

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีและทักษะการทำโครงการของผู้เรียนวัยทำงานใน โรงงานอุตสาหกรรมเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

A study of learning achievement about basic chemical engineering knowledge and
project work ability for adult learners in chemical industrial by project-based learning

ชุลีพันธ์ พันธุ์เอี่ยม^{1*}, อภิชัย เทอดเทียนวงษ์¹, สุภาภรณ์ เทอดเทียนวงษ์²,

อินทิรา ครอบรู้อู³, จารุกต์ เทพแก้ว¹, เอกวัฒน์ นิธิไชโย¹, ปิยพันธ์ จะกอ¹

Chuleepan Paniame^{1*}, Apichi Therdthianwong¹,

Supaporn Therdthianwong², Intira robroo³, Jarupuk Thepkaew¹,

Ekawat Nithichaiyo¹, Piyaphan Jakor¹

¹โครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบเรียนรู้สร้างสรรค์ปัญญา (C-ChEPS) สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

²ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ³สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี
การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

*ติดต่อ E-mail: Chuleepan.pan@kmutt.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: 0840076538

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ที่เรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-based learning) และ 2) เพื่อศึกษาทักษะการทำโครงการของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้โดยโครงการเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกพนักงานบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด ที่เข้าร่วมโครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการ (Constructionism-Chemical Engineering Practice School) รุ่นที่ 18-20 (Intact Group) จำนวน 36 คน ได้มาด้วยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) การวิจัยครั้งนี้เป็นเป็นการวิจัยกึ่งทดลองที่มีกลุ่มทดลองแบบกลุ่มเดียวทดลองก่อนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) และประเมินผลการทำโครงการหลังเรียนโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent norm sample) ผลการวิจัยมีดังนี้ 1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลองและหลังทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้เรียนเพิ่มขึ้นโดยมีค่าผลสัมฤทธิ์คะแนนร้อยละเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 26.12 และค่าผลสัมฤทธิ์คะแนนร้อยละเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 75.85 และเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาค่าความแตกต่างทางสถิติระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ t-test dependent norm sample พบว่า ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และ 2) ความสามารถในการทำโครงการของผู้เรียนโครงการทักษะ

วิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการด้วยการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐานโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (\bar{X} = 3.31, SD = 0.22)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยโครงงาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การศึกษาผู้ใหญ่

Abstract

The purposes of the study were 1) to compare achievements before and after learning about basic chemical engineering knowledge for adult learners by project-based learning and 2) to study project work ability taught by project-based learning for adult learners. The sample used in the study, the researchers chose 36 employees of SCG Chemicals Company Limited who were in the 18th-20th batches of the Constructionism-Chemical Engineering Practice School program (intact group) by purposive sampling. The study is a quasi-experimental research which was a one-group pretest-posttest design and the evaluation was made based on the project work ability after the lesson. The statistics used to analyze the quantitative data were mean (\bar{X}), standard deviation (SD) and t-test dependent norm sample. The results obtained were as follows : 1) Comparison of pretest and posttest scores showed that the post test mean score of the learners increased. The pretest mean achievement score was 26.12 and the posttest mean achievement score was 75.85. When we brought achievements of the sample to comparative analysis to determine the statistical differences before and after experiment by using t-test dependent norm sample. The results of achievements were statistically significant difference at the level of .05. and 2) The adult learners' project work ability in Constructionism-Chemical Engineering Practice School program by project-based learning were found to be at the high level (\bar{X} = 3.31, SD = 0.22).

Keywords: Project-based learning, Learning Achievement, Adult education

บทนำ

การศึกษามีได้มีความหมายเพียงการที่นักเรียนหรือผู้เรียนมาเข้าเรียนในโรงเรียนหรือในสถาบันการศึกษา มีครูเป็นผู้สอน มีการแบ่งผู้เรียนเข้าเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ เท่านั้น แต่การศึกษามีความหมายครอบคลุมกว้างขวางกว่านั้นมาก [1] ซึ่งแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2575 ของกระทรวงศึกษาธิการ [2] ได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการยกระดับคุณภาพและมาตรฐานผู้เรียน โดยมุ่งพัฒนาคุณภาพการศึกษาทุกระดับทุกประเภทเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพ มาตรฐานและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และได้กำหนดกลยุทธ์และแนวทางการดำเนินงานพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมเสริมทักษะพัฒนาผู้เรียนในรูปแบบที่หลากหลาย โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิด วิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project based learning; PBL) เป็นการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง และได้ฝึกการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้ [3] ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Sinlarat [Sinlarat, P 2014 อ่างโน น้ำฝน คูเจริญไพศาล(2560)] [4] ที่กล่าวว่า หลักการสอนสู่ศตวรรษที่ 21 ต้องเริ่มที่ผู้เรียนก่อน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้ชี้แนะเท่านั้น โดยกระบวนการที่ใช้กับแนวคิดนี้คือ การสอนแบบใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based instruction) สอดคล้องกับผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นฐาน [4-6] พบว่า เป็นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้หลากหลายทักษะ เช่น ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะทางสังคม รวมทั้งสร้างสมรรถนะในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรม

การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based learning) เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ เนื่องจากคุณลักษณะของผู้เรียนวัยผู้ใหญ่ (Adult Learner) มี 5 ข้อ ดังต่อไปนี้ 1) ผู้เรียนวัยผู้ใหญ่ได้หลุดพ้นจากการพึ่งพาไปสู่ความเป็นอิสระที่สามารถชี้นำตนเองได้ รวมไปถึงการเรียนรู้ของผู้ใหญ่เอง 2) ผู้เรียนวัยผู้ใหญ่สามารถดึงประสบการณ์ชีวิตของพวกเขามาช่วยในการเรียนรู้ได้ทันที 3) ผู้เรียนวัยผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียนรู้ตามการเปลี่ยนแปลงของบทบาทใหม่ทางสังคม หรือบทบาทของชีวิต 4) ผู้เรียนวัยผู้ใหญ่เน้นปัญหาเป็นศูนย์กลางและต้องการเรียนรู้สิ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตได้ทันที และ 5) ผู้เรียนวัยผู้ใหญ่มีแรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้มากกว่าปัจจัยภายนอก [7] ซึ่งสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) [8] คือ สิ่งที่ควรคำนึงถึงหรือลักษณะเด่นของผู้ใหญ่ที่มีผลทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์แบบมี 4 ประการ ดังนี้ 1) มโนทัศน์ของผู้เรียน (Self Concept) ผู้ใหญ่จะมองเห็นตนเองและนำตนเองได้ และสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง 2) ประสบการณ์ของผู้เรียน (Experience) ผู้ใหญ่มีประสบการณ์ สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ ยิ่งอายุมากขึ้นก็ยิ่งมีประสบการณ์มาก 3) ความพร้อมที่จะเรียน (Readiness to Learn) ผู้ใหญ่จะมีวุฒิภาวะและเกิดความพร้อมในการเรียนรู้และจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดถ้าเรื่องที่เรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และมีความจำเป็นต้องรู้ และ 4) แนวทางการเรียนรู้ (Orientation to Learn) ผู้ใหญ่จะยึดตนเองเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ และมุ่งนำความรู้ไปใช้ได้ทันที

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนวัยทำงาน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพต่าง ๆ ผ่านการเรียนรู้ เช่น ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งเป็นการส่งเสริมทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นแนวทางที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้แบบยั่งยืนและต่อเนื่องตลอดชีวิต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะต่างๆ ที่ได้ ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในอนาคต

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ที่เรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาทักษะการทำโครงงานของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบวิจัยเชิงทดลองที่มีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest and posttest experimental design) [9-10] ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
T1	X	T2

T 1 หมายถึง ทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยโครงงาน

T 2 หมายถึง ทดสอบหลังเรียน

อุปกรณ์

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นพนักงานบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด ที่เข้าร่วมโครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการ (Construction-Chemical Engineering Practice School) รุ่นที่ 18 - 20 จำนวน 36 คน ซึ่งข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 1 และจากการวิเคราะห์ด้วยความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) พบว่าอายุและประสบการณ์ทำงานในบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัดของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และมีวุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เหมือนกัน

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	อายุ			ประสบการณ์ทำงานในบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด			วุฒิการศึกษา
	เฉลี่ย (ปี)	SD	P	เฉลี่ย (ปี)	SD	P	
กลุ่มที่ 1	40.7	4.6	0.29*	18.9	2.9	0.27*	ปวส.
กลุ่มที่ 2	42.0	3.6		19.4	4.8		ปวส.
กลุ่มที่ 3	43.5	4.6		21.3	3.3		ปวส.
เฉลี่ย	42.0	4.3		19.9	3.4		ปวส.

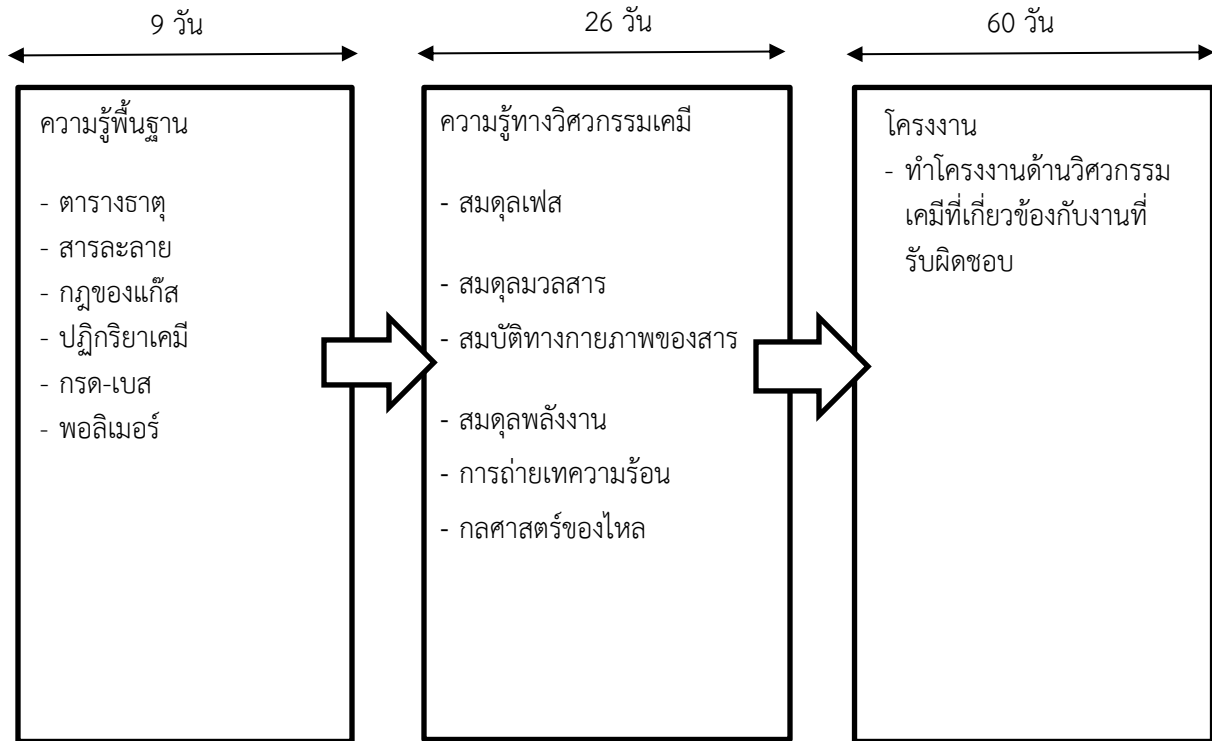
* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2 ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย

ตัวแปรต้น (Independent Variables) ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี และทักษะการทำโครงงานของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี

3. แผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยจะให้ผู้เรียนเรียนวิชาพื้นฐาน 9 วัน จากนั้นเรียนวิชาเฉพาะทางวิศวกรรมเคมี 26 วัน และทำโครงงานวิศวกรรมเคมี 60 วัน โดยในหลักสูตรมีระยะเวลาเรียนรวม 95 วัน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 รายละเอียดการเรียนรู้และระยะเวลาในการจัดกิจกรรม ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบอัตนัย มีจำนวน 6 หัวข้อ (13 ข้อย่อย) ให้ความเวลาในการทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง ประกอบด้วย

- คณิตศาสตร์และหน่วยพื้นฐาน (Math and Unit) 2 ข้อ
- วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Process Science and Calculation) 2 ข้อ
- สมดุลมวลสารและพลังงาน (Fundamental of Mass and Energy Balance) 2 ข้อ
- หลักการเบื้องต้นการถ่ายเทความร้อน (Basic of Heat Transfer) 3 ข้อ
- กลศาสตร์ของไหล (Fundamental of Fluid Mechanics) 3 ข้อ
- การปฏิบัติงานหน่วย (Unit Operation) 1 ข้อ

5. แบบประเมินทักษะในการทำโครงการ จำนวน 9 ข้อโดยใช้รูปแบบรูบริกส์ (Scoring rubrics) [11] โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนคือ 4, 3, 2, และ 1 ซึ่งแปลผลการทำโครงการดังนี้ คะแนน 3.01 – 4.00 หมายถึง ดีมาก 2.01 – 3.00

หมายถึง ดี 1.01 – 2.00 หมายถึง ปานกลาง และ 0.01 – 1.00 หมายถึง ควรปรับปรุง ซึ่งหัวข้อและเกณฑ์การประเมินแสดงดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การประเมินโครงการ

ทักษะ/นิยาม	ระดับ			
	ควรปรับปรุง	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
<p>การเลือกหัวข้อโครงการ (Project Selection)</p> <p>เลือกโครงการตามความต้องการของตนเอง โดยมีความเห็นชอบร่วมกันกับ หัวหน้างาน และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ โดยมีข้อมูลรองรับ</p>	เลือกโครงการตามความต้องการของตนเอง หรือ หัวหน้างาน และไม่มีข้อมูลรองรับ	เลือกโครงการตามความต้องการของตนเอง หรือ หัวหน้างาน โดยมีข้อมูลรองรับ	เลือกโครงการตามความต้องการของตนเอง มีความเห็นชอบร่วมกันกับ หัวหน้างาน และอาจารย์ที่ปรึกษา มีข้อมูลรองรับ และมีประโยชน์ต่อตนเอง	เลือกโครงการตามความต้องการของตนเอง มีความเห็นชอบร่วมกันกับ หัวหน้างาน และอาจารย์ที่ปรึกษา มีข้อมูลรองรับ และมีประโยชน์ทั้งต่อตนเองและบริษัท
<p>ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล (Information Seeking)</p> <p>ค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในทำโครงการ จาก แหล่งต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ ข้อมูล ในโรงงาน และจากผู้มีประสบการณ์</p>	ไม่กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูล มีข้อมูลน้อย และไม่สอดคล้องกับโครงการ	กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลอยู่บ้าง มีข้อมูลน้อย แต่ยังคงสอดคล้องกับโครงการ	กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูล ได้ข้อมูลมาเพียงพอและสอดคล้องกับโครงการ	กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลได้ ข้อมูลมาเกินกว่าที่คาดหมาย และสอดคล้องกับโครงการ
<p>การระบุปัญหาและสาเหตุของโครงการ (Problem Identification)</p> <p>สามารถระบุปัญหาและสาเหตุ โดยมีข้อมูลประกอบ และมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการที่ชัดเจน</p>	ระบุปัญหาและสาเหตุ แต่ไม่มีข้อมูลประกอบ และยังไม่ชัดเจน	ระบุปัญหาและสาเหตุ โดยมีข้อมูลประกอบ แต่ยังไม่ชัดเจน และต้องอาศัยคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาอยู่บ้าง	ระบุปัญหาและสาเหตุ โดยมีข้อมูลประกอบ และมีการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน แต่ยังไม่ชัดเจน	ระบุปัญหาและสาเหตุ โดยมีข้อมูลประกอบ และมีการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนได้ด้วยตนเอง
<p>การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)</p> <p>วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ข้อมูล/ทฤษฎีมาประกอบ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ และเสนอแนวทางการแก้ไข</p>	ไม่ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ ใช้ประสบการณ์เดิมในการวิเคราะห์ปัญหา	ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้	ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ และสามารถเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาได้	ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ พร้อมบอกข้อดี/ข้อเสียของแต่ละวิธี
<p>การวางแผนงาน (Planning)</p> <p>มีการวางแผนการทำโครงการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างครบถ้วน</p>	ไม่มีการวางแผนงาน และมีการปรับวัตถุประสงค์ในระหว่างการทำโครงการ	มีการวางแผนแต่ไม่ชัดเจน และมีการปรับวัตถุประสงค์ในระหว่างการทำโครงการ	มีการวางแผนชัดเจน และมีการปรับวัตถุประสงค์ในระหว่างการทำโครงการ	มีการวางแผนอย่างชัดเจน และงานบรรลุวัตถุประสงค์อย่างครบถ้วน
<p>ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Skill)</p> <p>สามารถใช้คอมพิวเตอร์ Microsoft office เพื่อการคำนวณ วิเคราะห์ความสัมพันธ์</p>	สามารถใช้งานคำสั่งพื้นฐานได้บ้าง แต่ต้องอาศัยคำแนะนำจากผู้อื่น	สามารถใช้งานคำสั่งพื้นฐานของทุกโปรแกรมได้ แต่ต้องถามผู้อื่นเมื่อต้องใช้คำสั่งที่นอกเหนือคำสั่งพื้นฐาน	สามารถใช้งานทุกโปรแกรมได้อย่างคล่องแคล่ว ทั้งคำสั่งพื้นฐาน และสามารถเรียนรู้คำสั่งอื่นๆได้ด้วยตนเอง	สามารถใช้งานทุกโปรแกรมได้อย่างคล่องแคล่ว และสามารถสอนผู้อื่น ใช้โปรแกรมและแก้ปัญหาต่างๆได้

(Excel) พิมพ์รายงาน (Word) และนำเสนอผลงานได้ (PowerPoint)				
การเขียนรายงาน (Report) รายงานของโครงการมีเนื้อหาครบถ้วน มีการเรียงลำดับเนื้อหาเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจ เห็นถึงความสำคัญ,วิธีการและผลของโครงการอย่างชัดเจน	รายงานมีเนื้อหาครบถ้วน เรียงลำดับเนื้อหาไม่ดี และไม่มีการสรุปผลของโครงการ	รายงานมีเนื้อหาครบถ้วน เรียงลำดับเนื้อหาไม่ดี แต่มีการสรุปผลของโครงการ	รายงานมีเนื้อหาครบถ้วน เรียงลำดับเนื้อหาดี แต่ยังไม่อ่านเข้าใจยาก และมีการสรุปผลที่ชัดเจน	รายงานมีเนื้อหาครบถ้วน มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่ให้อ่านเข้าใจง่าย และมีการสรุปผลที่ชัดเจน พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการทำโครงการต่อไป
การใช้แฟ้มสะสมผลงานในการพัฒนาการเรียนรู้ (Portfolio) การใช้ Portfolio เพื่อพัฒนาและวิเคราะห์ตนเอง โดยมีการรวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้ จัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบ และสามารถสร้างแผนพัฒนาตนเองได้	รวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้ใส่ไว้ใน Portfolio แต่ยังไม่เป็นระบบ	รวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้ใส่ไว้ใน Portfolio และมีการจัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบ	รวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้ใส่ไว้ใน Portfolio มีการจัดหมวดหมู่ อย่างเป็นระบบ โดยมีการวิเคราะห์และสรุปเนื้อหา	รวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้ใส่ไว้ใน Portfolio มีการจัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบ โดยมีการวิเคราะห์และสรุปเนื้อหา รวมถึงมีการทำแผนพัฒนาตนเอง
การมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Workshop) การมาเรียนตรงเวลา การเข้าร่วมกิจกรรม Workshop ต่าง ๆ งานค่าย รวมทั้งการดูงานนอกสถานที่เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้	ไม่เคย 0 - 25 %	นานๆ ครั้ง 26 - 50%	บางครั้ง 51 - 75 %	ประจำ(เสมอ) 76 - 100%
การแบ่งปันถ่ายทอดความรู้(Knowledge Sharing) มีการแบ่งปัน แลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ระหว่างกัน ทั้งความรู้ใหม่ ๆ ที่ได้มาจากภายนอก และความรู้ที่ได้จากการคิดค้นด้วยตนเองรวมถึงประสบการณ์เรียนรู้ซึ่งอาจจะมีทั้งความสำเร็จและความล้มเหลวก็ได้	ไม่ค่อยแบ่งปันแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อน	มีการแบ่งปัน แลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนบ้าง	มีการแบ่งปัน แลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนเป็นประจำ	มีการแบ่งปัน แลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนเป็นประจำ และร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อต่อยอดความรู้ จากเรื่องที่ได้รับฟัง

ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์การประเมินการนำเสนอผลงาน

ทักษะ	เกณฑ์การประเมิน		
การเรียงลำดับเนื้อหาและการเรียบเรียงเนื้อหา	ข้อความที่นำเสนอบางเรื่องไม่ชัดเจน การเรียงลำดับไม่ดี ไม่มีระเบียบ	คะแนนที่ได้ ←————→ 1 2 3 4	การนำเสนอชัดเจน มีเหตุมีผล จัดเรียงลำดับดี ผู้ฟังสามารถติดตามได้ตลอดอย่างเข้าใจ
การนำเสนอ	ระดับเสียงและความชัดเจนของเสียงไม่เหมาะสม (ดังไปหรือค่อยไป) หรือผู้พูดมีการอ่านบทเป็นส่วนใหญ่	คะแนนที่ได้ ←————→ 1 2 3 4	ระดับเสียงเหมาะสม มีจังหวะการพูดที่ดี ไม่อ่านตามบทพูด สามารถพูดเชื่อมโยงเนื้อหาได้ดี มีการวางแผนบทพูดไว้ดี ผู้ฟังเข้าใจได้ง่าย
การใช้สื่อประกอบการนำเสนอ	สื่อที่เตรียมมีคุณภาพไม่ดี แสดงให้เห็นถึงการไม่เตรียมตัวและใช้รูปแบบไม่เหมาะสม ตัวหนังสือมีขนาดเล็กเกินไป	คะแนนที่ได้ ←————→ 1 2 3 4	สื่อที่เตรียมมีคุณภาพดีเยี่ยม เช่น ขนาดตัวหนังสือใหญ่พอที่ทุกคนเห็นได้ทั้งหมด, เน้นจุดสำคัญ โดยไม่ใส่รายละเอียดมากเกินไป, มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูล

	จะอ่าน ใ้ข้อมูลมากเกินไป เน้นข้อมูลที่ไม่สำคัญ		อย่างถูกต้อง, สื่อดูสวยงาม น่าดึงดูดและเห็นประเด็นที่ต้องการสื่ออย่างชัดเจน
ความลึกของเนื้อหาสาระ	ไม่มีการอ้างทฤษฎีประกอบ หรือไม่แสดงให้เห็นความเกี่ยวข้องของทฤษฎีกับงาน	คะแนนที่ได้ ←————→ 1 2 3 4	มีการอ้างทฤษฎีที่สำคัญ สามารถดึงเอาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาประกอบการนำเสนอ มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเข้ามาใช้งานได้
ความถูกต้องของเนื้อหา	มีความผิดพลาดในข้อมูลค่อนข้างมาก	คะแนนที่ได้ ←————→ 1 2 3 4	ข้อมูลที่นำเสนอมีความถูกต้องทั้งหมด มีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ
บุคลิกท่าทาง	บุคลิกท่าทางไม่เหมาะสม มีความประหม่าและไม่สบตาผู้ฟังเลย	คะแนนที่ได้ ←————→ 1 2 3 4	บุคลิกท่าทางมีความเหมาะสม มีความมั่นใจ มีท่าทางประกอบอย่างเหมาะสม สบตาผู้ฟัง แสดงถึงความเป็นมิตรกับผู้ฟังและเป็นมืออาชีพ
การตอบสนองต่อผู้ฟัง	ตอบสนองต่อคำถามของผู้ฟังไม่ดีพอ	คะแนนที่ได้ ←————→ 1 2 3 4	มีความพยายามในการทำให้ผู้ฟังเข้าใจโดยการพยายามอธิบายซ้ำ และตอบคำถามผู้ฟังได้ดี มีการสรุปเมื่อจำเป็น และมีการเชิญให้ผู้ฟังมีส่วนร่วม

วิธีการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยรูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ละกลุ่ม จนครบทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนทำการทดลองผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ด้วยข้อสอบที่มีความคล้ายคลึงกัน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน แล้วบันทึกการสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างที่ละกลุ่มโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยในหลักสูตรมีระยะเวลาในการเรียนทั้งหมด 95 วัน

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดการทดลอง ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีแบบอัตนัย ซึ่งเป็นข้อสอบที่ใกล้เคียงกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และทำการประเมินความสามารถในการทำโครงงานโดยใช้รูปแบบรูบรีคส์ แล้วบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบหลังเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

4. นำคะแนนที่รวบรวมได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินทักษะในการทำโครงการ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนโครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยการทดสอบค่าที (t-test Dependent norm sample)

2. ผลคะแนนที่ได้จากการประเมินความสามารถในการทำโครงงานของผู้เรียนโครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และแปลผลเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนคือ 4, 3, 2, และ 1 หมายถึง มีผลการทำโครงงานในระดับ ดีมาก ดี ปานกลาง และยังต้องปรับปรุง ตามลำดับ

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนโครงการพัฒนาพนักงานปฏิบัติการระดับกลางและพนักงานบริหารระดับต้น ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้ t-test Dependent norm sample แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

หัวข้อ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ส่วนต่างคะแนนร้อยละ	P	T test
		คะแนนเฉลี่ย	SD	ร้อยละ	คะแนนเฉลี่ย	SD	ร้อยละ			
คณิตศาสตร์และหน่วยพื้นฐาน (Math and Unit)	10	2.56	1.80	25.56	8.56	2.50	85.56	60.00	0.00*	11.52
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน	20	4.50	3.39	23.19	16.61	3.80	83.06	59.87	0.00*	13.91
สมุดมวลสารและพลังงาน	30	2.78	5.94	8.70	21.67	10.22	72.22	63.52	0.00*	9.19
หลักการเบื้องต้นการถ่ายเทความร้อน	30	9.00	5.54	32.08	22.39	5.17	74.63	42.55	0.00*	9.85

กลศาสตร์ของไหล	30	9.98	4.71	33.94	21.75	4.97	72.50	38.56	0.00*	9.63
การปฏิบัติงานหน่วย	10	4.04	2.81	43.47	7.64	2.94	76.39	32.92	0.00*	4.84
คะแนนรวม	130	32.70	16.06	26.12	98.61	19.61	75.85	49.73	0.00*	15.09

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังทดลองของกลุ่มตัวอย่าง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05. ซึ่งสรุปได้ว่า การเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมี ด้วยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียน

ผลการประเมินความสามารถในการทำโครงงานของผู้เรียนโครงการทัศนศึกษาวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการ ด้วยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินการทำโครงงานวิศวกรรมเคมี

หัวข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	SD	แปลผล
การเลือกหัวข้อโครงงาน	4	3.73	0.36	ดีมาก
ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	4	3.29	0.39	ดีมาก
การระบุปัญหาและสาเหตุของโครงการ	4	3.12	0.36	ดีมาก
การคิดวิเคราะห์	4	3.15	0.38	ดีมาก
การวางแผนงาน	4	3.17	0.40	ดีมาก
ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์	4	3.01	0.53	ดีมาก
การเขียนรายงาน	4	3.46	0.44	ดีมาก

การใช้เพิ่มสะสมผลงานในการพัฒนาการเรียนรู้	4	2.74	0.51	ดี
การมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	3.74	0.30	ดีมาก
การแบ่งปันถ่ายทอดความรู้	4	3.84	0.40	ดีมาก
การนำเสนอผลงาน	4	3.36	0.21	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยโดยรวม	4	3.31	0.22	ดีมาก

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมี ของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สามารถอภิปรายผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมี ของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมี ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเท่ากับ 26.12 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากข้อสอบที่ใช้เป็นการวัดผลเชิงวิชาการด้านวิศวกรรมเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เคยได้ทำมาก่อน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนร้อยละเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อ พบว่า หัวข้อสมดุลมวลสารและพลังงาน (Mass and Energy Balance) มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 8.70 และหัวข้อที่มีคะแนนร้อยละเฉลี่ยสูงสุดคือ หัวข้อการปฏิบัติงานหน่วย (Unit Operation) มีค่าสูงสุด เท่ากับ 43.47 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในหัวข้อการปฏิบัติงานหน่วย (Unit Operation) เป็นลักษณะการถามที่เกี่ยวกับกลไกการทำงานของหน่วยปฏิบัติการที่ผู้เรียนรับผิดชอบและผู้เรียนมีประสบการณ์การทำงานด้านนี้ ผู้เรียนจึงมองเห็นภาพ จึงทำให้ผู้เรียนทำคะแนนในส่วนนี้ได้ดี แต่ในหัวข้อสมดุลมวลสารและพลังงาน (Mass and Energy Balance) ผู้เรียนทำคะแนนได้ต่ำสุด เนื่องจากลักษณะการทำงานของผู้เรียน จะเป็นการปฏิบัติการเฉพาะหน่วยที่ตนเองรับผิดชอบเท่านั้น ไม่มีการมองภาพรวม และไม่เคยมีประสบการณ์การคำนวณสมดุลมวลสารและพลังงาน เนื่องจากเป็นความรับผิดชอบของวิศวกรประจำโรงงาน จึงทำให้ได้คะแนนหัวข้อนี้ต่ำ และเมื่อพิจารณาคะแนนร้อยละเฉลี่ยหลังเรียน พบว่า มีคะแนนเพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อ โดยหัวข้อคณิตศาสตร์และหน่วยพื้นฐานมีค่าสูงสุด เท่ากับ 85.56 และหัวข้อสมดุลมวลสารและพลังงาน (Mass and Energy Balance) มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 72.22 เนื่องจากในการเรียนและการทำโครงงานมีการการคำนวณในข้อคณิตศาสตร์และการแปลงหน่วยอยู่ตลอด ทำให้ผู้เรียนได้ฝึก

มือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่พัฒนาทักษะนี้อย่างมาก [10] แต่ในหัวข้อสมดุลมวลสารและพลังงานเป็นหัวข้อที่คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 72.22 อาจเนื่องจากหัวข้อนี้คะแนนเฉลี่ยร้อยละก่อนเรียนต่ำที่สุด คือพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนในส่วนนี้ต่ำตั้งแต่แรก ทำให้คะแนนหลังเรียนต่ำกว่าหัวข้ออื่น แต่เมื่อพิจารณาที่ค่าส่วนต่างคะแนนเฉลี่ยร้อยละ พบว่าในหัวข้อสมดุลมวลสารและพลังงานนี้ มีค่ามากที่สุด แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีพัฒนาการด้านนี้ได้ดีที่สุดในหัวข้อนี้ อาจเนื่องมาจากโครงการที่ผู้เรียนส่วนใหญ่ทำเป็นโครงการเกี่ยวกับเรื่องสมดุลมวลสารและพลังงาน ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ด้านนี้กับงานของตนเอง ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่พัฒนาทักษะนี้อย่างมาก โดยค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์หลังเรียนโดยรวมทุกหัวข้อเท่ากับ 75.85 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องมาจากการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตามความสามารถที่แตกต่างกันของแต่ละคน ได้ฝึกทักษะการคิดการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง [10] ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเรียนรู้อย่างมาก สอดคล้องกับที่น้ำฝน คูเจริญไพศาล [4] ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ ด้วยตนเอง สร้างพฤติกรรมในการเรียนรู้ให้รู้จักแสวงหาความรู้ ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำรา วารสาร และฝึกทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต การใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นคว้าข้อมูล สอดคล้องกับ IPST [3] ที่กล่าวว่าการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน เป็นการจัดการกิจกรรมรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) ได้ฝึกการแก้ปัญหา (Problem solving) โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ ได้ใช้ความสามารถในการคิดระดับสูง (Higher order thinking) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Doppelt Y. [12] ที่พบว่า Project-based learning เป็นวิธีที่นิยมสำหรับการพัฒนาสมรรถนะการคิดและการสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถที่หลากหลาย กระตุ้นการเรียนรู้และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น โดยผู้วิจัยมีความเห็นว่า การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานนั้น ตรงกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ [8,13] คือ ผู้ใหญ่จะยึดตนเองเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้และมุ่งนำความรู้ไปใช้ได้ทันที และมีแรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียน ซึ่งการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนทราบถึงความต้องการการเรียนรู้ของตนเอง สามารถกำหนดจุดมุ่งหมาย เลือกวิธีเรียนและประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง โดยอาจได้รับการช่วยเหลือ ส่งเสริมสนับสนุนจากบุคคลอื่นๆ หรือไม่ก็ได้ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนมีความตระหนัก และรับผิดชอบต่อแผนการเรียนของตนเอง ด้วยเหตุนี้ การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนวัยทำงานเพิ่มขึ้นอย่างมาก

2. ผลการศึกษาทักษะในการทำโครงการทางวิศวกรรมเคมี ของผู้เรียนวัยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน เมื่อพิจารณาการประเมินแต่ละหัวข้อพบว่า หัวข้อที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ การแบ่งปันความรู้ เท่ากับ 3.87 เนื่องจากในโครงการของผู้เรียนส่วนใหญ่ นั้น บางส่วนมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เช่นการทำสมดุลมวลสารและพลังงาน ทำให้ผู้เรียนสามารถแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ที่ตนมีหรือได้จากการทำโครงการ อีกทั้งการที่ผู้เรียนเป็นผู้สอนหรืออธิบายสิ่งนั้นออกมาจากตนเอง จะยิ่งทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและจดจำเนื้อหาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น และหัวข้อที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ หัวข้อการใช้แฟ้มสะสมผลงานเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้เท่ากับ 2.74 อาจเนื่องจากผู้เรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือความรู้ในรูปแบบนี้ เพราะผู้เรียนเพิ่มเคยใช้แฟ้มสะสมผลงานกับการทำโครงการเป็นครั้งแรก ผู้เรียนนิยมเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ใน

คอมพิวเตอร์มากกว่า แนวทางการพัฒนาหัวข้อนี้คือ จะปรับแผนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเริ่มต้นฝึกใช้แฟ้มสะสมข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ คือ ให้ใช้แฟ้มสะสมผลงานกับการเรียนด้วย ซึ่งโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เท่ากับ 3.31 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโครงการที่ผู้เรียนทำเป็นโครงการที่มาจากงานประจำของผู้เรียนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อโครงการได้ดี อีกทั้งยังให้ผู้เรียนได้ทำโครงการตามที่ตนเองสนใจ ตามความถนัด ตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน จึงสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น การสืบค้นข้อมูล การคิดวิเคราะห์ การคิดวิพากษ์วิจารณ์ การแก้ปัญหาการตัดสินใจ และได้ฝึกการเขียนเค้าโครง การเขียนรายงานวิจัย และได้ฝึกทักษะการนำเสนอในงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานทำให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของตนมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการทำงานของตนเองต่อไป สอดคล้องกับที่ Khamanee T. [Khamanee, T. (2009) อังใน น้ําฝน คุณเจริญไพศาล (2560) [4]. ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ โครงการเป็นฐาน เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ผลิตผลงานที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนได้พัฒนาสติปัญญาหลาย ๆ ด้าน ได้พัฒนาทั้งความรู้และทักษะต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงออกได้อย่างชัดเจน และได้แสดงผลงานต่อผู้อื่นเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่ผู้เรียนได้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ใส่ใจต่อการเรียน มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ และรู้จัก ประยุกต์ใช้ความรู้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thomas J.W. [14] ที่ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐานสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชาได้ดีขึ้น พัฒนาระบบการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหาทักษะ การสื่อสาร ทำให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ และได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้มีทักษะทางสังคม

การจัดการเรียนวิทยทำงานรู้พื้นฐานวิศวกรรมเคมีให้ผู้เรียนโดยใช้โครงการเป็นฐานร่วมกับการทำโครงการ มีประโยชน์อย่างยิ่ง เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ รู้จักหน้าที่และค่านึงถึงผลประโยชน์ต่อโรงงาน เพิ่มความสามารถในการสื่อสาร รวมทั้งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่า ยังมีปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการวิจัยอยู่บ้าง เช่น ผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนแบบโครงการเป็นฐาน ผู้เรียนต้องการให้ผู้สอนได้แนะนำแนวทางหรือให้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการทำโครงการ แนะนำแนวทางการเขียนรายงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลเหล่านี้ไปปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาการสอนพื้นฐานวิศวกรรมเคมีให้ผู้เรียนรุ่นต่อไป

สรุปผลการทดลอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นฐานวิศวกรรมเคมี ของผู้เรียนวิทยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเคมีโดยใช้โครงการเป็นฐาน จำนวน 36 คน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วมีผลคะแนนเพิ่มขึ้น โดยมีค่าคะแนนร้อยละเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเท่ากับ 26.12 และค่าคะแนนร้อยละเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเท่ากับ 75.85 เมื่อนำคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาค่าความแตกต่างทางสถิติระหว่าง

คะแนนก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ t-test Dependent norm sample ปรากฏว่าผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการทำโครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการด้วยการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.31

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานนั้น ต้องให้ผู้เรียนรับทราบบทบาท หน้าที่ และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ซึ่งผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง
2. ควรให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การนำเสนองาน โดยการนำเสนอตัวอย่าง หรือเทคนิค วิธี หรือการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้สื่อในการนำเสนองานให้หลากหลายวิธี

ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาความพึงพอใจหรือความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐานซึ่งอาจเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์
2. ควรมีการศึกษาข้อมูลด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสอบถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณผู้เรียนในโครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการรุ่นที่ 18-20 ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนในโครงการ และขอขอบคุณบริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัดและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ร่วมจัดทำโครงการทักษะวิศวกรรมเคมีแบบบูรณาการ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). [ออนไลน์]. รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบ/แนวทางการจัดการศึกษาเพื่อเพิ่มโอกาสทางการศึกษาให้กับประชากรกลุ่มอายุ 15 – 59 ปี ที่อยู่นอกระบบโรงเรียน. เข้าถึงได้จาก : www.onec.go.th. (วันที่สืบค้นข้อมูล 15 พฤษภาคม 2561).
- [2] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). [ออนไลน์]. แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2575). เข้าถึงได้จาก : www.onec.go.th. (วันที่สืบค้นข้อมูล 15 พฤษภาคม 2561).
- [3] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). Measurement and Assessment in Science. เข้าถึงได้จาก : <http://eng.ipst.ac.th>. สืบค้นวันที่ 15 พฤษภาคม 2561 จาก
- [4] น้าฝน คุณเจริญไพศาล. (2560). ผลการเรียนรู้ของนิสิตวิชาชีวเคมีระดับปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้โครงการเป็นฐานในรายวิชาปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์. *Suranaree J. Soc. Sci.* 11(2), 41-57
- [5] Based Learning in Curriculum Development -Artin, S. and Netthanomsak, T. (2011). Project -s Degree Students. (In Thai). *KKU Research Journal*. 1(1): 1 'Year Bachelor-Course for Five .16
- [6] Tamma,B., Wattanakeeree, C. and Boonthima, R. (2012). A Study on Science Achievement in Learning and Creative Thinking Science of Matthayomsuksa III Students Through Scientific Project Science and Activity Sets a Quest for Knowledge. (In Thai). *AEE-T Journal of Environmental Education*. 3(6): 95-105.
- [7] Corley, M. A. (2008) [On-line]. Adult Learning Theories. Available : <https://www.calpro-online.org/documents/AdultLearningTheoriesFinal.pdf> . (2018, May 17).
- [8] Sakkarin, C. (2557). Adult Learning Theory : What Teachers Teach Adults to Learn. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 25(2), 13-23.
- [9] อรพินทร์ ชูชม. (2552). การวิจัยกึ่งทดลอง. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์*, 15(1), 1-15.
- [10] ศศิธร ภู่วาว. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกลุ่มอาชีพในชุมชนบางบอน และกระบวนการกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยโครงการ. *Veridian E-Journal*, 9(2), 2071-2088.
- [11] ไชลัน สาและ. (2548). [ออนไลน์]. เกณฑ์การให้คะแนน. เข้าถึงได้จาก : <http://ded.edu.kps.ku.ac.th>. (วันที่สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2558).
- [12] Doppelt, Y. (2003). Implementation and Assessment of Project-Based Learning in a Flexible Environment. *International Journal of Technology and Design Education*. 13(3), 255-272.
- [13] ปิยะ ศักดิ์เจริญ, 2558, ทฤษฎีการเรียนรู้ผู้ใหญ่และแนวคิดการเรียนรู้ด้วยการขึ้นานตนเอง : กระบวนการเรียนรู้เพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต, *วารสารพยาบาลทหารบก*, 16(1), หน้า 8.
- [14] Thomas, J.W. (2000). A Review of Research on Project-based Learning. [On-line]. Available : <http://www.bie.org/images/uploads/general/9d06758fd346969cb63653d00dca55c0.pdf>. [2018, May 23].