

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 : R₁)

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน
โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
(Development : D₁)

ขั้นตอนที่ 3 การนำเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และ
ระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ไปทดลองใช้กับกลุ่ม
ตัวอย่าง (Implementation=Research : R₂)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนการสอน
โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)
(Evaluation and Improve=Development : D₂)

1.3 สมมุติฐานการวิจัยและพัฒนา

1.3.1 เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบ
สมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีค่าประสิทธิภาพตาม
เกณฑ์ 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)

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

1.3.3 นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุม
หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.4 นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุม
หุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ประกอบ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

1.4 สรุปผลการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการสอนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) สามารถสรุปผลได้
ดังต่อไปนี้

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 ชามาศ ดิษฐเจริญ (2556 : 112-115) ซึ่งได้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ประยุกต์ ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ได้อย่างรวดเร็วและมีความสุขเพราะผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติจริง รู้จักวิธีแก้ปัญหา แสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดทักษะในการทำงานด้วยตนเองและทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีผลงานเป็นรูปธรรม และยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุปรีย์ บูรณะกนิษฐ (2556 : 96-100) ที่ได้ทำการวิจัยการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ พบว่า การจัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ความรู้ที่หลากหลายและมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Barron (2009) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Doing with Understanding : Lessons from Research on Problem and Project Based Learning. โดยได้พบว่า กิจกรรมการสอนแบบโครงงานมีจุดมุ่งหมายที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งจากการทำงานเป็นกลุ่ม 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 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการวิจัยและพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ผู้วิจัยได้ค้นพบประเด็นที่สำคัญเพิ่มเติมต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีพฤติกรรมกล้าท้าทายการสอนของผู้สอน กล่าวคือ ผู้เรียนไม่ยึดติดกับความรู้อันมีอยู่เดิม 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 : R₁) ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้ทราบปัญหาพื้นฐานและความต้องการที่จำเป็นรวมทั้งได้ทำการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ อย่างครอบคลุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้พัฒนาเอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) ซึ่งมีผลงานวิจัยเพิ่มมากขึ้นที่รับรองว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นวิธีการที่เน้นให้เด็กแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดจากการที่เด็กเป็นผู้กำหนดปัญหาและตั้งสมมุติฐานเลือกแนวทางแก้ไข โดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดประสบการณ์ตรง สามารถประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาทำการกำหนดแนวทางในการพัฒนา (Development : D₁) เอกสารประกอบการเรียนการเขียนโปรแกรม ควบคุมหุ่นยนต์และระบบสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทำการทดลองใช้จริง (Implementation = Research : R₂) ทำให้มีประสิทธิผลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลการใช้งานจากเกณฑ์ที่กำหนดพร้อมทั้งนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ (Evaluation and Improve = Development : D₂) 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