดงการใช้มือกดเจลแอลกอฮอล์โดยการสัมผัสกับภาชนะ

ภาพโดย : วิรัตน์ ปุຍกระโทก

## ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งข้อมูล

1. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อให้เข้าใจปัญหาของ การกดเจลแอลกอฮอล์จากภาชนะโดยตรง ผู้พัฒนาโครงการสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาให้มากขึ้นด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

- **การสัมภาษณ์** : พุดคุยสอบถามกับผู้ที่เคยกดเจลแอลกอฮอล์ เพื่อให้เข้าใจ ถึงประสบการณ์และความเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสโควิด 19 ในกดเจลแอลกอฮอล์

- **การสังเกต** : ติดตามการกดเจลแอลกอฮอล์จากที่ต่าง ๆ สังเกตวิธีการกด เจลแอลกอฮอล์และประเมินความเหมาะสม รวมถึงความปลอดภัยของวิธีการกดเจลแอลกอฮอล์จาก ภาชนะบรรจุ

- **ร่วมประสบการณ์** : ทดลองใช้มือกดเจลแอลกอฮอล์ด้วยตนเอง

ก่อนที่จะเริ่มออกแบบและพัฒนาโครงการเพื่อแก้ปัญหา นั้น ควรมองปัญหาให้เป็นโอกาสด้วยการตั้งคำถาม โดยใช้รูปแบบคำถาม ดังนี้

1. เราจะทำให้ผู้ที่กดเจลแอลกอฮอล์จากภาชนะบรรจุไม่ต้องสัมผัสภาชนะบรรจุได้อย่างไร

2. เราจะทำให้ผู้ที่กดเจลแอลกอฮอล์จากภาชนะบรรจุปลอดภัยมากขึ้นได้อย่างไร

3. เราจะมึวิธีการที่จะกดเจลแอลกอฮอล์จากภาชนะบรรจุให้มีความสะดวกและปลอดภัยมากขึ้นได้อย่างไร

จากการตั้งคำถามดังกล่าว ทำให้เกิดความคิดที่หลากหลายในการพัฒนาโครงการ ซึ่งหนึ่งในนั้นที่นำมาทดลองปฏิบัติ คือ “การสร้างเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส” ที่สามารถกดเจลแอลกอฮอล์ออกมาจากภาชนะบรรจุ โดยผู้ที่ใช้งานไม่ต้องใช้มือหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสัมผัสกับภาชนะบรรจุแอลกอฮอล์โดยตรง การพัฒนาโครงการขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาแก้ปัญหา ดังนี้

1. ส่งเสริมและช่วยให้ผู้ที่ใช้เจลแอลกอฮอล์ได้รับความปลอดภัยเพิ่มขึ้น

2. ส่งเสริมและช่วยให้ผู้ที่ใช้เจลแอลกอฮอล์ได้รับความสะดวกสบายเพิ่มขึ้น

3. ส่งเสริมและช่วยให้ผู้ใช้งานเกิดความมั่นใจ 100%

### ขั้นตอนที่ 3 จัดทำข้อเสนอเค้าโครงร่างของโครงการ

ดำเนินการจัดทำข้อเสนอเค้าโครงร่างของโครงการตามหัวข้อที่กำหนด

### ขั้นตอนที่ 4 การลงมือทำโครงการ

1. **ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** หลักการสำคัญในการพัฒนาโครงการเพื่อแก้ปัญหา คือ การสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบแนวความคิด ในกรณีนี้อุปกรณ์ต่าง ๆ ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างต้นแบบของเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส เช่น บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวต้านทาน สายไฟ หลอด LED เซ็นเซอร์ตรวจจับระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก แผ่น Breadboard เป็นต้น โดยเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัสนี้จะทำงานในระบบอัตโนมัติ เมื่อมีผู้ใช้งานยื่นมือเข้าไปใกล้ในระยะที่กำหนด ระบบจะกดเจลแอลกอฮอล์ออกมาจากภาชนะตามปริมาณที่กำหนดไว้และแสดงสถานะการทำงานด้วยหลอดไฟ LED การทำงานของเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัสนี้ สามารถใช้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่หรือจากกระแสไฟฟ้าภายนอกผ่าน Adapter ได้



ภาพที่ 7 อุปกรณ์สำหรับสร้างเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส

ภาพโดย : วิรัตน์ ปุຍกระโทก

2. **ดำเนินการพัฒนาโครงการ** ขั้นตอนนี้เป็นดำเนินการพัฒนาโครงการตามแผนการที่ได้กำหนดไว้ในแผนการดำเนินงาน เพื่อให้การพัฒนาโครงการเป็นไปตามกำหนดการ

3. **การทดสอบการใช้งาน ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข** เมื่อได้ต้นแบบของเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัสแล้วขั้นตอนต่อไปของการพัฒนาโครงการ คือ การทดสอบว่าการทำงานของเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส มีความถูกต้องและตอบโจทย์ของผู้ใช้หรือไม่ และมีส่วนใดที่จำเป็นต้องพัฒนาหรือแก้ไขบ้าง เช่น

**สิ่งที่ชอบ** : สะดวกมากขึ้นในการกดเจลแอลกอฮอล์และรู้สึกปลอดภัยเวลาใช้งาน

**สิ่งที่พัฒนาได้** : ปริมาณการจ่ายแอลกอฮอล์ออกจากเครื่องกดแต่ละครั้ง มีปริมาณที่เท่ากันทุกครั้ง ช่วยให้ประหยัดแอลกอฮอล์ได้เป็นอย่างมาก

**สิ่งที่ยังไม่เข้าใจ** : ความถี่ในการตรวจวัดระยะของเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก

**แนวคิดใหม่เพิ่มเติม** : สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อปรับระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิกกับผู้ใช้งานให้มีความหลากหลายในการใช้งานได้เป็นต้น



ภาพที่ 8 เครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส

ภาพโดย : วิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก

#### ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงานของโครงการ

ดำเนินการเขียนรายงานตามแบบฟอร์มการเขียนรายงานโครงการ

#### ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอและเผยแพร่โครงการ

เมื่อพัฒนาโครงการเสร็จสิ้นแล้ว จะต้องมีการเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ และ นำโครงการที่พัฒนาขึ้นมาแนะนำ โดยเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัสนี้ สามารถนำมา เสนอให้เห็นลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของการพัฒนาผ่านรูปแบบการนำเสนอแบบ Storyboard ดังนี้

## Storyboard : เครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส



### ปัญหาที่ต้องการแก้

- การกวดเจลแอลกอฮอล์จากขวดหรือภาชนะบรรจุไม่ปลอดภัย
- ภาชนะบรรจุแอลกอฮอล์อาจแพร่เชื้อไวรัสโควิด 19 ได้



### ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

- การกวดเจลแอลกอฮอล์จากขวดหรือภาชนะบรรจุมีการสัมผัสกับขวดหรือภาชนะบรรจุโดยตรง



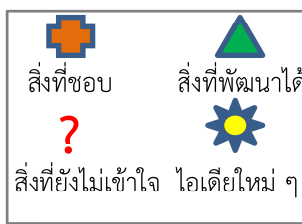
### แนวทางแก้ปัญหา

- สร้างเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส



### การทดลอง

- ติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ที่อุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้และเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง



### ผลการทดลองและการประเมินผล

- ปรับระยะห่างระหว่างผู้ใช้และภาชนะบรรจุแอลกอฮอล์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน



### เทคโนโลยีที่พัฒนาสำเร็จ

- เครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้งานได้แบบอัตโนมัติมีความปลอดภัย

ภาพที่ 9 การนำเสนองานผ่าน Storyboard เครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์แบบไม่สัมผัส

ภาพโดย : วิรัตน์ ปุຍกระโทก

สรุป การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา เกิดประสบการณ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เพราะผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีรูปแบบขั้นตอนในการทำงานที่ชัดเจน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนจะได้รับการสร้างโอกาสในการเรียนรู้ เพราะผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นอกจากนี้การเรียนการสอนแบบโครงงานยังเป็นการฝึกทักษะการทำงานกลุ่ม สร้างปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกภายในกลุ่ม เพราะมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนเพื่อแก้ปัญหาร่วมกันเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มของสมาชิกในประเด็นต่าง ๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน ท้าทายความสามารถ ปรากฏผลงาน



เป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เพียงคอยดูแลและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ จนส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

## 5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบสมองกลฝังตัวเบื้องต้นและหุ่นยนต์

### 5.1 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว

#### 5.1.1 ความเป็นมาของระบบสมองกลฝังตัว

เพื่อให้ทราบประวัติความเป็นมาของระบบสมองกลฝังตัว วิรุพท์ ศรีบริรักษ์ (2557 : 100-104) ได้กล่าวถึงยุคเริ่มต้นของคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ปี ค.ศ.1930 ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และสามารถทำการประมวลผลได้เพียงทีละงาน (single task) เท่านั้นแต่เมื่อเวลาผ่านไป การพัฒนาและวิวัฒนาการของเทคโนโลยีสูงมากขึ้น ทำให้ชิพและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในเล็กลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งในปี ค.ศ.1940 ได้เริ่มมีการนำระบบสมองกลฝังตัวมาควบคุมขีปนาวุธนำวิถี (Missile) สำหรับที่ใช้ในกองทัพอากาศซึ่งหนึ่งในระบบสมองกลฝังตัวที่ทันสมัยที่สุดในยุคนั้นก็คือเครื่องควบคุมที่มีชื่อว่า "Apollo Guidance Computer" ถูกสร้างขึ้นโดย Charles Stark Draper ณ แล็บ MIT Instrumentation แต่โปรเจกต์นี้ยังถูกมองว่ามีความเสี่ยงในการใช้งานเนื่องจากต้องนำวงจรที่เคยมีขนาดใหญ่มากมายย่อให้เล็กลงรวมทั้งน้ำหนักจะต้องเบาลงเพื่อให้สามารถนำวงจรไปฝังไว้ภายในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้ แต่ในที่สุดผลงานชิ้นแรกจากแล็บ MIT ก็ถูกพัฒนาปรับปรุงขึ้นมาได้จนสำเร็จ โดยตั้งชื่อว่า Autonetics D-17 guidance computer และได้ถูกนำไปใช้ในการทหารของโครงการชื่อ Minute missile

ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1961 จนถึงปี ค.ศ. 1966 ได้มีการปรับปรุงการออกแบบของวงจรจากเดิมที่ใช้ตัวทรานซิสเตอร์ขนาดใหญ่และใช้ฮาร์ดดิสภายนอกในการเก็บข้อมูล มาเป็นการนำชิพประมวลผลแบบใหม่เข้ามาใช้งานแทนที่ตัวทรานซิสเตอร์เดิมจนทำให้ได้วงจรมีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น จนสามารถออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ระบบสมองกลฝังตัวรุ่นใหม่ได้ โดยใช้ชื่อว่า Minuteman II

เทคโนโลยีด้านระบบสมองกลฝังตัวได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อทำให้มีขนาดที่เล็กลงและประสิทธิภาพสูงขึ้น จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1971 ก็ได้เริ่มเข้าสู่ยุคไมโครโปรเซสเซอร์ยุคแรกอย่างเต็มตัวด้วยการเปิดตัวของหน่วยประมวลผล Intel 4004 ที่ถูกออกแบบขึ้นมาสำหรับเป็นหน่วยประมวลผลกลางในเครื่องคิดเลข แต่ก็ยังคงใช้ฮาร์ดดิสภายนอกในการเก็บหน่วยความจำต่างอยู่ จนมาถึงในปี ค.ศ.1980 ก็ได้มีการผนวกหน่วยความจำกับตัวชิพประมวลผลเข้าด้วยกันได้สำเร็จซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของวงการไมโครคอนโทรลเลอร์ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา โดยตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

ตัวแรกของโลกคือ Intel 8048 และต่อมาในปี ค.ศ. 1980 วงการไมโครคอลโทรเลอร์ก็มีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งหนึ่งเมื่อ Intel ได้เปิดตัว Intel 8051 ที่มาพร้อมกับเครื่องมือช่วยในการพัฒนาโปรแกรม (software developments tools) จนได้รับการตอบรับจากผู้ใช้อย่างกว้างขวางและเป็นที่ยอมรับทั้งในระดับมหาวิทยาลัย บริษัทพัฒนาทางด้านระบบสมองกลฝังตัว

แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมเพราะสามารถเขียนโปรแกรมลงไปในไมโครคอนโทรเลอร์ได้เพียงครั้งเดียว (PROMs) แต่หลังจากนั้นไม่นานก็ได้มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นเพื่อทำให้สามารถลบโปรแกรมภายในแล้วบันทึกได้ใหม่โดยใช้เทคโนโลยี EPROM ที่เป็นการลบด้วยแสงยูวี (UV) และต่อมาภายหลังก็ได้มีการสร้างเครื่องลบโปรแกรมชนิดกล่องสร้างแสง UV ที่สามารถลบข้อมูลใน EPROM โดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาทีจนกระทั่งปี ค.ศ. 1993 ได้มีการพัฒนาจาก EPROM มาเป็น EEPROM ที่สามารถลบหรือแก้ไขโปรแกรมได้โดยไม่ต้องเอาออกจากคอมพิวเตอร์เหมือน EPROM แต่อย่างไรก็ตาม EEPROM จะต้องลบข้อมูลทั้งหมดก่อนที่จะใส่ข้อมูลใหม่เข้าไปทุกครั้ง ซึ่งยังมีข้อจำกัดอยู่ที่จำนวนครั้งการลบหรือแก้ไข ต่อมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1992 ทั้ง 12 บริษัทยักษ์ใหญ่ทางด้านคอมพิวเตอร์ก็ได้ร่วมกันจัดตั้งกลุ่มสมาคม PC/104 Consortium เพื่อกำหนดแนวทางในการนำเทคโนโลยีเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปมาปรับให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในระบบสมองกลฝังตัว โดยได้ออกแบบเมนบอร์ดและปรับขนาดของกล่องให้มีขนาดเล็กกะทัดรัดเพื่อให้สามารถวางซ้อนกันเป็นชั้นได้ด้วยขนาดกว้างยาวเพียง 4 นิ้ว และมีความหนาเพียง 1 นิ้ว ด้วยการนำเสนอของกลุ่มสมาคม PC/104 ทำให้ได้รับการตอบรับจากภาครัฐและภาคเอกชนอย่างคึกคักไม่ถึง ดังนั้นกลุ่มตลาดทางการทหารและการแพทย์จึงเป็นกลุ่มแรกที่ได้นำแนวคิดและเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวไปประยุกต์ใช้งานจริง

จนกระทั่งเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวเริ่มได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางและประสิทธิภาพของตัวประมวลผลภายในเองก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึงเริ่มนำไปสู่การพัฒนาสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมสื่อมัลติมีเดียโดยเริ่มต้นจากการได้สร้างตู้ PC/104-based Kiosk ขึ้นมาเป็นตัวแรก จนถึงวันนี้ได้มีบริษัทมากกว่า 100 แห่งที่เข้าร่วมกลุ่มสมาคม PC/104 Embedded Consortium เพื่อร่วมกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น Ethernet card, FireWire, hard drives, RAM drives, video cards, audio cards, general I/O, flash cards, modems, GPS, cellular telephone, wireless Internet และอีกมากมาย นอกจากนั้นยังมีอีกปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวกระตุ้นกลุ่มนักพัฒนาและผู้สนใจเทคโนโลยีสมองกลฝังตัวคือการออกนิตยสารทางด้านระบบสมองกลฝังตัว ซึ่งเริ่มออกสู่สายตานักพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1988 ในชื่อว่า “Embedded Systems Programming” และเพิ่งมาเปลี่ยนชื่อเป็น “Embedded Systems Design” เมื่อปี ค.ศ. 2005 จนกระทั่งถึงปัจจุบัน

ดังนั้น สามารถสรุปนิยามของระบบสมองกลฝังตัวได้ว่า เป็นระบบที่ถูกออกแบบสำหรับใช้งานในวัตถุประสงค์เฉพาะด้านที่ไม่เหมือนกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปเพราะระบบสมองกลฝังตัวจะถูกกำหนดการทำงานตามความต้องการอย่างชัดเจนไว้ล่วงหน้าเรียบร้อยแล้ว ซึ่งคุณลักษณะของระบบสมองกลฝังตัวที่สำคัญได้แก่

1. เป็นการออกแบบเพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยจะทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้
2. เป็นการประมวลผลแบบครั้งละงาน (Single Task)
3. สามารถเรียกใช้ได้หลายฟังก์ชันแต่ได้ทีละฟังก์ชันจนสำเร็จเท่านั้น
4. ราคาถูก
5. ใช้งานง่าย
6. มีจุดเชื่อมต่อน้อย ใช้งานง่าย
7. มีฟังก์ชันการทำงานที่เพียงพอและรวดเร็ว
8. ใช้พลังงานต่ำ
9. รองรับคำสั่งงานจากภายนอก
10. สามารถคำนวณได้แม่นยำและแสดงผลแบบ real-time

### 5.1.2 ความเป็นมาของระบบหุ่นยนต์

คำว่า “หุ่นยนต์” มาจากคำว่า ROBOT ศัพท์คำนี้ปรากฏขึ้นครั้งแรกที่ประเทศเชโกสโลวะเกีย ในปี ค.ศ.1920 จากการแสดงละครเวทีล้อเลียนที่ชื่อ Rossum’s Universal Robots โดย คาเรล คาเปก (Karel Capek) ได้ให้นิยามถึง หุ่นยนต์ คือ การแสดงล้อเลียนหรือการเลียนแบบให้คล้ายคลึงกับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ สำหรับในประเทศไทยมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า “หุ่นยนต์” ไว้ เช่น

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และ กฤษดา ใจเย็น (ม.ป.ป. : 23) ได้กล่าวว่า ในปัจจุบันความหมายของคำว่า “หุ่นยนต์” ไม่ได้อยู่ในวงจำกัดเฉพาะการเคลื่อนไหวที่คล้ายมนุษย์เท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการทำงานอย่างอัตโนมัติอีกด้วย

วิชาญ คำแสน (2555 : 1) ได้ให้ความหมายของหุ่นยนต์ไว้ว่า เป็นเครื่องจักรชนิดหนึ่งที่มีลักษณะการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic Machine) หรือกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automatic Machine) สามารถสร้างโปรแกรมให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง

อรณพ เรื่องวิเศษ และกฤษดา วิศวธีรานนท์ (2558 : 2) ได้สรุปไว้ว่าหุ่นยนต์เป็นเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อัตโนมัติ ที่สามารถทำงานหรือปฏิบัติตามจุดมุ่งหมายได้เอง

เดฟ จอห์นสัน (Dave Johnson. 2014 : 1-2) ได้ให้ความหมายของหุ่นยนต์ไว้ว่า เป็นเครื่องจักรที่สามารถตัดสินใจควบคุมตัวมันเองและทำงานได้อย่างอัตโนมัติภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรมที่เรากำหนดขึ้น

จากความหมายของคำว่า “หุ่นยนต์” ดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า “หุ่นยนต์” หมายถึง เครื่องจักรกลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสิ่งมีชีวิต สามารถทำงานด้วยตนเองหรืออัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ ภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรมที่มนุษย์เป็นผู้กำหนด

### 5.1.3 ประเภทของหุ่นยนต์

วิชาญ คำแสน (2555 : 1) ได้กล่าวว่า แม้ว่าหุ่นยนต์จะได้รับการพัฒนามาเป็นลำดับในหลาย ๆ รูปแบบ แต่สามารถแบ่งประเภทของหุ่นยนต์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. หุ่นยนต์ชนิดติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตนเอง แต่จะมีลักษณะเป็นแขนกล สามารถเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อภายในตัวเองเท่านั้น ส่วนมากมักจะถูกนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ เป็นต้น

2. หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตนเอง บ้างก็เคลื่อนที่โดยการไถล้อ หรือบางแบบก็เคลื่อนที่โดยการไต่ขา ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ ส่วนใหญ่ยังเป็นงานวิจัยที่อยู่ในห้องทดลอง เพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร ขององค์การนาซ่า เป็นต้น

### 5.1.4 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และกฤษฎา ใจเย็น (ม.ป.ป. : 23) ได้อธิบายถึงส่วนประกอบในหุ่นยนต์อัตโนมัติทั่วไปว่า จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับหรือเซ็นเซอร์ ส่วนกลไกเคลื่อนไหว และส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งแต่ละส่วนจะมีรายละเอียด ดังนี้

#### 1. ส่วนควบคุมหรือสมองของหุ่นยนต์

คิโยฮิโร โนริอากิ (2556 : 136) ส่วนควบคุมหรือสมองของหุ่นยนต์นั้นเป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์ต่างจากเครื่องจักรธรรมดาทั่วไป ซึ่งสมองของหุ่นยนต์สามารถสร้างขึ้นด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน เช่น ทรานซิสเตอร์ ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ เป็นวงจรอย่างง่าย แต่ข้อเสียของการสร้างสมองหุ่นยนต์ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญก็คือ การเชื่อมต่อวงจรอย่างถาวร ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมความสามารถของหุ่นยนต์ จะต้องตัดต่อสายหรือแม้กระทั่งต้องสร้างวงจรใหม่เลยทีเดียว ดังนั้นในปัจจุบัน การสร้างสมองของหุ่นยนต์จึงนิยมใช้ระบบคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากเมื่อใดที่ต้องการเปลี่ยนการทำงานของหุ่นยนต์

เราก็สามารถเชื่อมต่อวงจรสมองที่ประกอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมที่อยู่ภายในเท่านั้น

## 2. ส่วนตรวจจับหรือเซ็นเซอร์

กอร์ดอน แมคคอม (Gordon McComb. 2015 : 469-600) เซ็นเซอร์ที่ใช้กับหุ่นยนต์มีมากมายหลายหลายแบบ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับการชน ตรวจจับปริมาณแสง ตรวจจับอุณหภูมิ ตรวจจับควัน ตรวจจับระยะทาง ฯลฯ ซึ่งเราสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ของเราได้ทั้งสิ้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการสร้างหุ่นยนต์นั้น เนื่องจากเซ็นเซอร์จะทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณหรือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทางวิทยาศาสตร์ แล้วรายงานหรือแจ้งให้ส่วนควบคุมรับทราบ

เดฟ จอห์นสัน (Dave Johnson. 2017 : 9-10) เซ็นเซอร์ (Sensor) หรือตัวตรวจจับของหุ่นยนต์นั้น เปรียบเทียบได้กับประสาทสัมผัสของมนุษย์ เซ็นเซอร์จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเพื่อรายงานให้ส่วนควบคุมทราบว่า สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับการชน จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดขวางทางที่หุ่นยนต์กำลังจะเคลื่อนที่ไปหรือไม่ซึ่งข้อมูลนี้จะใช้ประกอบในการตัดสินใจของหุ่นยนต์ว่าจะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางนี้อย่างไร

## 3. ส่วนกลไกเคลื่อนไหว

กลไกเคลื่อนไหวย่นนับได้ว่า เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้เช่นกันสำหรับหุ่นยนต์ เพราะหุ่นยนต์ต้องมีการเคลื่อนไหวยจะเคลื่อนไหวยบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้ ซึ่งในกลไกที่ใช้เคลื่อนไหวยจะมีส่วนประกอบย่อยที่สำคัญ 2 ส่วนคือ แหล่งกำหนดการเคลื่อนไหวยและกลไกที่ทำให้เกิดการขับเคลื่อน

3.1 แหล่งกำเนิดการเคลื่อนไหวยของหุ่นยนต์ที่เป็นที่นิยมใช้และรู้จักกันดี คือ มอเตอร์ (Motor) มอเตอร์ที่นิยมใช้งานได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงธรรมดา เซอร์โวมอเตอร์และสตีปเปอร์มอเตอร์ ซึ่งมอเตอร์แต่ละแบบต่างก็ต้องการวงจรขับเฉพาะเป็นของตัวเองความต้องการพลังงานไฟฟ้าในการทำงานก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของมอเตอร์ ซึ่งจะส่งผลต่อแหล่งจ่ายไฟของหุ่นยนต์ด้วย

3.2 กลไกขับเคลื่อน ในการสร้างส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์นั้น เราสามารถนำมอเตอร์มาขับเคลื่อนหุ่นยนต์ได้โดยตรงหากมอเตอร์ตัวนั้นมีแรงบิดหรือทอร์ก (Torque) ที่มากพอ เช่น เซอร์โวมอเตอร์หรือสตีปเปอร์มอเตอร์ สำหรับมอเตอร์ไฟตรงแบบธรรมดาแม้มีความเร็วรอบสูงมาก ๆ แต่แรงบิดน้อย ทำให้การควบคุมยากและเมื่อนำไปใช้ขับเคลื่อนจะทำให้ไม่ดีเนื่องจากแรงบิดน้อย จึงไม่สามารถเอาชนะความฝืดของพื้นผิวที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปได้หุ่นยนต์จึงไม่เคลื่อนที่หรือถ้าเคลื่อนที่ได้ก็ไม่ดี ไม่สามารถไต่เนินลาดเอียงได้ การเลือกใช้มอเตอร์เป็นกลไกขับเคลื่อนจึงมีส่วนสำคัญมากในการแก้ปัญหา

#### 4. แหล่งจ่ายไฟ

ส่วนที่เป็นแหล่งจ่ายไฟ เป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์มีชีวิต กอร์ดอน แมคคอม (Gordon McComb. 2015 : 99) เนื่องจากหากไม่มีแหล่งจ่ายไฟ ทุกส่วนที่กล่าวมาก่อนหน้านี้จะไม่มีทางทำงานได้ สำหรับหุ่นยนต์ส่วนใหญ่ จะใช้แรงดันไฟตรงเป็นไฟเลี้ยง ระดับของแรงดันจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของส่วนควบคุมชนิดและขนาดของมอเตอร์เป็นหลัก แหล่งจ่ายไฟในหุ่นยนต์ส่วนมากมักเป็นแบตเตอรี่ (Battery) แบตเตอรี่ที่ให้มีทั้งแบบประจุแรงดันใหม่ได้และไม่ได้ ซึ่งราคาของมันก็จะแตกต่างกันออกไป รวมไปถึงชนิดของวัตถุดิบที่นำมาผลิตแบตเตอรี่ก็จะมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้า หากเป็นแบตเตอรี่ธรรมดาจะมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการจ่ายไฟฟ้า

##### 5.1.5 การใช้ระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ในต่างประเทศ ซึ่ง มาร์ติน (Martin. 2013 : 129-140) ได้มีการศึกษาการนำระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์ไปใช้สอนกับเด็กอายุ 10-13 ปี พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับเรสนิคและออคโก (Resnick and Ocko. 2000 : 121-128 ; อ้างอิงจาก สุขิน เพ็ชรรักษ์. 2554 : 52-53) ที่ชี้ให้เห็นว่า การใช้กิจกรรมระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ดีสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะสาระสำคัญบางเรื่องในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี จะเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับในประเทศไทย ปัญญา นาแพงหมื่น (2552 : 211) ได้กล่าวถึงโครงการการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์มาใช้ในหน่วยการทดลองของโครงการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของมูลนิธิศึกษาพัฒนา ที่ได้พยายามนำแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism Theory) เข้ามาเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการศึกษาโดยเห็นว่ากิจกรรมเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมที่แสดงความรู้ให้เห็นเป็นรูปธรรมสามารถจับต้องได้

สุขิน เพ็ชรรักษ์ (2554 : 53-54) ได้อธิบายถึงการนำหุ่นยนต์มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนว่า กลุ่มผู้เรียนซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษามหาลัยและครูให้ความสนใจการนำหุ่นยนต์มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก เพราะได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้จากการสัมผัสสื่อการเรียนรู้ด้วยมือของตนเอง และสามารถออกแบบสิ่งที่ต้องการสร้างได้อย่างหลากหลายตามความต้องการ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์ดังกล่าวข้างต้น เป็นการศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหมายประเภทส่วนประกอบหลักการทำงาน และการควบคุมการทำงานของระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์ตลอดจนแนวคิดในการนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม ด้วยเหตุที่อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียน

การสอนระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์ในปัจจุบันนี้มีราคาค่อนข้างถูกลงเป็นอย่างมาก ดังนั้นการนำระบบสมองกลฝังตัวและหุ่นยนต์ไปใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นที่นิยมแพร่หลายเป็นอย่างมาก

## 5.2 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เชชฎฤทธิ มณีธรรม (2560 : 1) ได้กล่าวถึงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ถือว่าเป็นบอร์ดยอดนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย ที่สามารถนำไปพัฒนาโปรเจกต์ (Project) ได้หลากหลาย เรียนรู้ได้ง่ายและเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จะใช้ชิป AVR เป็นหลักไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทุกรุ่น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ของตระกูล AVR นั้นทันสมัย ในชิปบางตัวสามารถเชื่อมต่อผ่าน USB ได้โดยตรง สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี และในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ยังมีส่วนของโปรแกรมพิเศษที่เรียกว่า บูตโหลดเดอร์ (Boot loader) โดยจะเป็นส่วนโปรแกรมที่จะถูกเรียกขึ้นมาก่อนการเรียกโปรแกรมปกติ ทำให้สามารถเขียนสั่งการทำงานได้ก่อนการเรียกโปรแกรมปกติ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino นั้นอาศัยส่วนโปรแกรมพิเศษนี้ในการทำให้ชิปสามารถโปรแกรมผ่านพอร์ตอนุกรมชนิด UART ได้จึงทำให้การเขียนโปรแกรมไปในชิปใช้เพียง USB ติดต่อกับ UART ก็สามารถทำงานได้

นพ มหิษานนท์ (2561 : 13) ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นภาษาอิตาลี โดยอ่านว่า อาดูอีโน่ จนเพี้ยนมาเป็น อาร์ดูโน่ ในภาษาอื่น ๆ โดย Arduino คือไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นแบบ Open-Source Platform สำหรับการสร้างต้นแบบโปรแกรมการทำงานของวงจร ซึ่งจะมีส่วนประกอบเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แนนอนเครื่องใช้ไฟฟ้าแทบจะทุกชนิด ตั้งแต่ไม้ขีดตุงไปจนถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างก็ต้องมีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูก Upload โปรแกรมการทำงานตามคุณสมบัติที่ผู้ออกแบบต้องการ แต่คำว่า “ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-Source Platform” เป็นความพิเศษที่เป็นข้อดีของบอร์ด Arduino คือเปิดกว้างให้ผู้คนสามารถพัฒนาและประยุกต์การใช้งานอย่างเสรี ไม่มีลิขสิทธิ์ จึงทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่รู้จักและนิยมนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และที่สำคัญ Platform ของไมโครคอนโทรลเลอร์อย่าง Arduino ที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ซึ่งถือเป็นจุดมุ่งหมายของการสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับผู้คนทั่วโลก “โดยเฉพาะเด็ก ๆ ที่มีความสนใจในเทคโนโลยี” ทำให้บอร์ด Arduino ถูกพัฒนาด้วยความร่วมมือจากคนทั่วโลก และจำหน่ายในราคาที่เด็ก ๆ สามารถจับต้องได้ไม่ยากเท่าใดนัก

ข้อดีอีกข้อหนึ่งที่สำคัญของบอร์ด Arduino คือ เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก ขนาดใกล้เคียงกันกับบัตรประชาชน (หรืออาจจะเล็กกว่าด้วยซ้ำ) โดยส่วนประกอบหลักของบอร์ดคือไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำมาประกอบรวมกันกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ และถูกพัฒนาให้ง่ายต่อการใช้งานมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งทั้งนี้บอร์ด Arduino จะมีหลากหลายรุ่นให้เลือกใช้ โดยแต่ละรุ่นของ Arduino อาจมีความแตกต่างกัน เริ่มจากขนาดของบอร์ด หรือสเปกซึ่งเป็นคุณสมบัติพิเศษอย่างอื่น

เช่น จำนวนของขา (Pin) แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ แรงดันไฟฟ้าที่ Output หรือประสิทธิภาพของบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์

### 5.2.1 ซอฟต์แวร์ Arduino

ซอฟต์แวร์ Arduino ถูกสร้างขึ้นมาจากภาษา Arduino นั่นก็คือ ภาษา C/C++ เราจะต้องใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการสร้างและเขียนโปรแกรม ชุดคำสั่ง “Sketch Code” โดยใช้ภาษา C ผ่านโปรแกรม Arduino IDE หรือ Arduino Web Editor ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็นไปตามที่เราต้องการ โดยทั้งนี้เครื่องมืออย่างโปรแกรม Arduino IDE และ Arduino Web Editor จะสามารถรวบรวมและยืนยันโปรแกรมชุดคำสั่ง Sketch Code ได้ ซึ่งหาก Sketch Code มีความผิดพลาดหรือเขียนภาษา C ไม่รู้เรื่องหรือโปรแกรมไม่มีความเข้าใจในสิ่งที่เราเขียนขึ้น ระบบจะมีการแจ้งเตือนให้เราทำการแก้ไขในบรรทัดที่ผิดหรือบรรทัดที่ระบบไม่เข้าใจทันที และขั้นตอนสุดท้ายในการทำงานของซอฟต์แวร์ Arduino คือ การ Upload Sketch Code ไปยังบอร์ด Arduino หมายถึงการ Upload โปรแกรมชุดคำสั่ง (Sketch Code) ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ของบอร์ด Arduino เพื่อที่จะให้บอร์ดส่ง-รับสัญญาณ Data หรือสัญญาณไฟ 3V หรือ 5V ไปยังวงจรโมดูลอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมต่ออยู่และควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามที่เราต้องการ

### 5.2.2 โปรแกรม Arduino IDE

โปรแกรม Arduino IDE คือ ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อรองรับการใช้งานบอร์ด Arduino สำหรับการเขียนหรือสร้างโปรแกรมชุดคำสั่งหรือ Sketch Code เรียกว่า Verify “การตรวจสอบหรือการยืนยัน Sketch Code” หรือ Compile “การประมวลผล Sketch Code” และสำหรับขั้นตอนการ Upload Sketch Code ที่ผ่านการ Verify หรือ Compile ในสถานะ Success แล้ว ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ของบอร์ด Arduino เพื่อให้เกิดการตอบสนองของชุดโมดูลอิเล็กทรอนิกส์ ตามโปรแกรม Sketch Code ได้กำหนดไว้ “ไฟติด ไฟดับ ก็มีลลิวินาที ดับก็มีลลิวินาที วนซ้ำภายในกี่วินาที”

นอกจากนี้โปรแกรม Arduino IDE ยังสามารถแสดงค่าการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ของบอร์ด Arduino ได้อีกด้วย โปรแกรม Arduino IDE จะมีโหมด Serial Monitor สำหรับแสดงค่าเป็นตัวเลข และ Serial Plotter สำหรับแสดงค่าเป็นกราฟเส้น ซึ่งผู้ใช้งานสามารถดูค่าตัวเลขและกราฟเส้นเหล่านี้ได้ที่เมนู Tools เช่น หากเราเขียน Sketch Code เพื่อใช้ให้บอร์ด Arduino รับสัญญาณจาก Temperature Humidity Sensor Module (เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น) บอร์ด Arduino จะทำการแปรสัญญาณ Data เป็นตัวเลขและแสดงใน Serial Monitor ซึ่งเราจะสามารถดูค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นที่เซ็นเซอร์วัดได้แบบ Real Time หรือหากเราเขียน Sketch Code เพื่อ Code เพื่อให้บอร์ด Arduino รับสัญญาณจาก Heartbeat Sensor



Module (เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ) บอร์ด Arduino จะทำการแปรสัญญาณ Data เป็นเส้นกราฟซึ่งเราสามารถดูค่าการเดินของสัญญาณชีพได้แบบ Real Time เช่นกัน

### 5.2.3 Arduino Web Editor

Arduino Web Editor คือ เว็บเพจหนึ่งของเว็บไซต์ [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) โดยอยู่ที่ Link <https://create.arduino.cc/> ซึ่งเว็บเพจนี้เปรียบเสมือนกับโปรแกรม Arduino IDE ทุกประการ และสามารถใช้งานเหมือนกันทุกอย่าง Verify หรือ Compile และ Upload Sketch Code ไปยังบอร์ด Arduino ได้เช่นเดียวกับโปรแกรม Arduino IDE เพียงแต่ Arduino Web Editor เป็นเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกให้แก่การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเกิดขึ้นได้ทุกที่ เราสามารถ Upload Sketch Code ไปยังบอร์ด ได้ทุกที่ทุกเวลา โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE บนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เลยแต่อย่างใด

### 5.2.4 Sketch Code

Sketch คือ แบบร่าง ถ้าเป็น Sketch Code ก็คือ แบบร่างรหัส ซึ่งเป็นภาษา Arduino หรือก็คือภาษา C/C++ โดย Sketch Code คือ โปรแกรมชุดคำสั่งที่ Upload ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ให้สั่ง-รับสัญญาณไปยังโมดูลอิเล็กทรอนิกส์ ตามที่เราได้กำหนดในโปรแกรมชุดคำสั่ง อยากจะให้สวิตซ์ติด ก็ใช้ภาษา C เขียนลงไปใน Sketch Code หรืออยากให้ไฟ LED กระพริบ แล้วติดค่างที่มีลลิวินาที ก็เขียนลงไปใน Sketch Code สำคัญที่สุด ภาษา C ที่เราใช้เขียนประกอบขึ้นเป็น Sketch Code บอร์ด Arduino จะต้องเข้าใจในโปรแกรมชุดคำสั่งของเรา ถ้าบอร์ดมันไม่เข้าใจภาษา C ของเรามันก็ไม่ต่างอะไรกับก้อนหินก้อนหนึ่ง

Arduino ถือว่ากำลังได้รับความนิยมและกลายเป็นสิ่งที่น่าสนใจ โดยเฉพาะนักอิเล็กทรอนิกส์ทั้งมือใหม่และระดับมืออาชีพ โดยจะมีการเผยแพร่ประสบการณ์เกี่ยวกับ Arduino บนโลกอินเทอร์เน็ต ทำให้เราสามารถค้นคว้า เรียนรู้วิธีแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ง่าย หรือแม้แต่วิธีใช้งาน หรือการสร้างโปรเจกต์มากมาย สิ่งเหล่านี้ถือเป็นแรงบันดาลใจที่สำคัญที่เกิดขึ้นกับนักเขียนโปรแกรมมือใหม่ นอกจากนี้บอร์ด Arduino ยังเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พร้อมใช้งานได้ทันที เพราะบอร์ด Arduino ติดตั้งอุปกรณ์จำเป็นพื้นฐานมาให้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะมีความแตกต่างจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น ๆ ที่จะต้องจัดหาและจัดซื้ออุปกรณ์อื่น ๆ มาติดตั้งเพิ่มเติม

Arduino สามารถเขียนโปรแกรมชุดคำสั่ง หรือ Sketch Code ด้วยไวยากรณ์ภาษา C/C++ ซึ่งแน่นอนมันง่ายสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรมอยู่บ้างแล้ว หรือสำหรับผู้ที่ไม่เคยเขียนโปรแกรมมาก่อนเลย ก็สามารถเริ่มต้นศึกษาภาษา C อย่างจริงจังโดยการศึกษาจาก Sketch Code ที่ถูกต้องและสมบูรณ์ใช้งานได้ดี และนำไปเปรียบเทียบกับคู่มือหรือตำราการใช้ภาษา C ซึ่งจะทำให้การศึกษาเรียนรู้ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับภาษา C จะง่ายขึ้น และจุดเด่นอีกอย่าง

หนึ่งของการเป็น Open-Source สำหรับ Arduino คือ Libraries ทำให้ไม่ยากบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งมี Library ให้เลือกใช้มากมาย ทำให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

สรุปเห็นผลที่ทำให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ได้รับความนิยมสูงสุด คือ เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ราคาไม่แพงมากเกินไป และสำหรับเด็กที่ต้องการพื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จะช่วยเติมเต็มความคิดและความฝันของเด็กกับเทคโนโลยีที่ไม่เคยหยุดพัฒนาได้อย่างไรขีดจำกัด

### 5.3 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์

#### Arduino

ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ว่าจะเป็นตระกูลใดก็ตามจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีชุดคำสั่งที่สั่งให้ทำงานตามที่ต้องการที่เรียกว่าโปรแกรม โดยคำสั่งหรือโปรแกรมที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าใจและสามารถทำงานได้อยู่ในรูปของรหัสลอจิก 0 และ 1 หากนำลอจิกมาจับกลุ่มก็เป็นเลขฐาน 16 ที่เรียกว่าภาษาเครื่องซึ่งภาษาเครื่องเป็นภาษาที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าใจได้เนื่องจากเป็นเลขฐาน 16 ทั้งหมด ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมจึงจำเป็นต้องใช้ภาษาที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้ โดยภาษาที่มนุษย์เข้าใจได้และใกล้เคียงกับภาษาเครื่องมากที่สุดคือภาษาแอสเซมบลี แต่เนื่องจากการพัฒนาชิ้นงานโดยใช้ภาษาแอสเซมบลีเป็นไปได้ยากและมีความซับซ้อน เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วต่อการพัฒนาโปรแกรมใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ภาษาที่เหมาะสมคือภาษา C ประภาส สุวรรณเพชร (ม.ป.ป. : 22-44) ได้กล่าวถึงภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 5.3.1 โครงสร้างของภาษา C

ภาษา C เป็นภาษาที่ได้รับความนิยมสูงเป็นภาษาโครงสร้างง่ายต่อการทำความเข้าใจและง่ายต่อการนำไปพัฒนาต่อสามารถเขียนโปรแกรมแยกเป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนสามารถเรียกใช้งานได้จากส่วนอื่นของโปรแกรมทำให้สามารถแบ่งงานให้หลายคนไปพัฒนาได้ การเขียนโปรแกรมเป็นส่วน ๆ เรียกว่าฟังก์ชัน โครงสร้างของภาษา C มีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ ส่วนหัวของโปรแกรมและส่วนตัวของโปรแกรมส่วนหัวโปรแกรมจะมีฟังก์ชันหลักชื่อว่า main( ) เพื่อเป็นส่วนหลักในการทำงาน และอาจมีฟังก์ชันอื่นที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเพื่อใช้งานเรียกว่าฟังก์ชันรอง



ภาพที่ 10 โครงสร้างภาษา C

ที่มา : ประภาส สุวรรณเพชร. (ม.ป.ป.)

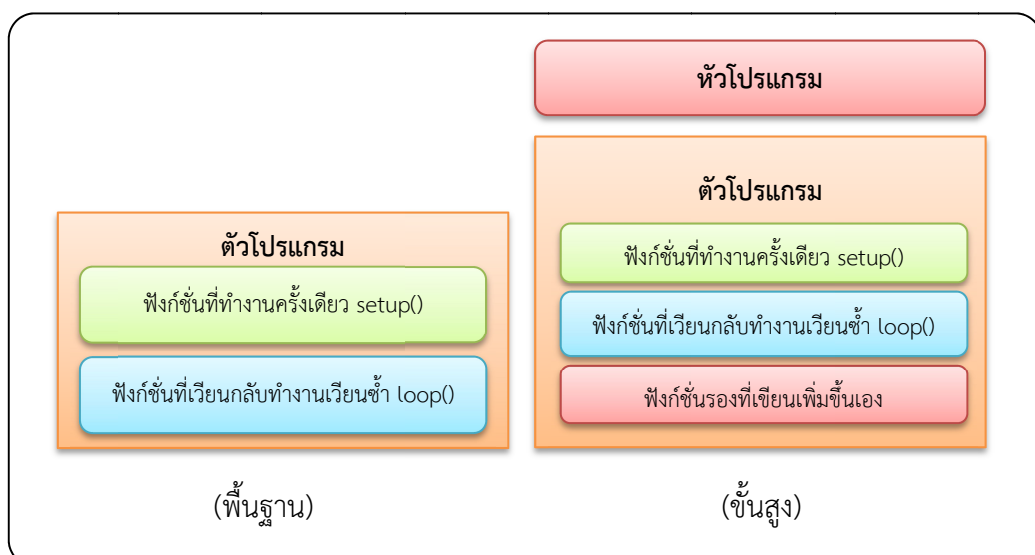
### 5.3.2 โครงสร้างของภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

โครงสร้างภาษา C สำหรับ Arduino ถูกจัดใหม่ให้ง่ายต่อผู้ใช้งานเบื้องต้นซึ่งผู้ออกแบบได้จัดวางให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานง่ายซึ่งโครงสร้างหลัก ๆ จะมีเพียง 2 ส่วนเท่านั้น คือ

1. setup เป็นส่วนที่เก็บฟังก์ชันที่ทำงานครั้งเดียว

2. loop เป็นส่วนที่เก็บฟังก์ชันที่เมื่อทำงานครบแล้วจะวนกลับมาทำซ้ำใหม่

ตั้งแต่ต้น แต่ถ้าต้องการเขียนโปรแกรมขั้นสูงสามารถเขียนในส่วนหัวโปรแกรมและส่วนของฟังก์ชันรองที่เขียนขึ้นใช้งานเองเพื่อให้ใช้งานสะดวกมากยิ่งขึ้นได้เช่นเดียวกับภาษา C มาตรฐาน



ภาพที่ 11 โครงสร้างภาษา C สำหรับ Arduino

ที่มา : ประภาส สุวรรณเพชร. (ม.ป.ป.)

### 5.3.3 ตัวแปรในภาษา C

การประกาศตัวแปร คือ การจองพื้นที่ในหน่วยความจำเพื่อนำไปใช้งานในฟังก์ชัน โดยการใช้ชื่อตัวแปรแทนการกำหนดเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำ รูปแบบของการประกาศตัวแปรเป็นดังนี้

ชนิดของตัวแปร                      ชื่อตัวแปร;

หรือ                      ชนิดของตัวแปร                      ชื่อตัวแปรที่ 1, ชื่อตัวแปรที่ 2, ..... ;

### 5.3.4 หลักการตั้งชื่อตัวแปรในภาษา C

หลักการตั้งชื่อตัวแปร มีข้อกำหนดหลัก ๆ อยู่ 4 ประการด้วยกันคือ

1. ชื่อที่ตั้งต้องไม่ซ้ำกับคำสงวนของภาษา C (คำที่ภาษา C มีใช้งานอยู่แล้ว)
2. การใช้ตัวอักษรใหญ่กับตัวอักษรเล็กถือว่าเป็นคนละตัว
3. ตัวแรกของชื่อตัวแปรต้องเป็นตัวอักษรเท่านั้นตัวถัดไปเป็นตัวเลขได้
4. ชื่อตัวแปรห้ามเว้นวรรค

### 5.3.5 ชนิดของตัวแปรในภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ตารางที่ 7 ชนิดของตัวแปรในภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ชนิด	ขนาด		ขอบเขต
	บิต	ไบต์	
Boolean	8	1	true, false
char	8	1	-128 ถึง +127
unsigned char	8	1	0 ถึง 255
byte	8	1	0 ถึง 255
int	16	2	-32768 ถึง +32767
unsigned int	16	2	0 ถึง 65535
long	32	4	-2147483648 ถึง +2147483647
unsigned long	32	4	0 ถึง 4294967295
float	32	4	$\pm 3.4E\pm 38$ (~7 digits)
double	64	8	$\pm 1.7E\pm 308$ (~15 digits)

### 5.3.6 พอยน์เตอร์

พอยน์เตอร์เป็นตัวชี้ตำแหน่งข้อมูลของตัวแปรอื่นที่เก็บในหน่วยความจำ โดยตัวพอยน์เตอร์เป็นตัวเก็บตำแหน่งแทนการเก็บข้อมูล ในการใช้งานพอยน์เตอร์จะใช้เครื่องหมาย \* นำหน้าและใช้เครื่องหมาย & เมื่อต้องการค่าตำแหน่งของตัวแปรอื่นโดยมีรูปแบบดังนี้

รูปแบบ

ชนิดของตัวแปร \* ชื่อตัวแปร;

### 5.3.7 อาร์เรย์

อาร์เรย์เป็นการเพิ่มความสามารถในการเก็บข้อมูลของตัวแปรให้สามารถเก็บเป็นชุดได้ โดยใช้ชื่อตัวแปรเดิมได้ การใช้งานตัวแปรอาร์เรย์จะใช้เครื่องหมาย [ ] ต่อท้ายตัวแปรโดยภายในวงเล็บเป็นตัวเลข ซึ่งสามารถใช้งานได้หลายมิติ มีรูปแบบดังนี้

รูปแบบ

ชนิดของตัวแปร ชื่อตัวแปร[ตัวเลข]; // เป็นอาร์เรย์ 1 มิติ  
 ชนิดของตัวแปร ชื่อตัวแปร[ตัวเลข,ตัวเลข]; // เป็นอาร์เรย์ 2 มิติ  
 ชนิดของตัวแปร ชื่อตัวแปร[ตัวเลข,ตัวเลข,ตัวเลข]; // เป็นอาร์เรย์ 3 มิติ

### 5.3.8 ตัวดำเนินการในภาษา C

ตัวดำเนินการในภาษา C แบ่งตามลักษณะการกระทำ ได้ 5 กลุ่มด้วยกัน คือ

1. ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์
2. ตัวกระทำทางลอจิกระดับบิต
3. ตัวกระทำบูลีน
4. ตัวกระทำเปรียบเทียบ
5. ตัวกระทำประสม

โดยในแต่ละลักษณะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8 ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์

เครื่องหมาย	การกระทำ	ตัวอย่าง	คำอธิบาย
+	บวก	$x=y+z;$	x เท่ากับค่าในตัวแปร y บวกกับค่าในตัวแปร z
-	ลบ	$x=y-z;$	x เท่ากับค่าในตัวแปร y ลบด้วยค่าในตัวแปร z
*	คูณ	$x=y*z;$	x เท่ากับค่าในตัวแปร y คูณด้วยค่าในตัวแปร z
/	หาร	$x=y/z;$	x เท่ากับค่าในตัวแปร y หารด้วยค่าในตัวแปร z
%	หารเอาเศษ	$x=y\%z;$	x เท่ากับเศษของการหารระหว่างตัวแปร y กับตัวแปร z

ตารางที่ 9 ตัวกระทำทางลอจิก

เครื่องหมาย	การกระทำ	ตัวอย่าง	คำอธิบาย
&	แอนด์	$x=y\&z;$	x เท่ากับค่าในตัวแปร y แอนด์กับค่าในตัวแปร z
	ออร์	$x=y z;$	x เท่ากับค่าในตัวแปร y ออร์กับค่าในตัวแปร z
^	เอ็กซ์คลูซีฟออร์	$x=y\^z;$	x เท่ากับค่าในตัวแปร y เอ็กซ์คลูซีฟออร์กับ z
~	วันคอมพลีเมนต์	$x=\sim y;$	x เท่ากับค่าตรงข้ามของค่าในตัวแปร y
<<	เลื่อนไปทางซ้าย	$x=x<<1;$	เลื่อนข้อมูลใน x ไปทางซ้ายไป 1 บิต
>>	เลื่อนไปทางขวา	$x=x>>2;$	เลื่อนข้อมูลใน x ไปทางขวาไป 2 บิต

ตารางที่ 10 ตัวกระทำบูลีน

เครื่องหมาย	การกระทำ	คำอธิบาย
&&	แอนด์	เชื่อมเงื่อนไข 2 เงื่อนไขด้วยคำว่า “และ”
	ออร์	เชื่อมเงื่อนไข 2 เงื่อนไขด้วยคำว่า “หรือ”
!	อินเวอร์ส	ใช้ตรวจสอบตัวแปรว่าเท่ากับศูนย์หรือไม่เช่น if (!x)

ตารางที่ 11 ตัวกระทำการเปรียบเทียบ

เครื่องหมาย	การกระทำ	ตัวอย่าง	คำอธิบาย
>	มากกว่า	if(x>10)	x มากกว่า 10 ใช่หรือไม่
<	น้อยกว่า	if(x<10)	x น้อยกว่า 10 ใช่หรือไม่
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ	if(x>=10)	x มากกว่าหรือเท่ากับ 10 ใช่หรือไม่
<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	if(x<=10)	x น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ใช่หรือไม่
==	เท่ากับ	if(x==10)	x เท่ากับ 10 ใช่หรือไม่
!=	ไม่เท่ากับ	if(x!=10)	x ไม่เท่ากับ 10 ใช่หรือไม่

### 5.3.9 ไวยากรณ์ภาษา C

1. ประกาศชื่อแทน เป็นการประกาศใช้ชื่ออื่นแทนค่าที่ต้องการเพื่อให้สะดวกต่อการเขียนโปรแกรม รูปแบบเป็นดังนี้

```
#define constantName value
```

constantName: ชื่อที่ต้องการกำหนดตั้ง

value: ค่าที่ต้องการกำหนดให้ชื่อนี้มีค่าเท่ากับ

2. การรวมไฟล์อื่นเข้ามารวมเป็นการประกาศไฟล์อื่น ๆ เข้ามารวมกับตัวโปรแกรมก่อนการคอมไพล์ รูปแบบเป็นดังนี้

```
#include <file>
```

```
#include "file"
```

file: ชื่อไฟล์ที่ต้องการนำเข้ามารวมกับโค้ดโปรแกรมที่กำลังเขียนขึ้น

3. การใส่หมายเหตุลงในโค้ดโปรแกรม เป็นการใส่ข้อความใด ๆ ลงในโค้ดโปรแกรมเพื่อที่จะอธิบายโปรแกรมหรือเพื่อบันทึกความจำว่าโค้ดในตำแหน่งนั้น ๆ เขียนขึ้นเพื่อประสงค์สิ่งใด การใส่หมายเหตุจะต้องใส่เครื่องหมายเพื่อให้คอมไพเลอร์ข้ามการคอมไพล์ในส่วนนี้ รูปแบบเป็นดังนี้

//..... ใช้ในกรณีบรรทัดเดียว

/\*.....\*/ ใช้ในกรณีหลายบรรทัด

4. การใส่เครื่องหมายท้ายคำสั่งภาษาซี เป็นภาษาที่มีการใส่เครื่องหมายท้ายฟังก์ชันซึ่งเป็นสิ่งที่แตกต่างและโดดเด่นกว่าโปรแกรมในภาษาอื่น ๆ โดยมีหลักคิดดังนี้

; สำหรับคำสั่งที่ทำงานเสร็จสิ้นในตัว

{ } สำหรับคำสั่งที่มีคำสั่งอื่นรวมเข้าไปด้วยกัน

### 5.3.10 คำสั่งภาษาซีการดำเนินการแบบทางเลือก

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานในสิ่งที่ต้องการ นอกจากคำสั่งภาษาซีที่สั่งให้ทำงานเป็นลำดับแล้ว จำเป็นต้องใช้คำสั่งภาษาซีที่มีการทำงานแบบให้เลือกเส้นทางการทำงาน โดยการทำตามเงื่อนไข หรือการให้ทำซ้ำ แบบมีเงื่อนไขหรือไม่มีเงื่อนไข โดยคำสั่งที่มีการทำงานแบบทางเลือกในภาษาซี มีด้วยกัน 4 คำสั่ง คือ

1. คำสั่ง if เป็นคำสั่งที่มีการตรวจสอบเงื่อนไข โดยถ้าเงื่อนไขเป็นจริงจะทำงานตามชุดคำสั่งที่กำหนดไว้ รูปแบบเป็นดังนี้

if (เงื่อนไขที่ตรวจสอบ)

2. คำสั่ง if-else เป็นคำสั่งสำหรับการตรวจสอบเงื่อนไขที่มีชุดคำสั่งให้ทำงานเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงและมีชุดคำสั่งให้ทำงานเมื่อเงื่อนไขเป็นเท็จ เราจะใช้คำสั่ง if-else มาใช้งาน มีรูปแบบดังนี้

if (เงื่อนไขที่ตรวจสอบ) else



3. คำสั่ง if-else if-else เป็นคำสั่งที่มีการตรวจสอบเงื่อนไขหลายเงื่อนไข และมีชุดคำสั่งที่เตรียมให้ทำงานในแต่ละเงื่อนไขหากเงื่อนไขนั้น ๆ ถูกต้อง

```
if (เงื่อนไขที่ตรวจสอบ) else if (เงื่อนไขที่ตรวจสอบ)
```

4. คำสั่ง switch เป็นคำสั่งหลายทางเลือกอีกคำสั่งหนึ่งที่มีการทำงานคล้าย ๆ คำสั่ง if-else if...else ต่างตรงที่การตรวจสอบเงื่อนไขจะใช้การตรวจสอบการเท่ากันของตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบเท่านั้น โดยเมื่อตรวจสอบค่าแล้วเท่ากับค่าที่กำหนดให้ทำคำสั่งที่เตรียมไว้

### 5.3.11 คำสั่งภาษาซีการดำเนินการแบบวนซ้ำ

การเขียนโปรแกรมสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องมีการทำงานแบบวนซ้ำ หรือวนรอบ เพื่อที่จะทำงานในชุดคำสั่งเดิม ลักษณะการทำงานมีทั้งแบบมีเงื่อนไขหรือไม่มีเงื่อนไข ในภาษาซี มีคำสั่งสำหรับสั่งงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานซ้ำ มีดังนี้

1. คำสั่ง for เป็นคำสั่งที่ใช้ในกรณีที่ทราบจำนวนรอบที่จะทำงานซ้ำ โดยมีรูปแบบดังนี้

```
for(ค่าเริ่มต้น;เงื่อนไข;เพิ่มหรือลดค่า )
{
    //ชุดคำสั่งที่ต้องการทำซ้ำ
}
```

2. คำสั่ง while เป็นคำสั่งที่ให้ทำงานวนซ้ำ หรือวนรอบการทำงานโดยมีการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนถ้าหากเงื่อนไขเป็นจริงจะทำงานตามชุดคำสั่งที่เตรียมไว้ เมื่อทำงานในชุดคำสั่งที่เตรียมไว้เสร็จจะมีการวนกลับไปตรวจสอบเงื่อนไขอีก หากเงื่อนไขเป็นจริงจะทำงานในชุดคำสั่งที่เตรียมไว้โดยทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าเงื่อนไขจะเป็นเท็จจะออกจากวงรอบการทำงานซ้ำ โดยมีรูปแบบดังนี้

```
while(เงื่อนไข )
{
    //ชุดคำสั่งที่ต้องการทำซ้ำ
}
```

3. คำสั่ง while(1) เป็นคำสั่งที่ให้ทำงานวนซ้ำ หรือวนรอบไม่รู้จบ เนื่องจาก 1 คือเป็นจริงตลอดไปในโปรแกรม Arduino ก็คือฟังก์ชัน loop( ) นั่นเอง

```
while(1)
{
    //ชุดคำสั่งที่ต้องการทำซ้ำ
}
```

4. คำสั่ง do-while เป็นคำสั่งที่ให้ทำงานวนซ้ำหรือวนรอบ โดยมีการตรวจสอบเงื่อนไขการทำงานคล้ายกับคำสั่ง while ต่างตรงที่ฟังก์ชัน do-while จะทำงานในชุดคำสั่งที่เตรียมไว้ทำซ้ำไปก่อน 1 รอบแล้วจึงตรวจสอบเงื่อนไข

```
do
{
    //ชุดคำสั่งที่ต้องการทำซ้ำ
} while(เงื่อนไข)
```

## 6. การหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 3-12) ได้ให้ความหมายและรายละเอียดสำหรับการหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### 6.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

#### 6.1.1 ความหมายของประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

#### 6.1.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของ การพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพ

ตามพัฒนาการของการผลิตสื่อหรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพการสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดีและการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

1. การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพ ใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุง ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2. การทดสอบประสิทธิภาพ สอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วยทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษา เป็นอย่างน้อยเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนจะนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้

## 6.2 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

**6.2.1 สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน** การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อจะช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้วเมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดีก็ต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

**6.2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอนสื่อหรือชุดการสอน** ที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดีในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้จริงจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริงการทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

**6.2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน** การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจอันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

### 6.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

**6.3.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion)** เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือ พฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นตอนที่ตั้งไว้จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ย่อมมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

**6.3.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ** หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพที่เกิดจากกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานที่กำหนดและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพ ของกระบวนการหรือประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$  ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำการประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% การจะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิสัยพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain)

## 6.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 10) การคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

### 6.4.1 โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum X$  คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำ  
 ระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์  
 $A$  คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน  
 $N$  คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\sum F$  คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน  
 $B$  คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย  
 ประกอบด้วยหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงาน  
 สุดท้าย  
 $N$  คือ จำนวนผู้เรียน

### 6.4.2 โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตร ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ได้ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา สำหรับ  $E_1$  คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติกระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรมแต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ สำหรับค่า  $E_2$  คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียน ทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยเพื่อหาค่าร้อยละ

## 6.5 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

**6.5.1 ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์** ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง =  $\pm 2.5$  นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า  $E_1$  หรือ  $E_2$  ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน  $E_1$  หรือ  $E_2$  ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกันเช่น ค่า  $E_1$  มากกว่า  $E_2$  แสดงว่างานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบหรือหาค่า  $E_2$  มากกว่าค่า  $E_1$  แสดงว่าการสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำจำเป็นที่จะต้องปรับแก้หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพ ค่า  $E_1$  หรือ  $E_2$  ที่คำนวณ ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำข้อสอบได้เพราะการเดา

การประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นเลขสองตัว คือ  $E_1$  คู่  $E_2$  เพราะจะทำให้ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียน ระหว่างนิสัยในการทำงานอย่างต่อเนื่องคงเส้นคงวาหรือไม่กับการทำงานสุดท้ายว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด เพื่อประโยชน์ของการกลั่นกรองบุคลากรเข้าทำงาน

## 6.6 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

### 6.6.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงาน ที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทำการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

### 6.6.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรมที่กำหนด สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิดทำหน้าฉงนหรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ การทำกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากยังไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

### 6.6.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงนหรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทำการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและให้ทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องทำการปรับปรุงเนื้อหาสาระการจัดกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจมีการทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนกว่าได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ขั้นทดสอบประสิทธิภาพ ภาคสนามจึงแทนด้วย 1 : 100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกันเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่าสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ทำการปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ หรือหากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่าสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น กำหนดเกณฑ์ไว้ 80/80 ก็ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

## 7. ดัชนีประสิทธิผล

(บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 58-159) ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness : E.I.) หมายถึง ค่าที่แสดงการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจากสื่อ นวัตกรรมหรือแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ

การหาค่าดัชนีประสิทธิผลกรณีรายบุคคล ตามแนวคิดของ Hofland จะใช้สูตรดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}$$

โดยทั่วไปการหาค่าดัชนีประสิทธิผลมักหาโดยใช้คะแนนของกลุ่ม ซึ่งทำให้มีสูตรเปลี่ยนไป ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{ผลรวมคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไร ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างน่าเชื่อถือได้หรือไม่ มีข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

ค่าดัชนีประสิทธิผลเป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วน ค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่า ระบบการเรียนการสอนหรือสื่อไม่มีคุณภาพ

1. ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นคะแนนเต็มทุกคน) และถ้าผลสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำได้ถูกต้องทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่าดัชนีประสิทธิผลจะเป็น 1.00

2. ถ้าผลการสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่าดัชนีประสิทธิผลอาจจะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้

3. การแปลความหมายของค่าดัชนีประสิทธิผลไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าใด คิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังจากนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย

ดังนั้น ค่าดัชนีประสิทธิผลที่เกิดขึ้นแต่ละกลุ่มไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เพราะไม่ได้เริ่มจากฐานความรู้ที่เท่ากัน ค่าดัชนีประสิทธิผลของแต่ละกลุ่มจะอธิบายเฉพาะกลุ่มเท่านั้น



## 8. ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

### 8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

หลุยส์ จัมปาเทศ (ม.ป.ป. : 7) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ความพึงพอใจ” ไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความสมหวังหรือการประสบความสำเร็จ

จัมปา วัฒนศิรินทรเทพ (2550 : 48) สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดความเชื่อ การแสดงความรู้สึก ความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยมีการแสดงพฤติกรรมออกมา 2 ลักษณะคือ ทางบวก ซึ่งแสดงในลักษณะความชอบ ความพึงพอใจ ความสนใจ เห็นด้วย ทำให้อยากทำงานหรือปฏิบัติกิจกรรม อีกลักษณะหนึ่งคือ ทางลบ ซึ่งจะแสดงออกมาในลักษณะของความเกลียด ไม่พึงประสงค์ ไม่พอใจ ไม่สนใจไม่เห็นด้วย อาจทำให้บุคคลเกิดความเบื่อหน่าย หรือต้องการหนีห่างจากสิ่งนั้น นอกจากนี้ความพึงพอใจอาจจะแสดงออกในลักษณะความเป็นกลางก็ได้ เช่น รู้สึกเฉย ๆ ไม่รักไม่ชอบไม่น่าสนใจในสิ่งนั้น ๆ

สมพิศ ไชยเสนา (2550 : 54) กล่าวว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความรู้สึกพึงพอใจเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับสิ่งที่ตนต้องการและทำให้บุคคลมีพฤติกรรมต่อสิ่งเร้านั้นในเชิงบวกหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตนเองต้องการ หรือไม่มีความรู้สึกขัดแย้งกับสิ่งเหล่านั้นและถ้าระดับความรู้สึกถ้ามีความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจในการทำงานความพึงพอใจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและสถานการณ์แวดล้อม

กมลทิพย์ นันทจันทร์ (2550 : 49) กล่าวถึง ความพึงพอใจคือความรู้สึกที่ชอบหรือพอใจที่มีองค์ประกอบ และสิ่งจูงใจในด้านต่างๆของงานและผู้ปฏิบัติงานนั้นได้รับความสนองความต้องการ

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ (2551 : 29) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง สภาพหรือระดับความพึงพอใจของบุคคลซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจและทัศนคติของบุคคลที่มีต่อคุณภาพของงานนั้น

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 22) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง การยินยอมที่จะตอบสนองและการเต็มใจตอบสนอง จะก่อให้เกิดความพึงพอใจในการได้ตอบสนองขึ้นด้วยอารมณ์ชื่นชอบสนุกสนาน เช่น การตอบว่า “เข้าใจ” ด้วยใบหน้ายิ้มแย้ม สรุปความรู้สึก หรือเจตคติที่ดีของบุคคลมีต่อการปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมนั้นบรรลุผลสำเร็จ

แน่นน้อย พงษ์สามารถ (2551 : 45) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า หมายถึง ท่าทีต่อสิ่งต่าง ๆ 3 อย่าง คือ ปัจจัยเกี่ยวกับงานโดยตรง ลักษณะเฉพาะเจาะจงของแต่ละคน และความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มในสิ่งที่อยู่นอกหน้าที่การงาน

ประสาธ อิศรปริดา (2554 : 300) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงพลังที่เกิดจากพลังทางจิตที่มีผลไปสู่เป้าหมายที่ต้องการของมนุษย์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อ การแสดงความรู้สึกความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่องานหรือกิจกรรมซึ่งสามารถเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ระดับความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกัน

## 8.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2553 : 219-220) ได้เสนอทฤษฎีที่เกี่ยวกับการสร้างความพึงพอใจไว้ 3 ทฤษฎี ในที่นี้จะขอนำเสนอเพียงทฤษฎีเดียวคือ ทฤษฎีสัญชาตญาณ (Instinct Theory) เป็นทฤษฎีดั้งเดิมก่อนศตวรรษที่ 18 นักจิตวิทยามีความเชื่อว่า มนุษย์เป็นผู้มีเหตุผลสามารถควบคุมตนเองได้ ความเชื่อนี้สืบเนื่องมาจากศาสนาและศีลธรรม นอกจากนี้พวกที่เชื่อว่าความพึงพอใจเป็นความสุข (Hedonistic) มีความเชื่อว่า คนเรานั้นเป็นผู้แสวงหาความสุขและความพยายามหลีกเลี่ยงความทุกข์

ประสาธ อิศรปริดา (2554 : 310) ได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจของมาสโลว์ (Maslow 's The Human Needs Theory ) ไว้ว่าทุกคนมีความต้องการอยู่เสมอและไม่มีที่สิ้นสุดเมื่อได้รับความต้องการอย่างหนึ่งจะต้องการอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะความต้องการ 5 ระดับ ได้แก่

1. ความต้องการทางสรีระ (Physiological Needs) หมายถึง ความต้องการพื้นฐานของร่างกาย เช่น ความหิว ความกระหาย ความต้องการและการพักผ่อน เป็นต้น ความต้องการเหล่านี้เป็นความต้องการที่จำเป็นสำหรับมีชีวิตอยู่ มนุษย์ทุกคนมีความต้องการทางสรีระอยู่เสมอจะขาดเสียไม่ได้ถ้าอยู่ในสภาพที่ขาดจะกระตุ้นให้ตนเองมีกิจกรรมขวนขวายที่จะสนองความต้องการ

2. ความต้องการความปลอดภัยและมั่นคง (Safety and Security Needs) เป็นความต้องการความมั่นคงปลอดภัยทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจเป็นอิสระจากความกลัวการขู่เข็ญบังคับจากผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม เป็นความต้องการที่จะได้รับการปกป้องคุ้มกัน เป็นความต้องการที่เริ่มมีตั้งแต่วัยทารกจนกระทั่งวัยชรา

3. ความต้องการความรักและการเป็นส่วนหนึ่งของหมู่ (Love and Belonging Needs) หมายถึง มนุษย์ทุกคนมีความปรารถนาจะให้เป็นที่รักของผู้อื่น และต้องการมีความสัมพันธ์กับผู้อื่นและเป็นส่วนหนึ่งของหมู่

4. ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องจากผู้อื่น (Self Esteem Needs) เป็นความต้องการที่จะให้ผู้อื่นยกย่องตนเอง ให้ผู้อื่นเห็นว่าตนมีความสามารถ มีคุณค่าและมีเกียรติเป็นความปรารถนาของบุคคลที่ทำให้เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ

5. ความต้องการจะบรรลุถึงความต้องการของตนเองอย่างแท้จริง (Need for Self Actualization) เป็นความต้องการขั้นสูงสุดของมนุษย์ เช่น ความต้องการอยากเป็นหัวหน้าสูงสุดของหน่วยงาน ความต้องการอยากเด่นอยากดังในทางหนึ่ง

จากแนวความคิดของมาสโลว์ (Maslow) แสดงให้เห็นว่ามนุษย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถบรรลุความต้องการในระดับรู้จักตนเองได้ ทำให้มนุษย์ต้องอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มและทำการสื่อสารซึ่งกันและกันเพื่อหวังผลในบางส่วนที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความคิดอย่างกว้างขวางเกิดการร่วมมือกันนำไปสู่การปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เป็นการสนองความต้องการต่าง ๆ ของมนุษย์นั่นเองเมื่อมนุษย์ทุกคนมีความต้องการและความต้องการนั้นได้รับการบริการหรือมีการตอบสนองแล้ว ย่อมจะทำให้เกิดความพึงพอใจ

สก๊อตต์ (Scott. 1970 : 124) ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัวงานนั้นจะมีความหมายสำหรับผู้ทำ
2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะดังนี้

- 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
- 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง
- 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

เมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์กับการใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีส่วนเลือกเรียนตามความสนใจและมีโอกาสร่วมกันตั้งจุดประสงค์หรือความมุ่งหมายในการทำกิจกรรมได้เลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่ผู้เรียนถนัดและสามารถค้นหาคำตอบได้

สิริอร วิชชาวุธ (2555 : 225-226) การดำเนินการจัดการเรียนการสอน การสร้างความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะทำให้เกิดการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมหรือทำงานที่ได้รับมอบหมาย เกิดการเรียนรู้และบรรลุผลตามจุดประสงค์หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนโดยการสร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้นในการเรียนหรือการทำงาน มีแนวคิดพื้นฐานสำคัญดังนี้ คือ

## 1. ความพึงพอใจนำไปสู่ผลงาน

นักจิตวิทยามนุษยนิยมเชื่อว่า บุคคลจะสร้างผลงานที่ดีก็ต่อเมื่อเขาได้รับการตอบสนองความต้องการ จนเป็นที่น่าพอใจแล้ว แนวทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ และทฤษฎี 2 องค์ประกอบของเฮิร์ชเบิร์กจะพยายามตอบสนองความต้องการของบุคคล ไม่ว่าจะป็นรางวัลภายในหรือภายนอกให้เป็นที่น่าพอใจของบุคคลก่อน บุคคลเหล่านี้จะมีความพอใจเกิดขึ้น ซึ่งความพอใจของเขาจะช่วยทำให้เขาเกิดแรงจูงใจในการทำงาน ทำให้ผลงานออกมาดีได้

แนวคิดดังกล่าว ครูผู้สอนที่ต้องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและบรรลุผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องคำนึงถึงหลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องและตอบสนองกับความต้องการของผู้เรียนและมีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ มีการให้รางวัลหรือการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและเป็นการสร้างความพึงพอใจต่อการเรียน

## 2. ผลงานทำให้เกิดความพึงพอใจ

พอร์เตอร์ ลอว์เลอร์ และแฮ็กแมน (สิริอร วิชชาวุธ. 2555 : 226 ; อ้างอิงจาก Porter, Lawler and Hackman. 1975 : unpage) มีความเชื่อว่า คนเราได้รับรางวัลภายในจากการทำงานสำเร็จ ทำให้เขาเกิดมีความภาคภูมิใจในตนเองและได้รับรางวัลภายนอก เช่น การยกย่องชมเชย ซึ่งถ้ารางวัลเหล่านี้ถูกรับรู้ว่าเป็นเหมาะสมตรงตามที่ตนคาดหวังไว้ก็จะเกิดความพอใจ ความพอใจในงานเกิดจากการได้ผลงานและได้รับผลตอบแทนจากผลงานตามที่คาดหวังไว้

ดังนั้นในการสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนและผลการปฏิบัติงานที่ดีควรนำไปประยุกต์ใช้ทั้งสองแนวทาง โดยครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจในความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนและตอบสนองต่อความต้องการนั้น ๆ จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการสร้างผลงานของตนเองและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนหรือให้โอกาสเขาได้ใช้ความรู้และความสามารถอย่างเต็มที่ เมื่องานสำเร็จก็เปรียบเสมือนว่าเขาได้รับรางวัลภายในไปในตัวรวมทั้งจะต้องมีรางวัลภายนอกที่เหมาะสมและยุติธรรม จึงจะเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนหรือการทำงาน

## 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 9.1 งานวิจัยภายในประเทศ

#### 9.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

ชามาศ ดิษฐเจริญ (2556 : 112-115) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ประยุกต์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ซึ่งเรียนรายวิชา การเขียนโปรแกรมสร้างและพัฒนา

หุ้ยนต์ประยุกต์ เป็นการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (PreExperimental Research Design) เป็นการศึกษากลุ่มทดลองกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึ่งมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดริเริ่ม 2) ความคิดคล่อง 3) ความคิดยืดหยุ่น และ 4) ความคิดละเอียดลออ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.33 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึ่งมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโปรแกรมพัฒนาหุ้ยนต์ประยุกต์ คิดเป็นร้อยละ 81.44 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านตามเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 90 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ชูศักดิ์ โสชะรา (2553 : 93-94) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดการสอน เรื่อง คำสั่งพื้นฐานในการควบคุมหุ้ยนต์วิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนปะคำพิทยาคม อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอน เรื่อง คำสั่งพื้นฐานในการควบคุมหุ้ยนต์ ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.46/74.29 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง คำสั่งพื้นฐานในการควบคุมหุ้ยนต์ รายวิชา การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 3. ชุดการสอนเรื่อง คำสั่งพื้นฐานในการควบคุมหุ้ยนต์ รายวิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.71 4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง คำสั่งพื้นฐานในการควบคุมหุ้ยนต์ วิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

โชติก ทรัพย์ดี (2558 : 53-54) การพัฒนาบทเรียนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนเรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา ประจำปีการศึกษา 2557 จำนวน 34 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.07$ ,  $S=0.65$ ) และมีค่าคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.41$ ,  $S=0.09$ ) 2) บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ้ยนต์ มีค่าประสิทธิภาพ 80.29/82.35 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฐศักดิ์ จันทร์เพชร : (2560 : 106) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการเขียนโปรแกรม เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่มจากโรงเรียนนราธิวาส อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส ผลวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 81.85/80.18 2) หลังจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เดชอุดม ไชยวงศ์คต (2559 : 136-137). การพัฒนาบทเรียนแบบร่วมมือบนเว็บโดยใช้เทคนิคทีเคโอ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา รายวิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยายน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน และกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบร่วมมือบนเว็บ จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนแบบร่วมมือบนเว็บโดยใช้เทคนิคทีเคโอ มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมีระดับความคิดเห็นโดยรวมในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D.=0.58) 2) บทเรียนแบบร่วมมือบนเว็บโดยใช้เทคนิคทีเคโอมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกุยแกนส์ เท่ากับ 1.07 3) คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนแบบร่วมมือบนเว็บโดยใช้เทคนิคทีเคโอที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ใช้บทเรียนแบบร่วมมือบนเว็บโดยใช้เทคนิคทีเคโอที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าห้องเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นพดล ชอบใหญ่ (2559 : 124-125) การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า การทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรม เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า 1) นักเรียนมีความรู้หลังจากฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนมีทักษะการประกอบหุ่นยนต์และการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เฉลี่ยระดับมาก และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรมในระดับมาก

พูนศักดิ์ วงศ์สวัสดิ์ และนิตยา สำเร็จผล (2555 : 84) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ที่ทำโดยการใช้ค่า E1/E2 มีค่า 97.15/84.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ส่วนค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการปฏิบัติ อยู่ที่ระดับร้อยละ 84.67 และมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ (2556 : 96-100) ได้ทำการวิจัยการใช้เทคโนโลยีเพื่อเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 23 คน ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่เรียนวิชาการโปรแกรมหุ่นยนต์ ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนทั้งสองกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนทั้งสองกลุ่มที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

ชื่อผู้วิจัย	วิธีสอน	จุดเด่น	จุดด้อย
ชามาศ ดิษฐเจริญ	การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม	- ผู้เรียนเกิดทักษะการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็น อย่างดี - ผู้เรียนเกิดทักษะการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็น อย่างดี - ผู้เรียนได้เรียนรู้จาก สิ่งที่สนใจและมีความ ถนัด	- ใช้ระยะเวลานาน - ผู้สอนต้องมีความรู้ เพียงพอ - ใช้ระยะเวลานาน - ผู้สอนต้องมีความรู้ เพียงพอ - ผู้เรียนอาจจะได้รับ ความรู้ที่เป็นหลัก วิชาการไม่เพียงพอ

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	วิธีสอน	จุดเด่น	จุดด้อย
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนมีความสนุกสนานจากการลงมือปฏิบัติจริง</li> <li>- ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและทำให้เกิดทักษะในการทำงานด้วยตนเองหรือทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม</li> <li>- ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีผลงานเป็นรูปธรรม</li> <li>- ผู้เรียนรู้จักวางแผน ออกแบบการทำงาน</li> <li>- เกิดความคงทนของการเรียนรู้</li> <li>- ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ประสบการณ์บางกรณีไม่สามารถวางแผนงานและทำกิจกรรมได้</li> </ul>
ชูศักดิ์ โสชะระ	การพัฒนาชุดการสอน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนได้รับเนื้อหาในการเรียนการสอนเป็นไปในแนวทางเดียวกัน</li> <li>- สร้างความพร้อมความมั่นใจแก่ผู้สอน</li> <li>- การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้เรียน</li> <li>- แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลสำเร็จของการเรียนรู้อาจจะไม่เห็นเป็นรูปธรรม</li> <li>- ไม่มีการเสริมทักษะกระบวนการกลุ่มของผู้เรียน</li> <li>- ขาดความคงทนในความรู้</li> </ul>



ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	วิธีสอน	จุดเด่น	จุดด้อย
โชติภ ทรัพย์ดี	การพัฒนาบทเรียนผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนได้ตอบโต้หรือมี ปฏิสัมพันธ์กับ บทเรียนผ่านระบบ คอมพิวเตอร์</li> <li>- นักเรียนสามารถเรียน เวลาใดก็ได้ตามความ ต้องการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้สอนไม่สามารถรับรู้ ความรู้สึกลับปฏิกิริยาที่ แท้จริงของผู้เรียน</li> <li>- ผู้สอนขาดปฏิสัมพันธ์ กับผู้เรียน</li> <li>- ผู้เรียนขาดทักษะ กระบวนการทำงาน กลุ่ม</li> </ul>
ณัฐศักดิ์ จันทร์เพชร	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้ผลย้อนกลับ (Feedback) แก่ ผู้เรียนอย่างรวดเร็ว</li> <li>- สะดวกในการประเมิน ผลการเรียน</li> <li>- สามารถเลือกเรียน เนื้อหาใดก่อนหลังก็ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนจะต้องเรียน เนื้อหาตามที่กำหนด ไว้เท่านั้น</li> <li>- ผู้เรียนไม่ได้ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการใน การสร้างผลงาน</li> </ul>
เดชอุดม ไชยวงศ์คต	การพัฒนาบทเรียนแบบร่วมมือ บนเว็บ โดยใช้เทคนิคที่เคโอ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เทคนิคที่เคโอ เพื่อ ส่งเสริมวิธีการแก้ ปัญหาให้กับผู้เรียน</li> <li>- มีรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแข่งขัน ระหว่างเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนบางคนไม่ สามารถศึกษาด้วย ตนเองได้</li> <li>- ผู้เรียนขาดทักษะ กระบวนการทำงาน กลุ่ม</li> <li>- การใช้เทคนิคที่เคโอ ไม่ส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ให้กับ ผู้เรียน และไม่มี ผลงานเป็นรูปธรรม ที่สามารถจับต้องได้</li> </ul>
นพดล ขอบใหญ่	การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนได้รับความรู้ ตามที่ผู้สอนกำหนด ครบถ้วน</li> <li>- ผู้เรียนมีโอกาสซักถาม ผู้สอนได้ในขณะเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนมีเวลาจำกัดใน การเรียนรู้</li> <li>- เป็นการสื่อสารแบบ ทางเดียว ผู้เรียนอาจ เกิดความเบื่อหน่าย</li> </ul>

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	วิธีสอน	จุดเด่น	จุดด้อย
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะในระหว่างการใช้ชุดฝึกอบรม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขาดการส่งเสริมกระบวนการกลุ่ม</li> </ul>
<p>พูนศักดิ์ วงศ์สวัสดิ์ และ นิตยา สำเร็จผล</p>	<p>บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นำเสนอเนื้อหาบทเรียนประยุกต์ใช้หลักการของเมอร์ริลล์ โดยการกระตุ้นสาธิต ประยุกต์</li> <li>- การเสนอเนื้อหาบทเรียนแบบทบทวนและปฏิบัติซ้ำ ๆ มุ่งให้เกิดความแม่นยำในการปฏิบัติ</li> <li>- เรียนได้ตลอดเวลาไม่จำกัดสถานที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนจะต้องเรียนผ่านระบบอีเลิร์นนิ่ง</li> <li>- ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในบทเรียนเท่านั้น ไม่ได้มีการสร้างชิ้นงานนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในบทเรียน</li> <li>- ไม่สามารถรับรู้ความรู้สึกหรือปฏิกิริยาที่แท้จริงของผู้เรียนและผู้สอนได้</li> </ul>
<p>สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ์</p>	<p>การใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้เทคโนโลยีของเว็บและคอมพิวเตอร์มาช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้แบบโครงงาน</li> <li>- ผู้เรียนมีความสะดวกคล่องตัวในการเรียนรู้</li> <li>- มีการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพผู้เรียน</li> <li>- ผู้เรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม</li> <li>- ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เกิดผลงานเป็นรูปธรรม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนและผู้สอนจะต้องมีการเตรียมความพร้อมในเรื่องคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา</li> </ul>

จากตารางการวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ พบว่า

**จุดเด่น** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เมื่อมีการนำสื่อนวัตกรรมหรือรูปแบบวิธีการสอนที่แตกต่างกันออกไปมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ก็จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละรูปแบบก็จะมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน กล่าวคือ การใช้รูปแบบการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีจุดเด่นที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม เกิดผลงานเป็นรูปธรรม จนทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้ สามารถถ่ายโยงความรู้ไปยังกลุ่มความรู้อื่นได้ การใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง สามารถเรียนซ้ำ ๆ ได้หลายครั้งตามความต้องการ ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ การพัฒนาชุดการสอน มีจุดเด่นที่ ผู้เรียนจะได้รับเนื้อหาการเรียนการสอนเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้สอนและแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ สำหรับรูปแบบวิธีสอนที่มีลักษณะการเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีจุดเด่นในเรื่องที่ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบโต้หรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เวลาใดก็ได้ตามความต้องการและให้ผลย้อนกลับ (Feedback) รวดเร็วแก่ผู้เรียน สำหรับรูปแบบการสอนโดยใช้เทคนิคทีเคโอ มีจุดเด่นในด้านการส่งเสริมวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ผ่านรูปแบบการแข่งขันของนักเรียนในระหว่างเรียน และการพัฒนาชุดฝึกอบรม มีจุดเด่นที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ตามลำดับที่ผู้สอนกำหนด ผู้เรียนมีโอกาสซักถามในขณะที่เรียนและมีโอกาสได้ฝึกทักษะร่วมกันในระหว่างการฝึกอบรม

**จุดด้อย** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งแต่ละรูปแบบหรือวิธีการสอนก็จะมีจุดด้อยที่แตกต่างกันออกไป เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจะมีการใช้ระยะเวลานานในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะผู้สอนจะต้องมีความรู้เพียงพอสำหรับการให้คำปรึกษาหรือแนะนำผู้เรียน การใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ผู้เรียนจะต้องเรียนตามเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ ไม่มุ่งเน้นการสร้างชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม การพัฒนาชุดการสอน มีจุดด้อยในเรื่องผลสำเร็จของการเรียนรู้อาจจะไม่เห็นเป็นรูปธรรม ขาดการส่งเสริมทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม สำหรับรูปแบบวิธีสอนที่มีลักษณะการเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีจุดด้อยที่ผู้สอนไม่สามารถรับรู้ความรู้สึกหรือปฏิกิริยาที่แท้จริงของผู้เรียน ผู้เรียนไม่สามารถสื่อความรู้สึกทางอารมณ์ในการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง อีกทั้งผู้เรียนบางคนไม่สามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม ทั้งผู้เรียนและผู้สอนจะต้องมีความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ต รูปแบบการสอนโดยใช้เทคนิคทีเคโอ ผู้เรียนบางคนไม่สามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ขาดทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม ขาดการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน อาจมีหรือไม่มีผลงานที่เป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ และการพัฒนา

หลักสูตรฝึกอบรม ผู้เรียนมีเวลาจำกัดในการเรียนรู้ เป็นการสื่อสารแบบทางเดียว ผู้เรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายในระหว่างการเรียนรู้

**สรุป** จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้วิจัยได้พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ John Dewey (1975 อ้างถึงในวัฒนา รัชงษ์ทุกข์. 2543) ที่กล่าวว่า การที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นั้น จะต้องจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ ตามความถนัด และสิ่งที่เรียนควรเป็นประโยชน์สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียนให้มากที่สุด ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้รับประสบการณ์ตรงและจากการปฏิบัติด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถวางแผน คิดค้นออกแบบ ลงมือปฏิบัติจนได้ข้อค้นพบของปัญหานั้น ๆ และเป็นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ มีวัตถุประสงค์มุ่งไปที่ผลลัพธ์สุดท้ายหรือชิ้นงาน ซึ่งต่างจากวิธีการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ กล่าวคือ การสอนด้วยวิธีอื่น ๆ โดยภาพรวมเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ แต่ไม่เน้นที่ชิ้นงานเหมือนกับการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ผู้เรียนสร้างชิ้นงานอันเป็นผลจากการเรียนรู้

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ทำให้พบว่าแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่ปรับจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย ของ ดุษฎี โยเหลาและคณะ จำนวน 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ชั้นให้ความรู้พื้นฐาน 2) ชั้นกระตุ้นความสนใจ 3) ชั้นจัดกลุ่มร่วมมือ 4) ชั้นแสวงหาความรู้ 5) ชั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และ 6) ชั้นนำเสนอผลงาน เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่มีความเหมาะสม ซึ่งทุกขั้นตอนมีความสอดคล้องกับบริบทของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ซึ่งจะช่วยให้แก่นักเรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มาเป็นต้นแบบในการวิจัยและพัฒนา

### 9.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

นริศรา เคนแสง (2560 : 55) ได้ทำการวิจัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบนิเทศศิลป์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพมีคุณภาพดีมาก ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .59

รังศิมา ชูเทียน (2558 : 59) ได้ทำการวิจัยการสอนผ่านเว็บบล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบุญคุ้มราษฎร์บำรุง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน ปีการศึกษา 2557 ผลวิจัยพบว่า การสอนผ่านเว็บบล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานเท่ากับ 82.93/80.85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน มีค่า t-test เท่ากับ 3.77 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนผ่านเว็บบล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57

ราตรี เสนาป่า และรัตนดิพร สำอาง (2559 : 92) ได้ทำการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยของทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 2.71 และ 3.62 ตามลำดับซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาทางทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 ที่เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งอยู่ในระดับที่ดีเยี่ยม 3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงานอยู่ในระดับมากที่สุด

เรวดี รัตนวิจิตร (2555 : 58-59) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ รายวิชา คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบุญสมวิทยาจังหวัดจันทบุรีจำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

เป็นฐานมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.31$ )

วิภาดา วงศ์สุริยา (2560 : 1) ได้ทำการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ภายใต้ศูนย์การเรียนรู้ เรื่องการประยุกต์ใช้โปรแกรมภาษา C++ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 9 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานภายใต้ศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ใช้โปรแกรมภาษา C++ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.56$ , S.D.=0.44) ผลประเมินทักษะในการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

สรุป จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่านักเรียนจะมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับใด

## 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

บารร์รอน (Barron. 2010) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Doing with Understanding : Lessons from Research on Problem and Project Based Learning. โดยมีวิธีวิจัยคือ ใช้การสำรวจรายบุคคลและให้พวกเขาบรรยายว่ามีส่วนร่วมในโครงการนั้นอย่างไร จากนั้นสรุปผลด้วยการอภิปราย ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมโครงงานมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมาก ข้อค้นพบคือกิจกรรมโครงงานมีจุดมุ่งหมายที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่จะสร้างความรู้ให้อยู่กับนักเรียนได้ยาวนานทั้งนี้เป็นการเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นต่อไปทำให้มีโอกาสหลากหลายในการประเมินผลด้วยตนเอง พัฒนาทักษะทางสังคมและความเป็นผู้นำได้

เบนจามิน เออวิน และ พาเวล เพทโทรวิค (Benjamin Erwin and Pavel Petovic. 2012) ได้ทำการศึกษารื่องการสร้างให้เกิดการเรียนรู้ในโรงเรียนด้วยชุดกิจกรรมโครงงานหุ่นยนต์ของเลโก้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานหุ่นยนต์ของเลโก้ในโรงเรียนด้วยความมุ่งหวังที่ว่าชุดกิจกรรมนี้จะทำให้เกิดการพัฒนาทักษะและความรู้

ความสามารถทางวิศวกรรมวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิด ความคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นกลุ่ม โดยวิธีการสำรวจความสนใจของครูและนักเรียนในการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ แล้วทดลองใช้ชุดกิจกรรม สุดท้ายทำการสำรวจความคิดเห็นอีกครั้ง พบว่าครูและนักเรียนให้ความสนใจการสอนเทคโนโลยีในโรงเรียนรูปแบบนี้เป็นอย่างดี และยังเห็นว่าหุ่นยนต์เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญของปัจจุบันและอนาคต ส่วนในการใช้ชุดกิจกรรมโครงการนี้ ปรากฏว่าครูและนักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ส่วนความคิดเห็นจากการตอบแบบสอบถามหลังจากทดลองใช้ชุดกิจกรรมนี้แล้วปรากฏว่าครูและนักเรียนพอใจและเห็นว่าชุดกิจกรรมโครงการนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในโรงเรียน

อีริ โคลเบิร์ก และนาฮาม ออเลฟ (Eli Kolberg and Nahum Orlev. 2014 : 87-88)

ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวเพื่อบูรณาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนรู้อัตโนมัติด้วยหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว เพื่อบูรณาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายในโรงเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และทดลองใช้ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติและการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์สามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นนักเรียนให้เข้าร่วมกิจกรรมได้มากกว่าการเรียนด้วยวิธีปกติ นักเรียนสามารถสร้างโครงงานที่มีความซับซ้อนและต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ได้ดี

## 10. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทำการวิจัยในชั้นเรียน รวมถึงการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากประสบการณ์ที่ได้สอนกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มากกว่า 14 ปี พบว่าโดยส่วนใหญ่ความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ในด้านของสื่อการเรียนการสอนยังไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 กล่าวคือ สื่อการเรียนการสอนยังไม่ตอบสนองในการพัฒนาทักษะของผู้เรียน เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม ทักษะในการสื่อสาร ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและการกล้าแสดงออกเพื่อนำเสนอทักษะความรู้ที่เกิดขึ้นได้ รวมถึงการจัดการเรียนรู้ในเรื่องความรู้พื้นฐานที่ยังไม่เหมาะสมโดยไม่มีการคำนึงถึงเวลาและความแตกต่างระหว่างบุคคล จนส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ต่ำ

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า การแก้ปัญหาโดยการนำหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวเป็นสื่อมาใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้นักเรียนสนใจใคร่เรียนรู้ เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอน มีผลงานเป็นรูปธรรมสามารถจับต้องได้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน

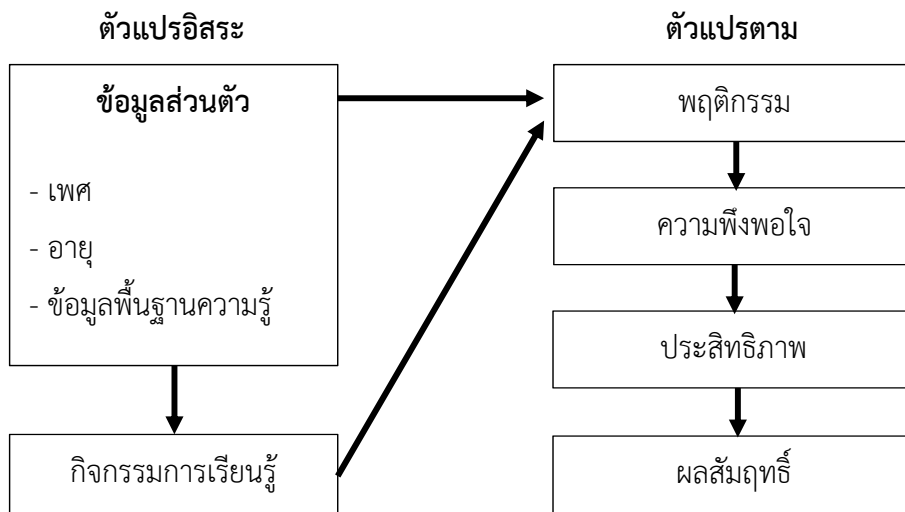
เป็นฐานถือว่ามีประสิทธิภาพที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ซึ่งจะช่วยให้แก่นักเรียนได้พัฒนาความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งรู้สึกมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยี 5

แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในออกแบบพัฒนาและการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งใช้สำหรับประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Centered) เน้นการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning By Doing) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) และการประเมินผลตามสภาพจริง สำหรับรูปแบบการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สำหรับประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
2. การจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
3. การทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
4. การประเมินผลและปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

หลังจากได้ทดลองหาประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผลของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จากการประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จึงทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียน ซึ่งกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 12





ภาพที่ 12 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนา

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นไปอย่างครบถ้วนและสามารถนำผลลัพธ์ไปสู่ผู้ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R<sub>1</sub>)

เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนา เพื่อให้ได้สภาพปัญหาและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ต่อไป

#### ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Development : D<sub>1</sub>)

เป็นการออกแบบและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองรวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

#### ขั้นตอนที่ 3 การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ (Implementation = Research : R<sub>2</sub>)

เป็นการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกล ฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1. ลักษณะการดำเนินการทดลอง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. รูปแบบของการวิจัย
6. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุง (Evaluation and Improve = Development : D<sub>2</sub>)

เป็นการประเมินผลและปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ให้มีความสมบูรณ์

#### ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R<sub>1</sub>)

เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนา เพื่อให้ได้สภาพปัญหาและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

**1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)** โดยการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรทิศทางการปฏิรูปการศึกษาจุดมุ่งหมายทางการศึกษา และคุณลักษณะของผู้เรียนที่พึงประสงค์ของกระทรวงศึกษาธิการดังนี้

1.1.1 ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553

1.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1.3 ศึกษาเอกสารหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี เกี่ยวกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)

1.1.4 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงาน

1.1.5 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นด้วยภาษา Arduino

1.1.6 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว

**1.2 การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ระบบสมองกลฝังตัว และการออกแบบการสอนแบบโครงงาน เกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยใช้แบบสัมภาษณ์

**1.2.1 วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ระบบสมองกลฝังตัวและการออกแบบการสอนแบบโครงงาน

### 1.2.2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์เชิงลึก

กลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ นักวิชาการผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน จำนวน 2 คน ซึ่งทุกคนเป็นผู้ทรงคุณวุฒิระดับเชี่ยวชาญ ที่ยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อใช้สำหรับประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในภาคผนวก ก หน้า 194)

### 1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในขั้นนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ รูปแบบการจัดกิจกรรมการสอนแบบโครงงานแบบต่าง ๆ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ศึกษาเนื้อหาที่จำเป็นเกี่ยวกับการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และแนวการจัดกิจกรรมที่คิดว่าจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. สร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับแนวการพัฒนาและความต้องการเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิด เพื่อศึกษาสภาพจริง โดยจะครอบคลุมด้านต่าง ๆ ของเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) คือ ด้านประโยชน์ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรม ด้านรูปแบบ ด้านปัญหาและอุปสรรค

4. นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมและความต้องการเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สำหรับประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบสำนวนของข้อความที่ใช้ในการสัมภาษณ์และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้ชัดเจนแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

#### 1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

#### 1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ มาสร้างข้อสรุปด้านประโยชน์ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรม ด้านรูปแบบ ด้านปัญหาและอุปสรรค เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ต่อไป

**1.3 ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน** เกี่ยวกับแนวทางการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยใช้แบบสัมภาษณ์

**1.3.1 วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษาสภาพปัญหา ความต้องการ รวมถึงความสนใจสื่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน

#### 1.3.2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ นักเรียน ครูผู้สอน และผู้ปกครองนักเรียน โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ รวม 27 คน ที่ยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน
2. ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 2 คน
3. ผู้ปกครองนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน

ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาเทคโนโลยี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำให้สะดวกในการเก็บข้อมูล (รายชื่อนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียนในการสัมภาษณ์ ในภาคผนวก ก หน้า 195)

### 1.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในขั้นนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน และผู้ปกครองนักเรียนเกี่ยวกับความต้องการและแนวทางการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัตรกรรม สื่อกาการเรียนรู้ และรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานแบบต่าง ๆ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ศึกษาเนื้อหาที่จำเป็นเกี่ยวกับการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และแนวการจัดกิจกรรมที่คิดว่าจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. สร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน เพื่อศึกษาความต้องการและแนวทางสำหรับการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยมี ลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิดเพื่อศึกษาสภาพจริง โดยจะครอบคลุมด้านต่าง ๆ ของเอกสาร ประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็น ฐาน (Project Based Learning) คือ ด้านประโยชน์ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรม ด้านรูปแบบ และด้านสื่อการเรียนรู้
4. นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการและแนวทางการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ใช้ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบ สอบสำนวนของข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้ชัดเจนแล้ว นำไปปรับปรุงแก้ไข

### 1.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

### 1.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ มาสร้างข้อสรุปด้านประโยชน์ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรม ด้านรูปแบบและด้านสื่อการเรียนรู้อุปสรรค เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ต่อไป

## ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Development : D<sub>1</sub>)

เป็นการออกแบบและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองรวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลพื้นฐานที่เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาพิจารณากำหนดแนวทางในการดำเนินการออกแบบจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) คือ สภาพปัญหาและความจำเป็นในการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยได้ศึกษานวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) วิเคราะห์เนื้อหาสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในด้านการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐานมาสู่รูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การได้ฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่ การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับ ดุษฎี โยเหลาและคณะ (2557: 19-20) ที่ได้กล่าวถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการสอนแบบหนึ่งซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม และ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้น ยังสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ช่วยให้มี ความรับผิดชอบ ความอดทน ความเพียรพยายาม ระเบียบวินัยในตนเอง มาส่งเสริมกิจกรรมการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างชิ้นงานผ่านกระบวนการโครงงานแบบต่าง ๆ โดยผู้เรียนสามารถเลือกทำโครงงานตามสาระการเรียนรู้ จากหน่วยเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียน นำมาเป็นหัวข้อโครงงาน ซึ่งนักเรียนทุกคนทำโครงงานภายใต้หัวข้อเรื่องเดียวกันแต่มีรูปแบบความสนใจในการทำโครงงานหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวที่ต่างกันโดยมีรายละเอียดดังนี้

**2.1 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน** ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานครั้งนี้ ได้นำแนวคิดที่ปรับปรุงจาก ดุษฎี โยเหลาและคณะ (2557 : 20-23) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาจากการศึกษาโรงเรียนในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนดังนี้

**2.1.1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน** ครูให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงงานมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงงานไว้เป็นพื้นฐานเพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริงในชั้นแสวงหาความรู้

**2.1.2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ** ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

**2.1.3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ** ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

**2.1.4 ขั้นแสวงหาความรู้** ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้

1. นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ
2. นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น
3. นักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

**2.1.5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้** ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้



**2.1.6 ชี้นำเสนอผลงาน** ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นและนักเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

## 2.2 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอน (Education Innovation) ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพได้แก่ แนวคิด รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ และสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษาในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยเอกสารประกอบการเรียน จำนวน 5 เล่ม 5 หน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงรายละเอียดหน่วยการเรียนรู้ และจำนวนเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

เล่มที่	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา
1	หลักการทำโครงงานเทคโนโลยีสารสนเทศ	1. โครงงานเทคโนโลยีสารสนเทศ 2. ขั้นตอนการทำโครงงาน
2	การเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	1. โครงสร้างพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ 2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 3. โครงสร้างโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino 4. การเขียนผังงานและขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 5. คำสั่งสำหรับควบคุมการทำงาน 6. โปรแกรม Arduino IDE

ตารางที่ 13 (ต่อ)

เล่มที่	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา
3	โครงการงานเขียนโปรแกรมระบบสมองกลฝังตัวเบื้องต้น	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การควบคุมและใช้งานหลอด LED เบื้องต้น</li> <li>2. การควบคุมและใช้งานตัวต้านทานปรับค่าตามแสงแบบ LDR</li> <li>3. การควบคุมและใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว</li> <li>4. การควบคุมและใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้นในดิน</li> <li>5. การควบคุมและใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ</li> </ol>
4	โครงการงานเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เบื้องต้น	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง</li> <li>2. การตรวจจับการชนของหุ่นยนต์ด้วยไมโครสวิตช์</li> <li>3. การตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรดในหุ่นยนต์</li> <li>4. การใช้งานเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิกในหุ่นยนต์</li> <li>5. การควบคุมและใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ในหุ่นยนต์</li> </ol>
5	การนำเสนองานด้วยเทคโนโลยี	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. รูปแบบการนำเสนองานและการเลือกซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม</li> <li>2. การเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและอุปกรณ์สำหรับนำเสนองาน</li> </ol>

### 2.3 การตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เบื้องต้น

หลังจากจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ตามขั้นตอนดังนี้

**2.3.1 นำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning พร้อมแบบประเมินความเหมาะสมไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**

**2.3.2 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาทำการหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2556 : 121) ให้ได้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60-1.00 จึงจะถือว่าเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและผลการตรวจสอบความสอดคล้องปรากฏว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง .80-1.00 ทุกข้อ (ภาคผนวก ข หน้า 203-206)**

**2.3.3 ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง** ของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนจะนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนในการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ต่อไป

**2.3.4 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing)** นำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา หลังสิ้นสุดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 จำนวน 3 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับคือ เก่ง ปานกลางและอ่อน แล้วสุ่มจากระดับเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ในขั้นตอนของการสอน ผลการทดลองทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่อง คือ เอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องของผังงานและขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมนักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจและเกิดความรู้สึกสับสนกับเครื่องหมายผังงานและตัวอย่างผังงานที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ในเอกสารประกอบการเรียน และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเล่มที่ 4 นักเรียนไม่เข้าใจการอธิบายภาพวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีอยู่ในเอกสารประกอบการเรียนเป็นส่วนมาก จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของผังงานและรูปภาพวงจรก่อนนำไปใช้กับการทดลองกลุ่มเล็ก ดังนี้

1. ปรับปรุงภาพรายละเอียดผังงานในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 โดยทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบผังงานและนำตัวอย่างผังงานที่มีความเข้าใจง่ายกว่าผังงานที่ได้ออกแบบไว้ในครั้งแรก

2. ปรับปรุงภาพวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ทั้งหมดในภาพแต่ละภาพให้เป็นสัดส่วนมีการปรับสีเส้น (สายสัญญาณ) ให้เห็นความแตกต่างกันเด่นชัด พร้อมมีคำอธิบายกำกับสายสัญญาณในวงจรทุกเส้น

### 2.3.5 ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) นำเอกสารประกอบการเรียน

การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า หลังสิ้นสุดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 จำนวน 9 คน โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วสุ่มจากระดับเก่ง 2 คน ระดับปานกลาง 5 คน และระดับอ่อน 2 คน โดยไม่ซ้ำคนเดิม เพื่อต้องการทดสอบการใช้งานและอุปสรรคระหว่างการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ผลการทดลองทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่อง คือ เอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเล่มที่ 4 คำอธิบายการทำงานมีการอธิบายกระบวนการทำงานของตัวอย่างภายในเอกสารประกอบการเรียนยังไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนไม่เข้าใจรู้สึกสับสนและในเรื่องของซอสโค้ดหรือคำสั่งในการเขียนโปรแกรม รวมถึงการใช้เครื่องหมายภายในโปรแกรม ยังมีการพิมพ์ซอสโค้ดและจัดวางเครื่องหมายในโปรแกรมต่าง ๆ มีรูปแบบบางตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกไม่แน่ใจ ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องคำอธิบายตัวอย่างการจัดวางซอสโค้ดของโปรแกรมรวมถึงการใช้เครื่องหมายต่าง ๆ ภายในโปรแกรมในส่วนที่บกพร่องหรือมีปัญหาท่อนำไปใช้กับการทดลองภาคสนาม ดังนี้

1. ปรับปรุงคำอธิบายตัวอย่างการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 โดยทำการปรับเปลี่ยนคำอธิบายและกระบวนการทำงานของตัวอย่างภายในเอกสารประกอบการเรียน โดยมีการใช้คำและเรียบเรียงคำอธิบายใหม่ นักเรียนสามารถอ่านและทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2. ปรับปรุงการจัดวางรูปแบบของซอสโค้ดในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 ให้ดูง่ายแก่การทำความเข้าใจ เช่น การจัดวางรูปแบบของคำสั่งเงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถดูซอสโค้ดแล้วเข้าใจได้ทันทีว่าในแต่ละฟังก์ชันการทำงานเริ่มจากจุดใดและสิ้นสุดที่จุดใด หรือการใช้เครื่องหมายต่าง ๆ ในตัวอย่างโปรแกรม เช่น เครื่องหมายปีกกา เครื่องหมายเซมิโคลอนสำหรับสิ้นสุดคำสั่งในแต่ละบรรทัด เป็นต้น

### 2.3.6 ทดลองภาคสนาม (Field Testing) เป็นการนำเอกสารประกอบการเรียน

การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ได้แก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า หลังสิ้นสุดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 จำนวน 30 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วสุ่มจากระดับเก่ง 8 คน ระดับปานกลาง 14 คน และระดับอ่อน 8 คน เพื่อหาความเหมาะสมในด้านเวลาที่ใช้ในแต่ละเนื้อหาและแต่ละกิจกรรม เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนจำนวน 30 คน ตลอดถึงการนำเสนอกิจกรรมโครงงานของนักเรียน ก่อนนำไปทดลองใช้จริงเพื่อหาประสิทธิภาพในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ผลการทดลองทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุง คือ ได้แก่ การเพิ่มคำอธิบายข้อสัคต์ในแต่ละบรรทัดของโปรแกรมตัวอย่างและการเพิ่มเนื้อหาช่องทางการเรียนรู้เพิ่มเติมจึงได้ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. การเพิ่มเติมคำอธิบายข้อสัคต์ในหัวข้อ “รายละเอียดโค้ดโปรแกรม” เพื่ออธิบายข้อสัคต์ในแต่ละบรรทัดว่ามีหน้าที่ทำอะไรในโปรแกรม ทั้งในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 ซึ่งนักเรียนสามารถอ่านและทำความเข้าใจในส่วนข้อสัคต์โปรแกรมได้ง่ายขึ้น
2. การเพิ่ม QR CODE (Quick Response) เพื่อแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ สำหรับให้นักเรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์โมบายอื่น ๆ สแกน QR CODE จากนั้นระบบก็จะนำไปยังลิงค์ข้อมูลที่ได้ทำการเชื่อมโยงไว้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมได้ ซึ่งมีทั้งความรู้ที่เป็นเนื้อหาและวิดีโอ ประกอบการทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

### ขั้นตอนที่ 3 การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ (Implementation=Research : R<sub>2</sub>)

เป็นการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยได้ทำการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ลักษณะการดำเนินการทดลอง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. รูปแบบของการวิจัย

6. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 การทดลองระยะที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

#### 3.1.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง

เป็นการดำเนินการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ผู้วิจัยทำการทดลองในช่วงเวลาปิดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

#### 3.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ในการทดลองระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาส มีบริบทการสอนรายวิชาเทคโนโลยี 5 เหมือนกัน โดยขอใช้นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 67 คน โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีการจับสลาก จำนวน 56 คน (จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียน 67 คน) เพื่อเข้าร่วมทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ในช่วงปิดภาคเรียนที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง (Try Out)

##### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ในการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) มี 3 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 3 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยสุ่มจากนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน มีวิธีดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้ (การสุ่มทั้งหมดใช้วิธีการจับสลาก)

2.1.1 เรียงลำดับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 56 คน ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเรียงจากคะแนนสูงไปหาคะแนนต่ำ

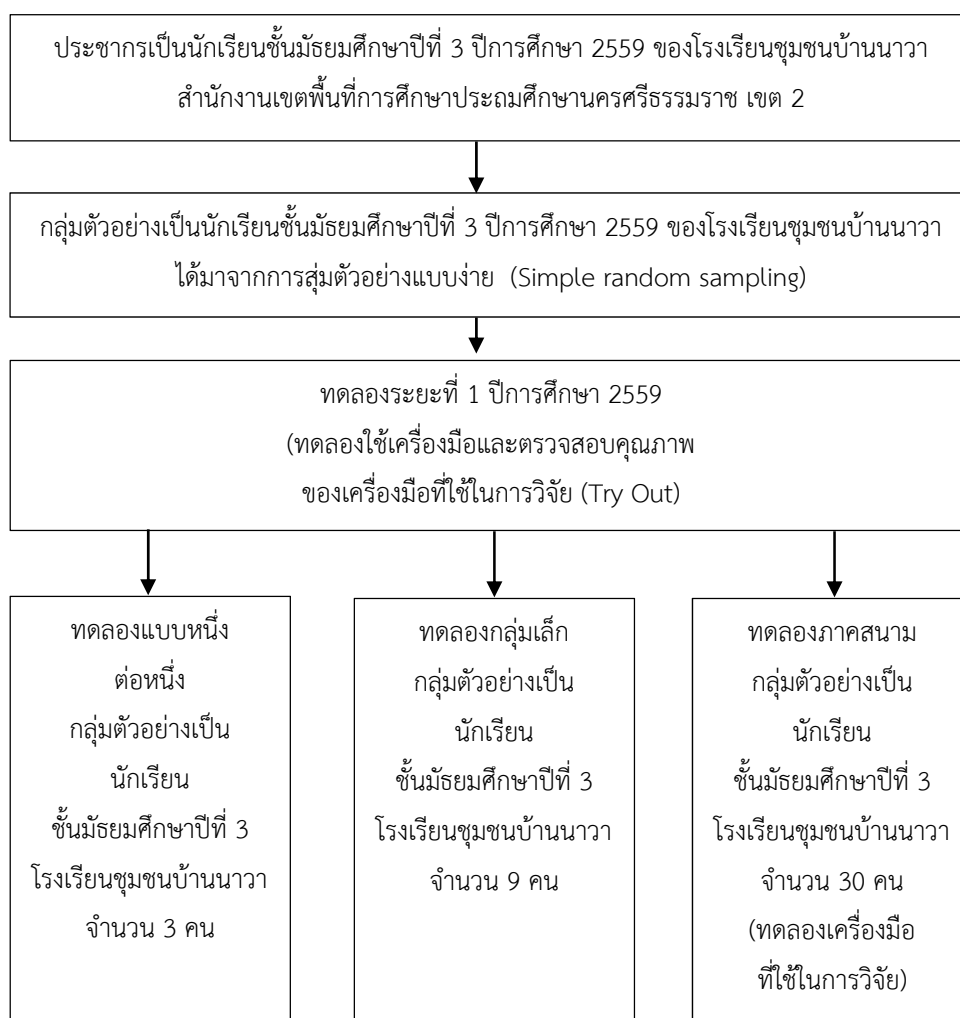
2.1.2 แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือนักเรียนที่มีระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 27 บน เป็นระดับเก่ง นักเรียนที่มีระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 46 ตรงกลาง เป็นระดับปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 27 ล่าง เป็นระดับอ่อน

2.1.3 สุ่มนักเรียนทั้ง 3 ระดับโดยใช้วิธีจับสลากเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวม 3 คน

2.2 ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 9 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ใช้วิธีดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่างกันที่จำนวนของการสุ่มนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มครั้งนี้จะสุ่มจากระดับเก่ง 2 คน ปานกลาง 5 คน และอ่อน 2 คน รวม 9 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม)

2.3 ทดลองภาคสนาม (Field Testing) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากรีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ใช้วิธีดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่างกันที่จำนวนของการสุ่มนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มครั้งนี้จะสุ่มจากระดับเก่ง 8 คน ปานกลาง 14 และอ่อน 8 คน รวม 30 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม) เพื่อทดลองใช้และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในเบื้องต้น (Try Out เครื่องมือ)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 13 สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 1

### 3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 20 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 35 ชั่วโมง (ทดลองใช้ภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน)



3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริงเพียง 40 ข้อ (ทดลองใช้หลังทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน เป็นนักเรียนที่ใช้ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ 30 คน)

4. แบบประเมินชิ้นงาน สำหรับใช้เพื่อวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 4 รายการ ต้องการใช้จริงทั้ง 4 รายการ (ทดลองใช้ระหว่างทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน เป็นนักเรียนที่ใช้ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 30 คน)

5. แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 12 ข้อ ต้องการใช้จริงทั้ง 12 ข้อ (ทดลองใช้หลังทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันกับที่ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)

### 3.1.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

#### 1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ได้นำเสนอไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (หน้า 102-108)

2. แผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อที่จะแสดงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมกับได้แสดงรายละเอียดการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based

Learning) ประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนเพื่อใช้กับกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้จัดทำ และหาคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ หลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เกี่ยวกับ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)

3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้และ กำหนดผลการเรียนที่คาดหวังรายปี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. ศึกษาคำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553

5. ศึกษาหนังสือเรียน เอกสารประกอบการสอน รายวิชาเทคโนโลยี 5 ใน เนื้อหาเรื่องการเขียนโปรแกรม การจัดทำโครงงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

6. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเวลาที่ใช้ ในการสอนแต่ละครั้ง พร้อมระบุมาตรฐานการเรียนรู้ว่าตรงกับมาตรฐานใด ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหา ออกเป็น 5 หน่วยหลัก ประกอบด้วย 20 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 35 ชั่วโมง ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงข้อมูลของแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	แผนการจัดการเรียนรู้
1. หลักการทำโครงงาน เทคโนโลยีสารสนเทศ	3	1. โครงงานเทคโนโลยีสารสนเทศ 2. ขั้นตอนการทำโครงงาน
2. การเขียนโปรแกรม ขั้นพื้นฐานด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	8	3. โครงสร้างพื้นฐานระบบคอมพิวเตอร์ 4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 5. โครงสร้างโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino 6. การเขียนผังงานและขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม 7. คำสั่งสำหรับควบคุมการทำงาน 8. เรื่อง โปรแกรม Arduino IDE

ตารางที่ 14 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	แผนการจัดการเรียนรู้
3. โครงการงานเขียน โปรแกรมระบบสมอง กลฝังตัวเบื้องต้น	10	9. การควบคุมและใช้งานหลอด LED เบื้องต้น 10. การควบคุมและใช้งานตัวต้านทานปรับค่าตามแสง แบบ LDR 11. การควบคุมและใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว 12. การควบคุมและใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้นในดิน 13. การควบคุมและใช้งานเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น ในอากาศ
4. โครงการงานเขียน โปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์เบื้องต้น	10	14. การขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 15. การตรวจจับการชนของหุ่นยนต์ด้วยโมดูลสวิตช์ 16. การตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรดในหุ่นยนต์ 17. การใช้งานเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก ในหุ่นยนต์ 18. การควบคุมและใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ในหุ่นยนต์
5. การนำเสนองานด้วย เทคโนโลยี	4	19. รูปแบบการนำเสนองานและการเลือกซอฟต์แวร์ที่ เหมาะสม 20. การเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและอุปกรณ์สำหรับ นำเสนองาน

7. ศึกษาแนวคิด รูปแบบ ลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้และวิธีการ  
จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

8. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน  
โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน(Project Based Learning)  
เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3  
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้ ตามหน่วยการเรียนรู้ในข้อที่ 6 จำนวน 20 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบ  
ดังนี้

- 8.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 8.2 ตัวชี้วัด
- 8.3 สาระสำคัญ
- 8.4 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 8.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 8.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 8.7 สาระการเรียนรู้
- 8.8 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

#### ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. **ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน** ครูให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับการทำโครงการก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงการมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงการไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นความรู้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงการจริง ในขั้นแสวงหาความรู้

#### ขั้นจัดการเรียนรู้

2. **ขั้นกระตุ้นความสนใจ** ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงการหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. **ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ** ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้นๆ เรียบร้อยแล้ว

4. **ขั้นแสวงหาความรู้** ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้

1. นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงการ ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ
2. นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น
3. นักเรียนร่วมกันเขียนสรุปเล่ม สรุปรายงานจากโครงการที่ตน

ปฏิบัติ

### ขั้นสรุป

5. **ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้** ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้
6. **ขั้นนำเสนอผลงาน** ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นและนักเรียนอื่นๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน
  - 8.9 สื่อการเรียนรู้
  - 8.10 การวัดและประเมินผล
  - 8.11 บันทึกผลการจัดการเรียนรู้
  - 8.12 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้
9. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เขียนเสร็จแล้วพร้อมตรวจสอบความเรียบร้อย
10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่พิมพ์และตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วพร้อมแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
11. นำคะแนนคุณภาพที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยนำไปเทียบกับเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2556 : 121) โดยให้คุณภาพเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60-1.00 จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินปรากฏว่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และผลการตรวจสอบความสอดคล้องปรากฏว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง .80-1.00 ทุกข้อ (ภาคผนวก ค หน้า 210-213)
12. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในแผนการจัดการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
13. นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน ในการทดลองระยะที่ 1 ทดลองภาคสนาม

(Field Testing) พร้อมกับเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อหาความเหมาะสมเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ กิจกรรม สื่อการเรียนรู้ เวลาและภาษาที่ใช้ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

14. นำแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว มาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้หาประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 ต่อไป

### 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจุดประสงค์เพื่อใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชาเทคโนโลยี 5 จากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนทดลองและหลังทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการพัฒนาโครงการ การเขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงานและวิธีการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างงานตามหลักของการทำโครงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระ ตัวชี้วัดที่ต้องการวัด และจำนวนข้อของแบบทดสอบ

3. ศึกษาการสร้างแบบทดสอบที่ดี จากหนังสือการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 78-93) การวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี. 2544 : 214-230)

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี 5 จากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 40 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี 5 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning) เป็นแบบ มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert's Summated Rating Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 8 ข้อ โดยผู้ทำแบบประเมิน ความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องอ่านข้อความในแบบประเมินทีละ ข้อและพิจารณาว่าข้อความในแต่ละรายการมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยตรวจให้คะแนน คำตอบด้านบวกเป็นค่าสูง ด้านลบเป็นค่าต่ำ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121-122) ดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวก ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบ ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน

สำหรับเกณฑ์ในการแปลผล กำหนดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	แปลความว่า	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	แปลความว่า	ไม่แน่ใจ
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6. นำแบบทดสอบพร้อมแบบตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์ ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบ เครื่องมือโดยพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์ที่ ต้องการประเมิน รวมถึงความเหมาะสมของข้อความคำถามและภาษาที่ใช้ โดยทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบดูความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์และเนื้อหาหรือเรียกว่า IOC โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

7. นำแบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อทำการประเมินความเหมาะสมและตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. นำผลคะแนนที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี 5 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยนำไปเทียบกับเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2556 : 121) โดยให้ได้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี 5 ใช้ได้ ผลการประเมินปรากฏว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 234)

9. นำผลที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความสอดคล้องและค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) .60-1.00 จึงถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวก็จะปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผลการตรวจสอบความสอดคล้องปรากฏว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง .80-1.00 ทุกข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 235-237)

10. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง จำนวน 50 ข้อ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน หลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนาม (Try Out) และหลังจากนักเรียนได้เรียนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) แล้ว 1 วัน

11. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยหากตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบหรือตอบเกินให้ 0 คะแนน

12. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองภาคสนาม (Field Testing) มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี 5 จากผลการสอบครั้งเดียว (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 105) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตั้งแต่ .20-1.0 ไว้ใช้โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง .20-80 และมี



ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบครอบคลุมครบตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 238-248)

13. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 104) โดยใช้สูตร KR21 ซึ่งดัดแปลงที่ดัดแปลงมาจากสูตร KR20 ของ Kuder- Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .85 (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 249-257)

14. จัดพิมพ์ข้อสอบทั้ง 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเทคโนโลยี 5 จากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 ต่อไป (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 258-269)

#### 4. แบบประเมินชิ้นงาน

การสร้างแบบประเมินชิ้นงาน มีจุดประสงค์เพื่อใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการพัฒนาโครงงาน การเขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน ตัวชี้วัดที่ต้องการวัดและจำนวนรายการที่ต้องการวัด

3. สร้างแบบประเมินชิ้นงาน เพื่อใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) แบบให้ระดับคุณภาพ 5 ระดับ (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert's Summated Rating Scale) คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง จำนวน 4 รายการ โดยข้อความในแบบประเมินชิ้นงานเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของนักเรียน

ซึ่งผู้ที่ทำการประเมินชิ้นงานจะต้องอ่านข้อความในแบบประเมินชิ้นงานที่ละรายการและพิจารณาว่าข้อความในแต่ละรายการตรงกับลักษณะหรือรายละเอียดของชิ้นงานที่ต้องการประเมินเพื่อวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของผู้เรียนมากนักน้อยเพียงใด โดยตรวจให้คะแนนจากการประเมินชิ้นงานตามระดับคุณภาพของชิ้นงาน 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121-122) ดังนี้

#### ระดับคุณภาพ

ดีมาก	ให้ 5 คะแนน
ดี	ให้ 4 คะแนน
ปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	ให้ 2 คะแนน
ปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

#### สำหรับเกณฑ์ในการแปลผล กำหนดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	แปลความว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับ ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	แปลความว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับ ดี
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	แปลความว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	แปลความว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับ พอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	แปลความว่า	มีความสามารถอยู่ในระดับ ปรับปรุง

4. นำแบบประเมินชิ้นงาน เพื่อใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่สร้างเสร็จแล้วไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อความรายการประเมินชิ้นงานและภาษาที่ใช้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินชิ้นงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
0 หมายถึง	เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบประเมินชิ้นงานมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
-1 หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินชิ้นงานไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

5. นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าความเหมาะสมและค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 และค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.60 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจนครบ จำนวน 4 รายการ ผลการประเมินปรากฏว่าแบบประเมินชิ้นงาน สำหรับใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และค่าดัชนีความสอดคล้อง .80-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 274-275)

6. นำเกณฑ์ประเมินชิ้นงาน สำหรับใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ฉบับทดลองไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน (เป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) ในระหว่างการทดลองภาคสนาม (Field Testing) โดยให้ครูที่สอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 2 คน ทดลองใช้ประเมินชิ้นงานของนักเรียน และสังเกตความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของนักเรียน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability) (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 276)

7. นำผลการประเมินชิ้นงานมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินมีค่าเท่ากับ .88 (รายละเอียดดังภาคผนวก จ หน้า 277-278)

8. ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินชิ้นงาน และจัดพิมพ์แบบประเมินชิ้นงาน เพื่อใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 5. แบบประเมินความพึงพอใจ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อต้องการทราบความรู้สึก ความคิดเห็นของนักเรียนหลังทดลองเสร็จสิ้นแล้ว โดยเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์ของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี
2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความพึงพอใจและวิธีสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
3. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert's Summated Rating Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 12 ข้อ โดยข้อความในแบบประเมินความพึงพอใจเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความพึงพอใจความคิดเห็นของนักเรียนต่อเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจนี้จะต้องอ่านข้อความในแบบประเมินทีละข้อและพิจารณาว่าข้อความในแต่ละข้อตรงกับความพึงพอใจและความคิดเห็นของผู้ตอบมากน้อยเพียงใด โดยตรวจให้คะแนนคำตอบด้านบวกเป็นค่าสูง ด้านลบเป็นค่าต่ำ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121-122) ดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวก ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบ ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน

สำหรับเกณฑ์ในการแปลผล กำหนดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	แปลความว่า	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	แปลความว่า	ไม่แน่ใจ
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่สร้างเสร็จแล้วไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อความและภาษาที่ใช้ รวมถึงประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความคำถามกับคุณลักษณะที่มีความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินมีความสอดคล้องและเหมาะสม
0 หมายถึง	เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบประเมินมีความสอดคล้องและเหมาะสม
-1 หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินไม่มีความสอดคล้องและเหมาะสม

5. นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าความเหมาะสมและค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 และค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.60 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จนครบ จำนวน 12 ข้อ ผลการประเมินปรากฏว่าแบบประเมินความพึงพอใจมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และค่าดัชนีความสอดคล้อง .80-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 284-287)

6. นำแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ฉบับทดลองไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน (เป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) หลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนาม (Field Testing) ในการทดลองระยะที่ 1 แล้ว 2 วัน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117) ผลปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .80 (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 288-292)

7. จัดพิมพ์แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2

### 3.1.5 รูปแบบของการวิจัย

การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### 3.1.6 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองซึ่งมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

#### 1. ระยะเวลาในการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง ใช้เวลา 18 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 35 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 1 ชั่วโมง (ไม่นับรวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง) โดยดำเนินการทดลองในระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 กับนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า ดังรายละเอียดในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559

การทดลอง	ปีการศึกษา	วัน เดือน ปี	ลักษณะการทดลอง	โรงเรียน
ระยะที่ 1 (ทำการ ทดลองแบบ คู่ขนาน)	2559	1 ต.ค. 59 – 18 ต.ค. 59	ทดลองใช้เอกสารประกอบการ เรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝัง ตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง	โรงเรียนชุมชน บ้านนาวา
		7 ต.ค. 59 – 24 ต.ค. 59	ทดลองใช้เอกสารประกอบการ เรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝัง ตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ทดลองกลุ่มเล็ก	โรงเรียนชุมชน บ้านนาวา
		14 ต.ค. 59 – 31 ต.ค. 59	ทดลองใช้เอกสารประกอบการ เรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝัง ตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (ทดลองภาคสนาม (Try Out))	โรงเรียนชุมชน บ้านนาวา

ตามช่วงระยะเวลาที่แสดงไว้ในตารางที่ 15 ในการทดลองระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำหนังสือ  
ประสานขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา เพื่อทำการทดลองใช้เครื่องมือและ  
ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ช่วงเวลาปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม)  
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยได้กำหนดเวลาในการทดลอง ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 วันและเวลาการทดลองระยะที่ 1 ของนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา

วัน	เวลา
ทุกวัน	10.00 - 12.00 น.

จากตารางที่ 16 แสดงเวลาการทดลองในแต่ละวันของนักเรียนกลุ่มทดลองใช้กับการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ในการทดลองภาคสนาม (Field Testing)

## 2. วิธีดำเนินการทดลอง

เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงและมีบริบทการสอนรายวิชาเทคโนโลยี 5 เหมือนกัน โดยทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ช่วงเวลาปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม) ในปีการศึกษา 2559 ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 มาแล้ว ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ในปีการศึกษา 2560-2561 ต่อไป ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการด้วยตัวเองทั้งหมดแบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 3 คน โดยได้ทำการแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อหาข้อบกพร่องของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยการสังเกต สอบถามพร้อมทำการบันทึกข้อมูลข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้กับการทดลองกลุ่มเล็กต่อไป

2.2 ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 9 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม) แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมโดยทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อทดสอบการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้กับการทดลองภาคสนามต่อไป



2.3 ทดลองภาคสนาม (Field Testing) ดำเนินการทดลองโดยให้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา โดยได้แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการทดลองใช้ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อทดสอบความสมบูรณ์ของการใช้งานในภาพรวมทั้งหมด และปัญหาอุปสรรค ซึ่งนอกจากทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) แล้วยังได้ ทดลองเพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่าง ๆ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสาร ประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยได้ดำเนินการ ดังนี้

2.3.1 การเตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม) โดยแนะนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของบทเรียน บทบาทของ นักเรียน การกำหนดกลุ่มเรียนและการทำงานกิจกรรมร่วมกัน พร้อมกับแนะนำวิธีการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานและการปฏิบัติกิจกรรมจากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการ เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) การเรียนรู้คำสั่ง ทักษะพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น วงจรพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงการจัดทำโครงงานและนำเสนอผลงาน

2.3.2 กำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบคละความสามารถทาง การเรียน ดังนั้น เพื่อลดปัญหาระหว่างการทดลองและลดความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (เนื่องจาก จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมี 30 คน) จึงได้กำหนดนักเรียนแต่ละคนเข้ากลุ่มย่อยไว้ล่วงหน้าโดย ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจำนวนกลุ่มย่อย ในการตัดสินใจว่ามีจำนวนกลุ่ม เท่าไหร่ ให้หารจำนวนนักเรียนทั้งหมดด้วย 4 ถ้าหารลงตัวก็ได้จำนวนกลุ่มตามผลหารที่ได้ (ถ้าเป็นไป ได้แต่ละกลุ่มควรมีสมาชิก 4 คน) ถ้าหารไม่ลงตัวเหลือเศษ 1,2 หรือ 3 ก็จะได้ 1,2 หรือ 3 กลุ่มที่มี จำนวนสมาชิก 5 คน เช่น ในการทดลองครั้งนี้ใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ก็จะได้ 7 กลุ่ม โดย 5 กลุ่มแรก มีสมาชิก 4 คน และ 2 กลุ่มหลังมีสมาชิก 5 คน

2. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มาจัดลำดับชั้นของนักเรียน โดยเรียงลำดับจากคะแนนสูงไปหาคะแนนต่ำ

3. จัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5คน โดยใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของนักเรียน เพื่อลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มในการแบ่งนักเรียนทำกิจกรรมหรือโครงการในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนแบบความสามารถทางการเรียน ประกอบด้วย เก่ง 1 คน ปานกลาง 2-3 คน และอ่อน 1 คน และระดับคะแนนเฉลี่ยของทุกกลุ่มในชั้นเท่า ๆ กัน จึงใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของนักเรียนจัดแบ่งกลุ่มโดยใส่ชื่อกลุ่มลงไปบนชื่อของนักเรียนแต่ละคน (ชื่อลำดับผู้เรียน) โดยเริ่มจากนักเรียนคนแรกที่มีคะแนนสูงสุดเรียงลำดับต่อเนื่องกันตั้งแต่ A ถึง G เมื่อเรียงไปถึง G แล้วให้เรียงใหม่ในทิศทางตรงกันข้ามและให้เริ่มกระบวนการใหม่จากนักเรียนคนสุดท้ายขึ้นมา โดยเริ่มต้นและจบลงด้วยอักษร A แต่เนื่องจากนักเรียนในชั้นมี 30 คน จึงได้ 5 กลุ่มแรก (A, B, C, D, E) มีสมาชิก 4 คน และ 2 กลุ่มหลัง (F, G) มีสมาชิก 5 คน ดังตัวอย่างในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย โดยใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของนักเรียน

ระดับผู้เรียน	ชื่อลำดับผู้เรียน	กลุ่มสังกัด
นักเรียน เรียนเก่ง	1	A
	2	B
	3	C
	4	D
	5	E
	6	F
	7	G
นักเรียน เรียนปานกลาง	8	G
	9	F
	10	E
	11	D
	12	C
	13	B
	14	A
	15	G
	16	F
	17	A
	18	B
	19	C
	20	D
	21	E
	22	F
	23	G
นักเรียน เรียนอ่อน	24	G
	25	F
	26	E
	27	D
	28	C
	29	B
	30	A

จำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน

ดังนั้น	สมาชิกในกลุ่มสังกัด A	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	1,14,17,30
	สมาชิกในกลุ่มสังกัด B	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	2,13,18,29
	สมาชิกในกลุ่มสังกัด C	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	3,12,19,28
	สมาชิกในกลุ่มสังกัด D	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	4,11,20,27
	สมาชิกในกลุ่มสังกัด E	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	5,10,21,26
	สมาชิกในกลุ่มสังกัด F	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	6,9,16,22,25
	สมาชิกในกลุ่มสังกัด G	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	7,8,15,23,24

### 2.3.3 ดำเนินการทดลอง (Try Out) โดยให้นักเรียนเรียนโดยใช้

เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (พร้อมกับการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตัวเอง ใช้ระยะเวลาดำเนินการจัดการเรียนรู้ 18 วัน วันละ 2 ชั่วโมง ระหว่างดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน สอบถาม บันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในการปรับปรุงข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 2.3.4 ทำการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา

เทคโนโลยี 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียน จำนวน 30 คน หลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนามและหลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ครบถ้วนแล้ว 1 วัน และทำการทดลองใช้แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียนหลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว 2 วัน

### 2.3.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้

ในการวิจัย ได้แก่ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ตลอดจนถึงการหาความเหมาะสมในด้านเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ในการทดลองระยะที่ 2 ต่อไป

### 3.1.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดลองในระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองกลุ่มเล็กและการทดลองภาคสนาม แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ได้แก่

1. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

2. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

3. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ( $\bar{X}$ ) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

4. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 97-98)

5. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR21 ซึ่งดัดแปลงที่ดัดแปลงมาจากสูตร KR20 ของ Kuder Richardson (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 104)

6. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบประเมินชิ้นงานสำหรับใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยทำการหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ( $\bar{X}$ ) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2554 : 221)

7. หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินของแบบประเมินชิ้นงานสำหรับใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม

หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ทั้งฉบับโดยใช้สูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index : RAI) (สุรชัย มีชาญ. 2547: 121)

8. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยทำการหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ( $\bar{X}$ ) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2554 : 221)

9. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ทั้งฉบับโดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117)

### 3.1.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผล  
การเรียนรู้ที่คาดหวัง (หรือ IOC แทน ดัชนีความ  
สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะที่  
ต้องการวัด)

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 การหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเทคโนโลยี 5 เป็นรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 97-98)

ค่าระดับความยาก

$$P = \frac{Ru+Rl}{2f}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าระดับความยาก
	Ru	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	Rl	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากัน)

ค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{Ru-Rl}{f}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	Ru	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	Rl	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากัน)

1.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR21 ซึ่งดัดแปลงที่ดัดแปลงมาจากสูตร KR20 ของ Kuder - Richardson (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 104)

$$r_{tt} = \frac{ks^2 - \bar{x}(k - \bar{x})}{S^2(k-1)}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวน
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

1.5 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินของแบบประเมินชิ้นงานจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยใช้สูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index) (สุรชัย มีชาญ.2547: 121) ของแบบประเมินชิ้นงาน

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N |R_{1nk} - R_{2nk}|}{KN(I-1)}$$

เมื่อ	RAI	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน
	$R_{1nk}$	แทน	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ของนักเรียนคนที่ n ในพฤติกรรมที่ k (n = 1, 2, 3,....., N และ k = 1, 2, 3,....., k)
	$R_{2nk}$	แทน	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ของนักเรียนคนที่ n ในพฤติกรรมที่ k (n = 1, 2, 3,....., N และ k = 1, 2, 3,....., k)



K	แทน	จำนวนของพฤติกรรมบ่งชี้ทั้งหมด
N	แทน	จำนวนของนักเรียนทั้งหมด
I	แทน	จำนวนของคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ (ตามเกณฑ์การให้คะแนน)

## 2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 124)

$$\mu = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\mu$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 126)

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N}}$$

เมื่อ	$\sigma$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$X^2$	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	$\Sigma$	แทน	ผลรวม

## 3.2 การทดลองระยะที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

### 3.2.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง

เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพ จากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดี่ยวเนื่องจากมีนักเรียนเพียงห้องเดียว และทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

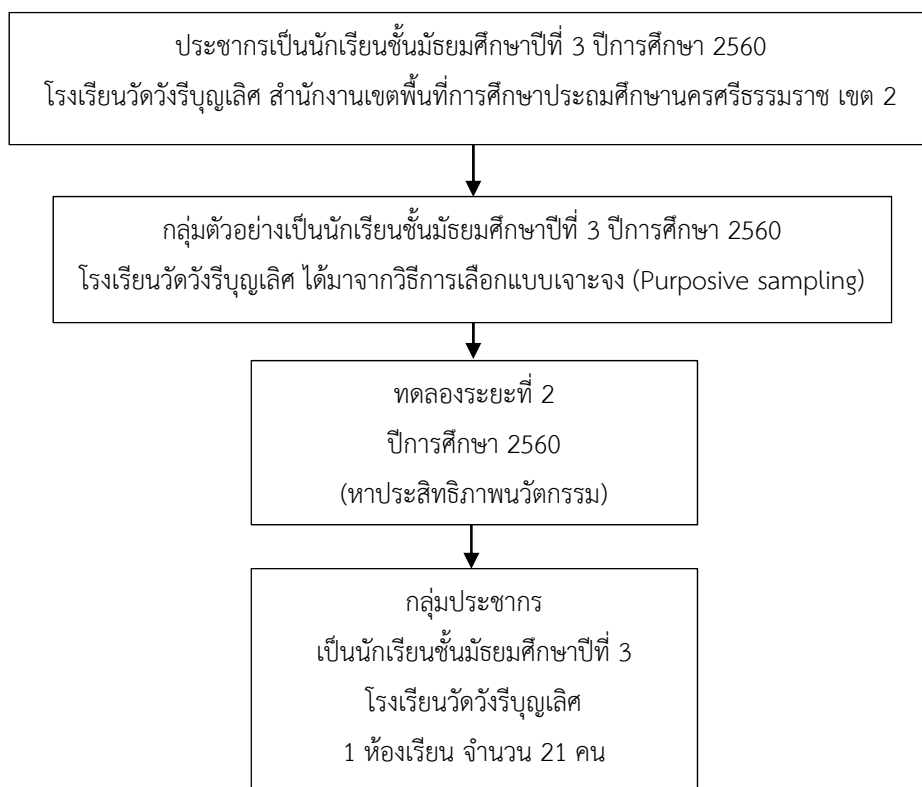
### 3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จำนวน 21 คน (จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 21 คน) ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอน รายวิชาเทคโนโลยี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงทำให้สะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ 1 ห้องเรียน จำนวน 21 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดี่ยว เนื่องจากมีนักเรียนเพียงห้องเดียวทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในการทดลองระยะที่ 2 สามารถสรุปเป็นภาพรวม ได้ดังนี้



ภาพที่ 14 สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2

### 3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดการเรียนรู้ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 20 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 35 ชั่วโมง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
4. แบบประเมินชิ้นงาน เพื่อใช้วัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 4 รายการ
5. แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 12 ข้อ

### 3.2.4 รูปแบบของการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555 : 148) ใช้รูปแบบการทดลองแบบ One Group Pretest - Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 18 รูปแบบการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E แทน	กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
T <sub>1</sub> แทน	การทดสอบก่อนทดลอง
T <sub>2</sub> แทน	การทดสอบหลังทดลอง
X แทน	การเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 3.2.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองซึ่งมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

#### 1. ระยะเวลาในการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง ใช้เวลา 18 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 35 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 1 ชั่วโมง (ไม่นับรวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังทดลอง) โดยดำเนินการทดลองระยะที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประจวบคีรีขันธ์นครศรีธรรมราช เขต 2 รายละเอียดในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560

การทดลอง	ปีการศึกษา	วัน เดือน ปี	ลักษณะการทดลอง	โรงเรียน
ระยะที่ 2	2560	17 พ.ค. 60 – 23 ก.ย. 60	หาประสิทธิภาพ (กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม)	โรงเรียน วัดวังริบุญเลิศ

ตารางที่ 20 วันและเวลาการทดลองระยะที่ 2 ของนักเรียนโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

วัน	เวลา	วันที่ เดือน ปี
พุธ	12.30-14.30 น.	17,24,31 พฤษภาคม 2560 14,21,28 มิถุนายน 2560 12,19,26 กรกฎาคม 2560 2,9,16,23,30 สิงหาคม 2560 6,13,20,23 กันยายน 2560

จากตารางที่ 20 แสดงวันและเวลาการทดลองระยะที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ใช้กับการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยและพัฒนาข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 (การทดลองระยะที่ 2 นี้ เป็นการหาค่าประสิทธิภาพ ค่าดัชนีประสิทธิผล เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) ผู้วิจัยจึงใช้ช่วงเวลาตามตารางสอนปกติ ภาคเรียนที่ 1 ที่โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ กำหนดขึ้นในทุกวันพุธ เวลา 12.30-14.30 น.)

## 2. วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพจากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหาค่าดัชนีประสิทธิผล การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินความพึงพอใจ เพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

2.1 เตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จำนวน 21 คน (มี 1 ห้องเรียนจำนวน 21 คน) โดยแนะนำวิธีการเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียน หน้าที่ของนักเรียน การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย และการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน พร้อมกับแนะนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และการฝึกฝนทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 กำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบคณะกรรมการความสามารถทางการเรียน ดังนั้น เพื่อลดปัญหาระหว่างการทดลองและลดความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จึงได้กำหนดนักเรียนแต่ละคนเข้ากลุ่มย่อยไว้ล่วงหน้า โดยปฏิบัติตามขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการทดลองภาคสนาม (Field Testing) ในการทดลองระยะที่ 1 (หน้า 128 ถึง 131 )

2.3 ทดสอบก่อนทดลอง (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทดสอบก่อนทดลอง 1 วัน เพื่อวัดพื้นฐานความรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.4 ดำเนินการทดลอง โดยให้นักเรียนเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ใช้ระยะเวลาดำเนินการจัดการเรียนรู้ 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 35 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 1 ชั่วโมง (ไม่รวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง) ระหว่างดำเนินการทดลองผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมการเรียนและการทำกิจกรรมของนักเรียนที่ใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงข้อบกพร่องของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ต่อไป

2.5 ตรวจสอบชิ้นงาน ในระหว่างการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบชิ้นงานจากการฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนตามใบงาน โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 4 รายการ เพื่อวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

2.6 ทดสอบหลังทดลอง (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบวัดผลก่อนเรียน โดยมีการสลับข้อคำถามของข้อสอบ หลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว 1 วัน โดยใช้สถิติอนพาราเมตริก (Nonparametric Statistics) ใช้วิธีการทดสอบแบบ The Wilcoxon Matched – Pairs – Rank Test วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.7 ให้นักเรียนทำการตอบแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) หลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว 2 วัน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ )

2.8 เก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. คะแนนระหว่างเรียน แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ คะแนนประเมินจากการพัฒนาโครงงานจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 คิดเป็นร้อยละ 35 (ให้คะแนนเป็นรายกลุ่ม) คะแนนจากการทำกิจกรรมใบงานจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) หน่วยการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 5 (ให้คะแนนเป็นรายบุคคล) และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ให้คะแนนเป็นรายกลุ่ม) คิดเป็นร้อยละ 35 และจากคะแนนแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) คิดเป็นร้อยละ 30 (ให้คะแนนเป็นรายบุคคล)

2. ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

3. ตรวจสอบประเมินความพึงพอใจหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อหาค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ )

2.9 บันทึกผลคะแนนของนักเรียนแต่ละคน พร้อมข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ผลตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 (หาค่าประสิทธิภาพ ค่าดัชนีประสิทธิผล เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินความพึงพอใจ) และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้กับการทดลองระยะที่ 3 ต่อไป

### 3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่

1. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)
2. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประเมินประสิทธิผล (The Effectiveness Index : E.I.) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 159)
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิตินอนพาราเมตริกใช้วิธีทดสอบแบบ The Wilcoxon Matched - Pairs – Rank - Test (สุวิมล ตีรพานันท์. 2553 : 40-45)
4. วิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อหาค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 124-126)

### 3.2.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 124)

$$\mu = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\mu$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	$N$	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

- 1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 126)

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N}}$$

เมื่อ	$\sigma$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$X^2$	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$N$	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	$\Sigma$	แทน	ผลรวม

#### 2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

สถิติที่ใช้สำหรับทดสอบสมมติฐานการวิจัยของเอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้



ดังนี้

## 2.1 หาค่าประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E1/E2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (คะแนนระหว่างเรียน แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ คะแนนจากแบบประเมินผลงานกลุ่มตาม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-18 คิดเป็นร้อยละ 35 (ให้คะแนนเป็นรายกลุ่ม) คะแนนจากการทำ แบบฝึกหัดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-20 คิดเป็นร้อยละ 35 (ให้คะแนนเป็นรายบุคคล) และคะแนนแบบทดสอบย่อยหลังหน่วย การเรียนรู้ที่ 1-5 คิดเป็นร้อยละ 30 โดยให้ คะแนนเป็นรายบุคคล)
	A	แทน	คะแนนเต็มระหว่างเรียน
	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบหลังทดลอง
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังทดลอง
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

## 2.2 หาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index : E.I.) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 159)

$$E.I. = \frac{\text{คะแนนทดสอบหลังทดลอง} - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}$$

เมื่อ E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

2.3 หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมุติฐาน ใช้สถิตินอนพารามेटริก (Nonparametric Statistics) ใช้วิธีทดสอบแบบ The Wilcoxon Matched - Pairs - Rank Test (สุวิมล ตีรกาพันธ์. 2553 : 40-45)

	D	=	Y - X
เมื่อ	D	แทน	ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับผลการทดสอบ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
	X	แทน	คะแนนผลการทดสอบก่อนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้
	Y	แทน	คะแนนผลการทดสอบหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้

### 3.3 การทดลองระยะที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

#### 3.3.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง

เป็นการทดลองซ้ำโดยมีวิธีดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองในระยะที่ 2 และเหตุผลที่ต้องมีการทดลองซ้ำก็เพื่อต้องการยืนยันข้อสรุปของผลการทดลองว่าถูกต้องแน่นอน และเพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลที่ได้รับจากการนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ถือโอกาสปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปพร้อม ๆ กับการทดลองในครั้งนี้ด้วย

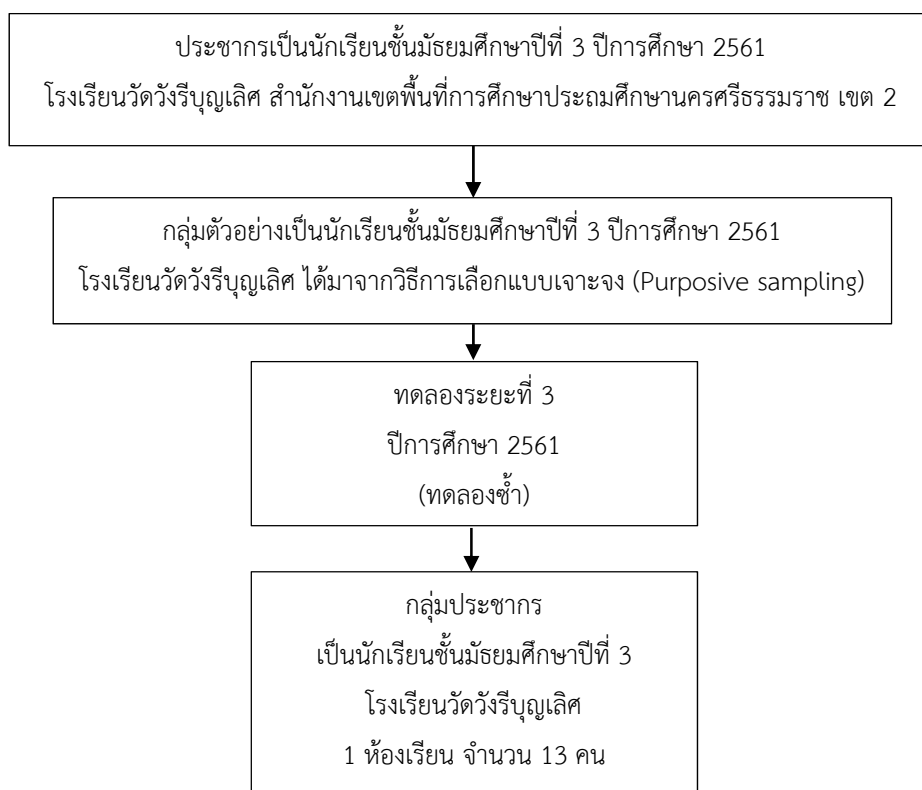
#### 3.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ในการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จำนวน 13 คน (จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 13 คน) ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอน รายวิชาเทคโนโลยี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงทำให้สะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

## 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ 1 ห้องเรียนจำนวน 13 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียว เนื่องจากมีนักเรียนเพียงห้องเดียวทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เช่นเดียวกันกับการทดลองระยะที่ 2 ในปีการศึกษา 2560 ซึ่งประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในการทดลองระยะที่ 3 สามารถสรุปเป็นภาพรวม ได้ดังนี้



ภาพที่ 15 สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 3

### 3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 เป็นการทดลองซ้ำ โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยเช่นเดียวกันกับการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560

### 3.3.4 รูปแบบของการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการทดลองใช้แบบแผนเช่นเดียวกันกับการทดลองระยะที่ 2 ในปีการศึกษา 2560

### 3.3.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองซึ่งมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

#### 1. ระยะเวลาในการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง ใช้เวลา 18 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 35 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 1 ชั่วโมง (ไม่นับรวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังทดลอง) โดยดำเนินการทดลองระยะที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 รายละเอียดในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561

การทดลอง	ปีการศึกษา	วัน เดือน ปี	ลักษณะการทดลอง	โรงเรียน
ระยะที่ 3	2561	17 พ.ค. 61 – 20 ก.ย. 61	หาประสิทธิภาพ (ทดลองซ้ำ) (กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม)	โรงเรียน วัดวังริบุญเลิศ

ตารางที่ 22 วันและเวลาการทดลองระยะที่ 3 ของนักเรียนโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

วัน	เวลา	วันที่ เดือน ปี
พฤหัสบดี	12.30-14.30 น.	17,24,31 พฤษภาคม 2561 7,14,21,28 มิถุนายน 2561 5,12,19,26 กรกฎาคม 2561 2,16,23,30 สิงหาคม 2561 6,13,20 กันยายน 2561

จากตารางที่ 22 แสดงวันและเวลาการทดลองระยะที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ใช้กับการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 ทดลองเพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

(Project Based Learning) ผู้วิจัยจึงใช้ช่วงเวลาตามตารางสอนปกติ ภาคเรียนที่ 1 ที่โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ กำหนดขึ้นในทุกวันพฤหัสบดี เวลา 12.30-14.30 น.)

## 2. วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพจากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 (หาค่าประสิทธิภาพ ค่าดัชนีประสิทธิผล เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินความพึงพอใจ) โดยทดลองซ้ำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 13 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจากโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ (มี 1 ห้องเรียน จำนวน 13 คน) เพื่อต้องการยืนยันข้อสรุปของผลการทดลองว่าถูกต้องแน่นอนและเพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลที่ได้รับจากการนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีดำเนินการทดลองตามขั้นตอนเช่นเดียวกับการทดลองระยะที่ 2 ในปีการศึกษา 2560

### 3.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองซ้ำในระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 ใช้วิธีดำเนินการเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองในระยะที่ 2 (ปีการศึกษา 2560)

### 3.3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองซ้ำในระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกันกับการทดลองในระยะที่ 2 (ปีการศึกษา 2560)

**ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุง (Evaluation and Improve = Development : D<sub>2</sub>)**

เป็นการประเมินผลและปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

การดำเนินการในขั้นตอนการประเมินผลและการปรับปรุง เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) หลังจากได้นำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปทดลองใช้ มีวิธีการดังนี้

**4.1 การประเมินผล** เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) การประเมินผลผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพ ดังนี้

4.1.1 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

4.1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุดและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.51 ขึ้นไป

**4.2 การปรับปรุง** หลังจากนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปทดลองใช้และได้ทำการประเมินประสิทธิภาพแล้ว ผู้วิจัยนำผลการประเมินที่ได้ดังกล่าว รวมทั้งข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ มาดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ ของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) อย่างพิถีพิถัน เพื่อให้ได้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่มีความสมบูรณ์สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเพื่อสนองวัตถุประสงค์ของการวิจัยและพัฒนา 4 ข้อ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยในลักษณะของงานวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R<sub>1</sub>)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (Development : D<sub>1</sub>)

ขั้นตอนที่ 3 การนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (Implementation = Research : R<sub>2</sub>)

### 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559

นำเสนอผลจากการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม

### 3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560

นำเสนอผลการหาประสิทธิภาพ ค่าดัชนีประสิทธิผล การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  และค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index : E.I.) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการประเมินความพึงพอใจ (ตามสมมติฐานวิจัย ข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4)

### 3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 (ทดลองซ้ำ)

เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกันกับการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560  
 ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) (Evaluation and Improve = Development : D<sub>2</sub>)

## ขั้นตอนที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ผลการศึกษาในขั้นตอนนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

2. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน เกี่ยวกับแนวทางการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

**1.1 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนา เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)** จากการศึกษาแนวทางการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พบว่า



ในปัจจุบันการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อระบบการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ซึ่งจะสังเกตได้จากประเทศที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาทั่วโลกจะเพิ่มและบรรจุหลักสูตรการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมให้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราเพิ่มขึ้นทุกวัน ดังนั้นเราจึงควรเรียนรู้เกี่ยวกับพื้นฐานการเขียนโปรแกรม โดยอาศัยการควบคุมระบบหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวมาเป็นสื่อช่วยทำความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม นำเสนอในรูปแบบของโครงการ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ การทำงานเป็นกลุ่ม การแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนรู้สึกมีความพึงพอใจที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนและมีกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวเข้ามาช่วย ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ท้าทาย ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ทดลอง และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2555) มาตรา 23 มาตรา 24 และมาตรา 66 ซึ่งสามารถสรุปเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องได้ว่า “การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้มีความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คิดเป็นทำเป็น ประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา สามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต”

**1.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ** เกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบการจัดการเรียนการสอนโดยสรุปผลจากแบบสัมภาษณ์ได้ดังต่อไปนี้

1.2.1 การพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงการศึกษจะต้องมีหลักการหรือกระบวนการของการเรียนการสอน รวมถึงวิธีการหรือระบบของการนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างองค์ทักษะปฏิบัติ (Know How) จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวที่มีการควบคุมโดยการเขียนโปรแกรมเชื่อมโยงการทำงานผ่านกระบวนการของโครงการ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีและน่าสนใจอย่างมากในวงการศึกษปัจจุบันโดยประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจะเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมรับกับเรื่องของปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเป็นสิ่งช่วยเสริมให้เกิดการพัฒนาทำให้นักเรียนมีคุณลักษณะ “คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” มีความคิดสร้างสรรค์ มีความรู้ใหม่ เรียนรู้อย่างมีความสุขและสนุก

สนานกับการเรียนที่ค้นพบความสำเร็จด้วยตนเอง รู้ความถนัดความสามารถของตน รวมถึงมีทักษะพื้นฐานการประกอบอาชีพในอนาคตที่รองรับ Thailand 4.0

1.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรจัดการเนื้อหาความรู้ที่เน้นกระบวนการวิเคราะห์และกระบวนการสังเคราะห์ ซึ่งการวิเคราะห์จะทำให้นักเรียนให้เกิด “ศักยภาพ” กลายเป็นการเรียนรู้และความเข้าใจที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียน ส่วนกระบวนการสังเคราะห์จะทำให้นักเรียนเกิด “สมรรถนะ” กลายเป็นการคิดได้และทำเป็นของนักเรียน สำหรับเนื้อหาความรู้ที่พัฒนาขึ้นควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถที่จะบูรณาการความรู้ได้ทุกสาระการเรียนรู้ การทำโครงงานต้องใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทั้ง 8 กลุ่มสาระ โดยเนื้อหาความรู้ควรประกอบไปด้วยความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว ว่ามีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว มีการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายและเกิดความคิดสร้างสรรค์

1.2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีลักษณะที่ทำให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของงานกลุ่มและตำแหน่งหน้าที่ของตนเองที่เหมาะสม มองเห็นจุดเด่น จุดด้อย โอกาส อุปสรรค ปลอดภัยตัวตน ยึดมั่น ถือมั่นเพื่อหาตัวตนให้เจอ การจัดกิจกรรมแบบทำน้า (เด็กกร่อย) ทำด้วย (เด็กกลาง) ช่วยทำ (เด็กเก่ง) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมโครงงาน ควรมีลักษณะเป็นกลุ่ม เน้นให้นักเรียน คิดเอง ทำเอง แก้ปัญหาเป็น โดยมีกิจกรรมย่อยหรืออาจจัดเป็นฐานการเรียนรู้และให้แต่ละกลุ่มผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะแนวทางและอำนวยความสะดวก เพื่อบ่มเพาะความคิดและทักษะ นอกจากนี้กิจกรรมควรมีลักษณะของการแก้ปัญหา สร้างสรรค์สิ่งมีชีวิตด้วยหุ่นยนต์ และควรส่งเสริมต่อยอดการนำผลงานเข้าประกวดแข่งขันในเวทีระดับชาติและนานาชาติ

1.2.4 รูปแบบของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรประกอบด้วยกิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนการสอนแบบโครงงาน ประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป ซึ่งผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ (Apply) เป็นโครงงานสิ่งประดิษฐ์ได้ กิจกรรมควรสร้างแรงจูงใจ การนำเข้าสู่บทเรียน การชี้แนะแนวทางจนนำไปสู่การปฏิบัติ สร้างความสนใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็นหรือจะแก้ปัญหาอย่างไรดีจากสื่อต่าง ๆ และกิจกรรมควรส่งเสริมการประกอบสร้างหุ่นยนต์ 4 ลักษณะ ได้แก่ การเรียนแบบเดี่ยวเรียนแบบจับคู่ (Buddy) เรียนแบบกลุ่มและเรียนแบบฟังฟังกันทุกขั้นตอน

1.2.5 ปัญหาและอุปสรรคในการนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียน เช่น ความถูกต้องตามหลักวิชาการในหัวข้อที่ผู้เรียนไปศึกษา ค้นคว้าในการเขียนโปรแกรม ซึ่งต้องศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ แสวงหาความรู้จากบุคคลและสื่อต่าง ๆ ให้รอบด้าน เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองความคิดและการรายงานโครงงาน ปัญหาอุปสรรคด้านศักยภาพและสมรรถนะของผู้สอนที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนไม่มีความรู้เรื่องหุ่นยนต์ ไม่สามารถศึกษาเรียนรู้หรือพัฒนาตนเองได้หรือทำได้น้อยทำให้ความรู้ไม่ทันสมัยก้าวไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีในโลกปัจจุบัน นอกจากนี้ศักยภาพและสมรรถนะของนักเรียนที่แตกต่างกันซึ่งมีทั้งนักเรียนเก่ง กลางและอ่อน ซึ่งอาจจะทำให้เป็นอุปสรรคในการทำกิจกรรม

**1.3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน** เกี่ยวกับแนวในการจัดทำและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยสามารถสรุปผลจากแบบสัมภาษณ์ที่ได้ดังต่อไปนี้

**1.3.1 ความต้องการในการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม** ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจะทำให้เกิดการเรียนรู้ อยากรทดลอง อยากรปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้เกิดความสำเร็จได้ด้วยตนเองซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนเองที่สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนใจการเรียน และมีทักษะด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยสื่อที่เป็นหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว จนเกิดการประยุกต์ความรู้ผ่านโครงงานมากขึ้น เข้าใจเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมากขึ้น

**1.3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม** ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีการจัดการเนื้อหาความรู้ที่เป็นพื้นฐานที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน มีการอธิบายเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย แล้วค่อยเพิ่มความเข้มข้นหรือความซับซ้อนของเนื้อหาที่ยากขึ้นในภายหลังต่อไป เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความกังวลกับการเรียนเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งนักเรียนมักจะมองว่าการเขียนโปรแกรมเป็นเรื่องที่ทำความเข้าใจยากและเหมาะสำหรับคนมีผลการเรียนดี ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาดังที่กล่าวมาแล้ว

**1.3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม** ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควบคู่กับการฝึกปฏิบัติ และการทดลองหรือฝึกปฏิบัติจะต้องเห็นผลเป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ ซึ่งการออกแบบเอกสารประกอบการเรียนจะต้องออกแบบให้มีกิจกรรมทดลองในทุกกิจกรรมที่เป็นเนื้อหาในเชิงปฏิบัติการ เพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาถัดไป

1.3.4 รูปแบบของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรเน้นที่เรื่องความรู้พื้นฐานสำหรับการเขียนโปรแกรมและทักษะการฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรม โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.3.5 ปัญหาและอุปสรรคในการนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหาและอุปสรรคจะเป็นเป็นเรื่องของอุปกรณ์สำหรับให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติและใช้งานมีไม่เพียงพอหรือมีน้อย ซึ่งสาเหตุที่อุปกรณ์การเรียนมีไม่เพียงพอ เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างมีราคาแพง การจัดซื้อมาใช้จำนวนมากจะต้องใช้เงินจำนวนมากในการจัดซื้อ การออกแบบพัฒนานวัตกรรมควรเน้นในเรื่องของการใช้งานอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย สะดวก และมีราคาไม่แพงแต่นักเรียนสามารถนำมาใช้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้เต็มที่

## **ขั้นตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**

ผู้วิจัยนำข้อมูลพื้นฐานที่เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาสรุปแล้วพิจารณา กำหนดแนวทางในการวางแผนและออกแบบสำหรับการพัฒนาและจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งเป็นเอกสารประกอบการเรียนสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยเอกสารประกอบการเรียนจำนวน 5 เล่ม 5 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดตามที่ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 13 หน้า 104-105

## **ขั้นตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**

### **3.1 ผลการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2559**

ผลการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา ปีการศึกษา 2559 ในการทดลองระยะที่ 1 (Try Out) ผู้วิจัยขอนำเสนอผลจากการทดลองโดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

### 3.1.1 ผลการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing)

จากการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) แบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ในช่วงปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม 2559) จำนวน 3 คน ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 59 ถึงวันที่ 18 ตุลาคม 2559 ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่อง คือ เอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 เรื่องของผังงานและขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมนักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจ และเกิดความรู้สึกสับสนกับเครื่องหมายผังงานและตัวอย่างผังงานที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ในเอกสารประกอบการเรียน สำหรับเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่มที่ 3 และเล่มที่ 4 นักเรียนไม่เข้าใจการอธิบายภาพวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีอยู่ในเอกสารประกอบการเรียนเป็นส่วนมาก จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของผังงานและรูปภาพวงจร ก่อนนำไปใช้กับการทดลองกลุ่มเล็ก ดังนี้

1. ปรับปรุงภาพเครื่องหมายผังงานในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 โดยได้ทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบผังงานและนำตัวอย่างผังงานที่มีความเข้าใจง่ายกว่าผังงานที่ได้ออกแบบไว้ในครั้งแรก

2. ปรับปรุงภาพวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ทั้งหมดในภาพแต่ละภาพให้เป็นสัดส่วน มีการปรับสีเส้น (สายสัญญาณ) ให้เห็นความแตกต่างกันเด่นชัด พร้อมมีคำอธิบายกำกับสายสัญญาณในวงจรทุกเส้น

### 3.1.2 ผลการทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing)

จากการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ในช่วงปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม 2559) จำนวน 9 คน ระหว่างวันที่ 7 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 24 ตุลาคม 2559 ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่อง คือ เอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 ในเรื่องคำอธิบายการทำงานมีการอธิบายกระบวนการทำงานของตัวอย่างภายในเอกสารประกอบการเรียนยังไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ รู้สึกสับสน และในเรื่องของซอสโค้ดหรือคำสั่งในการเขียนโปรแกรม รวมถึงการใช้เครื่องหมายภายในโปรแกรม ยังมีการพิมพ์ซอสโค้ดและจัดวางเครื่องหมายในโปรแกรมต่าง ๆ ยังมีรูปแบบที่ไม่ถูกต้องทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกไม่แน่ใจ ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องคำอธิบายตัวอย่าง การจัดวางซอสโค้ดของโปรแกรมหวมถึงการใช้เครื่องหมายต่าง ๆ ภายในโปรแกรม ในส่วนที่บกพร่องหรือมีปัญหา ก่อนนำไปใช้กับการทดลองภาคสนาม ดังนี้

1. ปรับปรุงคำอธิบายตัวอย่างการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 โดยทำการปรับเปลี่ยนคำอธิบายกระบวนการทำงานของตัวอย่างภายในเอกสารประกอบการเรียน โดยมีการใช้คำและเรียบเรียงคำอธิบายใหม่ นักเรียนสามารถอ่านและทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2. ปรับปรุงการจัดวางรูปแบบของซอสโค้ดในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 ให้ดูง่ายแก่การทำความเข้าใจ เช่น การจัดวางรูปแบบของคำสั่งเงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถดูซอสโค้ดแล้วเข้าใจได้ว่าในแต่ละฟังก์ชันที่กำหนดการทำงานเริ่มจากจุดใดและสิ้นสุดที่จุดใด หรือการใช้เครื่องหมายต่าง ๆ ในตัวอย่างโปรแกรม เช่น เครื่องหมายปีกกา เครื่องหมายเซมิโคลอนสำหรับสิ้นสุดคำสั่งในแต่ละบรรทัด เป็นต้น

### 3.1.3 ผลการทดลองภาคสนาม (Field Testing)

จากการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ในช่วงปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม 2559) จำนวน 30 คน ระหว่างวันที่ 14 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2559 ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพและได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ควรปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ได้แก่ การเพิ่มคำอธิบายซอสโค้ดในแต่ละบรรทัดของโปรแกรมตัวอย่าง การเพิ่มเนื้อหาช่องทางการเรียนรู้เพิ่มเติม เมื่อใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน จึงได้ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. การเพิ่มเติมคำอธิบายซอสโค้ด ในหัวข้อ “รายละเอียดโค้ดโปรแกรม” เพื่ออธิบายซอสโค้ดในแต่ละบรรทัดว่ามีหน้าที่ทำอะไรในโปรแกรม ทั้งในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 ซึ่งนักเรียนสามารถอ่านและทำความเข้าใจซอสโค้ดโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

2. ปรับปรุงรายละเอียดคำอธิบายของใบงานที่ยังทำให้นักเรียนมีข้อสงสัยให้อ่านทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

3. การเพิ่ม QR CODE (Quick Response) เพื่อแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ สำหรับให้นักเรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์โมบายอื่น ๆ สแกน QR CODE จากนั้นระบบก็จะนำไปยังลิงค์ข้อมูลที่ได้ทำการเชื่อมโยงไว้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมได้ ซึ่งมีทั้งความรู้ที่เป็นเนื้อหาและวิดีโอ ประกอบการทำทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

### 3.2 ผลการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ที่กล่าวว่า “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป” จากการทดลองระยะที่ 2 ปรากฏดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการหาประสิทธิภาพจากการทดลองระยะที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 21 คน ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2560 ถึงวันที่ 23 กันยายน 2560

จำนวนนักเรียน	ทดสอบก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			รวมคะแนนระหว่างเรียน	ทดสอบหลังเรียน
		ผลงานกลุ่ม	แบบฝึกหัด	ทดสอบย่อย		
21 คน	(40)	(35)	(35)	(30)	(100)	(40)
คะแนนรวม	388.00	576.28	576.71	496.50	1649.49	646.00
$\mu$	18.48	27.44	27.46	23.64	78.55	30.762
$\sigma$	1.78	0.36	0.28	0.79	0.75	1.04
ร้อยละ	46.19	78.40	78.46	78.81	78.55	76.90
					$E_1 = 78.55$	$E_2 = 76.90$
					$E.I. = 0.57$	

(รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 296-310)

จากตารางที่ 23 พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพ จากการทดลองระยะที่ 2 ได้ค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) 78.55/76.90 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) 0.57 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ สูงกว่าค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 และข้อที่ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่กล่าวว่า “นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05” โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ จากการทดลองระยะที่ 2 ปรากฏดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองระยะที่ 2

นักเรียน	N	$\mu$	T <sup>+</sup>	T <sup>-</sup>	T
คะแนนก่อนเรียน	21	18.48	231	0	0
คะแนนหลังเรียน	21	30.76			

\* ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $T_{(20, .05)} = 60$ )

(รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 311-312)

จากตารางที่ 24 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จากการทดลองระยะที่ 2 เห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนกับคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ของนักเรียนจำนวน 21 คน มีคะแนนค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติการทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายกำกับของวิลคอกสัน พบว่า ค่า T<sup>+</sup> ที่ได้จากการทดลองเท่ากับ 0 น้อยกว่า ค่า T<sup>-</sup> ที่ได้จากการเปิดตาราง Wilcoxon Signed-Ranks Table เท่ากับ 60 จึงปฏิเสธ H<sub>0</sub> ยอมรับ H<sub>1</sub> โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (30.76 > 18.48) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จากการทดลองระยะที่ 2 ปรากฏดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 แสดงผลการวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
1. หลอด LED	3.76	0.29	ดี
2. ตัวต้านทานปรับค่าตามแสงแบบ LDR	3.89	0.21	ดี
3. เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR	4.04	0.07	ดี



ตารางที่ 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
4. เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินแบบ Capacitive Analog Soil Moisture Sensor	3.90	0.19	ดี
5. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ	3.90	0.07	ดี
6. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)	3.93	0.00	ดี
7. สวิตช์ตรวจจับการชน	3.94	0.31	ดี
8. เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด	3.92	0.19	ดี
9. เซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก	3.92	0.31	ดี
10. เซอร์โวมอเตอร์	3.93	0.21	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.91</b>	<b>0.19</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 25 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทดลองระยะที่ 2 การประเมินชิ้นงานเพื่อวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ปีการศึกษา 2560 โดยภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.91 แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยภาพรวมอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกรายการประเมินตั้งแต่รายการที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และ 10 อยู่ในระดับดี

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ที่กล่าวว่า “นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก” จากการทดลองระยะที่ 2 ปรากฏดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>			
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ร่วมกัน	4.43	0.51	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอผลงาน เป็นต้น	4.52	0.51	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน	4.43	0.51	มาก
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>			
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.48	0.51	มาก
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	4.57	0.51	มากที่สุด
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน	4.86	0.36	มากที่สุด
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	4.67	0.48	มากที่สุด
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้</b>			
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบและรอบคอบ	4.43	0.51	มาก
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น	4.57	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.67	0.48	มากที่สุด
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง	4.67	0.48	มากที่สุด
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วม ชั้นเรียน	4.48	0.51	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.56</b>	<b>0.49</b>	<b>มากที่สุด</b>

(รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 313)

จากตารางที่ 26 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทดลองระยะที่ 2 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ปีการศึกษา 2560 โดยส่วนรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อรายการประเมินรายการที่ 2,5,6,7,9,10 และ 11 อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนในรายการที่ 1,3,4,8 และ 12 อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

จากการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยในส่วนของใบงาน ได้เพิ่มจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมในใบงานเพื่อให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการทำใบงานแต่ละกิจกรรมว่าต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะในเรื่องใด

### 3.3 ผลการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2561 (ทดลองซ้ำ)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองระยะที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ผลจากการทดลองซ้ำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เพื่อต้องการยืนยันข้อสรุปของผลการทดลอง จากผลการทดลองระยะที่ 3 ว่ามีความถูกต้องแน่นอน และเพื่อทำให้เกิดความมั่นใจในประสิทธิผลที่ได้รับจากเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 ถึง

ข้อที่ 4 จึงขอนำเสนอผลการทดลองโดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน เช่นเดียวกันกับผลการทดลองในระยที่ 2 ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ที่กล่าวว่า “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป” จากการทดลองระยะที่ 3 ปรากฏดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการหาประสิทธิภาพจากการทดลองระยะที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 13 คน ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2561 ถึงวันที่ 20 กันยายน 2561 (ทดลองซ้ำ)

จำนวนนักเรียน 13 คน	ทดสอบก่อน ทดลอง (40)	คะแนนระหว่างเรียน			รวมคะแนน ระหว่างเรียน (100)	ทดสอบ หลังทดลอง (40)
		แบบฝึกหัด (35)	ผลงานกลุ่ม (35)	ทดสอบย่อย (30)		
คะแนนรวม	234.00	357.03	360.15	299.50	1016.74	397.00
$\mu$	18.00	27.47	27.70	23.04	78.21	30.54
$\sigma$	1.29	0.18	0.08	0.83	0.91	1.33
ร้อยละ	45.00	78.48	79.15	76.79	78.21	76.35
					$E_1 = 78.21$	$E_2 = 76.35$
					$EI = 0.57$	

(รายละเอียดในภาคผนวก ซ หน้า 315-322)

จากตารางที่ 27 พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพ จากการทดลองระยะที่ 3 ได้ค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) 78.21/76.35 และค่าดัชนีประสิทธิผล (EI) 0.57 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ สูงกว่าค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 และข้อที่ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 3 ที่กล่าวว่า “นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05” โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ จากการทดลองระยะที่ 3 ปรากฏดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ)

นักเรียน	N	$\mu$	T <sup>+</sup>	T <sup>-</sup>	T
คะแนนก่อนเรียน	13	18.00	91	0	0
คะแนนหลังเรียน	13	30.54			

\* ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $T_{(12, .05)} = 17$ )

(รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 323-324)

จากตารางที่ 28 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จากการทดลองระยะที่ 3 เห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนกับคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ของนักเรียนจำนวน 13 คน มีคะแนนค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติการทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายกำกับของวิลคอกสัน พบว่า ค่า T ที่ได้จากการทดลองเท่ากับ 0 ซึ่งน้อยกว่าค่า T ที่ได้จากการเปิดตาราง Wilcoxon signed - rank test เท่ากับ 17 จึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $30.54 > 18.00$ ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จากการทดลองระยะที่ 3 ปรากฏดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 แสดงผลการวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
1. หลอด LED	4.02	0.20	ดี
2. ตัวต้านทานปรับค่าตามแสงแบบ LDR	4.08	0.11	ดี
3. เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR	4.00	0.00	ดี

ตารางที่ 29 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
4. เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินแบบ Capacitive Analog Soil Moisture Sensor	3.75	0.21	ดี
5. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ	3.92	0.09	ดี
6. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)	3.98	0.24	ดี
7. สวิตช์ตรวจจับการชน	3.92	0.09	ดี
8. เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด	4.17	0.35	ดี
9. เซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก	4.00	0.00	ดี
10. เซอร์โวมอเตอร์	4.08	0.15	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.99</b>	<b>0.14</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 29 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการทดลองระยะที่ 3 การประเมินชิ้นงานเพื่อวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ปีการศึกษา 2560 โดยภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.99 แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยภาพรวมอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14 เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกรายการประเมินตั้งแต่รายการที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และ 10 อยู่ในระดับดี

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 4 ที่กล่าวว่า “นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจต่อรายวิชาเทคโนโลยี 5 อยู่ในระดับมาก” จากการทดลองระยะที่ 3 ปรากฏดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>			
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน	4.62	0.51	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอผลงาน เป็นต้น	4.69	0.48	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน	4.46	0.52	มาก
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>			
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.62	0.51	มากที่สุด
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	4.46	0.52	มาก
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน	4.77	0.44	มากที่สุด
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสุข	4.69	0.48	มากที่สุด
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้</b>			
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบและรอบคอบ	4.54	0.52	มากที่สุด
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น	4.69	0.48	มากที่สุด
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.69	0.48	มากที่สุด

ตารางที่ 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง	4.46	0.52	มาก
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน	4.62	0.51	มากที่สุด
<b>สรุปผล</b>	4.61	0.50	มากที่สุด

(รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 325)

จากตารางที่ 30 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จากการทดลองระยะที่ 3 จากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ปีการศึกษา 2561 โดยส่วนรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.61 แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .50 เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อรายการประเมินรายการที่ 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 และ 12 อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนในรายการที่ 11 อยู่ในระดับมาก

ผลการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการทดลองระยะที่ 2 และการทดลองระยะที่ 3 สามารถสรุปได้ว่า ผลการทดลองมีความสอดคล้องกัน คือ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 มีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน การวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



โดยรวมอยู่ในระดับดี และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ออกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยี 5 โดยรวมในระดับมากที่สุด

#### **ขั้นตอนที่ 4 ผลการประเมินและการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**

##### **4.1 การประเมินผลเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**

**4.1.1 จุดประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพ** การทดลองใช้ออกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

##### **4.1.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน**

1. เกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

1.1 มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2 มีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนโดยเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ออกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) อยู่ในระดับมาก หรืออยู่ในระดับเกณฑ์ที่กำหนด 3.51 ขึ้นไป

2. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

2.1 ด้านรูปลักษณ์

2.2 ด้านรูปภาพ

2.3 ด้านเนื้อหา

**4.1.3 ผลการประเมิน** เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

1. เมื่อพิจารณาค่าสถิติที่เป็นผลการทดลองดังที่แสดงไว้ในตารางข้างต้นทำให้สามารถสรุปได้ว่า เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 มีค่าดัชนีประสิทธิผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (.50 ขึ้นไป) นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีระดับความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) อยู่ในระดับมากที่สุดและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.51 ขึ้นไป

2. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

2.1 ด้านรูปแบบ สรุปผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีความสวยงาม น่าสนใจ ลักษณะขนาดสีของตัวอักษร รูปแบบเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน และตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม

2.2 ด้านรูปภาพ สรุปผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ได้สัดส่วนเหมาะสม รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีความน่าสนใจ การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย และสรุปผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน

2.3 ด้านเนื้อหา สรุปผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุดคือ เนื้อหา มีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ เนื้อหากระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียน จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน สรุปผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจนและเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน

#### 4.2 ผลการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

การประเมินผลการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ตั้งแต่ในการทดลองระยะที่ 1 จนถึงการทดลองระยะที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงส่วนที่เป็นปัญหา ทั้งจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ประเมินเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ข้อคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอนและผู้ปกครองนักเรียน รวมถึงผู้ที่มีความสนใจให้การสนับสนุน ผู้วิจัยได้คิดค้นทดลองวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องและข้อสังเกตต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดของเนื้อหา ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาและปรับปรุงจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้แก่

1. การปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
2. ปรับปรุงภาพรายละเอียดเครื่องหมายผังงานในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 โดยทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบผังงานและนำตัวอย่างผังงานที่มีความเข้าใจง่ายกว่าผังงานที่ได้ออกแบบไว้ในครั้งแรก
3. ปรับปรุงภาพวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ทั้งหมดในภาพแต่ละภาพให้เป็นสัดส่วนมีการปรับสีเส้น (สายสัญญาณ) ให้เห็นความแตกต่างกันเด่นชัด พร้อมมีคำอธิบายกำกับสายสัญญาณในวงจรทุกเส้น
4. ปรับปรุงคำอธิบายตัวอย่างการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 โดยทำการปรับเปลี่ยนคำอธิบายและกระบวนการทำงานของตัวอย่างภายในเอกสารประกอบการเรียน โดยมีการใช้คำและเรียบเรียงคำอธิบายใหม่ นักเรียนสามารถอ่านและทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
5. ปรับปรุงการจัดวางรูปแบบของซอสโค้ดในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 ให้ดูง่ายแก่การทำความเข้าใจ เช่น การจัดวางรูปแบบของคำสั่งเงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถดูซอสโค้ดแล้วเข้าใจว่าในแต่ละฟังก์ชันการทำงานเริ่มจากจุดใดและสิ้นสุดที่จุดใด หรือการใช้เครื่องหมายต่าง ๆ ในตัวอย่างโปรแกรม เช่น เครื่องหมายปีกกา เครื่องหมายเซมิโคลอนสำหรับสิ้นสุดคำสั่งในแต่ละบรรทัด เป็นต้น
6. การเพิ่มเติมคำอธิบายซอสโค้ดในหัวข้อ “รายละเอียดโค้ดโปรแกรม” เพื่ออธิบายซอสโค้ดในแต่ละบรรทัดว่ามีหน้าที่ทำอะไรในโปรแกรม ทั้งในเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 และเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 ซึ่งนักเรียนสามารถอ่านและทำความเข้าใจซอสโค้ดโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

7. ปรับปรุงรายละเอียดคำอธิบายของใบงานที่ยังทำให้นักเรียนมีข้อสงสัยให้อ่านทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

8. การเพิ่ม QR CODE (Quick Response) เพื่อแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ สำหรับให้นักเรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์โมบายอื่น ๆ สแกน QR CODE จากนั้นระบบก็จะนำไปยังลิงค์ข้อมูลที่ได้ทำการเชื่อมโยงไว้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมได้ ซึ่งมีทั้งความรู้ที่เป็นเนื้อหาและวิดีโอ ประกอบการทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

9. แก้ไขคำผิดในเนื้อหาตามที่นักเรียนได้ตรวจพบในตำแหน่งต่าง ๆ

10. เพิ่มเต็มรูปภาพไอคอนประกอบหัวข้อภายในเอกสารประกอบการเรียนทุกเล่ม เพื่อให้มีความรู้สึกร่าอ่าน น่าสนใจ ตามคำแนะนำของนักเรียน

## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 1. สรุปการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปได้ ดังนี้

##### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัยและพัฒนา

1.1.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

1.1.2 เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ก่อนเรียนและหลังเรียน

1.1.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

##### 1.2 วิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) (มาเรียม นิลพันธุ์. 2555 : 239) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 วิจัย (Research: R1) คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการ ขั้นตอนที่ 2 พัฒนา (Develop: D1) คือ การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ขั้นตอนที่ 3 วิจัย (Research: R2) คือ การนำนวัตกรรมไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง และขั้นตอนที่ 4 พัฒนา (Develop: D2) คือ การประเมินผลและปรับปรุงนวัตกรรม โดยมีวิธีการศึกษาค้นคว้าและดำเนินการเป็นขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R<sub>1</sub>)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning) (Development : D<sub>1</sub>)

ขั้นตอนที่ 3 การนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (Implementation=Research : R<sub>2</sub>)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning) (Evaluation and Improve=Development : D<sub>2</sub>)

### 1.3 สมมุติฐานการวิจัยและพัฒนา

1.3.1 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)

1.3.2 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 159)

1.3.3 นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.4 นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

### 1.4 สรุปผลการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. การหาประสิทธิภาพของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) 78.21/76.35 สูงกว่าค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) .57 สูงกว่าค่าดัชนีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ .50

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.61 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .50

**สรุปได้ว่า** จากการทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลการทดลองมีความสอดคล้องกันตามสมมติฐานการวิจัยทุกข้อ คือ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 มีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้อเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยี 5 โดยรวมในระดับมากที่สุด

## 2. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีประเด็นที่ค้นพบและควรนำมาอภิปรายดังนี้

**2.1 การหาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)** จากการทดลองผลปรากฏว่าได้ค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ หมายความว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมในช่วงระหว่างเรียน คือ การทำแบบฝึกหัดหลังเอกสารประกอบการเรียน การพัฒนาโครงงานตามหน่วยการเรียนรู้และการทำแบบทดสอบย่อยหลังหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าร้อยละ 75 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าร้อยละ 75 และได้ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) สูงกว่าเกณฑ์ .50 ที่ตั้งไว้ หมายความว่าหลังจากได้ทำการทดลองนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ทั้งนี้ เนื่องมาจากเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีกระบวนการและขั้นตอนในการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งนำหลักการที่สำคัญของโครงงานมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างการเรียนรู้และคุณลักษณะของผู้เรียน โดยจะเน้นเพิ่มเติมในเรื่องของกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะที่ชัดเจนมากขึ้น จึงเป็นรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ให้กับนักเรียน โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถสร้างผลงาน แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชามาต ดิษฐเจริญ (2556 : 112-115) ซึ่งได้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ประยุกต์ ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ได้อย่างรวดเร็วและมีความสุขเพราะผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติจริง รู้จักวิธีแก้ปัญหา แสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดทักษะในการทำงานด้วยตนเองและทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีผลงานเป็นรูปธรรม และยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุปรีย์ บูรณะกนิษฐ (2556 : 96-100) ที่ได้ทำการวิจัยการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ พบว่า การจัด



กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยตัวของตัวเอง นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ความรู้ที่หลากหลายและมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Barron (2009) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Doing with Understanding : Lessons from Research on Problem and Project Based Learning. โดยได้พบว่า กิจกรรมการสอนแบบโครงงานมีจุดมุ่งหมายที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งซึ่งจากการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นรูปแบบการสอนที่จะสร้างความรู้ให้อยู่กับนักเรียนได้ยาวนาน ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะและความรู้ความสามารถ กระบวนการคิด ความคิดสร้างสรรค์ทั้งนี้เป็นการเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นต่อไป

## 2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสาร

**ประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)** จากการทดลองการทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนหลังทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องมาจากทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้และทำการฝึกปฏิบัติกิจกรรมที่เกิดขึ้นในห้องเรียน โดยนำหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวมาเป็นสื่อกลางสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งมีลักษณะของการจัดกิจกรรมที่เป็นงานกลุ่มก่อให้เกิดการระดมความคิด ซึ่งในขั้นการแสวงหาความรู้ นักเรียนจะต้องช่วยกันค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองนำมาสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติจริงสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้เป็นความรู้ใหม่ โดยขณะปฏิบัติกิจกรรมในทุกขั้นตอนนักเรียนจะได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำจากครูผู้สอน ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างผลงาน แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองและได้ผลลัพธ์จากการจัดกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม เมื่อถึงขั้นตอนของการนำเสนอผลงานนักเรียนสามารถสรุปความคิดและองค์ความรู้จากเนื้อหาที่ได้เรียนมาทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รังสิมา ชูเทียน (2558 : 59) ที่ได้ทำการวิจัยการสอนผ่านเว็บบล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ผลวิจัยพบว่า การสอนผ่านเว็บบล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน มีค่า t-test เท่ากับ 3.77 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ราตรี เสนาป่า และรัตนดิพร สำอาง (2559 : 92) ที่ได้ทำการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัด การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับกับงานวิจัยของ เรวดี รัตนวิจิตร (2555: 58-59) ที่ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ รายวิชา คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ (2556 : 96-100) ที่ได้ทำการวิจัยการใช้เทคโนโลยีเพื่อเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มที่เรียนด้วยการเสริมศักยภาพแบบยืดหยุ่นและแบบคงที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ออกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)** จากผลการวิจัยพบว่า การประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวมาเป็นสื่อกลางสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน โดยอาศัยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ดังกล่าวทำให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนาน ตื่นเต้นกับการทดลอง นักเรียนสามารถใช้ความคิดและจินตนาการของตนเองสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งที่ตนเองสนใจพร้อมทั้งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการและแนวคิดที่มาจากแนวคิดทางการศึกษาของ John Dewey (1975 อ้างถึงในวัฒนา ระวังทุกข์. 2543) ที่เป็นผู้เสนอแนวความคิดเรื่องการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำหรือ “Learning By Doing” เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดวิธีการสร้างองค์ความรู้และการมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นการจัดบรรยากาศ จัดกิจกรรม จัดสื่อ จัดสถานการณ์ ฯลฯ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นริศรา เคนแสง (2560 : 55) ซึ่งได้ทำการวิจัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบนิเทศศิลป์ ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพมีคุณภาพดีมาก ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .59 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ รังสิมา ชูเทียน (2558 : 59) ที่ได้ทำการวิจัยการสอนผ่านเว็บบล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ผลวิจัยพบว่า การสอนผ่านเว็บล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร มีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนผ่านเว็บล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ราตรี เสนาป่า และรัตนดิพร สำอาง (2559 : 92) ที่ได้ทำการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงานอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ เรวดี รัตนวิจิตร (2555 : 58-59) ที่ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์รายวิชาคอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}$  = 4.31) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาดา วงศ์สุริยา (2560 : 1) ที่ได้ทำการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ภายใต้ศูนย์การเรียนรู้ เรื่องการประยุกต์ใช้โปรแกรมภาษา C++ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

จากผลการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ผู้วิจัยได้ค้นพบประเด็นที่สำคัญเพิ่มเติมต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีพฤติกรรมกล้าท้าทายการสอนของผู้สอน กล่าวคือ ผู้เรียนไม่ยึดติดกับความรู้ที่มีอยู่เดิม กล้าพิสูจน์สิ่งที่คิดและท้าทายความสามารถ ซึ่งอยู่นอกเหนือกรอบความรู้ที่ผู้สอนได้ให้คำแนะนำตามแนวคิดหรือทฤษฎีที่ได้เรียนรู้จากผู้สอน
2. ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการแก้ไขปัญหาสูง กล่าวคือ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะพยายามค้นหาช่องทางเพื่อให้หลุดพ้นจากปัญหาหรือข้อจำกัดทางการเรียนรู้แบบเดิม ๆ เนื่องจากผู้เรียนเกิดความรู้สึกท้าทายความสามารถที่มีอยู่สูงกว่าศักยภาพของตนเอง
3. ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้นไปยังกลุ่มความรู้อื่นได้ เช่น การเชื่อมโยงความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว ไปสู่ความรู้ด้านวิศวกรรมด้านพลังงาน ด้านกลไกต่าง ๆ ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ที่ได้รับการพัฒนามีคุณค่าสามารถนำไปใช้ประกอบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้แก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับหลักแนวคิดของ John Dewey Dew (1897 : 77-80) ที่เป็นผู้เสนอแนวความคิดเรื่องการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง หรือ “Learning by doing” หมายถึง นักเรียนได้กระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผ่านการปฏิบัติการณ์จริง ซึ่งเป็นแนวคิดที่แพร่หลายและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดวิธีการสร้างองค์ความรู้และการมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R<sub>1</sub>) ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้ทราบปัญหาพื้นฐานและความต้องการที่จำเป็นรวมทั้งได้ทำการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ อย่างครอบคลุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้พัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งมีผลงานวิจัยเพิ่มมากขึ้นที่รับรองว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นวิธีการที่เน้นให้เด็กแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดจากการที่เด็กเป็นผู้กำหนดปัญหาและตั้งสมมุติฐานเลือกแนวทางแก้ไข โดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดประสบการณ์ตรง สามารถประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาทำการกำหนดแนวทางในการพัฒนา (Development : D<sub>1</sub>) เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทำการทดลองใช้จริง (Implementation = Research : R<sub>2</sub>) ทำให้มีประสิทธิผลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลการใช้งานจากเกณฑ์ที่กำหนดพร้อมทั้งนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ (Evaluation and Improve = Development : D<sub>2</sub>) ตลอดกระบวนการของการออกแบบและพัฒนา

ทั้งนี้จากการที่ผู้วิจัยได้ใช้ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นแล้ว ยังทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ทางด้านหุ่นยนต์และโครงงานระบบสมองกลฝังตัวออกมาได้อย่างหลากหลายต่อเนื่องตลอดระยะเวลาที่ได้มีการพัฒนาและวิจัย จนทำให้นักเรียนได้รับรางวัลจากการประกวดแข่งขันผลงานทางด้านหุ่นยนต์และระบบสมองกลอย่างต่อเนื่อง ทั้งในระดับเขตพื้นที่การศึกษา ระดับภาค ระดับประเทศ ระดับนานาชาติ รางวัลถ้วยพระราชทาน ทำให้นักเรียนของโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศมีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับในทางด้านการประดิษฐ์หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวเป็นอย่างมาก

นอกจากนี้ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ผู้วิจัยได้ดำเนินการเผยแพร่ ทั้งขณะที่กำลังทำการวิจัยอยู่และเมื่อได้สรุปผลการวิจัยออกมาแล้ว ในระหว่างปีการศึกษา 2559-2561 เช่น การเผยแพร่ผลงานไปยังโรงเรียนต่าง ๆ การจัดทำแผ่นซีดีบันทึกข้อมูล การเผยแพร่โดยส่งผลงานเข้าประกวดแข่งขัน การเผยแพร่ผลงานทางอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ของหน่วยงาน อาทิเช่น เว็บไซต์ของสำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สพฐ. เว็บไซต์ครูบ้านนอกดอทคอม และการเผยแพร่ผลงานผ่านทางรายการของสถานีวิทยุ (สุเวศน์ กลับศรี, 2562) สวท.ทุ่งสง FM 97.0 MHz รายการเสมาปริทัศน์ ออกอากาศในวันเสาร์ที่ 1 มิถุนายน 2562 เวลา 14.00-15.00 น. เป็นต้น

### 3. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

3.1 ก่อนการจัดกิจกรรมแต่ละหน่วยการเรียนรู้ครูผู้สอนควรศึกษาเนื้อหา รูปแบบ วิธีการ และขั้นตอนในการใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากคู่มือการใช้งานและอธิบายให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนและข้อตกลงต่าง ๆ ให้เรียบร้อย

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียนจะต้องใช้ระยะเวลาสำหรับการพัฒนาโครงงานมากกว่าเวลาเรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งนักเรียนสามารถหาชั่วโมงว่างมาเสริมหรือเพิ่มเติมในการรวมกลุ่มกันค้นคว้าเพื่อทำโครงงานและครูผู้สอนจะต้องคอยกำกับติดตามการจัดทำโครงงานของนักเรียนในแต่ละระยะ โดยเฉพาะการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานควบคู่กับการทำโครงงานที่ครูผู้สอนจะต้องฝึกให้นักเรียนเขียนโปรแกรมคำสั่งหรือฟังก์ชันขั้นพื้นฐานง่าย ๆ

พร้อมให้คำแนะนำประกอบการศึกษาค้นคว้าแก่นักเรียนได้ตลอดเวลาอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาความสามารถทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสู่ความเป็นเลิศ

3.3 จากผลการวิจัยที่พบว่าหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 มีคะแนนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในระดับดี แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) นี้ครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถนำไปปรับใช้ในการพัฒนาความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้หรือรายวิชาอื่น ๆ ได้

#### 4. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สำหรับเป็นสื่อเพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับรายวิชา เนื้อหา ช่วงชั้น หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

## บรรณานุกรม

- กมลทิพย์ นันทจันทร์. (2550). การพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบบูรณาการเรื่องชีวิตสัตว์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กรมวิชาการ. (2556). การจัดสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- \_\_\_\_\_. (2555). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ : บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- ศิโยฮิโร โนริอากิ. (2556). **มาตรฐานหุ่นยนต์กันถေး**. แปลโดย เอกชัย แทนยี่นนามวงศ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- จำปา วัฒนศิรินทรเทพ. (2550). การพัฒนาแผนการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบโครงการ วิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศ ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2532). การวางแผนการสอนและการเขียนแผนการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- \_\_\_\_\_. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2556) : 10.
- ชามาศ ดิษฐเจริญ. (2556). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ประยุกต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชินวัฒน์ ศาสนนันท์. (2556). **ประสิทธิผลการจัดการความรู้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม.

- ชูศักดิ์ โสชะรา. (2553). การพัฒนาชุดการสอน เรื่องคำสั่งพื้นฐานในการควบคุมหุ่นยนต์  
**วิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.**  
 วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- เชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2550). การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
**และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.** ปรินญาณินพนธ์ วิทยาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต,  
 สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โชติก ทรัพย์ดี. (2558). การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนเรื่องการเขียน  
**โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญา  
 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)  
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ซีเอ็ดยูเคชั่น. (2561). **พื้นฐานการเรียนรู้หุ่นยนต์ ทักษะใหม่ในระบบการศึกษาในศตวรรษที่ 21**  
 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.se-edstemeducation.com>. สืบค้นเมื่อวันที่  
 16 พฤษภาคม 2561
- ณัฐศักดิ์ จันทร์เพชร : (2560). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาการเขียน  
**โปรแกรม เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.**  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประเมินผลและวิจัย  
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ดุสิต โยเหลา และคณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงสร้าง  
**ชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน :**  
**จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย.** กรุงเทพฯ : หจก.พิพย์วิสุทธิ.
- เดชฤทธิ์ มณีธรรม. (2560). **คัมภีร์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.** กรุงเทพฯ :  
 ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- เดชอุดม ไชยวงศ์คต. (2559). การพัฒนาบทเรียนแบบร่วมมือบนเว็บโดยใช้เทคนิคทีเคโอ  
**ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา วิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์**  
**สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต  
 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ถวัล มาศจรัส. (2556). **นวัตกรรมการศึกษาชุดเอกสารประกอบการเรียน.** กรุงเทพฯ : ธารอักษร.
- ทศนา เขมมณี. (2548). **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี**  
**ประสิทธิภาพ.** กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.



- ธัญญลักษณ์ โพธิ์รุกข์. (2550). **การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ทฤษฎีปัญหา สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- นพ มหิษานนท์. (2561). **Arduino Startup สนุกสุดเหวี่ยงกับเซ็นเซอร์**. กรุงเทพฯ : เอ-บุ๊ก ดิสทริบิวชั่น จำกัด.
- นพดล ชอบใหญ่. (2559). **การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- นริศรา เคนแสง. (2560). **รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาคอมพิวเตอร์ และสารสนเทศเพื่องานอาชีพของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาออกแบบนิเทศศิลป์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- แน่นน้อย พงษ์สามารถ. (2551). **กำแพงหมอก**. กรุงเทพฯ : เรียงมย์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงใหม่)**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- \_\_\_\_\_. (2553). **การวิจัยสำหรับครู**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- \_\_\_\_\_. (2556). **การวิจัยเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงใหม่)**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุษผา เรืองรอง. (2556). **โครงงาน/ การสอนแบบโครงการ (Project Approach)** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://taamkru.com/th> สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2565.
- ประภาส สุวรรณเพชร. (ม.ป.ป.). **เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น**. ชัยภูมิ : แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2558). **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพมหานคร. บริษัท แอคทีฟ พรินท์ จำกัด.
- ประสาธน์ อิศรปริดา. (2554). **สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาสารคาม : โครงการตำราคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2558). **The 21<sup>st</sup> Century teacher (ครูอาชีพแห่งศตวรรษที่ 21)**. กรุงเทพมหานคร. ฐานการพิมพ์.

- ปรียพร มุกดา. (2553). **การจัดการการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการออกแบบและควบคุมหุ่นยนต์ Lego Mindstorms.**  
วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2553). **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปัญญา นามแหงหมื่น. (2552). **LEGO-Logo เทคโนโลยีการถ่ายทอดจินตนาการบนพื้นฐานทฤษฎี Constructionism.** สารสาส์นสถาบันราชภัฏ. 9(8) : 16-13 สิงหาคม 2552.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข, และราชน มีศรี. (2551). **การสอนคิดด้วยโครงการการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พูนศักดิ์ วงศ์สวัสดิ์ และนิตยา สำเร็จผล. (2555) **อีเลิร์นนิ่ง เรื่องโครงการระบบสมองกลฝังตัว.**  
กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- มหาวิทยาลัยศรีปทุม. (2554). **การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ Project based learning.**  
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). **วิธีวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 6. นครปฐม : ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รังสิมา ชูเทียน. (2558). **การพัฒนาการสอนผ่านเว็บบล็อกด้วยการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.**  
ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ราตรี เสนาป่า และ รัตน์ดิพร สำอาง (2559). **ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- เรวดี รัตนวิจิตร. (2555). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์รายวิชา คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

- โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ. (2553). **หลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2553 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551** สารการการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี. นครศรีธรรมราช : โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). **โครงการเพื่อการเรียนรู้ หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2547). **โครงการเพื่อการเรียนรู้หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอสแอนด์จี กราฟฟิค.
- \_\_\_\_\_. (2552). **การสอนแบบโครงการและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน : งานที่ครู ประถมทำได้.** กรุงเทพฯ : สาธิตแอนด์ซัน พรินต์ติ้ง.
- วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และกฤษดา ใจเย็น. (ม.ป.ป.). **Robo-Box สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่าย ควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้.** กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์เมนต์.
- วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์. (2551). **แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ.** กรุงเทพฯ : เอ็ม ไอ ที พรินต์ติ้ง.
- วัชรินทร์ โพธิ์เงิน พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมาน. (2557). **การจัดการเรียนการสอน แบบโครงการเป็นฐาน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วัฒนา มัคคสมัน. (2550). **การสอนแบบโครงการ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2554). **การสอนแบบโครงการ.** กรุงเทพฯ : บริษัทวี. พรินท์.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2543). **แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.** กรุงเทพฯ : แอล ที เพรส.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชาญ เพ็ชรทอง. (2554). **การศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาด้านระบบสมองฝังตัวในประเทศไทย.** วารสารการอาชีวและเทคนิคศึกษา. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2554) : 44.
- วิชาญ คำแสน. (2555). **หุ่นยนต์คืออะไร.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- วิเชียร ประยูรชาติ. (2559). **เอกสารประกอบการอบรมทำผลงานวิชาการ.** อ่างทอง : วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง. เอกสารอัดสำเนา.

- วิภาดา วงศ์สุริยา. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ภายใต้ศูนย์การเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ใช้โปรแกรมภาษา C++. การประชุมวิชาการ คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). “กระบวนการเรียนรู้โดยโครงงาน”. ในเอกสารประกอบการสอน. หน้า 14-24. มหาสารคาม : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- \_\_\_\_\_. (2549). เอกสารประกอบการสอนนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม , ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.
- \_\_\_\_\_. (2554). เอกสารประกอบการสอนวิชา การพัฒนาการเรียนการสอน. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิรุฬห์ ศรีบริรักษ์. (2557). Embedded Android Development สู่นักพัฒนา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.
- ศิรินทิพย์ ภู่อาลี. (2542). เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรประถมศึกษา. ลพบุรี : สถาบันราชภัฏเทพสตรี.
- ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. (2551). รายงานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมสื่อการเรียนรู้แบบหน่วยสมบูรณ์แบบที่เน้นการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น. กรุงเทพมหานคร.
- ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ และคณะ. (2555). คู่มือการจัดทำผลงานทางวิชาการ. กรุงเทพฯ : ประดิพัทธ์.
- ไศภณ รัตน์. (2556). ผลการใช้เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง ภูมิศาสตร์ทวีปออสเตรเลียและโอเชียเนียที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชะรัตขานุพัฒน์ จังหวัดพัทลุง. ปริญญาการศึกษาค้นคว้าอิสระหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี : เอกสารอัดสำเนา.
- สงบ ลักษณะ. (2533). นวัตกรรมทางการจัดทำแผนการสอน กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันการเรียนรู้ออนไลน์เด็กดีสคูล. (2561). **สอนลูกเขียนโปรแกรม**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<https://school.dek-d.com/blog/coding/kidcoding/computational-science/>.

สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2561

สมนึก ภัททิยธนี. (2544). **การวัดผลการศึกษา**. มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

\_\_\_\_\_. (2546). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม. : ประสานการพิมพ์.

\_\_\_\_\_. (2549). **พื้นฐานการวิจัยทางการศึกษา**. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

\_\_\_\_\_. (2551). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กทม. : ประสานการพิมพ์.

\_\_\_\_\_. (2554). **เทคนิคการสอนและเทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ**

**วิชาคณิตศาสตร์ เบื้องต้น**. กทม. : ประสานการพิมพ์.

สมพิศ ไชยเสนา. (2550). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการอ่านการเขียนคำควบกล้ำ**

**กลุ่มสาระภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TGT.**

การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). **การสร้างคู่มือสำหรับครูผู้สอน.**

กรุงเทพฯ .

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ**

**ฉบับที่ 12**. กรุงเทพฯ : สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ  
กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**

**การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน**. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย  
จำกัด.

สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์. (2548). **การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย.

สิริอร วิชชาวุธ. (2555). **จิตวิทยาการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2561). **นวัตกรรมการเรียนการสอนของครูยุคใหม่ เพื่อพัฒนาทักษะของ**

**ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ : เทคนิคพรีนติ้ง.

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. (2550). **เอกสารประกอบการฝึกอบรม การเลื่อนวิทยฐานะ**. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุชิน เพ็ชรภักดิ์. (2554). **รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์**

**ด้วยปัญญาในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ. (2556). ผลของการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรัชย์ มีชาญ. ( 2547,พฤษภาคม-สิงหาคม ). **ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน.** วารสารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 10(2) : 113-126.
- สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2550). ผลงานวิชาการสู่การเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). **กลยุทธ์การสอนคิดสังเคราะห์.** กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2552). **การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ทิรกานันท์. (2553). **สถิติ้นพาราเมตริก.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุเวศน์ กลับศรี. (2562). **รายการเสมาปริทัศน์.** นครศรีธรรมราช : สถานีวิทยุ สวท.ทุ่งสง FM 97 MHz, วันเสาร์ที่ 1 มิถุนายน 2562. เวลา 14.00-15.00 น.
- โสภณ มหาเจริญ. (2549). **การพัฒนาชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ภาษา PBASIC สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- หลุย จำปาเทศ. (ม.ป.ป). **จิตวิทยาการสูงใจ.** คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2555). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้สู่ผลงานทางวิชาการเพื่อการเลื่อนวิทยฐานะ.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรณพ เรืองวิเศษ และกฤษดา วิศวธีรานนท์. (2558). **เปิดโลกหุ่นยนต์สำหรับนักประดิษฐ์รุ่นใหม่.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- อรุณี ศรีสิทธิชูชาติ (2558). **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 45.**
- อาคม ลักษณะสกุล, พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์ และมงคล หวังสถิตวงษ์. (2533). **การพัฒนารูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับวิศวกรรมศึกษา : การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเรื่องตัวควบคุมแบบอัตโนมัติตามแนวความรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้นิยม.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- อาภรณ์ ใจเที่ยง.(2556). **หลักการสอน**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เอกรินทร์ สีมหาศาล. (2555). **กระบวนการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา แนวคิดสู่ปฏิบัติ**.  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตพอยท์.
- Barell, J. (2010). **Problem-based learning : The foundation for 21<sup>st</sup> century skills**.  
In J. Bellanca & R. Brandt(Eds), **21<sup>st</sup> century skill; Rethinking how student  
learn**. Bloomington, IN : Solution Tree Press.
- Barron, B. (2009). **Doing with understanding : Lesons from research on problem  
and project based learning**. Journal of the Learning Sciences, 7 (3&4),  
271-311.
- Benjamin, T. Erwin and Pavel Petrovie. (2012). **Creative learning in school with  
LEGO Programmable Robotics Products**. Proc. IEEE Frontiers in Education  
conf., Puerto Rico.
- Blank, W. (1997). **Authentic instruction**. In W.E. Blank & S.Harwell (Eds), **Promising  
Practices for connection highscool to the real world** (pp. 15-21).  
Tampa, FL : University of South Florida.
- COACHING & MENTORING. (2559). **การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน** [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก : [https://candmbsri.wordpress.com/2015/04/08/  
การจัดการเรียนรู้แบบใช้-2/](https://candmbsri.wordpress.com/2015/04/08/การจัดการเรียนรู้แบบใช้-2/) สืบค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2559.
- Dave Johnson. (2017). **Robot Invasion 7 Cool and Easy Robot Projects**. California :  
McGraw-Hill.
- Dewey, John. (1897). **My Pedagogic Creed** .The School Journal LIV, 3, 77-80.
- Eli Kolberg and Nahum Orlev. (2014). **Robotics Learning as a Tool for Integrating  
Science Technology Corriculum in K-12 Schools**. Proc. IEEE Frontiers  
in Education Conf., Pucrto Rico.
- Gordon McComb. (2015). **Robot Builder's Bonanza. (2nd ed)**. New Jersey :  
McGraw-Hill.
- Guzdial, M.(1998). **Technological support for project-based learning**.  
**ASCD yearbook : Learning with technology**, 14:47-71.
- Harun, D. (2006). **PROJECT-BASED LEARNING HANDBOOK “Educating the Millennial  
Learner”**. Educational Technology Division, Ministry of Education. Malaysia.

- Joyce, B., and Weil, M. (2000). **Models of Teaching**. 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice - Hall.
- KM CHIL-PBL. (2558). **การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based-Learning)**. Retrieved January 6, 2022 from <http://www.vcharkarn.com/vcafe/202304>.
- Martin, F. (2013). "**Children's Explorations of Cybernetics Using Programmable Turtles**" in **Constructionist Learning**, paper presented at the meeting of **Educational Research Association (AERA)**. Media Lab, MIT. pp. 129-140.
- McDonnell, K. (2007). **Can 40 seconds of compassion reduce patient anxiety**. *Journal of Clinical Oncology*, 17(1), 371.
- Scott, A. M. (1970). **Competition in American Politics : An Economic Model**. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Stix, A. and Hrbek, F. (2006). **The Nine Steps of Project-Based Learning**. Retrieved January 6, 2022 from [http://www.ascd.org/publications/books/106031/chapters/The\\_Nine\\_Steps\\_of\\_Project-Based\\_Learning.aspx](http://www.ascd.org/publications/books/106031/chapters/The_Nine_Steps_of_Project-Based_Learning.aspx)
- Thomas, J. W. (2000). **A review of research on project-based learning**. San Rafael California.
- VSA FUTURE. (2560). **The Learning Pyramid** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.vsafuture.com/the-learning-pyramid/> สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2560.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการสัมภาษณ์และการประเมินตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
2. รายชื่อนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน ในการสัมภาษณ์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญสำหรับการสัมมนา การประเมินและตรวจสอบเครื่องมือวิจัย  
 ในการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
 และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
 เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
 สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- 
1. รศ.ดร.ธีรศิลป์ ทุมวิภาต ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมเครื่องมื่อวัดและระบบควบคุม  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
 ผู้เชี่ยวชาญด้านหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว
  2. นางวิมลศรี สุวรรณรัตน์ ข้าราชการบำนาญ (อดีตครูเชี่ยวชาญ)  
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนโครงงาน
  3. ดร.วิภาพร นิธิปรีชานนท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยทางการศึกษา  
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
  4. นางสุภากร จันทร์ศิริ ตำแหน่งครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ  
 โรงเรียนวัดโพธิ์ลอย (เรือนวงษ์ผดุง)  
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบุรี เขต 2  
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน  
 โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
  5. นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ  
 โรงเรียนบ้านอินทร์แปลง  
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 3  
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์

รายชื่อนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน ในการสัมภาษณ์  
เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวในการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียน  
การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

---

1. รายชื่อนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

จำนวน 20 คน

เด็กชายนววรรณชัย ไม้เรียง	เด็กชายวิริทธิ์พล พนาลี
เด็กชายจักรพันธ์ ขวัญกลับ	เด็กหญิงสุวรรณา สุขแก้ว
เด็กหญิงศิริลักษณ์ ศรีน้อย	เด็กชายฉัตรเฉลิม โมสิกะ
เด็กชายกิตติพงศ์ ชำนาญ	เด็กชายกษมา ปรีชา
เด็กหญิงสุภาวดี ปรีชา	เด็กหญิงวิไลลักษณ์ เสนะ
เด็กชายพีรณัฐ ละม้าย	เด็กหญิงนลินทิพย์ แก้วอ่อน
เด็กชายณัฐพงศ์ พลพิชัย	เด็กชายณัฐวุฒิ ทองจันทร์
เด็กหญิงศรัณย์พร ชนะศึก	เด็กหญิงบราลี จันทร์ศรี
เด็กหญิงวิภาดา จินพล	เด็กชายธนกร ช่วยวัง
เด็กหญิงธิดารัตน์ สืบ	เด็กชายอดิสร ศรีสุวรรณ

2. รายชื่อครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ช่วงชั้นที่ 3

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

นายสุทธิเดช คุณประสพ	สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
นางเสาวณีย์ สวัสดิ์	สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3

3. รายชื่อผู้ปกครองนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จำนวน 5 คน

นางศรีไพร ละม้าย	ผู้ปกครองเด็กชายพีรณัฐ ละม้าย
นายประดิษฐ์ ขวัญกลับ	ผู้ปกครองเด็กชายจักรพันธ์ ขวัญกลับ
นางปราณี สุขแก้ว	ผู้ปกครองเด็กหญิงสุวรรณา สุขแก้ว
นางวิมลศิริ แก้วอ่อน	ผู้ปกครองเด็กหญิงนลินทิพย์ แก้วอ่อน
นายศุภโชค สืบ	ผู้ปกครองเด็กหญิงธิดารัตน์ สืบ

**ภาคผนวก ข**  
**เครื่องมือสำหรับสำรวจข้อมูลพื้นฐาน**

1. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
2. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน และผู้ปกครองนักเรียน
3. แบบประเมินความเหมาะสม
4. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสม
5. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสม

## แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนา

เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้

โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

-----  
**คำชี้แจง :** ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อความต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพ  
 ความเป็นจริงอย่างละเอียด

1. ความต้องการในการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงการศึกษา และประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีการจัดการเนื้อหาความรู้เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีลักษณะ  
อย่างไรและประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

4. รูปแบบของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

5. ท่านคิดว่าปัญหาและอุปสรรคในการนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์และระบบสมองฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้  
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนในโรงเรียน มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....  
(.....)

ผู้เชี่ยวชาญด้าน.....

## แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน และผู้ปกครอง

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนา

เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้

โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง : ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อความต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพความเป็นจริง  
อย่างละเอียด

1. ความต้องการในการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงการศีกษา และประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีการจัดการเนื้อหาความรู้เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....



3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควร มีลักษณะ  
อย่างไรและประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

4. รูปแบบของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

5. การนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควร  
เพิ่มเติมสื่อการเรียนรู้ชนิดใดบ้าง ที่จะช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(.....)

.....

## (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

## แบบประเมินความเหมาะสม

เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้  
โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ					
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม					

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม					
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ					
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน					
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย					
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง					
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ					
11. การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ					
12. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน					
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน					
14. เนื้อหากระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน					
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน					
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)  
ตำแหน่ง.....

ตารางที่ 31 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสม  
ของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกล  
ฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	สรุปผล การ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<b>ด้านรูปแบบ</b>							
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปแบบเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
<b>ด้านรูปภาพ</b>							
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	4	5	5	4	4	4.40	มาก
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
<b>ด้านเนื้อหา</b>							
8. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการ จัดลำดับความสำคัญ	4	5	4	4	4	4.20	มาก

ตารางที่ 31 (ต่อ)

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
11. การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
12. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	4	5	5	4	4	4.40	มาก
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	4	5	4	5	4	4.40	มาก
14. เนื้อหากระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติ และจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	4	5	4	5	4	4.40	มาก
<b>สรุปผล</b>						4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 32 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	$IOC = \frac{\sum R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<b>ด้านรูปเล่ม</b>							
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่มเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<b>ด้านรูปภาพ</b>							
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
<b>ด้านเนื้อหา</b>							
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80

ตารางที่ 32 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	$IOC = \frac{\sum R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
11. การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
12. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
14. เนื้อหากระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

**ภาคผนวก ค**  
**การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้**

1. แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
2. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้



**แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้**  
**โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ**  
**ระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**  
**เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**  
**สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพตามรายการประเมินต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับคุณภาพ” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

5	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับมาก
3	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีมีคุณภาพในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จากการวิเคราะห์หลักสูตร					
2. รูปแบบแผนเหมาะสม มีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์					
3. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4. เขียนสาระการเรียนรู้ได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
7. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน					
8. กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา					

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน					
10. สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับกิจกรรมและสาระการเรียนรู้					
11. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสนใจของนักเรียน					
12. การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
13. การวัดผลและประเมินผลสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง					
14. การวัดผลประเมินผลใช้วิธีการและเครื่องมือวัดอย่างหลากหลาย					
15. แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้จริงและเกิดประโยชน์					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน/เดือน/ปี.....

ตารางที่ 33 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

จากแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล การ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จากการวิเคราะห์ หลักสูตร	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
2. รูปแบบแผนเหมาะสม มีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์	4	5	4	5	4	4.40	มาก
3. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4. เขียนสาระการเรียนรู้ได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	4	4	4	4.40	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
8. กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4	4	4.40	มาก
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
10. สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับกิจกรรมและสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
11. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสนใจของนักเรียน	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 33 (ต่อ)

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
12. การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
13. การวัดผลและประเมินผลสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
14. การวัดผลประเมินผลใช้วิธีการและเครื่องมือวัดอย่างหลากหลาย	4	5	4	4	5	4.40	มาก
15. แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้จริง และเกิดประโยชน์	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
<b>สรุปผล</b>						4.63	มากที่สุด

ตารางที่ 34 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	$IOC = \frac{\sum R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จากการวิเคราะห์หลักสูตร	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
2. รูปแบบแผนเหมาะสม มีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
3. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
4. เขียนสาระการเรียนรู้ได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
6. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
7. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
8. กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
9. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80
10. สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับกิจกรรมและสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 34 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	$IOC = \frac{\sum R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
11. สารการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสนใจของนักเรียน	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80
12. การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
13. การวัดผลและประเมินผลสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80
14. การวัดผลประเมินผลใช้วิธีการและเครื่องมือวัดอย่างหลากหลาย	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
15. แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้จริงและเกิดประโยชน์	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

## ภาคผนวก ง

### การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และตารางสรุป
6. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. แบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ผ่านการหาคุณภาพฉบับสมบูรณ์
8. เฉลยแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียน
9. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ผ่านการหาคุณภาพฉบับสมบูรณ์
10. เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับจุดประสงค์การเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้  
โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ  
เทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้  
หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับ  
ความคิดเห็น

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบแต่ละข้อไม่สามารถวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้

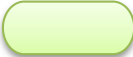



จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความ คิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. นักเรียนสามารถ อธิบายความหมาย ของโครงงาน เทคโนโลยี สารสนเทศได้ (K)	1. ตัวเลือกใดเป็นความสำคัญของการทำ โครงงานเทคโนโลยีสารสนเทศ ก. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเทคโนโลยี ข. เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถ ค. เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ * ง. เป็นการใช้อุปกรณ์ทางเทคโนโลยี และอุปกรณ์อื่นๆ ในการศึกษา ทดลองแก้ปัญหา				




จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศได้ (K)	2. โครงการงานเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนในการใช้อะไร ก. โครงการงานสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ข. การทดลองเพื่อการสร้างชิ้นงาน ค. ทักษะความสามารถในการคำนวณและการคิดค้นประดิษฐ์ชิ้นงาน * ง. การใช้คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์สร้างชิ้นงาน				
2. นักเรียนสามารถตรวจสอบประเภทของโครงการได้ (K)	3. โครงการงาน “โครงการงานแนวคิดลดการใช้ถุงพลาสติกในโรงเรียน” จัดเป็นโครงการงานประเภทใด ก. โครงการงานการรวบรวมข้อมูล ข. โครงการงานการประดิษฐ์คิดค้น ค. โครงการงานการค้นคว้าและทดลอง * ง. โครงการงานที่เป็นการศึกษาความรู้ ทฤษฎีหลักการ และแนวคิดใหม่				
3. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนในการทำโครงการได้ (K)	4. ณเดช ค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ตพบว่า มีใครพัฒนาโปรแกรมสอน ก ไก่ ไว้บ้างแล้ว อยู่ในขั้นตอนใดของการทำโครงการ ก. ขั้นการลงมือทำโครงการ ข. ขั้นการจัดทำข้อเสนอโครงการ * ค. ขั้นการคัดเลือกหัวข้อโครงการ ง. ขั้นการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งข้อมูล				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
3. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนในการทำโครงการได้ (K)	5. มานีขอพบครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อขอคำแนะนำการทำโครงการพัฒนาโปรแกรมสอนเรื่องระบบสุริยะอยู่ในขั้นตอนใดของการทำโครงการ ก. ขั้นการลงมือทำโครงการ ข. ขั้นการจัดทำข้อเสนอโครงการ ค. ขั้นการคัดเลือกหัวข้อโครงการ * ง. ขั้นการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งข้อมูล				
4. นักเรียนสามารถเขียนเค้าโครงร่างของโครงการได้ (P)	6. การเขียนเค้าโครงของโครงการซึ่งเป็นการวางรูปแบบโครงการไว้ล่วงหน้าจัดอยู่ในขั้นตอนใด ก. การลงมือทำโครงการ * ข. การวางแผนในการทำโครงการ ค. การเขียนรายงานและแสดงผลงาน ง. การคิดจะเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา				
1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างของระบบคอมพิวเตอร์จากสิ่งที่กำหนดให้ได้ (K)	7. โครงสร้างส่วนใดของระบบคอมพิวเตอร์ที่ถือว่าสำคัญที่สุดเพราะถือว่าเป็นเป็นหัวใจในการทำงานของคอมพิวเตอร์ * ก. หน่วยประมวลผลกลาง ข. หน่วยความจำชั่วคราว ค. อุปกรณ์การทำงานของคอมพิวเตอร์ ง. หน่วยรับข้อมูลและหน่วยนำข้อมูลออก				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลอุปกรณ์ที่มีโครงสร้างของระบบคอมพิวเตอร์ได้ (P)	8. อุปกรณ์ตัวเลือกใดจัดเป็นส่วนแสดงผลข้อมูล (Output) ของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ก. แป้นพิมพ์ เม้าส์ * ข. จอภาพ ลำโพง ค. ซีพียู ไมโครโฟน ง. ลำโพง เครื่องพิมพ์				
3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของบอร์ด Arduino ที่กำหนดให้ได้ (K)	9. ตัวเลือกใดเป็นความแตกต่างกันของบอร์ด Arduino ในแต่ละรุ่น ก. ราคา ข. รูปร่าง ค. ความต้องการใช้งาน * ง. ประสิทธิภาพของ MCU				
4. นักเรียนสามารถเขียนระบุตำแหน่งขาสัญญาณบนบอร์ด Arduino Uno R3 ได้ (P)	10. ขาพอร์ตใดของ Arduino UNO ใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม * ก. ขาพอร์ต Digital Pin0 และ Digital Pin1 ข. ขาพอร์ต Digital Pin3 และ Digital Pin13 ค. ขาพอร์ต Analog Pin0 และ Analog Pin1 ง. ขาพอร์ต Analog Pin4 และ Analog Pin5				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความ คิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
5. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino ได้ (K)	11. โครงสร้างภาษา C ในส่วนของ void setup() ทำหน้าที่ใด ก. เป็นส่วนทำงานของโปรแกรม ข. เป็นส่วนที่เก็บคำสั่งที่ทำงานต่อเนื่อง ค. เป็นส่วนที่ระบุวิธีการใช้งานโปรแกรม * ง. เป็นส่วนกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงาน				
6. นักเรียนสามารถหาค่าจากตัวกระทำในภาษา C ได้ (P)	12. $9 * 3 - 20 / 5 + 6 = ?$ คำตอบคือข้อใด ก. 19 * ข. 29 ค. 35 ง. 40				
7. นักเรียนสามารถบอกความหมายของสัญลักษณ์พื้นฐานสำหรับเขียนผังงานได้ (K)	13. สัญลักษณ์การเขียนผังงานที่หมายถึงการคำนวณและการประมวลผลของโปรแกรม คือข้อใด ก.  ข.  * ค.  ง. 				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
8. นักเรียนสามารถเขียนผังงานเบื้องต้นของระบบงานได้ (P)	14. การเขียนผังงานแบบ SEQUENCE คือการเขียนผังงานแบบใด ก. เขียนผังงานแบบให้มีทางเลือก ข. เขียนผังงานให้กลับมาทำงานซ้ำ * ค. เขียนผังงานให้การทำงานเป็นลำดับ ง. เขียนผังงานให้ผสมผสานกันทุกแบบ				
9. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานได้ (K)	15. ตัวเลือกใดเป็นคำสั่งการดำเนินการแบบทางเลือกเดียว * ก. คำสั่ง if ข. คำสั่ง if-else ค. คำสั่ง switch...case ง. คำสั่ง if-else if-else				
9. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างของคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานได้ (K)	16. คำสั่งดำเนินการแบบวนซ้ำคำสั่งใด จะทำการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนทำตามคำสั่งในเครื่องหมายปีกกาที่หลัง ก. คำสั่ง if() * ข. คำสั่ง while() ค. คำสั่ง do_while() ง. คำสั่ง while_do()				
10. นักเรียนสามารถแสดงคำตอบจากคำสั่งง่ายๆ ได้ (P)	17. for(int i=5;i<10;i++) จากโปรแกรมที่กำหนดให้ โปรแกรมจะวนรอบการทำงานเป็นจำนวนกี่รอบ * ก. 5 ข. 6 ค. 7 ง. 8				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
11.นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของเครื่องมือในโปรแกรม Arduino IDE ได้ (K)	18. ตัวเลือกใดเป็นการทำงานของแถบเครื่องมือ  ก. การโปรแกรมคำสั่ง (Upload) ข. การจัดเก็บไฟล์สเก็ทซ์ (Save) ค. การสร้างไฟล์สเก็ทซ์ใหม่ (New) * ง. การตรวจสอบคำสั่งโปรแกรม (Verify)				
11.นักเรียนสามารถอธิบายการทำงานของเครื่องมือในโปรแกรม Arduino IDE ได้ (K)	19. ตัวเลือกใดเป็นหน้าที่ของ Serial Monitor * ก. แสดงข้อมูลการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม ข. แสดงข้อมูลผลการโปรแกรมคำสั่ง (Upload) ค. แสดงข้อมูลของตำแหน่งการจัดเก็บไฟล์สเก็ทซ์ ง. แสดงข้อมูลผลการตรวจสอบคำสั่งโปรแกรม (Verify)				
12. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมง่ายๆ ทดสอบการใช้งานโปรแกรมได้ (P)	20. คำสั่งใดมีค่าสถานะเท่ากับ 1 * ก. HIGH ข. LOW ค. digitalWrite ง. analogWrite				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมหลอด LED เพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	21. ตัวเลือกใดใช้คำสั่งกำหนดหน้าที่ขาพอร์ตที่ 2 เป็นขาเอาต์พุตเพื่อให้หลอด LED ติดสว่างได้ถูกต้อง ก. pinMode(INPUT,2); ข. pinMode(2,INPUT); * ค. pinMode(2,OUTPUT); ง. pinMode(OUTPUT,2);				
2. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหลอด LED ตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	22. การเขียนโปรแกรมควบคุมหลอด LED หากต้องการกำหนดขาสัญญาณให้ LED เป็นเอาต์พุตจะต้องใช้คำสั่งใด ก. delay(); * ข. pinMode(); ค. digitalWrite(); ง. digitalRead();				
3.นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมตัวต้านทานปรับค่าตามแสงแบบ LDR เพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	23. ตัวเลือกใดกล่าวถึง LDR ได้ถูกต้อง ก. LDR มี 2 ขา สามารถต่อสลับขาได้ ข. LDR เป็นตัวต้านทานที่ปรับค่าไม่ได้ * ค. LDR ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์อินพุต ง. ค่าของ LDR ที่อ่านได้จะอยู่ในช่วง 0-1024				
4. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของตัวต้านทานปรับค่าตามแสงแบบ LDR ตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	24. หากต้องการกำหนดให้ LDR เป็นอินพุตสำหรับอ่านค่าความเข้มของแสงสว่างที่ขา A1 เพื่อนำไปใช้จะต้องกำหนดอย่างไร ก. PinMode(1,INPUT); ข. PinMode(A1,INPUT); * ค. pinMode(A1,INPUT); ง. Pinmode(1,OUTPUT);				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
5. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	25. การทำงานของ PIR Sensor จะทำงานในโหมดใด ก. Write ข. Read * ค. INPUT ง. OUTPUT				
5. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	26. PIR Sensor ทำงานอ่านค่าจากสัญญาณใด ก. Radio * ข. Digital ค. Analog ง. Microwave				
6. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	27. ตัวเลือกใดเป็นการกำหนดหน้าที่ขาพอร์ตที่ 3 สำหรับให้ PIR Sensor ทำงาน ก. pinMode(INPUT,3); * ข. pinMode(3,INPUT); ค. pinMode(OUTPUT,3); ง. pinMode(3,OUTPUT);				



จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความ คิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
7. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	28. หากนำเซ็นเซอร์ไปตรวจวัดความชื้นในดินปรากฏค่าเอาต์พุตที่ได้มีค่าต่ำหมายความว่าเช่นไร * ก. ดินมีความชื้นมาก ข. ดินมีความชื้นน้อย ค. ยังหาข้อสรุปไม่ได้ ง. ดินมีความชื้นปานกลาง				
8. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นภายในดินตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	29. ตัวเลือกใดเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นภายในดินไปเก็บไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า val * ก. int val = analogRead(A0); ข. int val = AnalogRead(A0); ค. int val = AnalogWrite(A0); ง. int val= analogWrite(A0);				
8. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นภายในดินตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	30. การเขียนโปรแกรมเพื่อเริ่มใช้งานหน้าจอ LCD สำหรับแสดงผลค่าความชื้นจะต้องเขียนโปรแกรมอย่างไร ก. lcd(); ข. lcd.Begin(); * ค. lcd.begin(); ง. Lcd.Begin();				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความ คิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
9. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศเพื่อสร้างชิ้นงานได้ ถูกต้อง (K)	31. ไลบรารีสำหรับใช้กับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ DHT22 มีชื่อว่าอย่างไร ก. Dht.h * ข. DHT.h ค. dht22.h ง. DHT22.h				
10. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศตามที่กำหนดได้ ถูกต้อง (P)	32. หากต้องการใช้โมดูล DHT22 อ่านค่าอุณหภูมิจะต้องใช้คำสั่งใดในการอ่านค่าอุณหภูมิ ก. Serial.print(); ข. Serial.begin(); ค. dht.getHumidity(); * ง. dht.getTemperature();				
1. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อสร้างชิ้นงานได้ ถูกต้อง (K)	33. ตัวเลือกใดคือหน้าที่ของ Motor Driver ที่ถูกต้องมากที่สุด ก. ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ข. ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ค. ควบคุมการจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์ * ง. ควบคุมการขับโวลตกระแสสูงให้กับมอเตอร์				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	34. สัญญาณ PWM ที่ได้จากคำสั่ง analogWrite() สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร ก. กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ข. ปรับระยะทางการหมุนของมอเตอร์ * ค. ปรับความเร็วการหมุนของมอเตอร์ ง. เพิ่มแรงขับของมอเตอร์ให้มากขึ้นกว่าที่กำหนด				
2. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	35. digitalWrite(IN1, LOW); digitalWrite(IN2, LOW); delay(1000); จากคำสั่งที่กำหนดให้เป็นผลทำให้มอเตอร์เกิดการ ทำงานเช่นไร ก. มอเตอร์หมุน ข. มอเตอร์หยุดหมุน ค. มอเตอร์หมุนเป็นเวลา 1 วินาที * ง. มอเตอร์หยุดหมุนเป็นเวลา 1 วินาที				
3. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมโมดูลสวิตช์เพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	36. เมื่อโมดูลสวิตช์ถูกกดหรือชนกับสิ่งที่กีดขวาง สัญญาณลอจิกที่เอาต์พุตจะเป็นเช่นไร ก. Read ข. Write * ค. LOW หรือลอจิก 0 ง. HIGH หรือลอจิก 1				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
4. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมโมดูลสวิตซ์ตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	37. การเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดตัวแปรสำหรับรับค่าจากโมดูลสวิตซ์ข้อใดเป็นการกำหนดชนิดของตัวแปรได้ถูกต้อง * ก. int buttonState = 0; ข. char buttonState = 0; ค. float buttonState = 0; ง. double buttonState = 0;				
5. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมโมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรดเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	38. โมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด จะให้ค่าผลลัพธ์เท่าไร ก. ระหว่าง 0-1024 * ข. ระหว่าง 0-1023 ค. ระหว่าง 1-1024 ง. ระหว่าง 1-1023				
5. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมโมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรดเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	39. วัตถุสีและลักษณะใดจะให้ค่าแสงสะท้อนได้ดีที่สุด ก. สีดำผิวเรียบ * ข. สีขาวผิวเรียบ ค. สีดำผิวขรุขระ ง. สีขาวผิวขรุขระ				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความ คิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
6. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมโมดูลตรวจจับแสงสะท้อน อินฟราเรดตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	40. การเขียนโปรแกรมกำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับโมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด ควรใช้คำสั่งใดเหมาะสมมากที่สุด ก. คำสั่ง switch...case ข. คำสั่ง if แบบทางเลือกเดียว ค. คำสั่ง if-else (สองทางเลือก) * ง. คำสั่ง if-else if-else แบบหลายทางเลือก				
7. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก เพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	41. ขาใดของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่จะต้องกำหนดโหมดการทำงานของขาพอร์ตที่สถานะ INPUT * ก. ขา echo ข. ขา Trig ค. ขา VCC ง. ขา GND				
8. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิกตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	42. การเขียนโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลา 10 ไมโครวินาที จะต้องมีการกำหนดคำสั่งอย่างไร ก. Microseconds(10); * ข. delayMicroseconds(10); ค. DelayMicroseconds(10); ง. delayMicroseconds(10.00);				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
9. นักเรียนสามารถอธิบายและประยุกต์ใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง (K)	43. การเรียงขาคอนเน็คเตอร์ของเซอร์โวมอเตอร์ ข้อใดถูกต้องที่สุด ก. สายสัญญาณ - สายกราวด์ - สายไฟ ข. สายกราวด์ - สายสัญญาณ - สายไฟ * ค. สายสัญญาณ - สายไฟ - สายกราวด์ ง. สายไฟ - สายกราวด์ - สายสัญญาณ				
10. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ตามที่กำหนดได้ถูกต้อง (P)	44. การเขียนโปรแกรมกำหนดขาเชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งานจะต้องมีการกำหนดคำสั่งอย่างไร ก. .write(val); ข. attach(pin); * ค. myservo.attach(8); ง. myservo.write(angle);				
1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบการนำเสนองานได้ (K)	45. การนำเสนอรูปแบบใดที่สามารถนำเสนอได้ในรูปแบบของตัวหนังสือ เสียง ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ก. แผ่นสไลด์ ข. หนังสือพิมพ์ ค. เอกสารสิ่งพิมพ์ * ง. เว็บไซต์และมัลติมีเดีย				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบการนำเสนองานได้ (K)	46 กราฟเหมาะกับการนำเสนอข้อมูลประเภทใด ก. เสียง * ข. ตัวเลข ค. รูปภาพ ง. ตัวอักษร				
2. นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบการทำงานของซอฟต์แวร์สำหรับนำเสนองานได้ (K)	47. ตัวเลือกใดคือลักษณะของซอฟต์แวร์กราฟิกและมัลติมีเดีย ก. โครงงานทดลองทฤษฎี ข. สามารถสร้างงานนำเสนอในรูปแบบต่างๆ * ค. ช่วยให้การสร้างงานนำเสนอมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ง. เครื่องมือในการตกแต่งภาพและสร้างภาพเคลื่อนไหว				
3. นักเรียนสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมกับการนำเสนองานได้อย่างถูกต้อง (K)	48. ซอฟต์แวร์ในข้อใดคือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการนำเสนองาน ก. Microsoft Office Word ข. Microsoft Office Excel ค. Microsoft Office Access * ง. Microsoft Office PowerPoint				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับความ คิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
3. นักเรียนสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมกับการนำเสนองานได้อย่างถูกต้อง (K)	49. การแนะนำอัตชีวประวัติของบุคคลควรใช้โปรแกรมใดในการนำเสนอ ก. Flip Album * ข. ProShow Gold ค. Adobe Photoshop ง. Microsoft Power Point				
4. นักเรียนสามารถออกแบบการนำเสนองานได้ (P)	50. ตัวเลือกใด <u>ไม่ถูกต้อง</u> ในการนำเสนองาน * ก. ผู้นำเสนอแต่งกายแบบใดก็ได้ ข. ใช้น้ำเสียงที่ชัดเจนในการนำเสนองาน ค. ผู้นำเสนองานต้องมีความรู้และเตรียมตัวล่วงหน้า ง. เนื้อหาที่เลือกใช้ต้องเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ฟัง				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....



**แบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับจุดประสงค์การเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้  
โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและ  
การสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามรายการประเมินต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาในแบบทดสอบสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้					
2. เนื้อหาในแบบทดสอบครอบคลุมตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้					
3. แบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหารายวิชา (ความตรงเชิงเนื้อหา)					
4. หลักเกณฑ์การคิดคะแนนมีสัดส่วนชัดเจน เหมาะสม					
5. แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้					
6. แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด					
7. การใช้ภาษาในการตั้งคำถาม ชัดเจน เหมาะสมและถูกต้อง					
8. แบบทดสอบสามารถนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้					

ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุงเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน/เดือน/ปี.....

ตารางที่ 35 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning)

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. เนื้อหาในแบบทดสอบสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
2. เนื้อหาในแบบทดสอบครอบคลุมตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
3. แบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหารายวิชา (ความตรงเชิงเนื้อหา)	4	5	4	5	4	4.40	มาก
4. หลักเกณฑ์การคิดคะแนนมีสัดส่วนชัดเจนเหมาะสม	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
5. แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6. แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
7. การใช้ภาษาในการตั้งคำถาม ชัดเจนเหมาะสมและถูกต้อง	4	5	4	5	4	4.40	มาก
8. แบบทดสอบสามารถนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
<b>สรุปผล</b>						<b>4.60</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตารางที่ 36 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	$IOC = \frac{\sum R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
* 1	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 2	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80
* 3	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 4	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 5	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 6	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 7	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 8	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 9	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80
* 10	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 11	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 12	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 13	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 14	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 15	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
* 16	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 17	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80
* 18	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 19	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 20	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 21	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 22	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 23	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 24	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 25	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 26	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 27	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 28	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 29	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 30	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 31	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80
* 32	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 33	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
* 34	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80
* 35	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 36	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 37	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 38	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
* 39	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 40	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 41	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 42	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 43	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80
* 44	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 45	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 46	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 47	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
* 48	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
* 49	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80
* 50	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80

หมายเหตุ \* ข้อที่เป็นเครื่องมือในการศึกษา ซึ่งมีความสอดคล้องทุกข้อ

ตารางที่ 37 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ/ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
9	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
10	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
11	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
12	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
13	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
14	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
15	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
16	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
17	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
18	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
19	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
20	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
23	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
24	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
25	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0





ตารางที่ 37 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
6	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
8	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
10	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
11	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
12	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
13	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
14	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
15	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
16	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
17	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
18	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
19	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
20	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
21	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
22	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
23	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
24	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
26	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
27	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
28	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
29	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
30	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
รวม	16	20	18	18	17	19	18	18	18	18	15	18
Ru	9	13	12	12	11	12	10	11	12	11	11	12
RI	7	7	6	6	6	7	8	7	6	7	4	6
(p)	0.53	0.67	0.60	0.60	0.57	0.63	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.60
(r)	0.13	0.40	0.40	0.40	0.33	0.33	0.13	0.27	0.40	0.27	0.47	0.40
สรุป	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1
3	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
5	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
6	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
9	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
10	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
11	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
12	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
13	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
14	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
15	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
16	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
17	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0
18	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
19	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
20	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
21	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
22	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
23	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
24	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
25	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
26	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
27	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
28	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
29	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
30	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
รวม	18	15	17	20	17	18	19	20	18	24	15	18
Ru	10	11	11	12	11	10	12	13	11	13	10	11
RI	8	4	6	8	6	8	7	7	7	11	5	7
(p)	0.60	0.50	0.57	0.67	0.57	0.60	0.63	0.67	0.60	0.80	0.50	0.60
(r)	0.13	0.47	0.33	0.27	0.33	0.13	0.33	0.40	0.27	0.13	0.33	0.27
สรุป	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
3	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
5	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
7	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
10	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
11	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
12	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
13	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
14	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
15	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
16	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
17	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
18	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
19	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
20	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
21	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
22	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
23	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
24	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
25	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
26	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
27	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
28	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
29	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
30	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1
รวม	20	20	20	18	17	17	18	16	20	18	20	20
Ru	13	12	10	11	11	11	12	10	11	11	13	12
RI	7	8	10	7	6	6	6	6	9	7	7	8
(p)	0.67	0.67	0.67	0.60	0.57	0.57	0.60	0.53	0.67	0.60	0.67	0.67
(r)	0.40	0.27	0.00	0.27	0.33	0.33	0.40	0.27	0.13	0.27	0.40	0.27
สรุป	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ข้อ/ คนที่	49	50	X
1	1	1	47
2	1	0	40
3	1	1	40
4	1	1	43
5	0	1	35
6	1	0	41
7	0	1	38
8	0	1	37
9	1	1	38
10	1	0	37
11	1	1	33
12	0	1	36
13	1	1	35
14	1	1	35
15	0	1	30
16	1	1	31
17	1	0	29
18	0	1	25
19	0	0	25
20	0	0	22
21	1	0	20
22	0	1	23
23	1	1	23
24	0	1	25
25	1	1	20

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ข้อ/ คนที่	49	50	X
26	1	1	24
27	1	0	21
28	0	1	19
29	1	0	19
30	0	0	23
รวม	18	20	914
Ru	10	12	
RI	8	8	
(p)	0.60	0.67	
(r)	0.13	0.27	
สรุป	ใช้ ไม่ได้	ใช้ได้	



ตารางที่ 38 สรุปความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	p	r	แปลผล	ข้อที่	p	r	แปลผล
1	* 0.67	0.40	ใช้ได้	26	* 0.50	0.47	ใช้ได้
2	* 0.60	0.27	ใช้ได้	27	* 0.57	0.33	ใช้ได้
3	* 0.63	0.33	ใช้ได้	28	* 0.67	0.27	ใช้ได้
4	0.47	0.13	ใช้ไม่ได้	29	* 0.57	0.33	ใช้ได้
5	* 0.60	0.27	ใช้ได้	30	0.60	0.13	ใช้ไม่ได้
6	0.57	0.07	ใช้ไม่ได้	31	* 0.63	0.33	ใช้ได้
7	* 0.67	0.27	ใช้ได้	32	* 0.67	0.40	ใช้ได้
8	* 0.63	0.47	ใช้ได้	33	* 0.60	0.27	ใช้ได้
9	* 0.67	0.27	ใช้ได้	34	0.80	0.13	ใช้ไม่ได้
10	* 0.60	0.27	ใช้ได้	35	* 0.50	0.33	ใช้ได้
11	* 0.63	0.33	ใช้ได้	36	* 0.60	0.27	ใช้ได้
12	* 0.60	0.27	ใช้ได้	37	* 0.67	0.40	ใช้ได้
13	0.53	0.13	ใช้ไม่ได้	38	* 0.67	0.27	ใช้ได้
14	* 0.67	0.40	ใช้ได้	39	0.67	0.00	ใช้ไม่ได้
15	* 0.60	0.40	ใช้ได้	40	* 0.60	0.27	ใช้ได้
16	* 0.60	0.40	ใช้ได้	41	* 0.57	0.33	ใช้ได้
17	* 0.57	0.33	ใช้ได้	42	* 0.57	0.33	ใช้ได้
18	* 0.63	0.33	ใช้ได้	43	* 0.60	0.40	ใช้ได้
19	0.60	0.13	ใช้ไม่ได้	44	* 0.53	0.27	ใช้ได้
20	* 0.60	0.27	ใช้ได้	45	0.67	0.13	ใช้ไม่ได้
21	* 0.60	0.40	ใช้ได้	46	* 0.60	0.27	ใช้ได้
22	* 0.60	0.27	ใช้ได้	47	* 0.67	0.40	ใช้ได้
23	* 0.50	0.47	ใช้ได้	48	* 0.67	0.27	ใช้ได้
24	* 0.60	0.40	ใช้ได้	49	0.60	0.13	ใช้ไม่ได้
25	0.60	0.13	ใช้ไม่ได้	50	* 0.67	0.27	ใช้ได้

- หมายเหตุ
1. \* เป็นข้อที่นำไปใช้หาความเชื่อมั่นแต่เลือกเพียง 40 ข้อ
  2. ข้อที่นำไปใช้มีค่าความยาก (p) เท่ากับ .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ .20 - 1.0

ตารางที่ 39 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ/ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
2	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0
9	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
10	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
11	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
12	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
13	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
15	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
16	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
17	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
18	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
19	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
20	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
22	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
23	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
24	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
25	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
27	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
28	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
30	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
รวม	20	18	19	18	20	19	20	18	19	18	20	18
p	0.67	0.60	0.63	0.60	0.67	0.63	0.67	0.60	0.63	0.60	0.67	0.60
q	0.33	0.40	0.37	0.40	0.33	0.37	0.33	0.40	0.37	0.40	0.33	0.40
pq	0.22	0.24	0.23	0.24	0.22	0.23	0.22	0.24	0.23	0.24	0.22	0.24

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ข้อ/ คนที่	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
9	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
10	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
11	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
13	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
14	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
15	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
16	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
17	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
18	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
19	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1
20	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
21	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
22	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
23	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
24	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
25	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ข้อ/ คนที่	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
26	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
27	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
28	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
29	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
30	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
รวม	18	17	19	18	18	18	15	18	15	17	20	17
p	0.60	0.57	0.63	0.60	0.60	0.60	0.50	0.60	0.50	0.57	0.67	0.57
q	0.40	0.43	0.37	0.40	0.40	0.40	0.50	0.40	0.50	0.43	0.33	0.43
pq	0.24	0.25	0.23	0.24	0.24	0.24	0.25	0.24	0.25	0.25	0.22	0.25

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
5	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
7	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
9	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
10	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
11	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
12	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
14	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
15	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1
16	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
17	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
18	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
19	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
20	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
21	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
22	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
23	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
24	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
25	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ชื่อ/ คนที่	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
26	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
27	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
28	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
29	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
30	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
รวม	19	20	18	15	18	20	20	18	17	17	18	16
p	0.63	0.67	0.60	0.50	0.60	0.67	0.67	0.60	0.57	0.57	0.60	0.53
q	0.37	0.33	0.40	0.50	0.40	0.33	0.33	0.40	0.43	0.43	0.40	0.47
pq	0.23	0.22	0.24	0.25	0.24	0.22	0.22	0.24	0.25	0.25	0.24	0.25

ตารางที่ 39 (ต่อ)

ข้อ/ คนที่	37	38	39	40	X	X <sup>2</sup>	(X - $\bar{X}$ )	(X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>
1	1	1	1	1	37	1369	12.63	159.60
2	1	1	1	0	34	1156	9.63	92.80
3	1	0	1	1	32	1024	7.63	58.27
4	1	1	1	1	36	1296	11.63	135.33
5	1	1	1	1	31	961	6.63	44.00
6	0	1	1	0	33	1089	8.63	74.53
7	1	1	0	1	33	1089	8.63	74.53
8	1	1	1	1	31	961	6.63	44.00
9	0	1	1	1	29	841	4.63	21.47
10	1	1	1	0	30	900	5.63	31.73
11	0	1	0	1	29	841	4.63	21.47
12	1	1	1	1	28	784	3.63	13.20
13	0	0	1	1	29	841	4.63	21.47
14	1	1	0	1	26	676	1.63	2.67
15	1	1	1	1	27	729	2.63	6.93
16	0	1	1	1	24	576	-0.37	0.13
17	1	0	1	0	23	529	-1.37	1.87
18	1	1	0	1	20	400	-4.37	19.07
19	0	1	1	0	19	361	-5.37	28.80
20	0	0	1	0	15	225	-9.37	87.73
21	0	1	0	0	16	256	-8.37	70.00
22	0	0	1	1	18	324	-6.37	40.53
23	1	1	0	1	19	361	-5.37	28.80
24	0	0	0	1	19	361	-5.37	28.80
25	0	0	1	1	16	256	-8.37	70.00



ตารางที่ 39 (ต่อ)

ข้อ/ คนที่	37	38	39	40	X	X <sup>2</sup>	(x - $\bar{x}$ )	(x - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
26	0	1	1	1	20	400	-4.37	19.07
27	1	0	0	0	15	225	-9.37	87.73
28	1	1	0	1	13	169	-11.37	129.20
29	1	0	0	0	13	169	-11.37	129.20
30	1	0	1	0	16	256	-8.37	70.00
รวม	18	20	20	20	731	19,425		1612.97
p	0.60	0.67	0.67	0.67	24.37			
q	0.40	0.33	0.33	0.33	15.63			
pq	0.24	0.22	0.22	0.22	9.43			

การหาความแปรปรวน (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 128)

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

$$\text{แทนค่าได้} \quad S^2 = \frac{1,612.97}{29}$$

$$= 55.62$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR21

$$r_{tt} = \frac{ks^2 - \bar{x}(k-\bar{x})}{S^2(k-1)}$$

$$k = 40$$

$$S^2 = 55.62$$


$$\bar{X} = 24.37$$

$$\text{แทนค่าได้} \quad r_{tt} = \frac{40(55.62) - 24.37(40 - 24.37)}{55.62(40 - 1)}$$

$$\text{ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ} = 0.85$$

<b>แบบทดสอบวัดผลก่อนเรียน</b> <b>รายวิชา เทคโนโลยี 5 (ง 23102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3</b> <b>กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี</b>	
<b>คำชี้แจง</b> 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ (40 คะแนน) ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 2. ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว	
1. ตัวเลือกใดเป็นความสำคัญของการทำ โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศ ก. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเทคโนโลยี ข. เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถ ค. เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ง. เป็นการใช้อุปกรณ์ทางเทคโนโลยี และอุปกรณ์อื่นๆ ในการศึกษา ทดลองแก้ปัญหา 2. โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นกิจกรรม ทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกฝนการใช้อะไร ก. โครงการสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ข. การทดลองเพื่อการสร้างชิ้นงาน ค. การใช้คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์และ ฮาร์ดแวร์สร้างชิ้นงาน ง. ทักษะความสามารถในการคำนวณและ การคิดค้นประดิษฐ์ชิ้นงาน 3. การเขียนเค้าโครงของโครงการซึ่งเป็นการวาง รูปแบบโครงการไว้ล่วงหน้าจัดอยู่ในขั้นตอนใด ก. การลงมือทำโครงการ ข. การวางแผนในการทำโครงการ ค. การเขียนรายงานและแสดงผลงาน ง. การเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา	4. มานีขอพบครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อขอ คำแนะนำการทำโครงการพัฒนาโปรแกรม สอนเรื่องระบบสุริยะอยู่ในขั้นตอนใดของการ ทำโครงการ ก. ขั้นการลงมือทำโครงการ ข. ขั้นการจัดทำข้อเสนอโครงการ ค. ขั้นการคัดเลือกหัวข้อโครงการ ง. ขั้นการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และแหล่งข้อมูล 5. โครงสร้างส่วนใดของระบบคอมพิวเตอร์ที่ ถือว่าสำคัญที่สุดเพราะถือว่าเป็นหัวใจ ในการทำงานของคอมพิวเตอร์ ก. หน่วยประมวลผลกลาง ข. หน่วยความจำชั่วคราว ค. อุปกรณ์การทำงานของคอมพิวเตอร์ ง. หน่วยรับข้อมูลและหน่วยนำข้อมูลออก 6. “โครงการแนวคิดลดการใช้ถุงพลาสติกใน โรงเรียน” จัดเป็นโครงการประเภทใด ก. โครงการรวบรวมข้อมูล ข. โครงการการประดิษฐ์คิดค้น ค. โครงการการค้นคว้าและทดลอง ง. โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ทฤษฎี หลักการและแนวคิดใหม่

<p>7. อุปกรณ์ตัวเลือกใดจัดเป็นส่วนแสดงผลข้อมูล (Output) ของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด</p> <p>ก. แป้นพิมพ์ เมาส์</p> <p>ข. จอภาพ ลำโพง</p> <p>ค. ซีพียู ไมโครโฟน</p> <p>ง. ลำโพง เครื่องพิมพ์</p> <p>8. ตัวเลือกใดเป็นความแตกต่างกันของบอร์ด Arduino ในแต่ละรุ่น</p> <p>ก. ราคา</p> <p>ข. รูปร่าง</p> <p>ค. ความต้องการใช้งาน</p> <p>ง. ประสิทธิภาพของ MCU</p> <p>9. ขาพอร์ตใดของ Arduino UNO ใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม</p> <p>ก. ขาพอร์ต Digital Pin0 และ Digital Pin1</p> <p>ข. ขาพอร์ต Digital Pin3 และ Digital Pin13</p> <p>ค. ขาพอร์ต Analog Pin0 และ Analog Pin1</p> <p>ง. ขาพอร์ต Analog Pin4 และ Analog Pin5</p> <p>10. โครงสร้างภาษา C ในส่วนของ void setup( ) ทำหน้าที่ใด</p> <p>ก. เป็นส่วนทำงานของโปรแกรม</p> <p>ข. เป็นส่วนที่เก็บคำสั่งที่ทำงานต่อเนื่อง</p> <p>ค. เป็นส่วนที่ระบุวิธีการใช้งานโปรแกรม</p> <p>ง. เป็นส่วนกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงาน</p> <p>11. <math>9 * 3 - 20 / 5 + 6 = ?</math> คำตอบคือข้อใด</p> <p>ก. 19</p> <p>ข. 29</p> <p>ค. 35</p> <p>ง. 40</p>	<p>12. การเขียนผังงานแบบ SEQUENCE คือการเขียนผังงานแบบใด</p> <p>ก. เขียนผังงานแบบให้มีทางเลือก</p> <p>ข. เขียนผังงานให้กลับมาทำงานซ้ำ</p> <p>ค. เขียนผังงานให้การทำงานเป็นลำดับ</p> <p>ง. เขียนผังงานให้ผสมผสานกันทุกแบบ</p> <p>13. ตัวเลือกใดเป็นคำสั่งการดำเนินการแบบทางเลือกเดียว</p> <p>ก. คำสั่ง if</p> <p>ข. คำสั่ง if-else</p> <p>ค. คำสั่ง switch...case</p> <p>ง. คำสั่ง if-else if-else</p> <p>14. คำสั่งดำเนินการแบบวนซ้ำคำสั่งใดจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนทำตามคำสั่งในเครื่องหมายปีกกาที่หลัง</p> <p>ก. คำสั่ง if()</p> <p>ข. คำสั่ง while()</p> <p>ค. คำสั่ง do_while()</p> <p>ง. คำสั่ง while_do()</p> <p>15. for(int i=5;i&lt;10;i++) จากโปรแกรมที่กำหนดให้ โปรแกรมจะวนรอบการทำงานเป็นจำนวนกี่รอบ</p> <p>ก. 5</p> <p>ข. 6</p> <p>ค. 7</p> <p>ง. 8</p>
---	---

16. ตัวเลือกใดเป็นการทำงานของแถบเครื่องมือ 
- ก. การโปรแกรมคำสั่ง (Upload)
  - ข. การจัดเก็บไฟล์สเก็ทซ์ (Save)
  - ค. การสร้างไฟล์สเก็ทซ์ใหม่ (New)
  - ง. การตรวจสอบคำสั่งโปรแกรม (Verify)
17. คำสั่งใดมีค่าสถานะเท่ากับ 1
- ก. HIGH
  - ข. LOW
  - ค. digitalWrite
  - ง. analogWrite
18. ตัวเลือกใดใช้คำสั่งกำหนดหน้าที่ขาพอร์ตที่ 2 เป็นขาเอาต์พุตเพื่อให้หลอด LED ติดสว่างได้ถูกต้อง
- ก. pinMode(INPUT,2);
  - ข. pinMode(2,INPUT);
  - ค. pinMode(2,OUTPUT);
  - ง. pinMode(OUTPUT,2);
19. การเขียนโปรแกรมควบคุมหลอด LED หากต้องการกำหนดขาสัญญาณให้ LED เป็นเอาต์พุตจะต้องใช้คำสั่งใด
- ก. delay();
  - ข. pinMode();
  - ค. digitalWrite();
  - ง. digitalRead();
20. ตัวเลือกใดกล่าวถึง LDR ได้ถูกต้อง
- ก. LDR มี 2 ขา สามารถต่อสลับขาได้
  - ข. LDR เป็นตัวต้านทานที่ปรับค่าไม่ได้
  - ค. LDR ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์อินพุต
  - ง. ค่าของ LDR ที่อ่านได้จะอยู่ในช่วง 0-1024
21. หากต้องการกำหนดให้ LDR เป็นอินพุตสำหรับอ่านค่าความเข้มของแสงสว่างที่ขา A1 เพื่อนำไปใช้จะต้องกำหนดอย่างไร
- ก. pinMode(1,INPUT);
  - ข. pinMode(A1,INPUT);
  - ค. pinMode(A1,INPUT);
  - ง. pinMode(1,OUTPUT);
22. PIR Sensor ทำงานอ่านค่าจากสัญญาณใด
- ก. Radio
  - ข. Digital
  - ค. Analog
  - ง. Microwave
23. ตัวเลือกใดเป็นการกำหนดหน้าที่ของขาพอร์ตที่ 3 สำหรับให้ PIR Sensor ทำงาน
- ก. pinMode(INPUT,3);
  - ข. pinMode(3,INPUT);
  - ค. pinMode(OUTPUT,3);
  - ง. pinMode(3,OUTPUT);
24. หากนำเซ็นเซอร์ไปตรวจวัดความชื้นในดิน ปรากฏค่าเอาต์พุตที่ได้มีค่าต่ำหมายความว่าอย่างไร
- ก. ดินมีความชื้นมาก
  - ข. ดินมีความชื้นน้อย
  - ค. ยังหาข้อสรุปไม่ได้
  - ง. ดินมีความชื้นปานกลาง

25. ตัวเลือกใดเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นภายในดินไปเก็บไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า val
- ก. `int val = analogRead(A0);`
  - ข. `int val = AnalogRead(A0);`
  - ค. `int val = AnalogWrite(A0);`
  - ง. `int val = analogWrite(A0);`
26. หากต้องการใช้โมดูล DHT22 อ่านค่าอุณหภูมิจะต้องใช้คำสั่งใดในการอ่านค่าอุณหภูมิ
- ก. `Serial.print();`
  - ข. `Serial.begin();`
  - ค. `dht.getHumidity();`
  - ง. `dht.getTemperature();`
27. ไบบรารีสำหรับใช้กับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ DHT22 มีชื่ออย่างไร
- ก. `Dht.h`
  - ข. `DHT.h`
  - ค. `dht22.h`
  - ง. `DHT22.h`
28. ตัวเลือกใดคือหน้าที่ของ Motor Driver ที่ถูกต้องมากที่สุด
- ก. ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
  - ข. ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์
  - ค. ควบคุมการจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์
  - ง. ควบคุมการขับโวลตกระแสดสูงให้กับมอเตอร์
29. เมื่อโมดูลสวิตช์ถูกกดหรือชนกับสิ่งที่กดขวางสัญญาณลอจิกที่เอาต์พุตจะเป็นเช่นไร
- ก. Read
  - ข. Write
  - ค. LOW หรือลอจิก 0
  - ง. HIGH หรือลอจิก 1
30. `digitalWrite(IN1, LOW);`  
`digitalWrite(IN2, LOW);`  
`delay(1000);`  
จากคำสั่งที่กำหนดให้เป็นผลทำให้มอเตอร์เกิดการทำงานเช่นไร
- ก. มอเตอร์หมุน
  - ข. มอเตอร์หยุดหมุน
  - ค. มอเตอร์หมุนเป็นเวลา 1 วินาที
  - ง. มอเตอร์หยุดหมุนเป็นเวลา 1 วินาที
31. การเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดตัวแปรสำหรับรับค่าจากโมดูลสวิตช์ ข้อใดเป็นการกำหนดชนิดของตัวแปรได้ถูกต้อง
- ก. `int buttonState = 0;`
  - ข. `char buttonState = 0;`
  - ค. `float buttonState = 0;`
  - ง. `double buttonState = 0;`
32. โมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรดจะให้ค่าผลลัพธ์เท่าไร
- ก. ระหว่าง 0-1024
  - ข. ระหว่าง 0-1023
  - ค. ระหว่าง 1-1024
  - ง. ระหว่าง 1-1023

<p>33. การเขียนโปรแกรมกำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับโมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด ควรใช้คำสั่งใดเหมาะสมมากที่สุด</p> <p>ก. คำสั่ง switch...case</p> <p>ข. คำสั่ง if แบบทางเลือกเดียว</p> <p>ค. คำสั่ง if-else (สองทางเลือก)</p> <p>ง. คำสั่ง if-else if-else แบบหลายทางเลือก</p> <p>34. ขาใดของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่จะต้องกำหนดโหมดการทำงานของขาพอร์ตที่สถานะ INPUT</p> <p>ก. ขา echo</p> <p>ข. ขา Trig</p> <p>ค. ขา VCC</p> <p>ง. ขา GND</p> <p>35. การเขียนโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลา 10 ไมโครวินาที จะต้องมีการกำหนดคำสั่งอย่างไร</p> <p>ก. Microseconds(10);</p> <p>ข. delayMicroseconds(10);</p> <p>ค. DelayMicroseconds(10);</p> <p>ง. delayMicroseconds(10.00);</p> <p>36. การเรียงขาคอนเน็คเตอร์ของเซอร์โวมอเตอร์ ข้อใดถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. สายสัญญาณ - สายกราวด์ - สายไฟ</p> <p>ข. สายกราวด์ - สายสัญญาณ - สายไฟ</p> <p>ค. สายสัญญาณ - สายไฟ - สายกราวด์</p> <p>ง. สายไฟ - สายกราวด์ - สายสัญญาณ</p>	<p>37. การเขียนโปรแกรมกำหนดขาเชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งานจะต้องมีการกำหนดคำสั่งอย่างไร</p> <p>ก. .write(val);</p> <p>ข. attach(pin);</p> <p>ค. myservo.attach(8);</p> <p>ง. myservo.write(angle);</p> <p>38. กราฟเหมาะกับการนำเสนอข้อมูลประเภทใด</p> <p>ก. เสียง</p> <p>ข. ตัวเลข</p> <p>ค. รูปภาพ</p> <p>ง. ตัวอักษร</p> <p>39. ตัวเลือกใดคือลักษณะของซอฟต์แวร์กราฟิกและมัลติมีเดีย</p> <p>ก. โครงงานทดลองทฤษฎี</p> <p>ข. สามารถสร้างงานนำเสนอในรูปแบบต่างๆ</p> <p>ค. ช่วยให้การสร้างงานนำเสนอมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น</p> <p>ง. เครื่องมือในการตกแต่งภาพและสร้างภาพเคลื่อนไหว</p> <p>40. ซอฟต์แวร์ในข้อใดคือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการนำเสนองาน</p> <p>ก. Microsoft Office Word</p> <p>ข. Microsoft Office Excel</p> <p>ค. Microsoft Office Access</p> <p>ง. Microsoft Office PowerPoint</p>
---	---


**เฉลยแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียน**

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	21	ค
2	ค	22	ข
3	ข	23	ข
4	ง	24	ก
5	ก	25	ก
6	ง	26	ง
7	ข	27	ข
8	ง	28	ง
9	ก	29	ค
10	ง	30	ง
11	ข	31	ก
12	ค	32	ข
13	ก	33	ง
14	ข	34	ก
15	ก	35	ข
16	ง	36	ค
17	ก	37	ค
18	ค	38	ข
19	ข	39	ค
20	ค	40	ง



<b>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน</b> <b>รายวิชา เทคโนโลยี 5 (ง 23102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3</b> <b>กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี</b>	
<b>คำชี้แจง</b> 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ (40 คะแนน) ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 2. ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับหน้าคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว	
1. โครงการงานเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนการในการใช้อะไร ก. โครงการงานสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ข. การทดลองเพื่อการสร้างชิ้นงาน ค. การใช้คอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์สร้างชิ้นงาน ง. ทักษะความสามารถในการคำนวณและการคิดค้นประดิษฐ์ชิ้นงาน 2. การเขียนเค้าโครงของโครงการซึ่งเป็นการวางรูปแบบโครงการไว้ล่วงหน้าจัดอยู่ในขั้นตอนใด ก. การลงมือทำโครงการ ข. การวางแผนในการทำโครงการ ค. การเขียนรายงานและแสดงผลงาน ง. การเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา 3. ตัวเลือกใดเป็นความสำคัญของการทำโครงการงานเทคโนโลยีสารสนเทศ ก. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเทคโนโลยี ข. เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถ ค. เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ง. เป็นการใช้อุปกรณ์ทางเทคโนโลยีและอุปกรณ์อื่นๆ ในการศึกษาทดลองแก้ปัญหา	4. โครงสร้างส่วนใดของระบบคอมพิวเตอร์ที่ถือว่าสำคัญที่สุดเพราะถือว่าเป็นหัวใจในการทำงานของคอมพิวเตอร์ ก. หน่วยประมวลผลกลาง ข. หน่วยความจำชั่วคราว ค. อุปกรณ์การทำงานของคอมพิวเตอร์ ง. หน่วยรับข้อมูลและหน่วยนำข้อมูลออก 5. “โครงการแนวคิดลดการใช้ถุงพลาสติกในโรงเรียน” จัดเป็นโครงการประเภทใด ก. โครงการรวบรวมข้อมูล ข. โครงการการประดิษฐ์คิดค้น ค. โครงการการค้นคว้าและทดลอง ง. โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ทฤษฎีหลักการและแนวคิดใหม่ 6. มานีขอพบครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อขอคำแนะนำการทำโครงการพัฒนาโปรแกรมสอนเรื่องระบบสุริยะอยู่ในขั้นตอนใดของการทำโครงการ ก. ขั้นการลงมือทำโครงการ ข. ขั้นการจัดทำข้อเสนอโครงการ ค. ขั้นการคัดเลือกหัวข้อโครงการ ง. ขั้นการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและแหล่งข้อมูล

- |   |   |
|---|---|
| <p>7. ตัวเลือกใดเป็นความแตกต่างกันของบอร์ด Arduino ในแต่ละรุ่น</p> <p>ก. ราคา</p> <p>ข. รูปร่าง</p> <p>ค. ความต้องการใช้งาน</p> <p>ง. ประสิทธิภาพของ MCU</p> <p>8. อุปกรณ์ตัวเลือกใดจัดเป็นส่วนแสดงผลข้อมูล (Output) ของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด</p> <p>ก. แป้นพิมพ์ เมาส์</p> <p>ข. จอภาพ ลำโพง</p> <p>ค. ซีพียู ไมโครโฟน</p> <p>ง. ลำโพง เครื่องพิมพ์</p> <p>9. <math>9 * 3 - 20 / 5 + 6 = ?</math> คำตอบคือข้อใด</p> <p>ก. 19</p> <p>ข. 29</p> <p>ค. 35</p> <p>ง. 40</p> <p>10. ตัวเลือกใดเป็นคำสั่งการดำเนินการแบบ ทางเลือกเดียว</p> <p>ก. คำสั่ง if</p> <p>ข. คำสั่ง if-else</p> <p>ค. คำสั่ง switch...case</p> <p>ง. คำสั่ง if-else if-else</p> <p>11. โครงสร้างภาษา C ในส่วนของ void setup( ) ทำหน้าที่ใด</p> <p>ก. เป็นส่วนทำงานของโปรแกรม</p> <p>ข. เป็นส่วนที่เก็บคำสั่งที่ทำงานต่อเนื่อง</p> <p>ค. เป็นส่วนที่ระบุวิธีการใช้งานโปรแกรม</p> <p>ง. เป็นส่วนกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงาน</p> | <p>12. การเขียนผังงานแบบ SEQUENCE คือการเขียนผังงานแบบใด</p> <p>ก. เขียนผังงานแบบให้มีทางเลือก</p> <p>ข. เขียนผังงานให้กลับมาทำงานซ้ำ</p> <p>ค. เขียนผังงานให้การทำงานเป็นลำดับ</p> <p>ง. เขียนผังงานให้ผสมผสานกันทุกแบบ</p> <p>13. ขาพอร์ตใดของ Arduino UNO ใช้ในการ สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม</p> <p>ก. ขาพอร์ต Digital Pin0 และ Digital Pin1</p> <p>ข. ขาพอร์ต Digital Pin3 และ Digital Pin13</p> <p>ค. ขาพอร์ต Analog Pin0 และ Analog Pin1</p> <p>ง. ขาพอร์ต Analog Pin4 และ Analog Pin5</p> <p>14. for(int i=5;i&lt;10;i++) จากโปรแกรม ที่กำหนดให้ โปรแกรมจะวนรอบการทำงาน เป็นจำนวนกี่รอบ</p> <p>ก. 5</p> <p>ข. 6</p> <p>ค. 7</p> <p>ง. 8</p> <p>15. คำสั่งดำเนินการแบบวนซ้ำคำสั่งใดจะทำการ ตรวจสอบเงื่อนไขก่อนทำตามคำสั่งใน เครื่องหมายปีกกาที่หลัง</p> <p>ก. คำสั่ง if()</p> <p>ข. คำสั่ง while()</p> <p>ค. คำสั่ง do_while()</p> <p>ง. คำสั่ง while_do()</p> |
|---|---|

16. ตัวเลือกใดเป็นการทำงานของแถบเครื่องมือ 
- ก. การโปรแกรมคำสั่ง (Upload)
  - ข. การจัดเก็บไฟล์สเก็ทซ์ (Save)
  - ค. การสร้างไฟล์สเก็ทซ์ใหม่ (New)
  - ง. การตรวจสอบคำสั่งโปรแกรม (Verify)
17. PIR Sensor ทำงานอ่านค่าจากสัญญาณใด
- ก. Radio
  - ข. Digital
  - ค. Analog
  - ง. Microwave
18. การเขียนโปรแกรมควบคุมหลอด LED หากต้องการกำหนดขาสัญญาณให้ LED เป็นเอาต์พุตจะต้องใช้คำสั่งใด
- ก. delay();
  - ข. pinMode();
  - ค. digitalWrite();
  - ง. digitalRead();
19. ตัวเลือกใดใช้คำสั่งกำหนดหน้าที่ขาพอร์ตที่ 2 เป็นขาเอาต์พุตเพื่อให้หลอด LED ติดสว่างได้ถูกต้อง
- ก. pinMode(INPUT,2);
  - ข. pinMode(2,INPUT);
  - ค. pinMode(2,OUTPUT);
  - ง. pinMode(OUTPUT,2);
20. ตัวเลือกใดกล่าวถึง LDR ได้ถูกต้อง
- ก. LDR มี 2 ขา สามารถต่อสลับขาได้
  - ข. LDR เป็นตัวต้านทานที่ปรับค่าไม่ได้
  - ค. LDR ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์อินพุต
  - ง. ค่าของ LDR ที่อ่านได้จะอยู่ในช่วง 0-1024
21. หากนำเซ็นเซอร์ไปตรวจวัดความชื้นในดิน ปรากฏค่าเอาต์พุตที่ได้มีค่าต่ำหมายความว่าอย่างไร
- ก. ดินมีความชื้นมาก
  - ข. ดินมีความชื้นน้อย
  - ค. ยังหาข้อสรุปไม่ได้
  - ง. ดินมีความชื้นปานกลาง
22. หากต้องการกำหนดให้ LDR เป็นอินพุตสำหรับอ่านค่าความเข้มของแสงสว่างที่ขา A1 เพื่อนำไปใช้จะต้องกำหนดอย่างไร
- ก. pinMode(1,INPUT);
  - ข. pinMode(A1,INPUT);
  - ค. pinMode(A1,INPUT);
  - ง. pinMode(1,OUTPUT);
23. คำสั่งใดมีค่าสถานะเท่ากับ 1
- ก. HIGH
  - ข. LOW
  - ค. digitalWrite
  - ง. analogWrite
24. ตัวเลือกใดเป็นการกำหนดหน้าที่ของขาพอร์ตที่ 3 สำหรับให้ PIR Sensor ทำงาน
- ก. pinMode(INPUT,3);
  - ข. pinMode(3,INPUT);
  - ค. pinMode(OUTPUT,3);
  - ง. pinMode(3,OUTPUT);

<p>25. ไลบรารีสำหรับใช้กับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ DHT22 มีชื่ออย่างไร</p> <p>ก. Dht.h ข. DHT.h ค. dht22.h ง. DHT22.h</p> <p>26. ตัวเลือกใดเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นภายในดินไปเก็บไว้ในตัวแปรที่ชื่อว่า val</p> <p>ก. int val = analogRead(A0); ข. int val = AnalogRead(A0); ค. int val = AnalogWrite(A0); ง. int val = analogWrite(A0);</p> <p>27. ตัวเลือกใดคือหน้าที่ของ Motor Driver ที่ถูกต้องมากที่สุด</p> <p>ก. ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ข. ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ค. ควบคุมการจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์ ง. ควบคุมการขับโวลตกระแสสูงให้กับมอเตอร์</p> <p>28. การเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดตัวแปรสำหรับรับค่าจากโมดูลสวิตช์ ข้อใดเป็นการกำหนดชนิดของตัวแปรได้ถูกต้อง</p> <p>ก. int buttonState = 0; ข. char buttonState = 0; ค. float buttonState = 0; ง. double buttonState = 0;</p>	<p>29. เมื่อโมดูลสวิตช์ถูกกดหรือชนกับสิ่งที่เกิดขวางสัญญาณลอจิกที่เอาต์พุตจะเป็นเช่นไร</p> <p>ก. Read ข. Write ค. LOW หรือลอจิก 0 ง. HIGH หรือลอจิก 1</p> <p>30. digitalWrite(IN1, LOW); digitalWrite(IN2, LOW); delay(1000); จากคำสั่งที่กำหนดให้เป็นผลทำให้มอเตอร์เกิดการ ทำงานเช่นไร</p> <p>ก. มอเตอร์หมุน ข. มอเตอร์หยุดหมุน ค. มอเตอร์หมุนเป็นเวลา 1 วินาที ง. มอเตอร์หยุดหมุนเป็นเวลา 1 วินาที</p> <p>31. หากต้องการใช้โมดูล DHT22 อ่านค่าอุณหภูมิจะต้องใช้คำสั่งใดในการอ่านค่าอุณหภูมิ</p> <p>ก. Serial.print(); ข. Serial.begin(); ค. dht.getHumidity(); ง. dht.getTemperature();</p> <p>32. โมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรดจะให้ค่าผลลัพธ์เท่าไร</p> <p>ก. ระหว่าง 0-1024 ข. ระหว่าง 0-1023 ค. ระหว่าง 1-1024 ง. ระหว่าง 1-1023</p>
---	---

<p>33. การเขียนโปรแกรมกำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับโมดูลตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด ควรใช้คำสั่งใดเหมาะสมมากที่สุด</p> <p>ก. คำสั่ง switch...case</p> <p>ข. คำสั่ง if แบบทางเลือกเดียว</p> <p>ค. คำสั่ง if-else (สองทางเลือก)</p> <p>ง. คำสั่ง if-else if-else แบบหลายทางเลือก</p> <p>34. การเขียนโปรแกรมกำหนดขาเชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งานจะต้องมีการกำหนดคำสั่งอย่างไร</p> <p>ก. .write(val);</p> <p>ข. attach(pin);</p> <p>ค. myservo.attach(8);</p> <p>ง. myservo.write(angle);</p> <p>35. การเรียงขาคอนเน็คเตอร์ของเซอร์โวมอเตอร์ข้อใดถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. สายสัญญาณ - สายกราวด์ - สายไฟ</p> <p>ข. สายกราวด์ - สายสัญญาณ - สายไฟ</p> <p>ค. สายสัญญาณ - สายไฟ - สายกราวด์</p> <p>ง. สายไฟ - สายกราวด์ - สายสัญญาณ</p> <p>36. การเขียนโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลา 10 ไมโครวินาที จะต้องมีการกำหนดคำสั่งอย่างไร</p> <p>ก. Microseconds(10);</p> <p>ข. delayMicroseconds(10);</p> <p>ค. DelayMicroseconds(10);</p> <p>ง. delayMicroseconds(10.00);</p>	<p>37. ขาใดของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่จะต้องกำหนดโหมดการทำงานของขาพอร์ตที่สถานะ INPUT</p> <p>ก. ขา echo</p> <p>ข. ขา Trig</p> <p>ค. ขา VCC</p> <p>ง. ขา GND</p> <p>38. กราฟเหมาะกับการนำเสนอข้อมูลประเภทใด</p> <p>ก. เสียง</p> <p>ข. ตัวเลข</p> <p>ค. รูปภาพ</p> <p>ง. ตัวอักษร</p> <p>39. ซอฟต์แวร์ในข้อใดคือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการนำเสนองาน</p> <p>ก. Microsoft Office Word</p> <p>ข. Microsoft Office Excel</p> <p>ค. Microsoft Office Access</p> <p>ง. Microsoft Office PowerPoint</p> <p>40. ตัวเลือกใดคือลักษณะของซอฟต์แวร์กราฟิกและมัลติมีเดีย</p> <p>ก. โครงงานทดลองทฤษฎี</p> <p>ข. สามารถสร้างงานนำเสนอในรูปแบบต่างๆ</p> <p>ค. ช่วยให้การสร้างงานนำเสนอมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น</p> <p>ง. เครื่องมือในการตกแต่งภาพและสร้างภาพเคลื่อนไหว</p>
--	---

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	21	ก
2	ข	22	ค
3	ง	23	ก
4	ก	24	ข
5	ง	25	ข
6	ง	26	ก
7	ง	27	ง
8	ข	28	ก
9	ข	29	ค
10	ก	30	ง
11	ง	31	ง
12	ค	32	ข
13	ก	33	ง
14	ก	34	ค
15	ข	35	ค
16	ง	36	ข
17	ข	37	ก
18	ข	38	ข
19	ค	39	ง
20	ค	40	ค

## ภาคผนวก จ

### การหาคุณภาพของแบบประเมินชิ้นงาน

1. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน
2. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินชิ้นงาน
4. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินของแบบประเมินชิ้นงาน
5. เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน

**แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน**  
**จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์**  
**และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**  
**เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**  
**สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมินชิ้นงาน เพื่อวัดความสามารถในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามรายการประเมินต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับคุณภาพ” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- |   |         |                                   |
|---|---------|-----------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความสามารถอยู่ในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความสามารถอยู่ในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความสามารถอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การอธิบายการใช้คำสั่งพื้นฐาน					
2. การประยุกต์ใช้คำสั่งพื้นฐาน					
3. การออกแบบวงจร					
4. การแสดงผลและการเขียนโปรแกรมควบคุม					



## เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพของชิ้นงาน				
	5	4	3	2	1
อธิบายการใช้คำสั่งพื้นฐาน (K)	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งทุกบรรทัดและถูกต้องทั้งหมด	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งทุกบรรทัดแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งเพียงบางบรรทัดและไม่ถูกต้องทั้งหมด	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งเพียงบางบรรทัด	ไม่มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายบรรทัด
การประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐาน (K)	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้ทั้งหมด	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้เป็นส่วนมาก	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้เป็นส่วนน้อย	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้ น้อยมาก	ไม่มีการประยุกต์การใช้คำสั่งจากใบความรู้เลย
การออกแบบวงจร (P)	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้องครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อย สวยงามดีมาก	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้อง ครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อย สวยงามดี	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้อง ครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อย สวยงามปานกลาง	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้อง ครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อยสวยงามพอใช้	การเชื่อมต่อวงจรไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข ต้องปรับปรุง
การแสดงผลและเขียนโปรแกรมควบคุม (P)	ชิ้นงานแสดงผลได้ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรมีความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมตเข้าใจง่าย	ชิ้นงานแสดงผลได้ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรมีความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมตแต่เข้าใจยาก	ชิ้นงานแสดงผลได้ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรไม่มี ความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมตแต่เข้าใจยาก	ชิ้นงานแสดงผลได้เพียงบางส่วน โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรไม่มี ความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมตแต่เข้าใจยาก	ชิ้นงานแสดงผลไม่ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมไม่ถูกต้อง - ชื่อตัวแปรไม่มี ความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมไม่มีฟอร์แมต

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ :

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 - 20	ดีมาก	5 - 8	พอใช้
13 - 16	ดี	0 - 4	ปรับปรุง
9 - 12	ปานกลาง		

ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุงเพิ่มเติม

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน/เดือน/ปี.....

ตารางที่ 40 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสม  
ของแบบประเมินชิ้นงาน

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. การอธิบายการใช้คำสั่งพื้นฐาน	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
2. การประยุกต์ใช้คำสั่งพื้นฐาน	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. การออกแบบวงจร	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4. การแสดงผลและการเขียนโปรแกรมควบคุม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
<b>สรุปผล</b>						<b>4.70</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตารางที่ 41 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้อง  
ของแบบประเมินชิ้นงาน

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. การอธิบายการใช้คำสั่งพื้นฐาน	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
2. การประยุกต์ใช้คำสั่งพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
3. การออกแบบวงจร	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
4. การแสดงผลและการเขียน โปรแกรมควบคุม	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00



ตารางที่ 43 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ของแบบประเมินชิ้นงาน

นักเรียน คนที่	R <sub>1nk</sub>				R <sub>2nk</sub>				R <sub>1nk</sub> - R <sub>2nk</sub>			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	4	3	4	5	4	4	3	4	0	1	1	1
2	5	4	4	5	4	4	3	4	1	0	1	1
3	4	4	4	4	4	3	4	5	0	1	0	1
4	5	4	4	4	4	4	4	4	1	0	0	0
5	4	4	4	5	4	4	4	4	0	0	0	1
6	4	4	4	4	4	4	3	5	0	0	1	1
7	5	4	4	5	4	4	4	4	1	0	0	1
8	4	4	3	4	4	4	3	4	0	0	0	0
9	4	4	4	4	4	4	4	5	0	0	0	1
10	4	4	3	4	4	4	4	4	0	0	1	0
11	5	4	4	5	4	4	4	4	1	0	0	1
12	4	4	4	4	4	3	4	4	0	1	0	0
13	4	4	5	5	4	4	4	5	0	0	1	0
14	4	4	4	5	4	3	4	4	0	1	0	1
15	4	4	4	5	4	4	3	5	0	0	1	0
16	4	4	3	4	4	4	4	4	0	0	1	0
17	4	4	4	5	4	4	4	5	0	0	0	0
18	5	4	4	5	4	3	4	4	1	1	0	1
19	4	3	4	5	4	4	4	5	0	1	0	0
20	4	4	4	5	4	4	4	4	0	0	0	1
21	4	4	5	5	4	4	4	5	0	0	1	0
22	5	4	4	4	4	3	4	4	1	1	0	0
23	4	4	5	5	4	4	4	5	0	0	1	0
24	5	4	4	4	4	4	3	4	1	0	1	0
25	4	4	3	5	4	4	4	4	0	0	1	1
26	4	3	4	5	4	3	4	5	0	0	0	0
27	4	3	4	4	4	3	3	4	0	0	1	0
28	5	4	4	4	4	4	4	5	1	0	0	1
29	5	4	4	5	4	5	4	4	1	1	0	1
30	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0

$$\sum_{k=1}^4 \sum_{n=1}^{30} | R_{1nk} - R_{2nk} | = 43$$

หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index) (สุรชัย มีชาญ. 2547: 121) ของแบบประเมินชิ้นงาน

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N |R_{1nk} - R_{2nk}|}{KN (I-1)}$$

จะได้

$$RAI = 1 - \frac{43}{(4)(30) (4 - 1)}$$

$$= .88$$

### แบบประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. อธิบายการใช้คำสั่งพื้นฐาน (K)					
2. การประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐาน (K)					
3. การออกแบบวงจร (P)					
4. การแสดงผลและเขียนโปรแกรมควบคุม (P)					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)



### เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพของชิ้นงาน				
	5	4	3	2	1
อธิบายการใช้คำสั่งพื้นฐาน (K)	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งทุกบรรทัดและถูกต้องทั้งหมด	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งทุกบรรทัดแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งเพียงบางบรรทัดและไม่ถูกต้องทั้งหมด	มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายคำสั่งเพียงบางบรรทัด	ไม่มีการทำคอมเมนต์ (คำอธิบาย) ท้ายบรรทัด
การประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐาน (K)	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้ทั้งหมด	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้เป็นส่วนมาก	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้เป็นส่วนน้อย	มีการประยุกต์การใช้คำสั่งพื้นฐานนอกเหนือจากใบความรู้ น้อยมาก	ไม่มีการประยุกต์การใช้คำสั่งจากใบความรู้เลย
การออกแบบวงจร (P)	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้องครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อย สวยงามดีมาก	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้อง ครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อย สวยงามดี	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้อง ครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อย สวยงามปานกลาง	การเชื่อมต่อวงจรถูกต้อง ครบทุกเงื่อนไข เรียบร้อยสวยงามพอใช้	การเชื่อมต่อวงจรไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข ต้องปรับปรุง
การแสดงผลและเขียนโปรแกรมควบคุม (P)	ชิ้นงานแสดงผลได้ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรมีความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมทเข้าใจง่าย	ชิ้นงานแสดงผลได้ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรมีความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมทแต่เข้าใจยาก	ชิ้นงานแสดงผลได้ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรไม่มีความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมทแต่เข้าใจยาก	ชิ้นงานแสดงผลได้เพียงบางส่วน โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมถูกต้อง - ชื่อตัวแปรไม่มีความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมมีฟอร์แมทแต่เข้าใจยาก	ชิ้นงานแสดงผลไม่ถูกต้อง โดยมี - โครงสร้างโปรแกรมไม่ถูกต้อง - ชื่อตัวแปรไม่มีความสอดคล้อง - การเขียนโปรแกรมไม่มีฟอร์แมท

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ :

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 - 20	ดีมาก	5 - 8	พอใช้
13 - 16	ดี	0 - 4	ปรับปรุง
9 - 12	ปานกลาง		

## ภาคผนวก ฉ

### การหาคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจ

1. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ
2. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ
3. คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจ
4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ
5. แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

**แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ**  
**จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์**  
**และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**  
**เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**  
**สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามรายการประเมินต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>					
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ร่วมกัน					
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอผลงาน เป็นต้น					
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน					
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>					
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ					
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน					
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ ขออย่างมีความสุข					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้					
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบและรอบคอบ					
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น					
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง					
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วม ชั้นเรียน					

ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุงเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วัน/เดือน/ปี.....

ตารางที่ 44 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความเหมาะสม  
ของแบบประเมินความพึงพอใจ

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า เฉลี่ย	สรุปผล การ ประเมิน
	คน ที่ 1	คน ที่ 2	คน ที่ 3	คน ที่ 4	คน ที่ 5		
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>							
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้ร่วมกัน	4	5	4	4	5	4.40	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอ ผลงาน เป็นต้น	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและ การตัดสินใจของนักเรียน	4	5	5	4	4	4.40	มาก
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>							
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นใน การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่าง อิสระ	4	5	5	4	4	4.40	มาก
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้</b>							
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบ และรอบคอบ	5	4	4	4	5	4.40	มาก
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและ ชัดเจนขึ้น	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 44 (ต่อ)

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	สรุปผล การประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจ ด้วยตนเอง	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน	4	4	4	5	5	4.40	มาก
<b>สรุปผล</b>						<b>4.62</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตารางที่ 45 คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จากแบบประเมินความสอดคล้อง  
ของแบบประเมินความพึงพอใจ

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>							
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอผลงาน เป็นต้น	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>							
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนานเป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้</b>							
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบและรอบคอบ	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.80

ตารางที่ 45 (ต่อ)

รายการ	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น ฐานช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น ฐานช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความ เข้าใจด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น ฐานช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยน เรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00





ตารางที่ 46 (ต่อ)

ข้อ /คนที่	12	X	X2
1	5	50	2500
2	5	50	2500
3	4	45	2025
4	4	53	2809
5	5	49	2401
6	4	47	2209
7	4	46	2116
8	5	50	2500
9	4	48	2304
10	4	48	2304
11	5	46	2116
12	4	45	2025
13	5	52	2704
14	4	49	2401
15	4	52	2704
16	4	44	1936
17	4	48	2304

ตารางที่ 46 (ต่อ)

ชื่อ /คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5
19	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4
20	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5
21	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4
22	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4
23	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5
24	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4
25	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4
26	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5
27	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5
28	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5
29	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5
30	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4
$\sum x_i$	123	127	122	128	130	128	115	124	128	130	125
$\sum x_i^2$	515	547	504	552	570	552	451	522	552	572	531
$s_i^2$	0.37	0.32	0.27	0.20	0.23	0.20	0.35	0.33	0.20	0.30	0.35

ตารางที่ 46 (ต่อ)

ข้อ /คนที่	12	X	X <sup>2</sup>
18	5	54	2916
19	5	54	2916
20	5	53	2809
21	5	52	2704
22	5	51	2601
23	5	55	3025
24	4	50	2500
25	4	50	2500
26	4	51	2601
27	5	56	3136
28	5	56	3136
29	5	56	3136
30	5	56	3136
$\sum X_i$	136	1516	76974
$\sum X_i^2$	624	(EX)	(EX <sup>2</sup> )
$s_i^2$	0.26		

หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 117)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

ขั้นที่ 1 คำนวณหาค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม ( $S_t^2$ ) และความแปรปรวนของแต่ละข้อ ( $S_i^2$ ) จากสูตร

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N - (N-1)}$$

แทนค่าได้

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{30(76974) - (1516)^2}{30 - (30-1)} \\ &= \frac{10964}{870} \\ &= 12.602 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 2 รวมความแปรปรวนของทุกข้อเข้าด้วยกันเป็นค่า  $\sum S_i^2$

$$\sum S_i^2 = 0.37 + 0.32 + 0.27 + 0.20 + 0.23 + 0.20 + 0.35 + 0.33 + 0.20 + 0.30 + 0.35 + 0.26 = 3.38$$

ขั้นที่ 3 คำนวณหาสัมประสิทธิ์อัลฟา ( $\alpha$ =Coefficient)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

แทนค่าได้

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{12}{12-1} \left( 1 - \frac{3.38}{12.602} \right) \\ &= 1.091 \times 0.731 \\ &= .80 \end{aligned}$$

แบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ มีค่าความเชื่อมั่น .80

(สำหรับนักเรียน)

แบบประเมินความพึงพอใจ

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนพิจารณาว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีความพึงพอใจตามรายการประเมินด้านต่าง ๆ ที่กำหนดในระดับใด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความพึงพอใจ” ตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>					
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ร่วมกัน					
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอผลงาน เป็นต้น					
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>					
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ					
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน					
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข					
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้</b>					
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบและรอบคอบ					
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น					
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง					
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วม ชั้นเรียน					

ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุงเพิ่มเติม

.....

.....

.....

**ภาคผนวก ข**  
**ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน**  
**จากการทดลองระยะที่ 2**

1. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 2 กับนักเรียน 21 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2560 ถึงวันที่ 23 กันยายน 2560
2. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียน 21 คนจากการทดลองระยะที่ 2 ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2560 ถึงวันที่ 23 กันยายน 2560
3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองระยะที่ 2



ตารางที่ 47 การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 2 กับนักเรียน 21 คน  
เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2560  
ถึงวันที่ 23 กันยายน 2560

คนที่	ทดสอบ ก่อน เรียน	แบบฝึกหัดหลังเอกสารประกอบการเรียน									
		คะแนนเป็นรายบุคคล									
		เล่มที่ 1		เล่มที่ 2						เล่มที่ 5	
		1	2	1	2	3	4	5	6	1	2
คะแนน เต็ม	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1	19	16	16	15	16	15	17	16	16	16	16
2	17	16	16	15	16	16	15	15	16	16	14
3	22	15	17	14	16	16	16	16	16	15	16
4	19	15	16	14	15	16	14	15	16	16	17
5	19	15	15	16	16	17	16	16	17	16	16
6	18	15	16	16	16	16	16	16	15	16	16
7	20	16	15	16	16	16	16	17	16	17	16
8	17	16	15	16	14	17	16	15	17	15	15
9	19	14	15	15	16	16	17	16	15	16	15
10	20	15	16	17	17	15	17	16	16	15	16
11	21	16	15	16	15	14	14	16	16	17	16
12	19	15	15	15	16	17	14	15	15	15	16
13	17	15	16	17	16	15	15	16	15	17	16
14	21	16	15	14	16	14	16	15	15	16	16
15	18	15	15	15	16	17	15	16	15	17	17

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	ทดสอบ ก่อน เรียน	แบบฝึกหัดหลังเอกสารประกอบการเรียน									
		คะแนนเป็นรายบุคคล									
		เล่มที่ 1		เล่มที่ 2						เล่มที่ 5	
		1	2	1	2	3	4	5	6	1	2
คะแนน เต็ม	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	17	16	15	15	15	16	17	16	17	17	16
17	16	16	15	16	16	16	16	15	16	16	16
18	16	15	16	15	16	16	16	17	14	17	16
19	20	16	15	16	16	14	15	15	14	16	17
20	17	16	16	15	15	15	16	16	14	15	16
21	16	16	16	15	14	16	15	15	16	16	18
<b>รวม</b>	388.00	325.00	326.00	323.00	329.00	330.00	329.00	330.00	327.00	337.00	337.00
<b>X</b>	18.48	15.48	15.52	15.38	15.67	15.71	15.67	15.71	15.57	16.05	16.05
<b>S.D</b>	1.78	0.60	0.60	0.86	0.73	0.96	0.97	0.64	0.93	0.74	0.80
<b>ร้อยละ</b>	46.19	77.38	77.62	76.90	78.33	78.57	78.33	78.57	77.86	80.24	80.24

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	แบบฝึกหัดหลังเอกสารประกอบการเรียน									
	คะแนนเป็นรายกลุ่ม									
	เล่มที่ 3					เล่มที่ 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1	15	16	16	16	15	16	15	16	16	16
2	16	16	17	15	16	16	16	15	15	17
3	15	16	16	16	15	16	15	16	16	16
4	16	15	15	16	17	16	15	16	15	17
5	16	15	15	16	17	16	15	16	15	17
6	16	16	17	15	16	16	16	15	15	17
7	15	16	16	16	15	16	15	16	16	16
8	16	15	15	16	17	16	15	16	15	17
9	16	16	17	15	16	16	16	15	15	17
10	16	16	17	15	16	16	16	15	15	17
11	15	16	16	16	15	16	15	16	16	16
12	14	15	16	16	15	15	16	15	16	16
13	14	16	17	15	16	17	15	16	15	16
14	16	15	15	16	17	16	15	16	15	17
15	14	16	17	15	16	17	15	16	15	16

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	แบบฝึกหัดหลังเอกสารประกอบการเรียน									
	คะแนนเป็นรายกลุ่ม									
	เล่มที่ 3					เล่มที่ 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	14	16	17	15	16	17	15	16	15	16
17	14	15	16	16	15	15	16	15	16	16
18	14	16	17	15	16	17	15	16	15	16
19	14	15	16	16	15	15	16	15	16	16
20	16	15	15	16	17	16	15	16	15	17
21	14	15	16	16	15	15	16	15	16	16
<b>รวม</b>	316.00	327.00	339.00	328.00	333.00	336.00	323.00	328.00	323.00	345.00
<b>X</b>	15.05	15.57	16.14	15.62	15.86	16.00	15.38	15.62	15.38	16.43
<b>S.D</b>	0.92	0.51	0.79	0.50	0.79	0.63	0.50	0.50	0.50	0.51
<b>ร้อยละ</b>	75.24	77.86	80.71	78.10	79.29	80.00	76.90	78.10	76.90	82.14

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 35%
คะแนน เต็ม	400	100.00	35
1	316	79.00	28
2	314	78.50	27
3	314	78.50	27
4	312	78.00	27
5	318	79.50	28
6	317	79.25	28
7	318	79.50	28
8	314	78.50	27
9	314	78.50	27
10	319	79.75	28
11	312	78.00	27
12	307	76.75	27
13	315	78.75	28
14	311	77.75	27
15	315	78.75	28

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 35%
คะแนน เต็ม	400	100.00	35
16	317	79.25	28
17	312	78.00	27
18	315	78.75	28
19	308	77.00	27
20	312	78.00	27
21	311	77.75	27
<b>รวม</b>	6591.00	1647.75	576.71
<b>X</b>	313.86	78.46	27.46
<b>S.D</b>	3.17	0.79	0.28
<b>ร้อยละ</b>	78.46	78.46	78.46

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	การพัฒนาโครงการ (คะแนนเป็นรายกลุ่ม)				
	เอกสารประกอบการเรียน				
	เล่มที่ 3				
	1	2	3	4	5
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20
1	15	14	16	15	16
2	14	14	15	16	17
3	15	14	16	15	16
4	15	16	16	14	16
5	15	16	16	14	16
6	14	14	15	16	17
7	15	14	16	15	16
8	15	16	16	14	16
9	14	14	15	16	17
10	14	14	15	16	17
11	15	14	16	15	16
12	15	14	16	17	15
13	16	15	16	16	15
14	15	16	16	14	16
15	16	15	16	16	15

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	การพัฒนาโครงการ (คะแนนเป็นรายกลุ่ม)				
	เอกสารประกอบการเรียน				
	เล่มที่ 3				
	1	2	3	4	5
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20
16	16	15	16	16	15
17	15	14	16	17	15
18	16	15	16	16	15
19	15	14	16	17	15
20	15	16	16	14	16
21	15	14	16	17	15
<b>รวม</b>	315.00	308.00	332.00	326.00	332.00
<b>X</b>	15.00	14.67	15.81	15.52	15.81
<b>S.D</b>	0.63	0.86	0.40	1.08	0.75
<b>ร้อยละ</b>	75.00	73.33	79.05	77.62	79.05



ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	การพัฒนาโครงการ (คะแนนเป็นรายกลุ่ม)					คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 35%
	เอกสารประกอบการเรียน							
	เล่มที่ 4							
	1	2	3	4	5			
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20	200	100.00	35
1	16	17	17	16	17	159	79.50	28
2	16	17	16	16	17	158	79.00	28
3	16	17	17	16	17	159	79.50	28
4	16	17	16	15	16	157	78.50	27
5	16	17	16	15	16	157	78.50	27
6	16	17	16	16	17	158	79.00	28
7	16	17	17	16	17	159	79.50	28
8	16	17	16	15	16	157	78.50	27
9	16	17	16	16	17	158	79.00	28
10	16	17	16	16	17	158	79.00	28
11	16	17	17	16	17	159	79.50	28
12	14	16	16	14	16	153	76.50	27
13	16	15	16	15	17	157	78.50	27
14	16	17	16	15	16	157	78.50	27
15	16	15	16	15	17	157	78.50	27

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	การพัฒนาโครงการ (คะแนนเป็นรายกลุ่ม)					คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 35%
	เอกสารประกอบการเรียน							
	เล่มที่ 4							
	1	2	3	4	5			
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20	200	100.00	35
16	16	15	16	15	17	157	78.50	27
17	14	16	16	14	16	153	76.50	27
18	16	15	16	15	17	157	78.50	27
19	14	16	16	14	16	153	76.50	27
20	16	17	16	15	16	157	78.50	27
21	14	16	16	14	16	153	76.50	27
<b>รวม</b>	328.00	345.00	340.00	319.00	348.00	3293.00	1646.50	576.28
<b>X</b>	15.62	16.43	16.19	15.19	16.57	156.81	78.40	27.44
<b>S.D</b>	0.80	0.81	0.40	0.75	0.51	2.04	1.02	0.36
<b>ร้อยละ</b>	78.10	82.14	80.95	75.95	82.86	78.40	78.40	78.40

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	แบบทดสอบย่อยหลังหน่วยการเรียนรู้							
	เอกสารประกอบการเรียน					คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 30%
	เล่ม 1	เล่ม 2	เล่ม 3	เล่ม 4	เล่ม 5			
คะแนน เต็ม	10	20	10	10	10	60	100	30
1	7	15	8	8	8	46	76.67	23
2	8	16	9	7	7	47	78.33	24
3	7	16	8	7	8	46	76.67	23
4	8	14	7	8	7	44	73.33	22
5	8	15	9	8	8	48	80.00	24
6	8	15	8	8	7	46	76.67	23
7	8	16	8	7	8	47	78.33	24
8	7	16	8	8	7	46	76.67	23
9	8	18	7	8	8	49	81.67	25
10	7	16	8	8	8	47	78.33	24
11	8	16	7	8	7	46	76.67	23
12	7	15	8	9	8	47	78.33	24
13	8	15	8	8	9	48	80.00	24
14	7	16	9	7	8	47	78.33	24
15	8	16	8	8	8	48	80.00	24

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	แบบทดสอบย่อยหลังหน่วยการเรียนรู้							
	เอกสารประกอบการเรียน					คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 30%
	เล่ม 1	เล่ม 2	เล่ม 3	เล่ม 4	เล่ม 5			
คะแนน เต็ม	10	20	10	10	10	60	100	30
16	8	16	7	8	8	47	78.33	24
17	8	16	8	7	8	47	78.33	24
18	7	16	9	7	9	48	80.00	24
19	9	18	9	8	8	52	86.67	26
20	8	16	8	8	8	48	80.00	24
21	8	16	9	8	8	49	81.67	25
<b>รวม</b>	162.00	333.00	170.00	163.00	165.00	993.00	1655.00	496.50
<b>X</b>	7.71	15.86	8.10	7.76	7.86	47.29	78.81	23.64
<b>S.D</b>	0.56	0.91	0.70	0.54	0.57	1.59	2.64	0.79
<b>ร้อยละ</b>	77.14	79.29	80.95	77.62	78.57	78.81	78.81	78.81

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	รวมคะแนน ระหว่างเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
คะแนน เต็ม	100	40
1	78.48	30
2	78.63	31
3	78.30	31
4	76.78	29
5	79.30	31
6	78.39	30
7	79.15	31
8	77.95	30
9	79.63	33
10	79.06	30
11	78.13	31
12	77.14	32
13	79.04	32
14	78.19	29
15	79.04	31

ตารางที่ 47 (ต่อ)

คนที่	รวมคะแนน ระหว่างเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
คะแนน เต็ม	100	40
16	78.71	31
17	77.58	32
18	79.04	30
19	79.73	32
20	78.78	30
21	78.49	30
<b>รวม</b>	1649.49	646.00
<b>X</b>	78.55	30.762
<b>S.D</b>	0.75	1.04
<b>ร้อยละ</b>	78.55	76.90

หาค่าประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E1/E2 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าได้} \quad E_1 &= \frac{1649.49}{21} \times 100 \\ &= 78.55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E2 &= \frac{\frac{646}{21}}{40} \times 100 \\
 &= 76.90
 \end{aligned}$$

หาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index : E.I.) ใช้สูตร

$$E.I. = \frac{\text{คะแนนทดสอบหลังทดลอง} - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}$$

เมื่อ E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

$$\text{แทนค่าได้} \quad E.I. = \frac{646 - 388}{(21 \times 40) - 388}$$

$$= \frac{258}{452}$$

$$E.I. = 0.57$$

ตารางที่ 48 การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

กับนักเรียน 21 คน จากการทดลองระยะที่ 2 ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2560

ถึงวันที่ 23 กันยายน 2560

เลขที่	ก่อนเรียน (X)	หลังเรียน (Y)	ความแตกต่าง (D = Y - X)	อันดับที่ของ ความแตกต่าง	อันดับที่ เป็นบวก (T <sup>+</sup> )	อันดับที่ เป็นบวก (T <sup>-</sup> )
1	19	30	11	6.5	6.5	-
2	17	31	14	17	17	-
3	22	31	9	2	2	-
4	19	29	10	4	4	-
5	19	31	12	9	9	-
6	18	30	12	9	9	-
7	20	31	11	6.5	6.5	-
8	17	30	13	12.5	12.5	-
9	19	33	14	17	17	-
10	20	30	10	4	4	-
11	21	31	10	4	4	-
12	19	32	13	12.5	12.5	-
13	17	32	15	20	20	-
14	21	29	8	1	1	-
15	18	31	13	12.5	12.5	-
16	17	31	14	17	17	-
17	16	32	16	21	21	-
18	16	30	14	17	17	-
19	20	32	12	9	9	-
20	17	30	13	12.5	12.5	-
21	16	30	14	17	17	-
<b>รวม</b>	<b>388</b>	<b>646</b>	<b>258</b>	-	<b>231</b>	-
$\mu$	18.48	30.76	-	-	-	-
$\sigma$	1.78	1.04	-	-	-	-



1. จากตาราง พบว่า ค่า  $T$  ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับผลรวมของเครื่องหมายที่มีค่าน้อยที่สุด โดยผลรวมของอันดับเครื่องหมายบวก ( $\sum T^+ = 231$ ) มากกว่าผลรวมของเครื่องหมายลบ ( $\sum T^- = 0$ ) จึงกำหนดให้  $T$  เป็นผลรวมของอันดับที่มีค่าน้อยกว่า (โดยไม่คิดเครื่องหมาย) ดังนั้น ค่า  $T$  ที่คำนวณได้เท่ากับ 0
2. เปิดตารางหาค่าวิกฤต  $T$  จากตาราง Wilcoxon Signed-Ranks Table ณ  $\alpha = .05$  (One-tailed)  $N = 20$  ( $N = N - 1$ ) พบว่าค่า  $T$  ในตาราง เท่ากับ 60
3. ค่า  $T$  ที่คำนวณได้ น้อยกว่าค่า  $T$  ในตาราง Wilcoxon Signed-Ranks Table จึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $30.76 > 18.48$ )

**สรุปว่า** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 49 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองระยะที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>			
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน	4.43	0.51	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอผลงาน เป็นต้น	4.52	0.51	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน	4.43	0.51	มาก
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>			
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.48	0.51	มาก
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	4.57	0.51	มากที่สุด
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน	4.86	0.36	มากที่สุด
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	4.67	0.48	มากที่สุด
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้</b>			
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบและรอบคอบ	4.43	0.51	มาก
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น	4.57	0.51	มากที่สุด
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.67	0.48	มากที่สุด
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง	4.67	0.48	มากที่สุด
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน	4.48	0.51	มาก
<b>สรุปผล</b>	<b>4.56</b>	<b>0.49</b>	<b>มากที่สุด</b>

**ภาคผนวก ซ**  
**ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน**  
**จากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ)**

1. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 3 กับนักเรียน 13 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2561 ถึงวันที่ 20 กันยายน 2561 (ทดลองซ้ำ)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียน 13 คน จากการทดลองระยะที่ 3 ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2561 ถึงวันที่ 20 กันยายน 2561 (ทดลองซ้ำ)
3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองระยะที่ 3 (ทดลองซ้ำ)

ตารางที่ 50 การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากการทดลองระยะที่ 3 กับนักเรียน 13 คน  
 เพื่อหาประสิทธิภาพและหาค่าดัชนีประสิทธิผล ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2561  
 ถึงวันที่ 20 กันยายน 2561 (ทดลองซ้ำ)

คนที่	ทดสอบ ก่อน เรียน	แบบฝึกหัดหลังเอกสารประกอบการเรียน									
		คะแนนเป็นรายบุคคล									
		เล่มที่ 1		เล่มที่ 2						เล่มที่ 5	
		1	2	1	2	3	4	5	6	1	2
คะแนน เต็ม	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1	17	15	16	15	15	16	16	15	15	14	16
2	16	16	15	16	16	16	16	15	16	15	16
3	19	16	14	16	15	16	15	15	16	16	15
4	18	14	15	14	15	16	16	15	16	15	16
5	18	15	16	16	14	16	16	16	16	15	14
6	17	15	16	14	15	17	16	16	15	16	17
7	17	14	15	16	14	16	15	15	16	15	16
8	19	15	16	16	16	15	16	15	16	15	16
9	17	15	15	14	15	15	16	16	15	16	16
10	21	14	15	14	15	16	16	15	16	15	16
11	19	15	15	16	15	16	15	16	16	15	15
12	18	15	15	16	16	16	16	15	16	15	16
13	18	16	15	14	15	15	16	16	15	16	17
รวม	234.00	195.00	198.00	197.00	196.00	206.00	205.00	200.00	204.00	198.00	206.00
X	18.00	15.00	15.23	15.15	15.08	15.85	15.77	15.38	15.69	15.23	15.85
S.D	1.29	0.71	0.60	0.99	0.64	0.55	0.44	0.51	0.48	0.60	0.80
ร้อยละ	45.00	75.00	76.15	75.77	75.38	79.23	78.85	76.92	78.46	76.15	79.23

ตารางที่ 50 (ต่อ)

คนที่	แบบฝึกหัดหลังเอกสารประกอบการเรียน									
	คะแนนเป็นรายกลุ่ม									
	เล่มที่ 3					เล่มที่ 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1	15	16	16	16	15	16	16	17	16	17
2	15	16	16	16	15	16	16	17	16	17
3	16	17	16	14	16	17	15	16	16	16
4	16	17	16	14	16	17	15	16	16	16
5	17	16	16	15	16	15	16	17	16	16
6	15	16	16	16	15	16	16	17	16	17
7	17	16	16	15	16	15	16	17	16	16
8	15	16	16	16	15	16	16	17	16	17
9	16	17	16	14	16	17	15	16	16	16
10	17	16	16	15	16	15	16	17	16	16
11	16	17	16	14	16	17	15	16	16	16
12	17	16	16	15	16	15	16	17	16	16
13	17	16	16	15	16	15	16	17	16	16
รวม	209.00	212.00	208.00	195.00	204.00	207.00	204.00	217.00	208.00	212.00
X	16.08	16.31	16.00	15.00	15.69	15.92	15.69	16.69	16.00	16.31
S.D	0.86	0.48	0.00	0.82	0.48	0.86	0.48	0.48	0.00	0.48
ร้อยละ	80.38	81.54	80.00	75.00	78.46	79.62	78.46	83.46	80.00	81.54

ตารางที่ 50 (ต่อ)

คนที่	คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 35%
คะแนน เต็ม	400	100.00	35
1	313	78.25	27
2	317	79.25	28
3	313	78.25	27
4	311	77.75	27
5	314	78.50	27
6	317	79.25	28
7	312	78.00	27
8	316	79.00	28
9	312	78.00	27
10	312	78.00	27
11	313	78.25	27
12	316	79.00	28
13	315	78.75	28
รวม	4081.00	1020.25	357.09
X	313.92	78.48	27.47
S.D	2.06	0.51	0.18
ร้อยละ	78.48	78.48	78.48

ตารางที่ 50 (ต่อ)

คนที่	การพัฒนาโครงการ									
	คะแนนเป็นรายกลุ่ม									
	เล่มที่ 3					เล่มที่ 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
คะแนน เต็ม	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1	16	16	16	16	15	14	16	15	17	17
2	16	16	16	16	15	14	16	15	17	17
3	16	16	17	16	14	15	15	16	16	18
4	16	16	17	16	14	15	15	16	16	18
5	16	16	16	15	15	16	15	15	16	18
6	16	16	16	16	15	14	16	15	17	17
7	16	16	16	15	15	16	15	15	16	18
8	16	16	16	16	15	14	16	15	17	17
9	16	16	17	16	14	15	15	16	16	18
10	16	16	16	15	15	16	15	15	16	18
11	16	16	17	16	14	15	15	16	16	18
12	16	16	16	15	15	16	15	15	16	18
13	16	16	16	15	15	16	15	15	16	18
<b>รวม</b>	208.00	208.00	212.00	203.00	191.00	196.00	199.00	199.00	212.00	230.00
<b>X</b>	16.00	16.00	16.31	15.62	14.69	15.08	15.31	15.31	16.31	17.69
<b>S.D</b>	0.00	0.00	0.48	0.51	0.48	0.86	0.48	0.48	0.48	0.48
<b>ร้อยละ</b>	80.00	80.00	81.54	78.08	73.46	75.38	76.54	76.54	81.54	88.46

ตารางที่ 50 (ต่อ)

คนที่	คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 35%
คะแนน เต็ม	200	100.00	35
1	158	79.00	28
2	158	79.00	28
3	159	79.50	28
4	159	79.50	28
5	158	79.00	28
6	158	79.00	28
7	158	79.00	28
8	158	79.00	28
9	159	79.50	28
10	158	79.00	28
11	159	79.50	28
12	158	79.00	28
13	158	79.00	28
<b>รวม</b>	2058.00	1029.00	360.15
<b>X</b>	158.31	79.15	27.70
<b>S.D</b>	0.48	0.24	0.08
<b>ร้อยละ</b>	79.15	79.15	79.15



ตารางที่ 50 (ต่อ)

คนที่	แบบทดสอบย่อยหลังหน่วยการเรียนรู้							
	เอกสารประกอบการเรียน					คะแนน รวม	ร้อยละ	คิดเป็น 30%
	เล่ม 1	เล่ม 2	เล่ม 3	เล่ม 4	เล่ม 5			
คะแนน เต็ม	10	20	10	10	10	60	100	30
1	7	15	8	7	8	45	75.00	23
2	8	16	7	8	8	47	78.33	24
3	8	14	8	7	7	44	73.33	22
4	7	14	7	8	9	45	75.00	23
5	7	15	7	8	8	45	75.00	23
6	9	16	8	7	8	48	80.00	24
7	8	14	7	8	8	45	75.00	23
8	7	15	8	8	9	47	78.33	24
9	8	17	9	8	7	49	81.67	25
10	7	15	8	7	8	45	75.00	23
11	8	14	7	8	7	44	73.33	22
12	9	16	7	8	8	48	80.00	24
13	7	15	9	7	9	47	78.33	24
รวม	100.00	196.00	100.00	99.00	104.00	599.00	998.33	299.50
X	7.69	15.08	7.69	7.62	8.00	46.08	76.79	23.04
S.D	0.75	0.95	0.75	0.51	0.71	1.66	2.76	0.83
ร้อยละ	76.92	75.38	76.92	76.15	80.00	76.79	76.79	76.79

ตารางที่ 50 (ต่อ)

คนที่	รวมคะแนน ระหว่างเรียน	ทดสอบ หลังเรียน
คะแนน เต็ม	100	40
1	77.54	32
2	78.89	29
3	77.21	32
4	77.54	30
5	77.63	32
6	79.39	31
7	77.45	32
8	78.80	30
9	79.63	28
10	77.45	30
11	77.21	31
12	79.30	29
13	78.71	31
รวม	1016.74	397.00
X	78.21	30.54
S.D	0.91	1.33
ร้อยละ	78.21	76.35

หาค่าประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E1/E2 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

แทนค่าได้

$$E_1 = \frac{\frac{1016.74}{13}}{100} \times 100$$

$$= 78.21$$

$$E_2 = \frac{\frac{397}{13}}{40} \times 100$$

$$= 76.35$$

หาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index : EI) ใช้สูตร

$$E.I. = \frac{\text{คะแนนทดสอบหลังทดลอง} - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}$$

เมื่อ E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

แทนค่าได้

$$E.I. = \frac{397 - 234}{(13 \times 40) - 234}$$

$$= \frac{163}{286}$$

$$E.I. = 0.57$$

ตารางที่ 51 การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน  
กับนักเรียน 13 คน จากการทดลองระยะที่ 3 ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2561  
ถึงวันที่ 20 กันยายน 2561 (ทดลองซ้ำ)

เลขที่	ก่อนเรียน (X)	หลังเรียน (Y)	ความแตกต่าง (D = Y - X)	อันดับที่ของ ความแตกต่าง	อันดับที่ เป็นบวก (T <sup>+</sup> )	อันดับที่ เป็นลบ (T <sup>-</sup> )
1	17	32	15	12.5	12.5	-
2	16	29	13	8	8	-
3	19	32	13	8	8	-
4	18	30	12	5.5	5.5	-
5	18	32	14	10.5	10.5	-
6	17	31	14	10.5	10.5	-
7	17	32	15	12.5	12.5	-
8	19	30	11	3	3	-
9	17	28	11	3	3	-
10	21	30	9	1	1	-
11	19	31	12	5.5	5.5	-
12	18	29	11	3	3	-
13	18	31	13	8	8	-
<b>รวม</b>	<b>234</b>	<b>397</b>	<b>163</b>	-	<b>91</b>	-
$\mu$	<b>18.00</b>	<b>30.54</b>	-	-	-	-
$\sigma$	<b>1.29</b>	<b>1.33</b>	-	-	-	-

- จากตาราง พบว่า ค่า T ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับผลรวมของเครื่องหมายที่มีค่าน้อยที่สุด โดยผลรวมของอันดับเครื่องหมายบวก ( $\sum T^+ = 91$ ) มากกว่าผลรวมของเครื่องหมายลบ ( $\sum T^- = 0$ ) จึงกำหนดให้ T เป็นผลรวมของอันดับที่มีค่าน้อยกว่า (โดยไม่คิดเครื่องหมาย) ดังนั้น ค่า T ที่คำนวณได้เท่ากับ 0
- เปิดตารางหาค่าวิกฤต T จากตาราง Wilcoxon Signed-Ranks Table ณ  $\alpha = .05$  (One-tailed) N = 12 (N = N - 1) พบว่าค่า T ในตาราง เท่ากับ 17

3. ค่า T ที่คำนวณได้ น้อยกว่าค่า T ในตาราง Wilcoxon Signed-Ranks Table  
จึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $30.54 > 18.00$ )

**สรุปว่า** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 52 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองระยะที่ 3  
(ทดลองซ้ำ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\mu$	$\sigma$	แปลผล
<b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>			
1. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน	4.62	0.51	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ฝึกปฏิบัติจริง อภิปรายกลุ่มนำเสนอผลงาน เป็นต้น	4.69	0.48	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน	4.46	0.52	มาก
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>			
4. ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.62	0.51	มากที่สุด
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	4.46	0.52	มาก
6. บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน เป็นกันเองระหว่างเพื่อนในห้องเรียน	4.77	0.44	มากที่สุด
7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข	4.69	0.48	มากที่สุด
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้</b>			
8. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบและรอบคอบ	4.54	0.52	มากที่สุด
9. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้น	4.69	0.48	มากที่สุด
10. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.69	0.48	มากที่สุด
11. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง	4.46	0.52	มาก
12. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน	4.62	0.51	มากที่สุด
<b>สรุปผล</b>	<b>4.61</b>	<b>0.50</b>	<b>มากที่สุด</b>

**ภาคผนวก ฅ**  
**สำเนาหนังสือต่าง ๆ**

1. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ
2. สำเนาหนังสือตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
3. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) และหนังสืออนุญาต
4. สำเนาแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

## สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 66

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลตุสิต อำเภอถ้ำพรรณรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

15 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรศิลป์ ทุมวิภาต

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 กำลังทำการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อขอรับการประเมินเลื่อนเป็นวิทยฐานะเชี่ยวชาญ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิจัย อันจะส่งผลให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทรทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ



(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ ว 66

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอลำพูน  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

15 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.วิภาพร นิธิปรีชานนท์

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 กำลังทำการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อขอรับการประเมินเลื่อนเป็นวิทยฐานะเชี่ยวชาญ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิจัย อันจะส่งผลให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทรทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ ว 66

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอลำพูน  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

15 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางวิมลศรี สุวรรณรัตน์

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 กำลังทำการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อขอรับการประเมินเลื่อนเป็นวิทยฐานะเชี่ยวชาญ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้ เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิจัย อันจะส่งผลให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ ว 66

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอกำแพงพระนคร  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

15 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสุภากร จันทร์ศิริ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 กำลังทำการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อขอรับการประเมินเลื่อนเป็นวิทยฐานะเชี่ยวชาญ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิจัย อันจะส่งผลให้ดำเนินงานวิจัยที่มีคุณภาพต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 66

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลตุลิต อำเภอดำพระนคร  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

15 มีนาคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 กำลังทำการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อขอรับการประเมินเลื่อนเป็นวิทยฐานะเชี่ยวชาญ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิจัย อันจะส่งผลให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทฤทธิ์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

สำเนาหนังสือตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

(สำเนา)

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ตามที่โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ได้มีหนังสือที่ ศธ 04070.211/ว 66 ลงวันที่ 15 มีนาคม 2559 เพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ให้แก่ นายวิรัตน์ ปุຍกระโทก นั้น

ข้าพเจ้า รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรศิลป์ ทุมวิภาต ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ แล้ว และมีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการสัมภาษณ์ การประเมิน และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ลงชื่อ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรศิลป์ ทุมวิภาต)

ตำแหน่ง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมเครื่องมือวัดและระบบควบคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

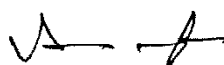
(สำเนา)

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ตามที่โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ได้มีหนังสือที่ ศธ 04070.211/ว 66 ลงวันที่ 15 มีนาคม 2559 เพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ให้แก่ นายวิรัตน์ ปุยกระโทก นั้น

ข้าพเจ้า นางวิมลศรี สุวรรณรัตน์ ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญแล้ว และมีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ลงชื่อ



(นางวิมลศรี สุวรรณรัตน์)

ตำแหน่ง ข้าราชการบำนาญ (อดีตครูเชี่ยวชาญ)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนโครงการงาน

(สำเนา)

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ตามที่โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ได้มีหนังสือที่ ศธ 04070.211/ว 66 ลงวันที่ 15 มีนาคม 2559 เพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ให้แก่ นายวิรัตน์ ปุยกระโทก นั้น

ข้าพเจ้า ดร.วิภาพร นิธิปรีชานนท์ ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญแล้ว และมีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ลงชื่อ



( ดร.วิภาพร นิธิปรีชานนท์ )

ตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยทางการศึกษา  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

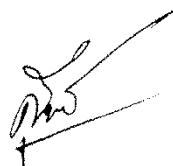
(สำเนา)

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ตามที่โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2  
ได้มีหนังสือที่ ศธ 04070.211/ว 66 ลงวันที่ 15 มีนาคม 2559 เพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ให้แก่ นายวิรัตน์ ปุยกระโทก นั้น

ข้าพเจ้า นางสุภากร จันทร์ศิริ ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญแล้ว และมีความยินดี  
เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ลงชื่อ



(นางสุภากร จันทร์ศิริ)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ

โรงเรียนวัดโพธิ์ลอย (เรือนวงษ์ผดุง)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบุรี เขต 2

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน



(สำเนา)

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

ตามที่โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรีศรีธรรมราช เขต 2 ได้มีหนังสือที่ ศธ 04070.211/ว 66 ลงวันที่ 15 มีนาคม 2559 เพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ให้แก่ นายวิรัตน์ ปุຍกระโทก นั้น

ข้าพเจ้า นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์ ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญแล้ว และมีความยินดี เป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการสัมภาษณ์ การประเมินและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ลงชื่อ



(นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ เชี่ยวชาญ

โรงเรียนบ้านอินทร์แปลง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 3

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์

**สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์  
ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out)  
และหนังสืออนุญาต**

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ 172

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอลำพูน  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

19 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try out)  
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 กำลังทำการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อขอมีหรือเลื่อนวิทยฐานะเป็นวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ มีความประสงค์จะทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try out) โดยมีรายละเอียดการทดลอง ดังนี้

1. ชั้นที่ 1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) นักเรียน จำนวน 3 คน
2. ชั้นที่ 2 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) นักเรียน จำนวน 9 คน
3. ชั้นที่ 3 ทดลองภาคสนาม (Field Testing) นักเรียน จำนวน 30 คน

ทางโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านได้พิจารณาให้นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ได้ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try out) โดยทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา (ไพรสมณฑพิศิษฐ์) ในช่วงระหว่างวันที่ 1-31 ตุลาคม 2559 ช่วงเวลา 10.00 น. -12.00 น.

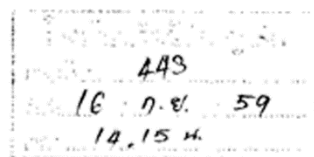
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทรทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

(สำเนา)



ที่ ศธ. ๐๔๐๗๐.๐๑๐ /๒๑๙

โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า หมู่ที่ ๗  
ตำบลช้างกลาง อำเภอช้างกลาง  
จังหวัดนครศรีธรรมราช

๑๕ กันยายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out)  
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ที่ ศธ. ๐๔๐๗๐.๒๑๑/๑๗๒ ลงวันที่ ๑๙ สิงหาคม ๒๕๕๙

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ได้ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยมีรายละเอียดการทดลอง ๓ ขั้นตอน ดังนี้

๑. ขั้นที่ ๑ ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) นักเรียนจำนวน ๓ คน
๒. ขั้นที่ ๒ ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) นักเรียนจำนวน ๙ คน
๓. ขั้นที่ ๓ ทดลองแบบภาคสนาม (Field Testing) นักเรียนจำนวน ๓๐ คน

โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า มีความยินดีที่จะให้นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ครูโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ได้ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๕๙ ในช่วงระหว่างวันที่ ๑-๓๑ ตุลาคม ๒๕๕๙ ช่วงเวลา ๑๐.๐๐-๑๒.๐๐ น. โดยมีมอบหมายให้ นางปิยะวราภรณ์ ชมโฉม เป็นผู้ร่วมรับผิดชอบในการประสานงานและอำนวยความสะดวกในการ Try Out ครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมพงศ์ จินา)

ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า

ทราบ

- นายวิรัตน์ ปุยกระโทก

16 ก.ย. 59

โรงเรียน/งานบริหารวิชาการ

โทร : ๐๗๕- ๓๖๔๑๔๒

### สำเนาแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

#### แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนา

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว

โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง : ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อความต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพ  
ความเป็นจริงอย่างละเอียด

1. ความต้องการในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ  
ระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบ  
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงการศึกษา และประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและ  
ในอนาคตมีอะไรบ้าง

จุดมุ่งหมายในการพัฒนา : ชุดกิจกรรม → มุ่ง: ครอบคลุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ความเข้าใจ เราต้องการพัฒนาอะไร → นวัตกรรม หรือ กระบวนการ ของ การเรียน-การสอน  
ต้องการ ชุดกิจกรรม เพื่อ สรีเวอริตี้ความรู้ { Knowledge }  
[ สรีเวอริตี้ ] → วิธีการ หรือ กระบวนการ ของ การรู้ ความรู้มาประยุกต์ใช้  
[ สรีเวอริตี้ ] เพื่อ สรีเวอริตี้ทักษะปฏิบัติ { Know How }

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ  
ระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีการจัดการเนื้อหา  
ความรู้เป็นอย่างไร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ : [ สรีเวอริตี้ ]  
[ สรีเวอริตี้ ]  
① ความน่าสนใจ - ความท้าทาย ของ [ โครงการวิทยาศาสตร์ (Science project) ]  
[ โครงการวิศวกรรมศาสตร์ (Robot project) ]  
② กระบวนการ ที่เฉพาะ : กระบวนการ ที่เฉพาะ :  
[ วิเคราะห์ - Analysis ] [ ปฏิบัติ - Design ]  
[ สรีเวอริตี้ (potential) ] [ สรีเวอริตี้ (performance) ]  
[ เร็ว + ใจ ] [ ดี + ค่าเพิ่ม ]  
③ บุคลากร + การจัดการโปรแกรม → เครื่องมือ - วัสดุ / อุปกรณ์ / วัสดุ / วัสดุ / วัสดุ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีลักษณะอย่างไรและประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

- การจัดกิจกรรม ตามลักษณะอย่างไร? ประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง?
- ① เน้นความเข้าใจ ชวน ว่างกลุ่ม และ ดำเนินหน้าหน้าที่ของสมาชิก (เน้น) : สัม
  - ② จุดเด่น-จุดด้อย-โอกาส-อุปสรรค → SWOT Analysis : ว่างรณา?
  - ③ ผลิตสื่อ ทัศน ผลิตสื่อ สื่ออื่น : ภาทัศน์ในใจ
  - ④ กิจกรรม ทำหน้า(เก็บข้อมูล) ทำด้วย(เก็บความรู้) ช่วยทำ(เก็บแก้ว)

4. รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

- รูปแบบของ ชุดกิจกรรม ตามประกอบอะไรบ้าง?
- ① MIAP : Motivation ; Introduction ; Approach ; Practice
  - ② จัดประเด็น ; เนื้อหา ; ย่อหน้า ; ว่างว่าง
  - ③ TTP Model : 10 ขั้นตอน เน้นค้นหา และ จัดกลุ่ม ตามสภาพ
  - ④ Put the Right man on the Right Job : จัดตำแหน่งที่เหมาะสม

5. ท่านคิดว่าปัญหาและอุปสรรคในการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนในโรงเรียน มีอะไรบ้าง

- อุปสรรคอะไรบ้าง?
- ① ความรู้-ความเข้าใจที่ความแตกต่าง ระหว่าง <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;">
 ในความเข้าใจที่ต่างกัน  
 (ประสิทธิภาพสูง) <math>\rightarrow</math> นวัตกรรมสูง  
 ในความเข้าใจที่ต่างกัน  
 (ประสิทธิภาพต่ำ) <math>\rightarrow</math> นวัตกรรมต่ำ
 
  - ② ทัศน <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;">
 ศักยภาพ (potential)  
 <math>\leftarrow</math> ผลงาน (performance)
 
  - ③ ตัวผู้เรียน <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;">
 <math>\leftarrow</math> เครื่องมือ  
 <math>\leftarrow</math> กระบวนการ
 
  - ④ เทคนิค การเรียน-การสอน
- (รศ.ดร.จีระศักดิ์ ทิมวัฒนา)

ในความคิดของอาจารย์  
 - แนวคิด (concept)  
 - วิธีการ (Method)  
 - กระบวนการ (process)

อันนี้ว่า...ทำไง?

ผู้เชี่ยวชาญด้าน...  
 ในความคิดของอาจารย์ (ผู้สอน)  
 - ประสิทธิภาพ (ทำ)  
 - วิธีการ (ของ)  
 - ผลลัพธ์ (ขั้นตอน/วิธีทำ)

อันนี้ว่า...ทำอย่างไร?

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 ข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมโครงการ  
 การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
 วิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง : ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อความต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพ  
 ความเป็นจริงอย่างละเอียด

1. ความต้องการนำชุดกิจกรรมโครงการการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
 มาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงการศึกษา และประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับ  
 ทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีอะไรบ้าง

มีความจำเป็นในหอจด วิชาเอก วิชาสอน/ทบทวน/อินเทอร์แอคทีฟ  
 ทักษะชีวิต, การเตรียมพร้อม, 9 ขั้นตอน/ส่วน/ส่วนความรู้ (AI)  
 แผนการเรียน/แผน วิชา/สอน/ทบทวน/อินเทอร์แอคทีฟ/ส่วนความรู้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการ ควรจัดในเนื้อหาสาระใดบ้าง

จัดไว้ในทุกภาคของ: ๑/วิชา ภาษาอังกฤษ / ๒/  
 ทุกสาระการเรียนรู้, การทำ/สอน/อินเทอร์แอคทีฟ/ส่วนความรู้  
 กับ 8 ขั้นตอน/ส่วน/ส่วนความรู้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงาน ควรมีลักษณะอย่างไร และประกอบด้วย  
กิจกรรมใดบ้าง

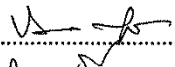
ควรฝึกฝนให้รู้/รู้ สด/สด ทบ/ทบ ฝึกฝนท/ทบ.  
ให้รู้/รู้ ใช้ทักษะ ทบ/ทบ ฝึกฝน/ฝึกฝน ครูเน้น ๑ ฝึกฝน/ฝึกฝน 11/11/40m  
หรือ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐ (Facilitator)

4. รูปแบบของชุดกิจกรรมโครงงานการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
ควรมีลักษณะอย่างไร และประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

ควรฝึกฝน ทบ/ทบ ๑.  
ฝึกฝน/ฝึกฝน ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐  
๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐  
(Apply) ฝึกฝน/ฝึกฝน ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐

5. ท่านคิดว่าปัญหาและอุปสรรคในการนำชุดกิจกรรมโครงงานการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ  
ระบบสมองกลฝังตัวมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนในโรงเรียน มีอะไรบ้าง

ฝึกฝน  
คือ ความยากของทบทวนหลักวิชา ในห้องเรียน/ฝึกฝน ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐  
ฝึกฝน/ฝึกฝน ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐  
๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐  
หรือ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐

  
(๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐ ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐)

ผู้เชี่ยวชาญด้าน ๑๐๐๐๐/๑๐๐๐๐

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็น.....ของ ผชช.วิภาพร นิธิปรีชานนท์

1. **ความต้องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทางการศึกษามีอะไรบ้างและประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและอนาคตมีอะไรบ้าง**
  - 1.1 **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทางการศึกษามีองค์ประกอบ ดังนี้**
    - ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหุ่นยนต์ที่นักเรียนควรรู้ ในเรื่อง ความหมาย ลักษณะของหุ่นยนต์ ส่วนประกอบ การสร้างหุ่นยนต์ การทำงานของหุ่นยนต์ ประโยชน์ของหุ่นยนต์
    - ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสมองกลฝังตัวที่นักเรียนควรรู้ คืออะไร เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์อย่างไร ทำงานเชื่อมโยงกับหุ่นยนต์อย่างไร ส่วนประกอบของสมองกลฝังตัว อุปกรณ์สมองกลฝังตัวประกอบด้วยอะไรบ้าง
    - ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ในเรื่อง ความหมาย ชนิดของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ อุปกรณ์ประกอบการเขียนโปรแกรม ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม วิธีการเขียนโปรแกรม
    - การทำงานที่เชื่อมโยงกันระหว่างสมองกลฝังตัว ตัวหุ่นยนต์และการเขียนโปรแกรมควบคุม
    - การออกแบบขั้นตอนการทำโครงการการสร้างหุ่นยนต์และเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวให้นักเรียนเป็นฐาน (Project Based Learning) ใน
    - การฝึกทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ให้นักเรียนได้ฝึกการออกแบบ วาดภาพหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานให้เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันในลักษณะต่างๆ ตามจินตนาการ
    - สื่อการเรียนรู้ VDO และสื่อของจริงในการประกอบหุ่นยนต์
    - การเรียนรู้เกี่ยวกับการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมเกี่ยวข้องทั้งหมด เช่น คอมพิวเตอร์ โปรแกรม สมองกล
    - การตรวจสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์
  - 1.2 **ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและอนาคต คือ**
    - นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ได้รับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการประกอบหุ่นยนต์ ทักษะการเขียนโปรแกรม และทักษะการแก้ปัญหาด้วยการ coding โปรแกรม รวมทั้งได้เรียนรู้วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์
    - นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข และสนุกสนานกับการเรียนที่ค้นพบความสำเร็จได้ด้วยตนเอง
    - นักเรียนได้รู้ความถนัดและความสามารถของตน
    - นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะพื้นฐานการประกอบอาชีพในอนาคตที่รองรับ Thailand 4.0

(น.ว.วิภาพร นิธิปรีชานนท์)



2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีเนื้อหาความรู้อะไรบ้าง

2.1 ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและอนาคต คือ

- ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหุ่นยนต์ เรื่อง ความหมาย ลักษณะของหุ่นยนต์ องค์ประกอบของหุ่นยนต์ อุปกรณ์ที่นำมาใช้สร้างหุ่นยนต์ การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม การสร้างหุ่นยนต์ การตรวจสอบการทำงานของหุ่นยนต์ ประโยชน์ของหุ่นยนต์
- ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสมองกลฝังตัว คืออะไร เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์อย่างไร ทำงานเชื่อมโยงกับหุ่นยนต์อย่างไร ส่วนประกอบของสมองกลฝังตัว อุปกรณ์สมองกลฝังตัวประกอบด้วยอะไรบ้าง ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร
- ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ในเรื่องความหมาย ชนิดของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ อุปกรณ์ประกอบการเขียนโปรแกรม ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม วิธีการเขียนโปรแกรม
- การทำงานที่เชื่อมโยงกันระหว่างสมองกลฝังตัว หุ่นยนต์และการเขียนโปรแกรมควบคุม
- การออกแบบ วางแผนการทำงานของหุ่นยนต์ วาดภาพหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานให้เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันโดยใช้กระบวนการทำโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และการนำเสนอ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายในการคิดสร้างสรรค์
- เรียนรู้ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องทั้งระบบการสร้าง การทำงาน และการตรวจสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์
- อาชีพที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ และสมองกลฝังตัวที่ควรรู้ รวมทั้งแหล่งฝึกงาน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีลักษณะอย่างไร และประกอบด้วยกิจกรรมอะไรบ้าง

- 3.1 กิจกรรมกลุ่ม การทำโครงงานเป็นกลุ่ม โดยมีกิจกรรมย่อยหรืออาจจัดเป็นฐานการเรียนรู้ เพื่อให้แต่ละกลุ่มผ่านกระบวนการเรียนรู้ บ่มเพาะความคิดและทักษะ จนสามารถสร้างหุ่นยนต์ได้ 4 ฐาน/กิจกรรม ดังนี้
- เปิดสมอง ประลองความคิด พิชิตด้วยหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมกระตุ้นให้คิดสร้างสรรค์ ออกแบบหุ่นยนต์ตามจินตนาการและความต้องการของกลุ่ม
  - ทำพิสุจน์ ใครๆ ก็ทำได้จริงหรือ เป็นกิจกรรมสร้าง ประกอบหุ่นยนต์และการเชื่อมต่อสมองกลฝังตัว
  - ขยับเขยื้อน เคลื่อนไหวได้ตั้งใจ เป็นกิจกรรมการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
  - ให้คุณค่า สร้างคุณประโยชน์ เป็นกิจกรรมนำเสนอการทำงานของหุ่นยนต์ ประเมินคุณค่า และศักยภาพของหุ่นยนต์
- 3.2 กิจกรรมแก้ปัญหา สร้างสรรค์สังคม สิ่งแวดล้อม ด้วยหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมการทำโครงงานหุ่นยนต์ และการประกวดแข่งขันหุ่นยนต์ในเวทีระดับชาติ และนานาชาติ
- 3.3 อนาคตข้างหน้าโลกของฉันทันกับของหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมเรียนรู้อาชีพต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการการใช้หุ่นยนต์ด้วยกระบวนการวิจัยและพัฒนาโครงงานต่อยอดสู่อาชีพที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ หรือ สมองกลฝังตัว หรือ สถาปัตยกรรม AI ที่คนไทยสร้างได้

(ก.ศ.น.ดร.นงนิจ สว่าง)

4. รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรประกอบด้วยกิจกรรมอะไรบ้าง
  - 4.1 กิจกรรมการสร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้น สร้างความสนใจให้อยากรู้ อยากเห็น ทำอย่างไร หรือจะแก้ปัญหาอย่างไรดีจากสื่อ ภาพยนตร์ สภากลิ่งคัมจริง
  - 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เวียนฐาน 4 ฐาน ตามข้อ 3
  - 4.3 การจัดการเรียนรู้ และปฏิบัติการสร้างสรรค์หุ่นยนต์ มี 4 ลักษณะ (อ้างอิงงานวิจัยของ อ. อีริคัลป์ โทรวาหรือท่านได้)
    - เรียนแบบเดี่ยว หลังจากชมสื่อ วิดีทัศน์ ภาพยนตร์ ครูเพียงแนะนำ นักเรียนทำเอง (ครูแนะนำให้ทำ)
    - เรียนแบบจับคู่ Buddy ให้มีเพื่อนคู่คิด หลังจากชมสื่อ วิดีทัศน์ ภาพยนตร์ ปรีกษาหารือกัน ขอคำแนะนำยืนยัน ความมั่นใจจากครูว่าทำได้ นักเรียนทำเอง (ครูพาทำ)
    - เรียนแบบกลุ่ม หาข้อตกลงในกลุ่ม ปรีกษาหารือกัน ขอตัวช่วยจากสื่อ Internet VDO You tube หรือให้ครูตรวจสอบในแต่ละขั้นตอน ให้ความมั่นใจจากครูว่าทำได้ นักเรียนร่วมกันทำ (ทำด้วย/ช่วยกันทำ)
    - เรียนแบบพึ่งพิงกันทุกขั้นตอน ทำเองไม่ได้ ครูต้องกำกับอย่างใกล้ชิด (ครูทำด้วย/ช่วยทำ)
5. ปัญหาอุปสรรค การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้กับนักเรียนในโรงเรียนมีอะไรบ้าง
  - 5.1 ครูผู้สอนไม่มีความรู้เรื่องหุ่นยนต์ ไม่สามารถศึกษาเรียนรู้หรือพัฒนาตนเองได้ หรือทำได้น้อย ทำให้ความรู้ไม่ทันสมัย ก้าวไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีในโลกปัจจุบัน และไม่สามารถประยุกต์อุปกรณ์พื้นฐานที่มีอยู่มาใช้ประกอบการสอนได้ เรียนรู้แบบ User อย่างเดียว ทำให้ต้องซื้อด้วยราคาแพง ไม่สามารถสอนให้เป็นผู้ผลิตนวัตกรรมเองได้
  - 5.2 หลักสูตรการเรียนรู้ ล้าสมัย แข็งตัว ไม่ยืดหยุ่นให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความต้องการของสังคมโลก ครูทั่วไปส่วนใหญ่ไม่ได้ศึกษาวิทยาการใหม่ๆ เพราะต้องสอนตามที่กำหนดในหลักสูตร จึงไม่สามารถรองรับอาชีพใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในยุค Thailand 4.0
  - 5.3 งบประมาณโรงเรียนมีไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนให้นักเรียนอย่างเต็มที่ เนื่องจากอุปกรณ์ราคาแพง โรงเรียนมีเฉพาะงบบรายหัว ซึ่งต้องใช้กับทุกวิชา จึงทำให้มีอุปกรณ์เพียงพอในการจัดสอน โดยเฉพาะอุปกรณ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ผลิตจากระบบอุตสาหกรรม ที่ต้องจัดซื้ออย่างเดียว
  - 5.4 การสอนของครูส่วนใหญ่ทั่วประเทศ ยังติดแค่นี้ให้นักเรียนสร้างหุ่นยนต์เพื่อการแข่งขัน ล่ารางวัล ไม่ได้สอนให้แก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือสร้างฐานอาชีพในอนาคตให้กับนักเรียน
  - 5.5 ครูที่จับได้อิเล็กทรอนิกส์ หรือช่างไฟฟ้า มีน้อยมาก ทำให้ไม่มีความเติบโตก้าวหน้าทางการศึกษาด้านนี้หรือมีน้อยมากที่จะประยุกต์ไปสู่การสร้างสรรค่นวัตกรรมที่สร้างมูลค่าได้ ประเทศไทยยังติดกับดักอยู่ที่การแข่งขันเพื่อของวิทยฐานะของครูผู้สอนจากนักเรียนที่ได้รับรางวัลระดับชาติ และนานาชาติ

(ศาสตราจารย์ ดร. อธิวัฒน์)

**แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ**  
**เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนา**  
**เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้**  
**โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**  
**สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**คำชี้แจง :** ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อความต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพ  
 ความเป็นจริงอย่างละเอียด

1. ความต้องการในการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงการศึกษ และประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีอะไรบ้าง

..... การจัดกิจกรรมจากเอกสารประกอบการเรียน 4 คือเป็นการมุ่งพัฒนา  
 ผู้เรียนให้มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และที่จะเกิดขึ้นในอนาคต  
 ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นและจะนำเทคโนโลยี  
 ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีการจัดการเนื้อหาความรู้เป็นอย่างไร

..... การกำหนดเนื้อหาของเอกสารประกอบการเรียน ควรกำหนด  
 3 ขั้นตอนคือ เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างชัดเจน เพื่อ  
 ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีลักษณะ  
อย่างไรและประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

การจัดกิจกรรม : ให้ออกการจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน โดย  
ผู้เรียนเลือกกิจกรรมจากสิ่งที่ตนเองสนใจ อาจเป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน  
สิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือในสังคม

4. รูปแบบของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

การสืบเสาะหาของกิจกรรมและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เน้นกลุ่ม โดย  
มีครูเป็นผู้กระตุ้นความสนใจให้เกิดขึ้น นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง  
และนำมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

5. ท่านคิดว่าปัญหาและอุปสรรคในการนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้  
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนในโรงเรียน มีอะไรบ้าง

ปัญหา คือ ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม  
โครงการ การที่ผู้สอนต้องคอยติดตามการจัดการเรียนการสอนของนักเรียน  
ครูผู้สอนจะต้องควบคุมให้นักเรียนปฏิบัติตามโครงงานอยู่ในช่วงระยะเวลา  
ที่กำหนด

(นางสุภากร จันทร์ศิริ)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

**แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ**  
**เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนา**  
**เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้**  
**โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี**  
**สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

คำชี้แจง : ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อความต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพ  
ความเป็นจริงอย่างละเอียด

1. ความต้องการในการพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงการศึกษา และประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีอะไรบ้าง

ผู้ตอบคำถามมีข้อเสนอแนะว่า เนื้อหาที่ควรบรรจุลงในเอกสารประกอบ  
เรียนการสอนควรเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยและน่าสนใจ  
ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำ  
ไปใช้ในการเรียนรู้อื่นๆได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีการจัดการเนื้อหาความรู้เป็นอย่างไร

ควรจัดเนื้อหาเป็นขั้นเป็นตอน และควรเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ  
จริง และควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอผลงานของตนเอง  
ต่อหน้าเพื่อนและผู้เรียนคนอื่น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรมีลักษณะ  
อย่างไรและประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

การให้นักเรียนเรียนรู้ในโครงงานจริงที่ต่าง ๆ ให้อะไร  
แก่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้จริงได้ คือ ฝึกด้านความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาเท่านั้น

4. รูปแบบของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ควรประกอบด้วยกิจกรรมใดบ้าง

ควรประกอบด้วยกิจกรรม 6 ชิ้นงาน ตามแนวทาง  
คุณครู ให้นักเรียนได้รู้ได้เข้าใจในความรู้ที่ได้เรียน  
มาจะได้ นำไปใช้ต่อได้จริงได้ คือ ฝึกด้านความรู้  
ที่เรียนได้จริงได้ คือ ฝึกด้านความรู้

5. ท่านคิดว่าปัญหาและอุปสรรคในการนำเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มาใช้  
ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนในโรงเรียน มีอะไรบ้าง

สิ่งหนึ่งที่ควรระวัง คือ ให้นักเรียนได้รู้ได้เข้าใจในความรู้  
ที่ได้เรียนมาจะได้ นำไปใช้ต่อได้จริงได้ คือ ฝึกด้านความรู้  
ที่เรียนได้จริงได้ คือ ฝึกด้านความรู้

(นายสืบศักดิ์ สวัสดิ์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์

## ภาคผนวก ญ

เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

(Project Based Learning)

เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ  
เทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร  
รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ภาพที่ 16 เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เล่มที่ 1 ถึง เล่มที่ 5

(รายละเอียดตามเอกสารประกอบการเรียน  
การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เล่มที่ 1 ถึง เล่มที่ 5)



ภาคผนวก ก  
แผนการจัดการเรียนรู้



ภาพที่ 17 คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เล่มที่ 1 ถึง เล่มที่ 5

(รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เล่มที่ 1 ถึง เล่มที่ 5)

**ภาคผนวก ก**  
**การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ**

1. หนังสือขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานบนเว็บไซต์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต  
และหนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงาน
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานวิชาการไปยังโรงเรียนต่าง ๆ  
และหนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงาน
3. แผ่นซีดีสำหรับใช้แจกจ่ายเพื่อเผยแพร่นวัตกรรม

## หนังสือขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานบนเว็บไซต์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

(สำเนา)



ที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๒๑๑/๒๐

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ หมู่ที่ ๗  
ตำบลตุสิต อำเภอถ้ำพรรณรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช ๘๐๒๖๐

๑๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ไฟล์ข้อมูลเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based  
Learning) ดาวน์โหลดผ่านทาง QR CODE จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ข้าราชการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต ๒ ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ  
“เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงาน  
เป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ  
และเทคโนโลยี สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓”  
ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังสำนัก  
พัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา เพื่อนำประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ให้แก่ผู้สนใจผ่านทางเว็บไซต์ของ  
สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา ทางโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความ  
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ



ดาวน์โหลดไฟล์

## หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงาน



โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ	
เลขที่รับ.....	191
วันที่.....	ท / ส.ค. / ๖๒
เวลา.....	๐๙.๐๐ น.

ที่ ศธ ๐๔๐๐๘/๕๙๒

สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
กระทรวงศึกษาธิการ กทม. ๑๐๓๐๐

๑๐ มีนาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

อ้างถึง ๑. หนังสือโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ที่ ศธ ๐๔๐๓๐.๒๑๑/๒๐ ลงวันที่ ๑๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

๒. หนังสือโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ที่ ศธ ๐๔๐๓๐.๒๑๑/๒๑ ลงวันที่ ๑๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต ๒ แจ้งว่า นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียน วัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต ๒ ได้พัฒนาและจัดทำผลงาน ทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” และ “ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ (๕Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงาน อาชีพและเทคโนโลยี สารที่ ๒ การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” และได้ขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เพื่อประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ให้แก่ผู้ที่สนใจผ่านเว็บไซต์ สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา ความแจ้งแล้วนั้น

ในกรณีนี้ สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา อนุญาตและได้ประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ ให้แก่ผู้ที่สนใจ บนเว็บไซต์สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา <http://inno.obec.go.th> แล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายจโสมชัย ไทยวรรณศรี)

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา รักษาการในตำแหน่ง  
ผู้บริหารด้านเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน

กลุ่มโครงการพิเศษ

โทร. ๐ ๒๒๘๘ ๕๘๘๗ ทรจว

แจ้งดำเนินการประชาสัมพันธ์

เผยแพร่แก่คณะครูและโรงเรียน

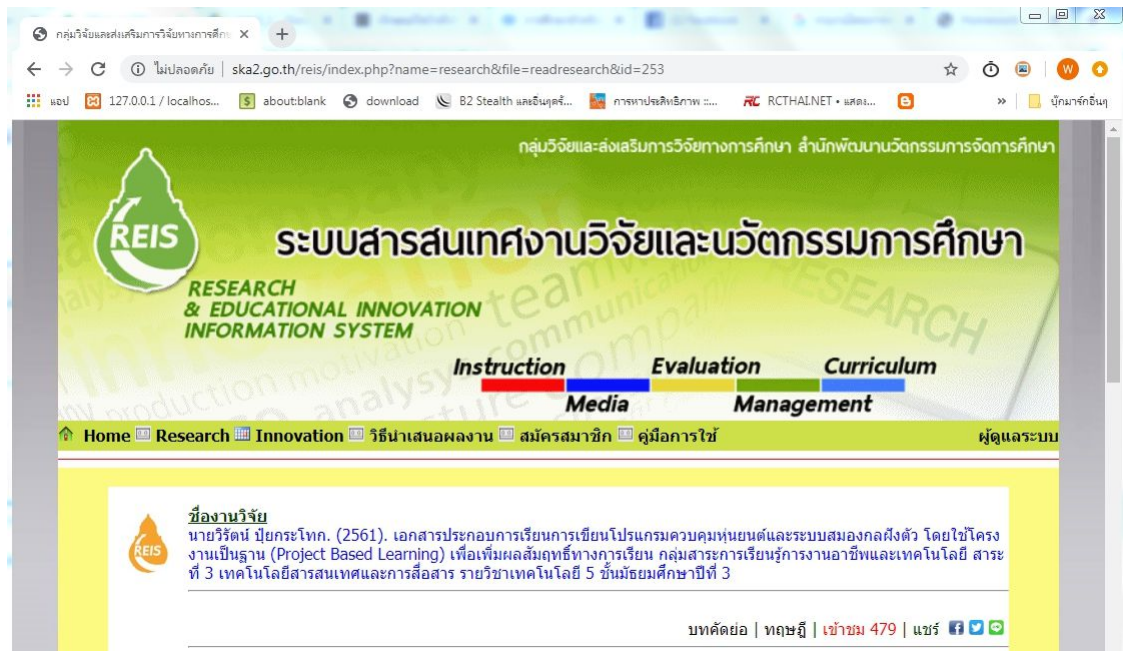
๑๕/๓

11 มี.ค. 63

เรียน ผอ.ร.วัดวังริบุญเลิศ	
เพื่อโปรด	<input checked="" type="checkbox"/> ทราบ
	<input type="checkbox"/> ดำเนินการ
	<input checked="" type="checkbox"/> เห็นควรแจ้ง
	ผู้อำนวยการ
	จิตติคุณ
	อ.จ.จ.
	11 มี.ค. 63



ภาพที่ 18 การเผยแพร่นวัตกรรมผ่านเว็บไซต์สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
ภาพโดย : วิรัตน์ ปุยกระโทก



ภาพที่ 19 การเผยแพร่การวิจัยผ่านระบบสารสนเทศงานวิจัยและนวัตกรรมการศึกษา  
 สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
 ภาพโดย : วิรัตน์ ปุຍกระโทก

**ใบตอบรับการเผยแพร่ผลงาน**  
 16 ก.พ. 2563

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงาน

เรียน ผู้เผยแพร่ผลงาน

 ตามที่ท่านได้ส่งผลงานทางวิชาการ เพื่อดำเนินการเผยแพร่บนเว็บไซต์ ครูบ้านนอกดอทคอม  
 (www.kroobannok.com) ในเรื่อง

**เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็น  
 ฐาน (Project Based Learning) ผลงานครูวิรัตน์ ปุຍกระโทก เพื่อพิจารณาเผยแพร่**

 ทางเว็บไซต์ครูบ้านนอกดอทคอม ขอเรียนให้ทราบว่า ได้ดำเนินการพิจารณาและเผยแพร่  
 ผลงานวิชาการดังกล่าวบนเว็บไซต์ครูบ้านนอกดอทคอมแล้ว รายละเอียดดังนี้

 ที่อยู่อ้างอิงในการเผยแพร่ : <http://www.kroobannok.com/87796>

วันที่ดำเนินการเผยแพร่ : 16 ก.พ. 2563

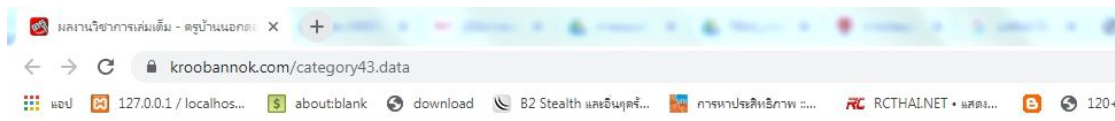
 หวังว่าผลงานที่เผยแพร่แล้วของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ เพื่อเป็นแนวทางและประยุกต์ใช้  
 ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการศึกษา และขออวยพรให้ท่านมีแต่ความสุขความเจริญ สืบไป

ขอแสดงความนับถือ



 (นายอดิศูร ก้อนคำ)  
 ผู้จัดทำเว็บไซต์ ครูบ้านนอกดอทคอม





**เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมอง  
กลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
ผลงานครูวีรัตน์ ปุ๋ยกระโทก**  
อ่านต่อคลิก(อ่าน 436 ครั้ง)-ไม่มีผลโหวด-

ภาพที่ 20 การเผยแพร่ผลงานนวัตกรรม ผ่านเว็บไซต์ [www.kroobannok.com](http://www.kroobannok.com)

ภาพโดย : วีรัตน์ ปุ๋ยกระโทก

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 4

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอกำแพงพระนคร  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

5 มกราคม 2561

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองทุ่งสง

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันททรัพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

## (สำเนา)



โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ
เลขที่รับ: 450
วันที่: 4 / ๗ / ๖1
เวลา: 10/10 4.

ที่ นศ ๕๒๒๐๖ (๕)/๔๒๐

โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองทุ่งสง  
ถนนประชาอุทิศ นศ ๘๐๑๑๐

๔ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๒๑๑ / ว ๔ ลงวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๖๑ เรื่อง ขอความ  
อนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

จำนวน ๑ ฉบับ

ตามที่ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ได้ส่งผลงานทางวิชาการของ นายวิรัตน์ บุญกระโทก ตำแหน่ง ครู  
วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช  
เขต ๒ ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชา  
เทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” นั้น

บัดนี้ โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองทุ่งสง ได้รับผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และมอบให้ครู  
ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ต่อการจัดการ  
เรียนการสอนเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นอย่างมาก และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวทินัน รัตนสุภา)

รองผู้อำนวยการสถานศึกษา ปฏิบัติราชการแทน  
ผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองทุ่งสง

งานธุรการ

โทรศัพท์ โทรสาร ๐-๗๕๘๐-๙๑๗๕

กทพ

- 1101 ๑๑๐๖๗๖๖๖๖

๕๓๓๖

แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	/				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	/				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	/				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	/				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	/				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	/				
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	/				

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
8. เนื้อหา มีความเหมาะสม เข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	/				
9. เนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	/				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	/				
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	/				
12. สำนวนภาษา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	/				
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้ว เกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	/				
14. เนื้อหา กระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียน	/				
15. จำนวนกิจกรรม มีความเหมาะสมกับนักเรียน	/				
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติ และจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	/				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

เนื้อหา ก้าวหน้า ใฝ่ใฉวิ ที่ไหนเป็นสนใจ ดะ ไร้นอน หะมา ไร้นอน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาว อังศุภาพร จงดี)

ตำแหน่ง..... กว

**แบบรายงานผลหลังจัดการเรียนรู้**  
**โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม**  
**หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**  
**รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 62 คน

**ด้านความรู้**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 62 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านทักษะกระบวนการ**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 62 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**

ดีมาก 30 คน คิดเป็น 48.39 % ดี 32 คน คิดเป็น 51.61 %

ปานกลาง - คน คิดเป็น - % พอใช้ - คน คิดเป็น - %

ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

**ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**

ดีมาก 30 คน คิดเป็น 48.39 % ดี 32 คน คิดเป็น 51.61 %

พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

ดีเยี่ยม 62 คน คิดเป็น 100 % ดี - คน คิดเป็น - %


พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....

ลงชื่อ   
 ( ดร.จิราภา ธีระไพจิตร )

ตำแหน่ง ครู

วันที่ 27 เดือน กันยายน พ.ศ. 2561

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 27

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอดำพระนรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

14 กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ



### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

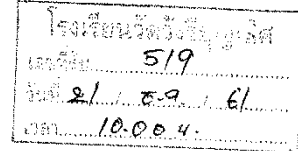
1. เอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



ที่ ศธ. ๐๔๐๗๐.๐๑๐ / ๓๕๖

โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า หมู่ที่ ๗  
ตำบลช้างกลาง อำเภอลำปางกลาง  
จังหวัดนครศรีธรรมราช

๑๗ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ที่ ศธ. ๐๔๐๗๐.๒๑๑/ว ๒๗ ลงวันที่ ๑๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ

ระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ( Project Based Learning ) จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ โดยนายวิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ ได้ขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ( Project Based Learning ) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ นั้น

บัดนี้โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า ได้นำเอกสารดังกล่าวข้างต้นไปทดลองใช้กับนักเรียนและปรากฏผลการใช้ซึ่งได้ส่งรายงานผลการนำไปใช้มาพร้อมกับหนังสือฉบับนี้ด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมพงศ์ จินา)

ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า

โรงเรียน/งานบริหารวิชาการ - (นายวิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก)  
โทร : ๐๗๕- ๓๖๔๑๔๒

๒๑ ก ๖

แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบมองกล้องฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบมองกล้องฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	✓				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	✓				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	✓				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	✓				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	✓				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	✓				
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	✓				

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	✓				
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	✓				
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	✓				
12. สำนวนภาษา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	✓				
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓				
14. เนื้อหากระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน	✓				
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน		✓			
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติ และจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางปิยะวรรณ ชมโฉม)  
ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

**แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้**  
 โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุม  
 หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
 รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน .....30.....คน

**ด้านความรู้**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....30.....คน คิดเป็น .....100.....%

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน.....-.....คน คิดเป็น.....-.....%

**ด้านทักษะกระบวนการ**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน.....30.....คน คิดเป็น .....100.....%

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน.....-.....คน คิดเป็น.....-.....%

**ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**

ดีมาก.....11.....คน คิดเป็น 36.67.% ดี .....15.....คน คิดเป็น 50.00.%

ปานกลาง.....4.....คน คิดเป็น 13.33.% พอใช้.....-.....คน คิดเป็น.....-%

ปรับปรุง.....-.....คน คิดเป็น.....-%

**ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**

ดีมาก.....17.....คน คิดเป็น 56.67.% ดี .....13.....คน คิดเป็น 43.33.%

พอใช้.....-.....คน คิดเป็น.....-% ปรับปรุง.....-.....คน คิดเป็น.....-%

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

ดีเยี่ยม.....14.....คน คิดเป็น 46.67.% ดี .....16.....คน คิดเป็น 53.33.%

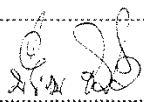
พอใช้.....-.....คน คิดเป็น.....-% ปรับปรุง.....-.....คน คิดเป็น.....-%

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....  
 .....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

(นางปิยะวรรณ ชมโฉม)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....14.....เดือน.....ธันวาคม.....พ.ศ.....2561.....

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 38

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลตุลิต อำเภอลำพูนพรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

17 กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนตึกพิงงวิทยายน

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จินทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



ที่ ศธ ๐๔๒๔๔.๐๕/๔๙๕

578  
27 8.9 02  
14.20 4  
โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน  
อำเภอเมืองพังงา จังหวัดพังงา  
๘๒๐๐๐

๒๖ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ส่งแบบประเมินผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

อ้างถึง หนังสือที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๒๑๑/ว ๓๘ วันที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนฯ จำนวน ๑ ชุด  
๒. แบบรายงานผลหลังจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต ๒ ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการสอน การเขียน โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และได้เผยแพร่ผลงานวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนเพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียน นั้น

ในการนี้ โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน ได้ดำเนินการทำแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสาร ประกอบการเรียนและรายงานผลการนำไปใช้เรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งแนบเอกสารดังกล่าว มาพร้อมกับหนังสือ ฉบับนี้ รายละเอียดดังแนบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายพรศักดิ์ จินดาพล)

ผู้อำนวยการโรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน

โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน

โทร ๐ ๗๖๔๑ ๒๐๖๕

โทรสาร ๐ ๗๖๔๑ ๑๕๗๙



แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	/				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	/				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	/				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	/				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	/				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	/				
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	/				

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
8. เนื้อหา มีความเหมาะสม เข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	/				
9. เนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	/				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	/				
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	/				
12. ส่วนวนภาษา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	/				
13. คำบรรยาย ในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้ว เกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	/				
14. เนื้อหา กระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน	/				
15. จำนวนกิจกรรม มีความเหมาะสมกับนักเรียน	/				
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติ และจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	/				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....<sup>๖๙</sup>.....ผู้ประเมิน  
 (.....<sup>๖๙</sup>.....)  
 ตำแหน่ง.....<sup>๖๙</sup>.....

**แบบรายงานผลหลังจัดการเรียนรู้**  
**โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม**  
**หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**  
**รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 40 คน

**ด้านความรู้**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 40 คน คิดเป็น 100 %  
 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านทักษะกระบวนการ**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 40 คน คิดเป็น 100 %  
 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**

ดีมาก 38 คน คิดเป็น 95 % ดี 2 คน คิดเป็น 5 %  
 ปานกลาง - คน คิดเป็น - % พอใช้ - คน คิดเป็น - %  
 ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

**ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**

ดีมาก 37 คน คิดเป็น 92.5 % ดี 3 คน คิดเป็น 7.5 %  
 พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

ดีเยี่ยม 39 คน คิดเป็น 97.5 % ดี 1 คน คิดเป็น 2.5 %  
 พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....  
 .....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่ 25 เดือน 8.9 พ.ศ. 62

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 38

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอลำพูนพรวรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

17 กุมภาพันธ์ 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดมิ่งคลาราม

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำเสนอเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.204/020

โรงเรียนวัดวังวิบูลย์เลิศ
เลขที่รับ 464
วันที่ 19 ต.ค. 61
เวลา 9.30 4.

โรงเรียนวัดมิ่งคลาราม 446

หมู่ที่ 1 ตำบลพิบูล อำเภอพิบูล

จังหวัดนครศรีธรรมราช 80270

17 ตุลาคม 2561

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังวิบูลย์เลิศ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวัดวังวิบูลย์เลิศ ที่ ศธ 04070.211/ว 38 ลงวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2561

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินความเหมาะสม
  2. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตามหนังสือที่อ้างถึง ด้วยโรงเรียนวัดมิ่งคลาราม ตำบลหน้าคู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังวิบูลย์เลิศ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งได้ขอความอนุเคราะห์ช่วยเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

ทางโรงเรียนวัดมิ่งคลาราม ได้รับเอกสารดังกล่าวไว้เรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งได้นำผลงานดังกล่าว ไปเผยแพร่และได้นำไปประยุกต์ใช้ในโรงเรียน ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางวันเพ็ญ ชูโชติ)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดมิ่งคลาราม

กลุ่มบริหารงานบุคคล

โรงเรียนวัดมิ่งคลาราม

โทร. 093 582 2997

จราย

- แจก อภิรักษ์ ทาน

19 ต.ค. 61

แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "ระดับความเหมาะสม" ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	✓				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	✓				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	✓				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	✓				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	✓				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	✓				
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	✓				

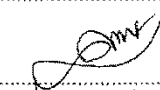
รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	✓				
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	✓				
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	✓				
12. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	✓				
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓				
14. เนื้อหากระชับและเร้าความสนใจของนักเรียน	✓				
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน	✓				
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  ..... ผู้ประเมิน  
 ( เหวอวิมลทิพย์ หาดสวน )  
 ตำแหน่ง..... ศ.ร. ๓๗.๓ ร.ร. วัดมิ่งเมือง.....



**แบบรายงานผลหลังจัดการเรียนรู้**  
**โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุม**  
**หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)**  
**รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 17 คน
- ด้านความรู้**
- ผ่านเกณฑ์การประเมิน 17 คน คิดเป็น 100 %  
 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ..... คน คิดเป็น ..... %
- ด้านทักษะกระบวนการ**
- ผ่านเกณฑ์การประเมิน 17 คน คิดเป็น 100 %  
 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ..... คน คิดเป็น ..... %
- ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**
- ดีมาก 15 คน คิดเป็น 88.23% ดี ..... คน คิดเป็น ..... %  
 ปานกลาง 2 คน คิดเป็น 11.77% พอใช้ ..... คน คิดเป็น ..... %  
 ปรับปรุง ..... คน คิดเป็น ..... %
- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**
- ดีมาก 15 คน คิดเป็น 88.23% ดี 2 คน คิดเป็น 11.77%  
 พอใช้ ..... คน คิดเป็น ..... % ปรับปรุง ..... คน คิดเป็น ..... %
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**
- ดีเยี่ยม 5 คน คิดเป็น 29.41% ดี 12 คน คิดเป็น 70.59%  
 พอใช้ ..... คน คิดเป็น ..... % ปรับปรุง ..... คน คิดเป็น ..... %

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....

.....

ลงชื่อ.....  
 (นายวิวัฒน์ ทรัพย์ดี)  
 ตำแหน่ง ครู ๑๓.3 ร.ร.วัดบัวทอง  
 วันที่ 17 เดือน ธ.ค. พ.ศ. ๒๕๖1

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 6

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอกำแพงพระนคร  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

11 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเล็งนกทา

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

## (สำเนา)



โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ	
เลขที่รับ	495
วันที่	10 / 11 / 62
เวลา	8.45.4

ที่ ศธ ๐๔๒๕๘.๖๙/๐๘๑๓

โรงเรียนเลิงนกทา ถนนพญาปัสสา  
อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร  
๓๕๑๒๐

๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๒๑๑/ว ๖ ลงวันที่ ๑๑ มกราคม ๒๕๖๒

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ได้ส่งเอกสารเผยแพร่ผลงานของ นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การนี้ ทางโรงเรียนเลิงนกทา ได้พิจารณาแล้วนำไปใช้กับนักเรียนเห็นว่า เอกสารประกอบการเรียนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เป็นอย่างยิ่ง ทางโรงเรียนได้รับไว้แล้วด้วยความขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งได้รับเรียบร้อยแล้วและจะนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ต่อไป จึงขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายยงยุทธ ภูมิแสน)

ผู้อำนวยการโรงเรียนเลิงนกทา

กลุ่มงานบริหารบุคคล  
โทร. ๐ ๔๕๗๘ ๑๑๑๖  
โทรสาร ๐ ๔๕๗๘ ๑๑๑๖  
E-mail : lnschool045@gmail.com

ทราบ

10 เม 62

แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปแบบ ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปแบบ</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	/				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปแบบ เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน		/			
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม		/			
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	/				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	/				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน		/			
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย		/			

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
8. เนื้อหา มีความเหมาะสม เข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง		/			
9. เนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้		/			
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ		/			
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ		/			
12. สำนวนภาษา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน		/			
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้ว เกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน		/			
14. เนื้อหา กระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน		/			
15. จำนวนกิจกรรม มีความเหมาะสมกับนักเรียน		/			
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติ และจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน		/			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

เพิ่มเติมเนื้อหาที่นักเรียนสนใจ และเนื้อหาที่นักเรียนไม่สนใจ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวกัญญาพร ทั่วหงษ์)

ตำแหน่ง.....

๗

แบบรายงานผลหลังจัดการเรียนรู้  
โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน ๑๒ คน
- ด้านความรู้
- ผ่านเกณฑ์การประเมิน ๑๒ คน คิดเป็น ๑๐๐ %  
ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น %
- ด้านทักษะกระบวนการ
- ผ่านเกณฑ์การประเมิน ๑๒ คน คิดเป็น ๑๐๐ %  
ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น %
- ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- ดีมาก ๑๒ คน คิดเป็น ๑๐๐ % ดี - คน คิดเป็น %  
ปานกลาง - คน คิดเป็น % พอใช้ - คน คิดเป็น %  
ปรับปรุง - คน คิดเป็น %
- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- ดีมาก ๑๒ คน คิดเป็น ๑๐๐ % ดี - คน คิดเป็น %  
พอใช้ - คน คิดเป็น % ปรับปรุง - คน คิดเป็น %
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- ดีเยี่ยม ๑๒ คน คิดเป็น ๑๐๐ % ดี - คน คิดเป็น %  
พอใช้ - คน คิดเป็น % ปรับปรุง - คน คิดเป็น %

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศรียา นันทวงษ์)

ตำแหน่ง ๑ ครู ๑๓.๑

วันที่ 1A เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๐๒๑

\* นางชยเขตต์ ๑  
นางชยเขตต์ ๑  
นางชยเขตต์ ๑  
นางชยเขตต์ ๑  
นางชยเขตต์ ๑

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 6

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลคูสิด อำเภอดำพระพรธา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

11 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหลักเขต

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ



### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



โรงเรียนวัดวังรัฐบุณเลิศ
เลขที่รับ 526
วันที่ 29 / พ.ย. / 62
เวลา 11.00.4

ที่ ศธ ๐๔๑๒๐.๐๙๕/๐๓๐

โรงเรียนบ้านหลักเขต ๑๑๓/๑ หมู่ ๙  
ตำบลปะแต อำเภอยะหา  
จังหวัดยะลา ๙๕๑๒๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรัฐบุณเลิศ

อ้างถึง หนังสือ ที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๒๑๑/ว ๖ ลงวันที่ ๑๑ มกราคม ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึงโรงเรียนวัดวังรัฐบุณเลิศ ได้ส่งผลงานวิชาการมาเพื่อการเผยแพร่และ  
ประชาสัมพันธ์ นั้น

ในกรณี โรงเรียนบ้านหลักเขต ขอส่งแบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการตามเอกสาร  
ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายภาณุศักดิ์ ขุนทองปาน)

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหลักเขต

โรงเรียนบ้านหลักเขต

ฝ่ายบริหารงานวิชาการ

โทรศัพท์ ๐๘๐-๗๑๓๔๘๐๘- แจ๊ ดุจวิวัฒน์

จ.ระว

29 พย 62

แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	✓				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	✓				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	✓				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	✓				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	✓				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน		✓			
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	✓				



รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	✓				
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	✓				
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	✓				
12. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	✓				
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓				
14. เนื้อหากระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน		✓			
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน		✓			
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....   ผู้ประเมิน  
 (...นางสาววิภาวดี ใจดี ๓๐/๕๕...)  
 ตำแหน่ง..... ก.จ.

**แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้**  
 โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม  
 หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
 รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 5 คน

**ด้านความรู้**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 5 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านทักษะกระบวนการ**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 5 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**

ดีมาก 5 คน คิดเป็น 100 % ดี ..... คน คิดเป็น ..... %

ปานกลาง ..... คน คิดเป็น ..... % พอใช้ ..... คน คิดเป็น ..... %

ปรับปรุง ..... คน คิดเป็น ..... %

**ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**

ดีมาก 5 คน คิดเป็น 100 % ดี ..... คน คิดเป็น ..... %

พอใช้ ..... คน คิดเป็น ..... % ปรับปรุง ..... คน คิดเป็น ..... %

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

ดีเยี่ยม 5 คน คิดเป็น 100 % ดี ..... คน คิดเป็น ..... %

พอใช้ ..... คน คิดเป็น ..... % ปรับปรุง ..... คน คิดเป็น ..... %

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....  
 .....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....  
 .....

ลงชื่อ ..... .....

(นางสาว สว่างมาวี ชาญจวน)

ตำแหน่ง ครู

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 11

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอกำแพงพระนคร  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

18 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบขอมอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดจันดี

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุຍกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทรทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



โรงเรียนวัดวังรัฐภูมิลิศ	
เลขที่รับ	๑๘
วันที่	๒๐ ก.พ. ๕๖
เวลา	๑.๕๐.๕๐

ที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๑๘๑/๗๑

โรงเรียนวัดจันดี

ระมุ 10 ต. หลักช้าง อ. ช้างกลาง

จ. นครศรีธรรมราช ๘๖๒๕๐

๑๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรัฐภูมิลิศ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวัดวังรัฐภูมิลิศ ที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๒๑๑/๖๑๑ ลงวันที่ ๑๘ มกราคม ๒๕๖๒

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning)
  2. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตามหนังสือที่อ้างถึง ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรัฐภูมิลิศ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบประกอบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งได้ขอความอนุเคราะห์ช่วยเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

ทางโรงเรียนวัดจันดี ได้รับเอกสารดังกล่าวไว้เรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และได้นำไปประยุกต์ใช้ในโรงเรียน ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางอัญชิตี สุขปรจง)

ครูโรงเรียนวัดจันดี รักษาการแทน

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดจันดี

ทราบ

โรงเรียนวัดจันดี

โทรศัพท์/โทรสาร ๐๗๕-๔๘๖๓๑๕

E-mail: Jandesc@gmail.com

- นายวิรัตน์ ปุยกระโทก

๒๐ ก.พ. ๕๖



แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปแบบ ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปแบบ</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	/				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปแบบ เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	/				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	/				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	/				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	/				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	/				
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย		/			

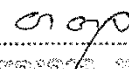
รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	✓				
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ		✓			
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	✓				
12. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน		✓			
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓				
14. เนื้อหากระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียน	✓				
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน	✓				
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  ..... ผู้ประเมิน  
 (นายทองอร่าม พงษ์ทอง)  
 ตำแหน่ง..... ครูโรงเรียนวัดจันทน์ .....

### แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม

หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 75 คน

#### ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 75 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น - %

#### ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 75 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น - %

#### ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ดีมาก 50 คน คิดเป็น 66.7 % ดี 20 คน คิดเป็น 26.7 %

ปานกลาง 5 คน คิดเป็น 6.6 % พอใช้ - คน คิดเป็น - %

ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

#### ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ดีมาก 55 คน คิดเป็น 73.3 % ดี 20 คน คิดเป็น 26.7 %

พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ดีเยี่ยม 75 คน คิดเป็น 100 % ดี - คน คิดเป็น - %

พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

2. ปัญหาและอุปสรรค

เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

จับกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ

ลงชื่อ.....

( นายสมชาย พรหมคง )

ตำแหน่ง ครูโรงเรียนวัดจันท

วันที่ 18 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 11

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอถ้ำพรรณรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

18 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขาหัวช้าง

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำเสนอเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ
เลขที่รับ: 592
วันที่ 27.09.62
เวลา 14.10 น.

ที่ ศธ ๐๔๐๗๒.๐๒๕/๑๖๐

โรงเรียนบ้านเขาหัวช้าง หมู่ ๑๐  
ตำบลควนทอง อำเภอชนอม  
จังหวัดนครศรีธรรมราช ๘๐๒๑๐

๒๖ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ นายวีรัตน์ ปุຍกระโทก ตำแหน่งครูโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต ๒ ได้จัดทำผลงานวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” ความละเอียดทราบแล้วนั้น

โรงเรียนบ้านเขาหัวช้างได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และได้จัดส่งแบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ตามรายละเอียดที่แนบมาพร้อมหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

( นายปิยศักดิ์ สันธานเดชา )  
ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขาหัวช้าง

โรงเรียนบ้านเขาหัวช้าง  
โทร. ๐๗๕ - ๘๔๕๒๓๕

ทราบ

- (๑๖๐๗) ๐๖๖๖๖๖๖

๒๗ ๙๑ ๖๒

**แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	✓				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	✓				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	✓				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	✓				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	✓				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	✓				
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย		✓			

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง	✓				
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	✓				
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	✓				
12. ส่วนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน		✓			
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓				
14. เนื้อหากระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน	✓				
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน		✓			
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....



**แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้**  
 โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนเขียนโปรแกรมควบคุม  
 หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
 รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 9 คน

**ด้านความรู้**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 9 คน คิดเป็น 100 %  
 ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านทักษะกระบวนการ**

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 9 คน คิดเป็น 100 %  
 ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน - คน คิดเป็น - %

**ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**

ดีมาก 4 คน คิดเป็น 44.44 % ดี 4 คน คิดเป็น 44.44 %  
 ปานกลาง 1 คน คิดเป็น 11.11 % พอใช้ - คน คิดเป็น - %  
 ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

**ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**

ดีมาก 4 คน คิดเป็น 44.44 % ดี 4 คน คิดเป็น 44.44 %  
 พอใช้ 1 คน คิดเป็น 11.11 % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

ดีเยี่ยม 7 คน คิดเป็น 77.78 % ดี 2 คน คิดเป็น 22.22 %  
 พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....  
 .....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....  
 .....

ลงชื่อ

(ศาสตราจารย์ ดร. อมรศักดิ์ อมรศักดิ์)

ตำแหน่ง ดร. รร. วิชา/เทคโนโลยี

วันที่ 25 เดือน 8-9 พ.ศ. 62

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 11

โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอลำพูน  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

18 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบางพระ

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทร์ทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ

### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ
เลขที่รับ 598
วันที่ 27 / 09 / 62
เวลา 14.16 น.

ที่ ศธ ๐๔๐๕๓.๐๖๙/๒๗๙

โรงเรียนบ้านบางพระ  
ตำบลวังมะปราง อำเภอวังวิเศษ  
จังหวัดตรัง ๙๒๒๒๐

๒๗ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ที่ ศธ ๐๔๐๗๐.๒๑๑/ว ๑๑

ลงวันที่ ๑๘ มกราคม ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียน จำนวน ๑ ฉบับ  
๒. แบบรายงานผลการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง ด้วยนายวิรัตน์ ปุ๋ยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต ๒ ได้จัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project Based Learning)” กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ พร้อมทั้งได้ให้ช่วยเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ ทางโรงเรียนบ้านบางพระได้รับเอกสารดังกล่าว และได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในโรงเรียนเพื่อก่อเกิดประโยชน์สำหรับผู้เรียนเป็นที่เรียบร้อย พร้อมได้แนบเอกสารรายงานผลการนำไปใช้และทำแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียน มาพร้อมหนังสือฉบับนี้แล้ว จึงขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นางศิริณี เกล็ดกฤษ)

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบางพระ

โรงเรียนบ้านบางพระ

โทร ๐๗๕-๒๗๐๖๒๐

ทราบ  
- อภิชาติ อธิพานิช

๒๗ ธค ๖๒

แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปเล่ม ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "ระดับความเหมาะสม" ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

- |   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปเล่ม</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	✓				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	✓				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	✓				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม		✓			
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	✓				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน		✓			
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	✓				

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
8. เนื้อหา มีความเหมาะสม เข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง		✓			
9. เนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ	✓				
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	✓				
12. ส่วนวนภาษา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน		✓			
13. คำบรรยาย ในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้ว เกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓				
14. เนื้อหา กระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียน	✓				
15. จำนวนกิจกรรม มีความเหมาะสมกับนักเรียน	✓				
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติ และจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอเพิ่มเติม คำทับศัพท์ของหน่วยงานราชการ/องค์กร/หน่วยงานต่าง ๆ  
 ที่ใช้ในเอกสารประกอบฯ เพื่อให้ผู้เรียนที่อ่านเอกสาร/คู่มือ  
 เข้าใจ

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน  
 (นางสาวอริศรา พงษ์สงวน)  
 ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แบบรายงานผลหลังจัดการเรียนรู้  
โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 12 คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 12 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น - %

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 12 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น - %

ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ดีมาก 0 คน คิดเป็น 50 % ดี 2 คน คิดเป็น 16.67 %

ปานกลาง 4 คน คิดเป็น 33.33 % พอใช้ - คน คิดเป็น - %

ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ดีมาก 4 คน คิดเป็น 33.33 % ดี 7 คน คิดเป็น 58.33 %

พอใช้ 1 คน คิดเป็น 8.34 % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ดีเยี่ยม 8 คน คิดเป็น 66.67 % ดี 4 คน คิดเป็น 33.33 %

พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

2. ปัญหาและอุปสรรค

การนำวัสดุที่ไปนำมาประกอบทำให้ต้องอธิบายให้

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

ให้ดูวิดีโอความละเอียดสูงในเรื่องการประกอบวงจร

ลงชื่อ (นางออดิษฐ์ พงษ์พร)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่ 24 เดือน ๖ พ.ศ. 62

(สำเนา)



ที่ ศธ 04070.211/ว 11

โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ  
ตำบลคูสิต อำเภอดำพระพรหม  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260

18 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบนควน

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัตน์ ปุยกระโทก ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 2 ได้พัฒนาและจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชาเทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จึงขออนุญาตเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว มายังโรงเรียนของท่าน เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนและขอความกรุณารายงานผลการนำไปใช้ให้ทราบด้วย ทางโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางโชคดี จันทรทิพย์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ



### รายละเอียดการนำส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ชุด
2. คู่มือการใช้งานเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) พร้อมแผ่นซีดี จำนวน 1 ชุด
3. แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จำนวน 1 ฉบับ

หากแผ่น CD มีปัญหา



สามารถสแกน QR CODE  
เพื่อดาวน์โหลดเอกสารได้ฟรี

(สำเนา)



ที่ ศธ ๐๔๐๓/๐.๐๔๓๓/๒๒๒๓

โรงเรียนโรงเรียนวังรีบุญเลิศ
เลขที่รับ 593
วันที่ 27 / 8 - 9 / 62
เวลา 14.12 4.

โรงเรียนโรงเรียนบ้านบนควน หมู่ที่ ๑  
ตำบลนาโพธิ์ อำเภอกงหรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช

๒๖ ธันวาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวังรีบุญเลิศ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนวังรีบุญเลิศ ที่ ศธ ๐๔๐๓/๐.๒๑๑/ว ๑๑ ลงวันที่ ๑๘ มกราคม ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินความเหมาะสม

๒. แบบรายงานผลหลังการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตามหนังสือที่อ้างถึง ด้วยนายวิรัตน์ ปุຍกระโทก ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวังรีบุญเลิศ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต ๒ ได้พัฒนา และจัดทำผลงานทางวิชาการ “เอกสารประกอบประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัว โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ ๓ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รายวิชา เทคโนโลยี ๕ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ พร้อมทั้งได้ขอความอนุเคราะห์ช่วยเผยแพร่ผลงานทางวิชาการดังกล่าว ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

ทางโรงเรียนบ้านบนควน ได้รับเอกสารดังกล่าวไว้เรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และได้นำไปประยุกต์ใช้ในโรงเรียน ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเป็นอย่างดี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

( นายธรรมราช วงศ์พะตาย )

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบนควน

โรงเรียนบ้านบนควน

โทร ๐๓๕-๓๕๕๓๖๙ ๓๕๓๖

- ๒๕๖๒/๒๒๒๓

แบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์  
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านรูปแบบ ด้านรูปภาพ ด้านเนื้อหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการศึกษา จึงขอความกรุณาจากท่านได้ประเมินความเหมาะสมตามความเป็นจริงมากที่สุด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านซึ่งมี 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านรูปแบบ</b>					
1. รูปแบบปกของเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความสวยงามน่าสนใจ	✓				
2. ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปแบบ เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	✓				
3. ตัวหนังสือชัดเจน อ่านง่าย และมีขนาดเหมาะสม	✓				
<b>ด้านรูปภาพ</b>					
4. รูปภาพและองค์ประกอบของรูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ ได้สัดส่วนเหมาะสม	✓				
5. รูปภาพในเอกสารประกอบการเรียนฯ มีความน่าสนใจ	✓				
6. ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	✓				
7. การเรียงลำดับภาพกิจกรรม เป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	✓				

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
8. เนื้อหามีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย มีความต่อเนื่อง		✓			
9. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓				
10. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีการจัดลำดับความสำคัญ		✓			
11. การนำเสนอเนื้อหา น่าสนใจ	✓				
12. สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน	✓				
13. คำบรรยายในเอกสารประกอบการเรียนฯ อ่านแล้วเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓				
14. เนื้อหากระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียน	✓				
15. จำนวนกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน	✓				
16. เอกสารประกอบการเรียนฯ ช่วยสร้างทัศนคติและจิตสำนึกที่ดีต่อการเรียนของนักเรียน	✓				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
 ( พง 010 ม ..... )  
 ตำแหน่ง..... กุ โทเว โจน ข้างบน กวน .....

แบบรายงานผลหลังจัดการเรียนรู้  
โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุม  
หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)  
รายวิชา เทคโนโลยี 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมิน จำนวนนักเรียน 18 คน

ด้านความรู้

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 18 คน คิดเป็น 100 %

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน - คน คิดเป็น - %

ด้านทักษะกระบวนการ

ผ่านเกณฑ์การประเมิน 17 คน คิดเป็น 94 %

ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน 1 คน คิดเป็น 6 %

ด้านพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ดีมาก 13 คน คิดเป็น 92 % ดี - คน คิดเป็น - %

ปานกลาง 5 คน คิดเป็น 28 % พอใช้ - คน คิดเป็น - %

ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ดีมาก 8 คน คิดเป็น 44 % ดี 5 คน คิดเป็น 28 %

พอใช้ 5 คน คิดเป็น 28 % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ดีเยี่ยม 13 คน คิดเป็น 92 % ดี 5 คน คิดเป็น 28 %


พอใช้ - คน คิดเป็น - % ปรับปรุง - คน คิดเป็น - %

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....  
.....

3. ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขในครั้งต่อไป

.....  
.....

ลงชื่อ 

(นางอรอน โภค)

ตำแหน่ง ครู/วิทยากร บัณฑิต

วันที่ 6 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2562

### แผ่นซีดีสำหรับใช้แจกจ่ายเพื่อเผยแพร่นวัตกรรม



ภาพที่ 21 แผ่นซีดีสำหรับใช้แจกจ่ายเพื่อเผยแพร่นวัตกรรม

ภาพโดย : วิจิตร์น ปุ้ยกระโทก

## ประวัติผู้วิจัย

- ชื่อ – นามสกุล** นายวิรัตน์ ปุยกระโทก อายุ 44 ปี
- วัน เดือน ปีเกิด** 26 ตุลาคม 2520
- ที่อยู่ปัจจุบัน** 1780/146 ซอยมะลิ ถนนท่าโพธิ์ ตำบลท่าวัง อำเภอเมือง  
จังหวัดนครศรีธรรมราช
- สถานที่ทำงาน** โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ หมู่ 7 ตำบลคูสิต อำเภอถ้ำพรรณรา  
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80260
- การศึกษา** พ.ศ.2539 จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิทยาลัยสงฆ์ภาคทักษิณ  
พ.ศ.2541 จบประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยอาชีวศึกษา  
นครศรีธรรมราช  
พ.ศ.2545 จบการศึกษาปริญญาตรี ครุศาสตร์บัณฑิต (ค.บ.)  
วิชาเอกคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช  
พ.ศ.2552 จบการศึกษาปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.)  
สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์  
นครศรีธรรมราช
- การทำงาน** พ.ศ.2547 – 2550 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 67 (บ้านนาพรุ) อำเภอสุขสำราญ  
จังหวัดระนอง  
พ.ศ.2550 - ปัจจุบัน โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ
- ประสบการณ์สอน** กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี 15 ปี

### รางวัลเชิดชูเกียรติที่เกิดจากการปฏิบัติหน้าที่

- พ.ศ. 2557 : รางวัล “หนึ่งแสนครูดี” จากคุรุสภา
- พ.ศ. 2561 : รางวัล “ครูดีในดวงใจ” จาก สพฐ.
- พ.ศ. 2562 : รางวัล “ครูสุดดี” จากคุรุสภา
- พ.ศ. 2562 : รางวัลครูผู้สอน “ดีเด่น” ระดับประเทศ จากคุรุสภา  
ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี  
จากการใช้นวัตกรรม : เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรม  
ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน  
(Project Based Learning)
- พ.ศ. 2563 : รางวัล “คุรุสภาสุดดี” ระดับ “ดี” จากคุรุสภา

### ผลงานความสำเร็จที่ได้รับการยกย่องระดับนานาชาติ

- พ.ศ. 2559 ครูผู้ฝึกสอน ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์วิ่งเร็วสองขาปั้นพลังงานด้วยมือ  
รายการ HongKong International Robotic Olympiad 2016  
เขตบริหารพิเศษฮ่องกง แห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน
- พ.ศ. 2560 ครูผู้ฝึกสอน ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์ปลาวายน้ำ  
รายการ PSN SCI FEST17 เมืองอะลอร์สตาร์ รัฐเคดาห์ ประเทศมาเลเซีย

### ผลงานความสำเร็จที่ได้รับการยกย่องระดับรางวัลพระราชทาน

- พ.ศ.2559 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลถ้วยพระราชทาน สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ  
ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์ยูวชนชิงแชมป์ประเทศไทย ครั้งที่ 5  
การแข่งขันหุ่นยนต์กึ่งอัตโนมัติ ณ สถาบันปัญญาภิวัฒน์ นนทบุรี
- พ.ศ.2560 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลถ้วยพระราชทาน สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ  
ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์ยูวชนชิงแชมป์ประเทศไทย ระดับมัธยมศึกษา  
รายการ Pornsirikul International Robotic Competition 1
- พ.ศ.2562 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลถ้วยพระราชทาน สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า  
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี  
ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์ยูวชนชิงแชมป์ประเทศไทย ระดับมัธยมศึกษา  
รายการ Pornsirikul International Robotic Competition 2

### ผลงานความสำเร็จที่ได้รับการยกย่องระดับชาติ

- พ.ศ.2555 ครูผู้ฝึกสอน รองชนะเลิศอันดับ 2 เหรียญทอง การแข่งขันโครงงาน  
หุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น งานศิลปหัตถกรรมฯ ระดับชาติ  
ครั้งที่ 62
- พ.ศ.2557 ครูผู้ฝึกสอน เหรียญทองอันดับที่ 4 การแข่งขันหุ่นยนต์บังคับมือ  
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น งานศิลปหัตถกรรมฯ ระดับชาติ ครั้งที่ 64
- พ.ศ.2558 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลชนะเลิศ เหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์ สพฐ.  
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น งานศิลปหัตถกรรมฯ ระดับชาติ ครั้งที่ 65
- พ.ศ.2558 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลระดับเหรียญทอง รองชนะเลิศ อันดับ 1 กิจกรรม  
การประกวดโครงงานออกแบบและเทคโนโลยี ระดับชั้น ม.1-ม.3  
งานศิลปหัตถกรรมนักเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 65



### ผลงานความสำเร็จที่ได้รับการยกย่องระดับชาติ (ต่อ)

- พ.ศ.2559 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลระดับเหรียญเงิน กิจกรรมการประกวดโครงงานหุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ ระดับชั้น ม.1-ม.3 งานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 66
- พ.ศ.2559 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลระดับเหรียญเงิน กิจกรรมการแข่งขันหุ่นยนต์บังคับมือ ระดับชั้น ม.1-ม.3 งานศิลปหัตถกรรมนักเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 66
- พ.ศ.2559 ครูผู้ฝึกสอน รองชนะเลิศอันดับ 1 รับโล่รางวัลจากเลขาธิการ คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน การแข่งขันหุ่นยนต์ยุวชนชิงแชมป์ ประเทศไทย ครั้งที่ 5 การแข่งขันหุ่นยนต์กึ่งอัตโนมัติ
- พ.ศ.2560 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลระดับเหรียญเงิน กิจกรรมการแข่งขันหุ่นยนต์ ระดับชั้น ม.1-ม.3 งานศิลปหัตถกรรมนักเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 64
- พ.ศ.2560 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลระดับเหรียญทอง รองชนะเลิศ อันดับ 1 กิจกรรม การประกวดโครงงานระบบสมองกลฝังตัว ระดับชั้น ม.1-ม.3 งานศิลปหัตถกรรมนักเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 67
- พ.ศ.2561 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลเหรียญทองชนะเลิศ การแข่งขัน Mini Logistic Bot (หุ่นยนต์ลำเลียงของ) การแข่งขันหุ่นยนต์ขั้นพื้นฐาน Thailand Robofest Junior งานมหกรรมสนามเด็กเล่นหุ่นยนต์และการแข่งขันหุ่นยนต์ยุวชน ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2561
- พ.ศ.2561 ครูผู้ฝึกสอน รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 การแข่งขันหุ่นยนต์ Hide&Seek (หุ่นยนต์เล่นซ่อนหา) การแข่งขันหุ่นยนต์ยุวชนชิงแชมป์ประเทศไทย ครั้งที่ 7 ประจำปี 2561

