



การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิง
สถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

โดย นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)

ชื่อ : นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า
คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับ
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน ได้มาโดยวิธีกลุ่มสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) ชุดกิจกรรม 3) แบบประเมินความเหมาะสม มีความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60-1.00 และ 4) แบบทดสอบทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมมีความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60-1.00 และค่าความเชื่อมั่น 0.88 การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.79$, $S.D. = 0.42$) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมีค่าเท่ากับ 83.26/84.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนหลังจากใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(มีจำนวนทั้งสิ้น 235 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรม, การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ, การเรียนรู้เชิงสถานการณ์, ข้างอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Sitthisak Suksin

Independent Study Title : Development of an Activity Kit for Increasing Carbon Content in Low Carbon Steel Combined with Situational Learning for Vocational Certificate Level Students

Major Field : Mechanical Engineering Education
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok

Independent Study Advisor : Metha Oungthong

Academic Year : 2024

ABSTRACT

The objective was to develop and determine the efficiency of an activity package for low-carbon steel carburization with situational learning, and to compare the students' learning achievement using the activity package against the criteria. The sample group consisted of 32 students, obtained through cluster sampling. The instruments used for data collection were: 1) a record form for teaching and learning problems, 2) the activity package, 3) an appropriateness assessment form with content validity ranging from 0.60-1.00, and 4) an engineering problem-solving skills test with content validity ranging from 0.60-1.00 and reliability of 0.88. Data analysis methods included content analysis, mean, standard deviation, and t-test. The research results showed that the appropriateness of the activity package was at the highest level ($\bar{X} = 4.79$, $S.D. = 0.42$) The efficiency of the low-carbon steel carburization activity package was 83.26/84.00, higher than the specified criteria. The comparison of students' engineering problem-solving skills after using the activity package was significantly higher than the 80% criterion at the .05 level of statistical significance

(Total 235 Pages)

Keywords: Activity Package, Low-Carbon Steel Carburization, Situational Learning,
Industrial Technician

Advisor

กิตติกรรมประกาศ กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิง
สถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพนี้สำเร็จลุล่วงด้วยคำสั่งสอนจาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการวางแผน
งาน ให้ข้อคิดอันมีค่ารวมถึงการให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุกด้านตลอดจนการตรวจสอบและ
ชี้แนะเพื่อให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ในการทำเล่มสารนิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น่านน้ำ บัวคล้าย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.วรวุฒิ กังหัน ที่ให้คำแนะนำ องค์ความรู้ และข้อเสนอแนะอันมีค่าในการดำเนินงานวิจัย
รวมถึงการสนับสนุนทางวิชาการและกำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษาค้นคว้า ให้เหมาะสมทั้งด้าน
เนื้อหาและการสร้างชุดกิจกรรมให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง ที่เข้าร่วมการทดลองและให้ความร่วมมือ
ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การวิจัยนี้มีความสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว ญาติพี่น้อง และเพื่อนร่วมงาน
ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้แนวทางการเรียนในหลักสูตรปริญญาโท และให้การ
สนับสนุนเป็นอย่างดีเสมอมา คุณค่า และประโยชน์ทั้งปวงอันพึงได้จากสารนิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอ
มอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

สิทธิศักดิ์ สุขสิน

สารบัญสารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐานงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ทฤษฎีเหล็กกล้าคาร์บอน	8
2.2 หัวข้อสำคัญ	9
2.3 กระบวนการแพ็กคาร์บอนไธม	10
2.4 กระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่	13
2.5 กระบวนการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	20
2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม	26
2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	28
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทาง	
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	39
ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอน	
ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	41
ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	
พัฒนาขึ้น	56
ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า	
คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	64
บทที่ 4 ผลการวิจัย	67
4.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทาง	
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า	
คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	69
4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้	
การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	70
4.3 ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอน	
ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำพัฒนาขึ้น	78
4.4 ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอน	
ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	78
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	80
5.1 สรุปผลการวิจัย	80
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	83
5.3 ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก ก	90

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	91
หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ	92
ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง	97
เครื่องมือฉบับที่ 1 แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อปชูปโลหะ	104
เครื่องมือฉบับที่ 2 แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่	
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิง	106
เครื่องมือฉบับที่ 3 แบบบันทึกการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่	
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	111
เครื่องมือฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก	141
ภาคผนวก ข	144
แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์	
ของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับ	
การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	145
แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่างข้อสอบกับ	
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	152
แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอน	
ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	167
ภาคผนวก ค	171
ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ	172
แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	
ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ของแบบประเมินความเหมาะสม	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับ	
การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	173

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	176
ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)	179
ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	183
ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ	187
ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20)	189
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อ ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับ การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80	190
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อ ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับ การเรียนรู้เชิงสถานการณ์	192
ภาคผนวก ง	195
ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ Mann-Whitney test	196
แผนการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับ การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	197
ประวัติผู้วิจัย	235

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ครูต้องยึดความสมดุล	18
3-1 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)	58
3-2 ผลการสังเกตการใช้การใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	58
3-3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	59
3-4 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)	59
3-5 ผลการสังเกตการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	60
3-6 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	61
3-7 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)	61
3-8 ผลการสังเกตการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	63
3-9 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	63
3-10 แบบแผนการทดลอง	65
4-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและ แนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	69
4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอน ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ(n=9)	71
4-3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำพัฒนาขึ้น ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	78

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ กับเกณฑ์	78
ค-1 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ	172
ค-2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) เพื่อสร้างแบบประเมินความเหมาะสม	173
ค-3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน	176
ค-4 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)	179
ค-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอน ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	183
ค-6 ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ	187
ค-7 ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20)	189
ค-8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อ ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการ การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80	190
ค-9 ผลการการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อ ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	192
ง-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรม SPSS	196

สารบัญรูปภาพ

หน้า

1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
2-1 การทำแฟ้มคาร์บอนไรซิง	11
2-2 เหล็กกล้า AISI 3115 ที่ผ่านการทำกระบวนการแฟ้มคาร์บอนไรซิง	
(ก) ผลของเวลาในการอบแช่ที่มีต่อความลึกของชั้นผิวแข็ง	11
(ข) ผลของเวลาต่อปริมาณคาร์บอน	11
3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	38
3-2 ขั้นตอนแนวทางในการดำเนินชุดกิจกรรม	46
3-3 ความเข้มข้นของคาร์บอนในหน่วยเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความแข็งและความเค้นตกค้าง ที่ตำแหน่งลึกลงไปจากชั้นผิว	47
3-4 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	48
3-5 แผนการวัดผลกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	49
3-6 ศึกษาทฤษฎีในรายวิชาอบชุบโลหะ	49
3-7 ใบมอบหมายงาน	50
3-8 นักเรียนปฏิบัติตามใบมอบหมายงาน	50
3-9 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทำข้อสอบ	51
4-1 ชุดกิจกรรม	70
4-2 ใบเนื้อหา	70
4-3 ใบมอบหมายงาน	71
4-4 คู่มือครู	71
ก-1 ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	97
ก-2 กิจกรรมการเรียนการสอน ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	98
ก-3 ใบมอบหมายงาน ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	99
ก-4 ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามใบนั้นตอนการปฏิบัติงาน	100

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

ก-5	แบบสังเกตการปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน	100
ก-6	แนะนำขั้นตอนการเตรียมสารในการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	101
ก-7	ผู้เรียนศึกษาได้เตรียมสารในการเพิ่มคาร์บอนโดยมีผงถ่านบดและโซเดียมคาร์บอนเนต	101
ก-8	ผู้เรียนตรวจสอบโครงสร้างของเหล็กหลังกระบวนการ เพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอน	102
ก-9	ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	102
ก-10	ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	103

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปรับปรุงคุณภาพเหล็กโดยการเพิ่มคาร์บอนเป็นวิธีสำคัญในการเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของเหล็ก มีหลายวิธีในการทำให้คาร์บอนแทรกซึมเข้าไปในผิวเหล็ก ได้แก่ แก๊สคาร์เบอร์ไรซิง (Gas Carburizing) เหล็กถูกอบในเตาที่มีแก๊สคาร์บอน เช่น มีเทน (CH_4) หรือคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ลิควิดคาร์เบอร์ไรซิง (Liquid Carburizing) เหล็กถูกจุ่มในของเหลวที่มีคาร์บอน เช่น โซดาไซไนด์ แพ็คคาร์เบอร์ไรซิง (Pack Carburizing) เหล็กถูกห่อด้วยผงถ่านหรือผงเหล็กคาร์ไบด์ แล้วอบในเตาทั้งสามวิธีนี้ช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนในผิวเหล็กทำให้เหล็กมีความแข็งแรงและความทนทานมากขึ้น กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง (Pack Carburizing) เป็นหนึ่งในวิธีที่นิยมใช้ในการเพิ่มคาร์บอน เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการปรับปรุงคุณภาพเหล็ก โดยเพิ่มความแข็งแรง ความทนทานต่อการสึกหรอ และความเหนียวของเหล็ก กระบวนการนี้ยังสามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการของงานและใช้ได้กับเหล็กหลายประเภท ทำให้เป็นทางเลือกที่ดีในงานอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กด้วยวิธีการคาร์บูไรซิง (Carburizing) นิยมใช้กับเหล็กที่มีคาร์บอนต่ำประมาณ 0.1-0.2% เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่ผิวของเหล็กให้สูงขึ้นถึงประมาณ 0.8% การเพิ่มคาร์บอนด้วยวิธีนี้ช่วยให้ความแข็งแรงและความอ่อนตัวของเหล็กเปลี่ยนแปลงได้อย่างมากตามปริมาณของคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็กจากการทำคาร์บูไรซิงกับเหล็กนั้นจะช่วยให้คุณสมบัติทางกลของเหล็กที่ดีขึ้น และมีความทนทานต่อการเสียดสีมากขึ้น เหล็กที่ผ่านการทำคาร์บูไรซิงจึงเหมาะต่อการนำมาผลิตชิ้นงานหลายประเภท เช่น เพลา สลัก เฟือง ชิ้นส่วนในงานแม่พิมพ์และชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เป็นต้น กรรมวิธีการทำคาร์บูไรซิงสถานะของแข็ง (Pack Carburizing) มาทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกล วิธีการทำคาร์บูไรซิงโดยการนำผงถ่านที่เป็นส่วนประกอบหลัก 70-80% ผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยา (Energizer) 20-30% ใส่ลงในกล่องเหล็กสูงประมาณ 25 มิลลิเมตร นำชิ้นงานที่ต้องการเพิ่มคาร์บอนใส่ลงในกล่องเหล็กโดยให้ชิ้นงานเรียงกันและห่างกันไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร จากนั้นใส่ผงถ่านที่ผสมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปในการปิดทับชิ้นงาน แล้วปิดกล่อง ใช้วัสดุที่ทนความร้อน เช่น ดินเหนียวอุดรอยรั่วเพื่อไม่ให้อะตอมของคาร์บอนออกจากกล่องเหล็ก อีกทั้งยังป้องกันอากาศภายนอกเข้าไปในกล่อง หลังจากนั้นนำกล่องเหล็กไปอบที่อุณหภูมิ 900-950 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้อบขึ้นอยู่กับระยะที่ต้องการให้ความหนาของผิวแข็งที่ต้องการความแข็งแรงที่ผิวหนา 0.1 มิลลิเมตร จะต้องใช้การอบนาน 1 ชั่วโมง เมื่อทำการอบตามเวลาที่ต้องการแล้วนำชิ้นงานออกจากกล่องเหล็กแล้วปล่อยให้

เย็นตัวในน้ำจะได้ชิ้นงานที่มีความแข็งที่ต้องการ (ชวลิต, 2542) จะเห็นได้ว่ากระบวนการเพิ่มคาร์บอน โดยวิธีการคาร์บูไรซิงสภาวะของแข็ง (Pack Carburizing) มีความซับซ้อนในกระบวนการและขั้นตอนที่หลากหลาย

จากการศึกษาสภาพปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ออบชุบโลหะ จากบันทึกหลังการสอน ในช่วงระยะเวลา ปีการศึกษา 2565 ปีการศึกษา 2566 พบว่าในกระบวนการจัดการเรียนการสอน รายวิชาออบชุบโลหะนั้นมีปัญหาหลักเกี่ยวกับการใช้สื่อการสอน เช่น พาวเวอร์พอยต์ วิดีโอ และหนังสือเรียนที่ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดีพอ และขาดการปฏิสัมพันธ์หรือการทดลองปฏิบัติจริงในห้องเรียน ซึ่งทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพน้อยลง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาดังกล่าวต่ำกว่าที่คาดหวัง ในการประเมินผลการเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาต่ำและไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ ซึ่งเป็นผลจากการขาดความชัดเจนในสื่อการสอนและการขาดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความชัดเจนและสามารถเพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียนได้ โดยเพิ่มการทดลองปฏิบัติจริงและการใช้สื่อที่เหมาะสม พร้อมทั้งมีการประเมินผลการเรียนที่สามารถวัดความเข้าใจและทักษะการปฏิบัติของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคาดว่าจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาออบชุบโลหะให้สูงขึ้นในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ กับเกณฑ์

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนที่เรียนแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวนรวมทั้งหมด 934 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 กลุ่ม จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชา ออบชุบโลหะ จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ที่ใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ประกอบการเรียนการสอน มีดังนี้

1.4.2.1 หน่วยการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ประกอบด้วยหัวข้อ

- 1) ทฤษฎีเหล็กกล้าคาร์บอน
- 2) การชุบแข็งที่ผิว
- 3) กระบวนการแปรรูปคาร์บอนไอซี

1.4.2.2 กิจกรรมการทดลองการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เหล็ก AISI 1020 ขนาดความโต 25 มิลลิเมตร ยาว 35 มิลลิเมตร
- 2) ถังเหล็ก ขนาด กว้าง 127 มิลลิเมตร ยาว 288.6 มิลลิเมตร ลึก 85.8 มิลลิเมตร
- 3) พงถ่าน
- 4) พงโซเดียมคาร์บอเนต
- 5) ดินเหนียว

1.4.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.4.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ผู้วิจัยกำหนด ขอบเขตด้านระยะเวลาตามระยะการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ช่วงเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยเขียนกรอบแนวคิดตามตัวแปรที่ศึกษา ภาพรูปที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ชุดของกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการทดลองสิ่งต่าง ๆ เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ประกอบด้วย แบบฝึกการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงานและใบตรวจผลชิ้นงาน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบเนื้อหาแบบบทเรียน แบบทดสอบหลังเรียน 1 ชุด

1.6.2 การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.6.3 นักเรียน หมายถึง นักเรียนแผนกช่างกลโรงงาน สาขางานเครื่องมือกล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา ออบชุบโลหะ

1.6.4 การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ คาร์เบอร์ไรซิง (carburizing) หมายถึง เหล็กที่ทำการชุบแข็งที่ผิวด้วยกรรมวิธีนี้ จะต้องเป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำประมาณ 0.1 - 0.2 % และอาจมีธาตุบางตัว เช่น นิกเกิล โครเมียม หรือวาเนเดียมผสมอยู่ในปริมาณเล็กน้อย เหล็กคาร์บอนต่ำไม่สามารถชุบแข็งด้วยวิธีธรรมดาได้ เพราะมีคาร์บอนน้อย จึงไม่สามารถสร้างโครงสร้างมาร์เทนไซต์ได้ แต่จะมีความเหนียวสูง ทนแรงบิดและกระแทกดี วิธีการชุบแข็งนี้ใช้หลักการเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่ผิวเหล็กให้ถึง 0.8% เพื่อเพิ่มความแข็งและความเหนียว แล้วจึงทำการชุบเหล็กต่อไป

1.6.5 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม หมายถึง คุณภาพชุดกิจกรรมที่วัดจากคะแนนค่าเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ E_1/E_2 โดยที่

1.6.5.1 E_1 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จัดไว้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ หลังจากที่คุณเรียนได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

1.6.5.2 E_2 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

1.6.6 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพที่คาดหวัง ซึ่งวัดได้จากค่าเฉลี่ยดังนี้

80 ตัวแรก คือ คะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคิดเป็นร้อยละ

1.6.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ในชั้นการเรียนรู้ ความรู้จำ ความเข้าใจ นำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้

1.6.8 แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ออบซูลโหะ (ฉบับที่ 1) หมายถึง เอกสารหรือเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมและบันทึกปัญหาที่พบในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชาออบซูลโหะ โดยอาจครอบคลุมถึงปัญหาด้านเนื้อหาวิชา วิธีการสอน อุปกรณ์การเรียน การปฏิบัติจริงของนักศึกษา หรือปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6.9 แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 2) หมายถึง เอกสารหรือเครื่องมือที่ใช้บันทึกกระบวนการพัฒนาและปรับปรุงเทคนิคการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ โดยอาศัยการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (situational learning) ซึ่งเป็นแนวทางที่เน้นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานด้านอบชุบโลหะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.10 แบบบันทึกการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 3) หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการบันทึกกระบวนการคิด การวางแผน และการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมุ่งเน้นการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ โดยบูรณาการกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

1.6.11 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (ฉบับที่ 4) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในเรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ โดยเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัยที่มีตัวเลือกคำตอบจำนวน 4 ตัวเลือกต่อหนึ่งคำถาม ซึ่งออกแบบมาเพื่อวัดระดับความรู้ ความเข้าใจ และการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

1.6.12 ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 5) หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบ โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้กระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ผ่านแนวทางการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ แก้ปัญหา และตัดสินใจจากสถานการณ์จริงหรือจำลองที่เกี่ยวข้องกับการอบชุบโลหะ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและพัฒนาทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้สู่การปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.13 แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 6) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดยมีกรอบการประเมินดังนี้ สารสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบมอบหมายงาน ใบสังเกตพฤติกรรม ใบตรวจให้คะแนน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน คู่มือครูและบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้พิจารณาทำการศึกษา ค้นคว้า เอกสาร งานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถสรุปหัวข้อได้ ดังต่อไปนี้

- 2.1 ทฤษฎีเหล็กกล้าคาร์บอน
- 2.2 การชุบแข็งที่ผิว
- 2.3 กระบวนการแปรรูปคาร์บอน
- 2.4 กระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
- 2.5 กระบวนการเรียนรู้เชิงสถานการณ์
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม
- 2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเหล็กกล้าคาร์บอน

2.1.1 เหล็กกล้า คือเหล็กที่มีธาตุคาร์บอน(C) ผสมอยู่ไม่เกิน 2% โดยทั่วไปเหล็กกล้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือเหล็กกล้าธรรมดา คือ เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมที่สำคัญเพียงธาตุเดียวแต่โดยทั่วไปแล้วมักจะมี แมงกานีส(Mn) ซิลิกอน(Si) ซัลเฟอร์(S) และฟอสฟอรัส(P) ผสมอยู่เพียงเล็กน้อยซึ่งสมาคมAmerican Iron And Steels ได้กำหนดค่านิยามไว้ว่า เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา คือ เหล็กที่อาจจะมีแมงกานีสผสมได้ไม่เกิน1.65%ซิลิกอน0.6% ทองแดง0.6% นอกจากนี้ยังมีผสมอยู่เล็กน้อย และยังสามารถแบ่งเหล็กกล้าธรรมดาออกได้เป็น 3 ชนิดย่อยๆ คือ

2.1.1.1 เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steels) เหล็กกล้าชนิดนี้มีส่วนผสมของธาตุต่ำกว่า 0.2 %

2.1.1.2 เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steels) เหล็กกล้าชนิดนี้มีส่วนผสมของธาตุอยู่ใน ระหว่าง 0.2% – 0.5 %

2.1.1.3 เหล็กกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุคาร์บอนสูง (High Carbon Steels) เหล็กกล้าชนิดนี้มีส่วนผสมของธาตุมากกว่า 0.5

2.1.2 เหล็กกล้าผสม (Alloy Steels) คือเหล็กกล้าที่มีธาตุอื่นผสมอยู่นอกจาก ธาตุคาร์บอน โดยที่ธาตุที่สำคัญที่ผสมอยู่ในเหล็กชนิดนี้ ได้แก่โครเมียม (Cr) นิกเกิล (Ni) โมลิบดีนัม (Mo) ทังสเตน (W) แวนาเดียม(V) แมงกานีส(Mn) ซิลิกอน(Si) เป็นต้น เหล็กกล้าผสมสามารถแบ่งออกได้ เป็น 6 ชนิดใหญ่ๆคือ

2.1.2.1 เหล็กกล้าที่มีส่วนผสมต้านแรงดึงสูง

2.1.2.2 เหล็กกล้าใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร

2.1.2.3 เหล็กกล้าสำหรับทำเครื่องมือ

2.1.2.4 เหล็กกล้าไร้สนิม

2.1.2.5 เหล็กกล้าทนความร้อน

2.1.2.6 เหล็กกล้าใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.2 การชุบแข็งที่ผิว

มนัส (2540) อธิบายไว้ว่าการชุบแข็งที่ผิว (Surface Hardening) เป็นกระบวนการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความแข็งแรงเฉพาะบริเวณผิวของชิ้นงานเท่านั้น ขณะที่เนื้อเหล็กภายในยังคงรักษาความอ่อนและความเหนียวไว้ดังเดิม วิธีนี้มีเป้าหมายเพื่อให้เหล็กสามารถทนต่อการสึกหรอในระหว่างการใช้งาน และทนต่อแรงบิดหรือแรงกระแทกอย่างรุนแรงได้โดยไม่เกิดการแตกหัก จึงนับได้ว่าเป็นกรรมวิธีชุบแข็งที่มีความน่าสนใจและมีประโยชน์อย่างยิ่งในการใช้งานทางวิศวกรรมและอุตสาหกรรม การชุบแข็งที่ผิวนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลแล้ว ยังเป็นกระบวนการที่คุ้มค่าในด้านความประหยัด เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีคุณภาพดี มีความแข็งแรงบริเวณผิว และยังคงความเหนียวภายในไว้ได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่างชิ้นส่วนที่นิยมใช้กระบวนการนี้ได้แก่ เพลาข้อเหวี่ยง เพลาแรวลิ้น เฟืองเกียร์ และชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่ต้องการความแข็งแรงทนทานต่อการสึกหรอและแรงกระแทก

2.2.1 การชุบแข็งที่ผิวด้วยวิธีคาร์โบไรซิง

มนัส (2540) อธิบายไว้ว่าเหล็กที่ทำการชุบแข็งที่ผิวด้วยกรรมวิธีนี้ จะต้องเป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำประมาณ 0.1 - 0.2 % และอาจมีธาตุบางตัว เช่น นิกเกิล โครเมียม หรือวาเนเดียมผสมอยู่ในปริมาณเล็กน้อย การเติมคาร์บอนสามารถช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับเหล็กได้ โดยทั่วไปเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำจะไม่สามารถชุบแข็งได้ด้วยวิธีปกติ เนื่องจากปริมาณคาร์บอนไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงสูง อย่างไรก็ตาม เหล็กชนิดนี้ จะมีความเหนียวสูง และสามารถทนต่อแรงบิดและแรงกระแทกได้ดี

ณรงค์ศักดิ์ (2556) ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ดังนี้ คือ การชุบแข็งที่ผิวด้วยกรรมวิธีแพ็กคาร์โบไรซิง (Pack Carburizing) เป็นวิธีที่ใช้กันมาเป็นเวลานาน มีต้นทุนต่ำ และเหมาะสมสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณคาร์บอนไม่เกิน 0.2% โดยทั่วไป วิธีการนี้จะอาศัยหลักการนำเหล็กไปวางไว้ในบริเวณที่มีปริมาณคาร์บอนสูง จากนั้นให้ความร้อนจนสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤต โดยมักใช้อุณหภูมิประมาณ 925 องศาเซลเซียส เมื่อเหล็กถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าว คาร์บอนจากสารตัวกลางที่ใช้ เช่น ผงถ่านไม้หรือผงคาร์บอน จะค่อย ๆ แพร่เข้าสู่ผิวของเหล็กผ่านกระบวนการแพร่ (Diffusion) ซึ่งทำให้ปริมาณคาร์บอนบริเวณผิวของชิ้นงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผิวของเหล็กสามารถชุบแข็งได้ดีขึ้น และมีความแข็งแรงทนทานมากขึ้น โดยที่โครงสร้างภายในของชิ้นงานยังคงมีความเหนียวและทนต่อแรงกระแทกได้ดี สำหรับการชุบแข็งด้วยกระบวนการคาร์โบไรซิงเป็นการทำให้เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ที่บริเวณผิวของชิ้นงาน ขณะที่บริเวณแกนกลางของชิ้นงานยังคงมีปริมาณคาร์บอนต่ำ จึงรักษาสมบัติของความอ่อนและความเหนียวไว้ได้

สรุปได้ว่า กระบวนการนี้ คือ การเพิ่มปริมาณคาร์บอนบริเวณผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ซึ่งมีคาร์บอนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.10% ถึง 0.20% ให้มีปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.8% ถึง 1.0% ทั้งนี้เพื่อให้ผิวชิ้นงานมีความแข็ง ทนต่อการเสียดสี ขณะเดียวกันก็ยังคงความเหนียวภายในไว้ เพื่อรองรับแรงกระแทกและแรงบิดระหว่างการใช้งานได้

2.3 กระบวนการแพ็กคาร์โบไรซิง

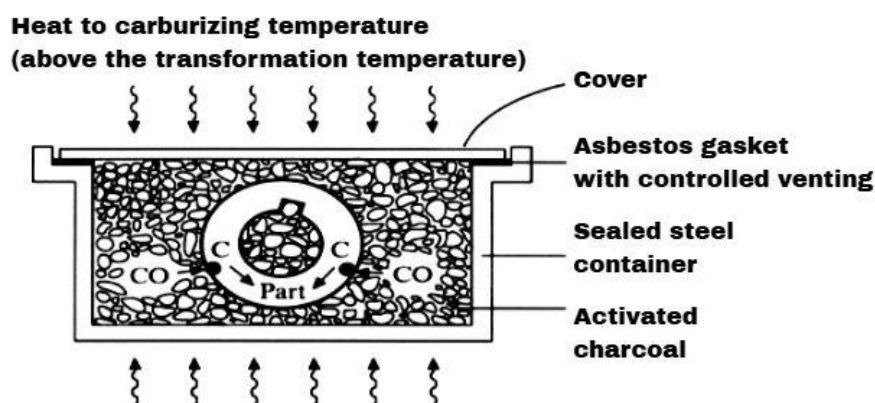
แพ็กคาร์โบไรซิง (Pack carburizing) เป็นกระบวนการเพิ่มปริมาณคาร์บอนให้กับผิวของโลหะ โดยใช้สารให้คาร์บอนในรูปของแข็ง (Solid Carburizing) วิธีการดำเนินการในกระบวนการนี้ เริ่มจากการบรรจุผงถ่านหรือเม็ดถ่านลงในกล่องโลหะ จากนั้นนำชิ้นงานวางไว้ในกล่อง และกลบชิ้นงานให้มิดชิดด้วยถ่านอีกชั้นหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 2.1 เพื่อให้ชิ้นงานได้รับคาร์บอนอย่างทั่วถึงตามต้องการ

ในกรณีที่ชิ้นงานจำนวนมาก ควรจัดวางชิ้นงานให้มีระยะห่างระหว่างกันประมาณ 20 ถึง 25 มิลลิเมตร เพื่อให้คาร์บอนสามารถกระจายตัวและแพร่เข้าสู่ผิวชิ้นงานได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการชุบแข็งมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

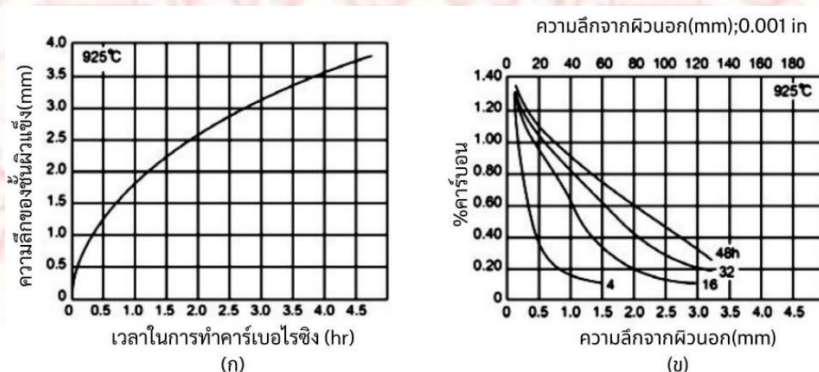
เมื่อบรรจุถ่านและชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว ให้ปิดฝากล่องให้สนิท โดยใช้วัสดุที่ทนความร้อนสูง เช่น ดินทนไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งเกิดขึ้นภายในกล่อง รั่วไหลออกมาสู่ภายนอก

หลังจากปิดกล่องเรียบร้อยแล้ว ให้นำกล่องไปอบในเตาที่มีอุณหภูมิประมาณ 815 – 1,040 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบขึ้นอยู่กับความลึกของชั้นผิวแข็งที่ต้องการ โดยยิ่งอบนาน ชั้นผิว

แข็งก็จะยิ่งลึกมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2 นอกจากนี้ ระยะเวลาในการอบยังส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนที่สามารถแทรกซึมลงไปชิ้นงานในระดับความลึกต่าง ๆ ได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.1 การทำแพ็กคาร์โบไรซิง (Budinski K G et al., 2002)



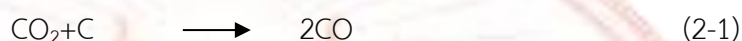
ภาพที่ 2-2 เหล็กกล้า AISI 3115 ที่ผ่านการทำกระบวนการแพ็กคาร์โบไรซิง (ณรงค์ศักดิ์, 2556)

(ก) เวลาในการอบแช่ส่งผลต่อความลึกของชั้นผิวแข็ง

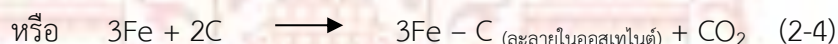
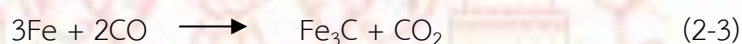
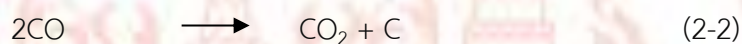
(ข) เวลาในการอบแช่ส่งผลต่อปริมาณคาร์บอน

หลังจากอบนานตามที่ต้องการแล้วจะนำกล่องออกมาเปิดออกแล้วนำชิ้นงานออกมาชุบแข็งได้ทันที เรียกว่า การชุบแข็งโดยตรง (Direct quenching) เป็นกระบวนการที่เพิ่มความแข็งให้เหล็ก แต่การจุ่มชุบโดยตรงอาจทำให้เกรนอสเทนไนต์โตเกินไป เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบคาร์บอนสูง ส่งผลให้เหล็กไม่สามารถรับแรงกระแทกได้ดี เพื่อป้องกันปัญหานี้ ควรปล่อยให้ชิ้นงานเย็นก่อนแล้วจึงทำการชุบแข็งต่อไป นอกจากนี้ สารเพิ่มคาร์บอนประกอบด้วยถ่านไม้หรือถ่านโค้กผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น คาร์บอนเตต่าง ๆ (แบเรียมคาร์บอนเต, แคลเซียมคาร์บอนเต, โซเดียมคาร์บอนเต, โพแทสเซียมคาร์บอนเต) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มคาร์บอน จากนั้นเติมน้ำมันหรือน้ำตาลเหลือง (Molasses) เพื่อช่วยให้สารอัดตัวแน่น สารนี้สามารถผสมเองหรือหาซื้อได้จากท้องตลาด ซึ่ง

ส่วนผสมของมันมักจะมีถ่านโค้กเป็นองค์ประกอบหลัก 25%, BaCO_3 12-18%, Na_2CO_3 2% max, S 0.5% max การผสมสารออร์แกนิกคาร์บอน 8% และถ่านไม้ช่วยเพิ่มคาร์บอนที่ผิวได้ดีขึ้น ในกระบวนการคาร์บอไรซิงภายในกล่องที่บรรจุชิ้นงานและปกคลุมด้วยผงถ่าน จะไม่มีออกซิเจนจากบรรยากาศเข้ามา ปฏิกิริยาจะเกิดระหว่างออกซิเจนในช่องว่างของผงถ่านและชิ้นงานกับคาร์บอน ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำให้ปฏิกิริยาต่อเนื่องกับผงถ่านแล้วให้คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ดังสมการที่ 2-1

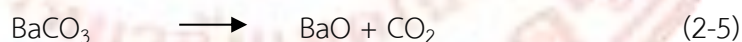


จากนั้น CO ที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับผิวเหล็กและเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องดังสมการที่ 2-1, 2-2, 2-3 และ 2-4 ตามลำดับ



ซีเมนต์ไทต์เกิดขึ้นที่ผิวนอกสุดของเหล็กจากนั้นคาร์บอนในซีเมนต์ไทต์สลายตัวเข้าไปอยู่ในออสเทนไนต์และแพร่เข้าสู่ภายใน

สารที่ช่วยกระตุ้นทำให้เกิดปฏิกิริยา ได้แก่ แบเรียมคาร์บอเนต (BaCO_3) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) โพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) และ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) จะแตกตัวให้ CO_2 และโลหะออกไซด์ ซึ่ง CO_2 ที่ได้เป็นตัวทำปฏิกิริยากับผงถ่านทำให้ได้ CO ดังสมการที่ 2-5 และ 2-6



การทำแพ็คคาร์บอไรซิงมีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถใช้งานร่วมกับเตาอบชุบได้หลากหลายประเภท ผงถ่านที่อัดแน่นในกล่องยังสามารถทำหน้าที่เป็นตัวรองรับเพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานเกิดการโก่งอระหว่างการอบได้อีกด้วย นอกจากนี้ วิธีการนี้ยังเหมาะสมกับชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และต้องการชั้นผิวแข็งที่มีความลึกมากเป็นพิเศษ วิธีการนี้ก็มีข้อจำกัดบางประการ เช่น ต้องใช้แรงงานในการดำเนินงานค่อนข้างมาก จึงไม่เหมาะกับการผลิตในปริมาณมาก อีกทั้งยังควบคุมความลึกของชั้นผิวแข็งได้ยาก โดยเฉพาะในบริเวณที่ต้องการให้เกิดผิวแข็งในพื้นที่เล็กหรือแคบ ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพในการชุบแข็งลดลง

2.4 กระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ในห้องเรียนยังคงเป็นการเรียนรู้ในลักษณะจำลอง (Simulation) หรือเป็นสถานการณ์สมมติ ดังนั้น "ครูเพื่อศิษย์" จึงจำเป็นต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในบริบทที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากที่สุด เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายและสามารถนำไปใช้ได้จริง ครูในยุคใหม่จำเป็นต้องเปลี่ยนเป้าหมายของการเรียนรู้จากการเน้นเฉพาะการถ่ายทอดความรู้ ไปสู่การส่งเสริมการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกยุคใหม่ โดยเฉพาะทักษะที่จำเป็นสำหรับการใช้ชีวิตและทำงานในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ในยุคใหม่ จึงต้องมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้ที่นำไปสู่ การพัฒนาทักษะเพื่อการดำรงชีวิต มากกว่าการท่องจำเนื้อหาวิชาเท่านั้น ครูจึงควรเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้สอนหรือสั่งสอน ไปสู่การเป็นผู้ จุดประกายแรงบันดาลใจในการใฝ่รู้ (Inspire) ให้แก่ผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) และได้พัฒนาทักษะผ่านการทำงานเป็นทีมร่วมกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียน การเรียนรู้จึงต้องเน้นไปที่การรองการของทักษะการเรียนรู้และการค้นคว้าหาความรู้ มากกว่าการจดจำเนื้อหาวิชาเท่านั้น อีกทั้งครูควรปรับวิธีการทำงานจากการทำงานแบบลำพัง ไปสู่การทำงานร่วมกันเป็นทีม เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูด้วยกันเอง กระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มี 3 ลักษณะ คือ

2.4.1. กระบวนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ

2.4.2 กระบวนการเรียนรู้ผ่านการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์

2.4.3 การเรียนรู้แบบขั้นบันได(IS)

2.4.1 กระบวนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ สนับสนุนให้คนเรียนรู้ผ่านการทำด้วยตนเองตามความสนใจและความถนัด โดยผ่านการศึกษา ค้นคว้า และฝึกทักษะจนเกิดการเรียนรู้จริง เชื่อว่าการลงมือทำจะช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นและกระตุ้นให้เกิดความใฝ่รู้และใฝ่เรียน ผู้เรียนจะรู้สึกสนุกสนานในการค้นหาความรู้ต่อไป และมีความสุขกับการเรียน ด้วยมีลักษณะดังนี้

2.4.1.1 การเรียนรู้ผ่านการทำงาน (Work-based Learning) การเรียนรู้แบบนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดพัฒนาการทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้เนื้อหาสาระ การฝึกปฏิบัติจริง ฝึกฝนทักษะทางสังคม ทักษะชีวิต ทักษะวิชาชีพการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง โดยสถาบันศึกษามักร่วมมือกับแหล่งงานในชุมชน รับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนร่วมกัน ตั้งแต่การกำหนดวัตถุประสงค์ การกำหนดเนื้อหากิจกรรม และวิธีการประเมิน

2.4.1.2 การเรียนรู้ผ่านโครงงาน (Project-based Learning) การเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่ง ที่เป็นการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น โดยครูเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ให้ความรู้(teacher)เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (guide) ทำหน้าที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีม กระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษา เพื่อ

พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม, ทักษะชีวิตและอาชีพ, และทักษะด้านข้อมูล การสื่อสาร และเทคโนโลยี การออกแบบโครงงานที่ดีจะกระตุ้นการค้นคว้าและฝึกทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการสร้างความร่วมมือ สำหรับครู การใช้ PBL ช่วยพัฒนาคุณภาพวิชาชีพ และส่งเสริมการทำงานร่วมกับเพื่อนครู รวมถึงสร้างสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน

ขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

STEP 1 การเตรียมความพร้อม ครูควรมอบหมายโครงงานโดยระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน ในชั้นเรียน ครูอาจกำหนดขอบเขตของโครงงานในภาพรวมให้สอดคล้องกับเนื้อหาของรายวิชาหรือความถนัดของผู้เรียน พร้อมทั้งจัดเตรียมแหล่งเรียนรู้และข้อมูลตัวอย่างไว้เป็นแนวทาง เพื่อให้ นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้เว็บไซต์หรือระบบบริหารจัดการเรียนรู้ เช่น Moodle ในการอัปเดตข้อมูลแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนกำหนดนัดหมายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานโครงงานได้อย่างสะดวกและเป็นระบบ

STEP 2 การคิดและเลือกหัวข้อ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบโครงงานด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการค้นคว้าและการสร้างสรรค์องค์ความรู้เชิงนวัตกรรม โดยครูอาจให้นักเรียนทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องก่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาและเลือกหัวข้อโครงงานที่เหมาะสม นอกจากนี้ การทำงานเป็นทีมร่วมกับการระดมความคิด (Brainstorming) จะช่วยพัฒนาทักษะสำคัญของผู้เรียน ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะความร่วมมือ

STEP 3 การเขียนเค้าโครง การเขียนเค้าโครงโครงงานเป็นการวางแผนและกำหนดแนวทางในการดำเนินงาน โดยผู้เรียนอาจสร้างแผนผังความคิด (Mind Map) เพื่อแสดงแนวคิด แผนการดำเนินงาน และลำดับขั้นตอนต่าง ๆ จุดประสงค์ของการเขียนเค้าโครงคือ เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถมองเห็นภาระงาน บทบาทหน้าที่ และระยะเวลาการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินงานโครงงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

STEP 4 การปฏิบัติโครงงาน นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้ในเค้าโครงโครงงาน ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินงานแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยไม่ต้องรอคำสั่งจากครูเป็นระยะ ในระหว่างกระบวนการดำเนินงาน ครูผู้สอนควรมีบทบาทในการให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และร่วมกันแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

STEP 5 การนำเสนอโครงงาน เมื่อสิ้นสุดการดำเนินงาน นักเรียนจะจัดทำรายงานสรุปผลโครงงาน ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของเอกสารรายงาน แผ่นพับ โปสเตอร์นิทรรศการ รายงานหน้าชั้นเรียน หรือการส่งผลงานผ่านเว็บไซต์และอีเมล หากมีการจัดประกวดหรือการ

แข่งขันประกอบด้วย จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีแรงจูงใจและความกระตือรือร้นมากยิ่งขึ้นในการนำเสนอผลงาน

STEP 6 การประเมินผลโครงการ การประเมินผลโครงการควรใช้หลากหลายวิธี เช่น การประเมินตนเอง การประเมินโดยเพื่อนร่วมกลุ่ม และการประเมินจากบุคคลภายนอก โดยไม่มุ่งเน้นเฉพาะผลงานสุดท้ายเท่านั้น แต่ยังพิจารณากระบวนการเรียนรู้ที่นำไปสู่ผลลัพธ์ดังกล่าวด้วย การประเมินโดยครูหลายคนยังช่วยสร้างโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครู และส่งเสริมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.4.1.3 การเรียนรู้ผ่านกิจกรรม (Activity-based Learning) ในการยึดหลักการให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง “Child Centered” โดยเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) และการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และสามารถแก้ปัญหาได้ (Doing by Learning) ซึ่งแนวคิดนี้ถูกนำมาใช้อย่างจริงจังในการปฏิรูปการศึกษาของไทย การเรียนรู้ในลักษณะนี้ได้รับการตั้งฉายาว่า “สอนแต่น้อย ให้เรียนมาก ๆ” (Teach less, Learn more) การเรียนแบบ Learning by Doing จะใช้ “กิจกรรม (Activity)” เป็นหลักในการเรียนการสอน โดยการ “การปฏิบัติจริง (Doing)” ในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ คือกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมลงมือทำ ขณะที่ครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงและเทรนเนอร์ กิจกรรมที่ใช้ต้องมีประสิทธิภาพ ชัดเจนในเป้าหมาย สนุก และน่าสนใจ ไม่ซ้ำซาก ครูจึงต้องเป็น “นักออกแบบกิจกรรม” ที่มองเห็นภาพกิจกรรมได้อย่างมีอาชีพ

2.4.1.4 การเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา (Problem-based Learning) เป็นรูปแบบการเรียนอีกรูปแบบหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมของผู้เรียน โดยผู้สอนมีส่วนร่วมน้อยแต่ก็ท้าทายผู้สอนมากที่สุด กระบวนการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ขนาดประมาณ 8 -10 คน โดยมีครูหรือผู้สอนประจำกลุ่ม 1 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ (facilitator) ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.4.1.4.1 เมื่อผู้เรียนได้รับโจทย์ปัญหา ผู้เรียนจะทำความเข้าใจหรือทำความเข้าใจในความกระจำในคำศัพท์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหานั้น เพื่อให้เข้าใจตรงกัน

2.4.1.4.2 การจับประเด็นข้อมูลที่สำคัญหรือระบุปัญหาในโจทย์

2.4.1.4.3 ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหา อภิปรายหาคำอธิบาย แต่ละประเด็นปัญหาว่าเป็นอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ความเป็นมาอย่างไร โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมเท่าที่ผู้เรียนมีอยู่

2.4.1.4.4 ตั้งสมมติฐานเพื่อหาตอบปัญหาประเด็นต่างๆ ผู้เรียนควรตั้งสมมติฐานหลายประเด็นเพื่อหาคำตอบสำหรับปัญหาต่าง ๆ โดยต้องจัดลำดับความสำคัญของแต่ละสมมติฐานอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และหาคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้อง

2.4.1.4.5 จากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ผู้เรียนจะประเมินความรู้ที่มีอยู่และระบุสิ่งที่ยังขาด หรือสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน โดยเชื่อมโยงกับโจทย์ปัญหาที่ได้รับ จากนั้นกลุ่มจะกำหนดประเด็นการเรียนรู้ (learning issue) หรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (learning objective) เพื่อค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

2.4.1.4.6 ค้นคว้าหาข้อมูลและศึกษาเพิ่มเติมจากทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ เช่น หนังสือ, วารสาร, สื่อการเรียนการสอน, คอมพิวเตอร์ช่วยสอน, อินเทอร์เน็ต หรือการปรึกษาอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ โดยต้องประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับ

2.4.1.4.7 นำข้อมูลหรือความรู้ที่ได้มาสังเคราะห์ ขั้นตอนที่ 1-5 เป็นกระบวนการทำงานกลุ่มในห้องเรียน โดยเริ่มจากการอธิบายและพิสูจน์สมมติฐานให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา จากนั้นนำไปประยุกต์และสรุปเป็นแนวคิดหรือหลักการทั่วไป ขั้นตอนที่ 6 เป็นกิจกรรมของผู้เรียนรายบุคคลนอกห้องเรียน และขั้นตอนที่ 7 เป็นการกลับมาทำงานกลุ่มอีกครั้งเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

2.4.1.5 การเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิจัย (Research-based Learning) การเรียนรู้ที่เน้นการวิจัยถือเป็นหัวใจสำคัญของบัณฑิตศึกษา เนื่องจากเป็นการเรียนที่มุ่งเน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนโดยตรง โดยการพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้และการทดสอบความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างทักษะในการคิดวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง (สมหวัง และทัศนีย์, 2540) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานไว้ 4 รูปแบบ ดังนี้

2.4.1.5.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัย คือ การฝึกปฏิบัติการวิจัยในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ, การศึกษารายกรณี, การทำโครงการ, วิจัยเอกสาร, วิจัยฉบับจริง และวิทยานิพนธ์ ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2.4.1.5.2 การสอนโดยให้ผู้เรียนร่วมทำโครงการวิจัยกับอาจารย์ (Under Study Concept) คือ การที่ผู้สอนเตรียมโครงการวิจัยและให้ผู้เรียนเข้าร่วม เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีนี้อาจทำให้ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้กระบวนการทำวิจัยทั้งหมด จึงอาจพลาดทักษะบางประการในการวิจัย

2.4.1.5.3 การสอนโดยให้ผู้เรียนศึกษางานวิจัยช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี การตั้งโจทย์ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และการนำผลการวิจัยไปใช้ วิธีนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการวิจัยอย่างลึกซึ้งและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการวิจัยในอนาคต

2.4.1.5.4 การสอนโดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอน คือ การสอนโดยใช้ผลการวิจัยช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีและความรู้ใหม่ในสาขาวิชา เพิ่มความเข้าใจกระบวนการวิจัย

และพัฒนาความรู้ในสาขานั้น ๆ นอกจากนี้ยังสร้างความศรัทธาต่อผู้สอนและทำให้ผู้สอนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายจากการสอนเนื้อหาซ้ำ ๆ ทุกปี

2.4.2 กระบวนการเรียนรู้ผ่านการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ เพราะการสื่อสารเป็นกระบวนการส่งหรือถ่ายทอดเรื่องราว ข่าวสาร ข้อมูล ความรู้ เหตุการณ์ ต่าง ๆ จากผู้สอนยังไปผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ดังนี้

2.4.2.1 การฝึกทักษะในการฟังอย่างลึกซึ้ง (Deep Listening) โดยใช้เทคนิค สนทนาสนทนา (Dialogue) เป็นการฝึกทักษะการฟังอย่างลึกซึ้งทำให้รู้จักตนเองมากขึ้น ฝึกการเป็นผู้ฟังที่ดี ฟังผู้อื่นพูดอย่างตั้งใจ ฟังให้มาก พูดให้น้อยลง ไม่พูดแทรกขณะอีกฝ่ายกำลังพูด ทำให้ฟังและได้ยินมากขึ้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาปรับใช้ในการทำงานหรือการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี

2.4.2.2 การฝึกทักษะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค Communities of Practice หรือ CoP ซึ่งเป็นการดึงความรู้ที่อยู่ในตัวบุคคลออกมา เพื่อแลกเปลี่ยนและทำให้เกิดการเรียนรู้

2.4.2.3 การฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม, เรียนรู้แบบกลุ่ม ปฏิบัติงานกลุ่ม เป็นวิธีสอนที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมมือกันศึกษาค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหา หรือปฏิบัติตามกิจกรรมตามความสามารถ ความถนัด หรือความสนใจ เป็นการฝึกให้นักเรียนทำงานร่วมกันตามวิธีแห่งประชาธิปไตย

2.4.2.4 การฝึกทักษะการใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร มุ่งเน้นให้สามารถใช้เครื่องมือสื่อสาร เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องมีเดีย และสื่อสังคมออนไลน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อเข้าถึง จัดการ ผสมผสาน ประเมิน และสร้างสารสนเทศในเศรษฐกิจฐานความรู้ พร้อมปฏิบัติตามคุณธรรม และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.4.3 การเรียนรู้แบบขั้นบันได (IS) การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้นั้นสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี หนึ่งในกระบวนการที่น่าสนใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงคือ การเรียนรู้แบบขั้นบันได (IS) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน โดยมีลักษณะการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง กระบวนการนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะอย่างรอบด้านและลึกซึ้งตามลำดับขั้นตอน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้น L1 การตั้งประเด็นคำถาม/สมมติฐาน (Learning to Question) คือ การฝึกให้ผู้เรียนคิด สังเกต และตั้งคำถามอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

ขั้น L2 การสืบค้นความรู้จากแหล่งเรียนรู้และสารสนเทศ (Learning to Search) คือ การฝึกให้ผู้เรียนค้นหาความรู้และข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต หรือ

ประสบการณ์ตรง ผ่านการทดลอง ซึ่งช่วยเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การเลือกใช้ข้อมูล และการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้น L3 การสรุปองค์ความรู้ (Learning to Construct) คือ การนำข้อมูลจากการอภิปรายหรือทดลองมาคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปเป็นความรู้ใหม่

ขั้น L4 การสื่อสารและการนำเสนออย่างมีประสิทธิภาพ (Learning to Communicate) คือการฝึกนำเสนอความรู้ให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย

ขั้น L5 การบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Learning to Serve) คือ การนำความรู้ไปใช้เพื่อสร้างสรรค์และช่วยเหลือสังคมตามความเหมาะสมของวัย

จะเห็นได้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ ครูต้องยึดความสมดุลจึงจะส่งผลให้การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล เป้าหมายการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ การปูพื้นฐาน ความรู้และทักษะสำหรับการมีชีวิตที่ดีในภายหน้า ลักษณะของการเรียนรู้จึงเป็นสมดุลระหว่างคุณลักษณะในตารางฝั่งซ้ายและขวา 15 ประการ ดังนี้

ตารางที่ 2-1 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ครูต้องยึดความสมดุล

ขึ้นกับครู/ครูเป็นตัวตั้ง(Teacher-directed)	เด็กเป็นหลัก (Learner-centered)
สอน	แลกเปลี่ยนเรียนรู้
ความรู้	ทักษะ
เนื้อหา	กระบวนการ
ทักษะพื้นฐาน	ทักษะประยุกต์
ข้อความจริงและหลักการ	คำถามและปัญหา
ทฤษฎี	ปฏิบัติ
หลักสูตร	โครงการ
ช่วงเวลา	ความต้องการ
เหมือนกันทั้งห้อง (One-size-fits-all)	เหมาะสมรายบุคคล (Personalized)
แข่งขัน	ร่วมมือ
ห้องเรียน	ชุมชนทั่วโลก
ตามตำรา	ใช้เว็บ
สอบความรู้	ทดสอบการเรียนรู้
เรียนเพื่อโรงเรียน	เรียนเพื่อชีวิต

จากตารางข้างต้นครูต้องใช้ทั้งแนวทางฝั่งขวาและฝั่งซ้ายอย่างสมดุล คือ ต้องยึดถือแนวทาง both-and (ไม่ใช่ either - or) ซึ่งเป็นแนวทางของระบบที่ซับซ้อนและปรับตัว ยิ่งนับวันสมดุลนี้ จะให้น้ำหนักศึกษามากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อโลกเปลี่ยนแปลงไปสมองเด็กก็เปลี่ยนด้วย สำหรับพลังการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ งานที่เน้นความรู้ เครื่องมือดิจิทัล วิถีชีวิต ผลการวิจัยด้านการเรียนรู้ และความต้องการทักษะในการดำรงชีวิตสมัยใหม่ ได้แก่ การแก้ปัญหา ความสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรม การสื่อสาร การร่วมมือความยืดหยุ่น และอื่น ๆ พลังเหล่านี้เรียกรวมให้การเรียนรู้ในโรงเรียนต้องให้น้ำหนักศึกษามากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นครูควรเรียนรู้และทดลองวิธีปฏิบัติอยู่เสมอ โดยครูต้องช่วยเหลือกัน สร้างชุมชนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อไม่ให้รู้สึกเดียวดาย และสามารถเรียนรู้และพัฒนาไปพร้อมกัน

จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้แบบใฝ่รู้และการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เน้นความสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เช่น การกำหนดปัญหาที่น่าสนใจและกิจกรรมกลุ่มที่เชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ ครูต้องมีบทบาทมากกว่าผู้สอน โดยทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะและผู้นำการเรียนรู้ และต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้แก่ผู้เรียน เสริมทักษะที่จำเป็นในการประกอบอาชีพและตอบโจทย์การศึกษายุคใหม่ ซึ่งคุณลักษณะของครูในยุคนี้ หรือ e-Teacher มี 9 คุณลักษณะที่ครูควรปฏิบัติ มีดังนี้

Experience คือ การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ใหม่โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต, อีเมล, และซีดี

Extended คือ มีทักษะการค้นหาคำรู้ได้ตลอดเวลา เพราะ เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ต สามารถใช้ได้ตลอด 24 ชั่วโมง ที่ไหนก็ได้ ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในการหาความรู้ด้วยเทคโนโลยี

Experience คือ การเรียนรู้ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต, อีเมล และซีดี

Extended คือ การค้นหาคำรู้ได้ตลอด 24 ชั่วโมงจากทุกที่ ผ่านเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ต และใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้

Expanded คือ การกระจายความรู้ไปยังผู้เรียนและสังคมผ่านสื่อหลากหลาย เช่น ซีดี, วิดีโอ, โทรศัพท์ หรือเว็บไซต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในวงกว้าง

Exploration คือ การค้นคว้าเนื้อหาที่ทันสมัยทั้งในด้านวิชาการและความบันเทิง เพื่อนำมาประยุกต์ในการออกแบบการเรียนรู้

Evaluation คือ การใช้เทคโนโลยีเพื่อประเมินผลการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

End-User คือ การใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเลือกใช้เว็บไซต์ที่มีคุณค่าและสาระ

Enabler คือ ผู้สอนใช้เทคโนโลยีในการสร้างบทเรียนและสื่อการเรียนรู้ เช่น PowerPoint หรือเครื่องมือพัฒนาเนื้อหาอิเล็กทรอนิกส์

Engagement คือ การสร้างชุมชนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นออนไลน์ เพื่อเกิดไอเดียใหม่ ๆ และข้อเสนอแนะจากครู

Efficient and Effective คือ ครูที่ใช้เทคโนโลยีได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเป็นผู้ผลิต , กระจาย, และใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาที่ดีในยุคใหม่ต้องเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ของศิษย์และบทบาทของครูให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกัน ครูต้องเปลี่ยนจากการสอนมาเป็นการฝึก (Coach) หรือการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Learning Facilitator) และเรียนรู้วิธีการปรับปรุงการเรียนรู้ร่วมกับศิษย์ในกลุ่ม PLC (Professional Learning Community) เพื่อพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2.5 กระบวนการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (Situating Learning)

2.5.1 ความหมายการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

Brown and Duguid (1989) ได้สรุปการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (Situating Learning) คือการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในบริบทจริง โดยมีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง ทั้งในและนอกโรงเรียน เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายและเชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและบริบทที่เกี่ยวข้อง

Lave and Wenger (1991) ได้สรุปการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ในมิติของชุมชนนักปฏิบัติ (Legitimate Peripheral Participation) คือกระบวนการที่มีสมาชิกร่วมกันสามารถพัฒนาความรู้ได้โดยการเข้าร่วมเป็นสมาชิกของชุมชน เริ่มจากการสังเกตและมีส่วนร่วม จนสามารถมีความรู้เทียบเท่าผู้เชี่ยวชาญในชุมชนนี้ โดยกระบวนการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และได้รับความรู้จากการฝึกประสบการณ์จริง ซึ่งเรียกว่า "ความรู้ที่ขโมยมา" (Stolen Knowledge)

Orey and Nelson (1994) ได้สรุปว่า การเรียนเชิงสถานการณ์ เป็นปรากฏการณ์ทางสังคมการเรียนรู้เป็นลักษณะหนึ่งของการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นภายในกรอบของการมีส่วนร่วมมากกว่าเกิดขึ้นในสมองของบุคคล ดังนั้น การเรียนรู้จึงต้องการ การร่วมมือและการปฏิบัติจริงมากกว่าที่การศึกษามีอยู่ในขณะนี้

Billett (1996) ได้สรุปว่า พุทธิปัญญาเชิงสถานการณ์ ต้องมี 2 องค์ประกอบ ที่สำคัญ คือ ผู้เรียนและบริบท ดังนั้น ความรู้และความฉลาดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างผู้กระทำ (ความสามารถ) และบริบท (แหล่งข้อมูลที่ต้องใช้ความพยายามหาข่าวสารเฉพาะ) เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกัน

2.5.2 การทำความเข้าใจการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ต้องอาศัยความเชื่อมโยงของ

2.5.2.1 ทฤษฎีวัฒนธรรมเชิงสังคม และทฤษฎีพุทธิปัญญา

เพลินตา (2545) ได้สรุปว่าการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยผู้เรียนมีประสบการณ์ในบริบทของสภาพจริง (Authentic Context) ผู้เรียน ได้ลงมือกระทำในสภาพจริง (Authentic Activity) หรือมีกิจกรรมที่มีสภาพที่คล้ายจริงมากที่สุด เป็นการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยการสร้างความรู้ จากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทั้งบุคคล อุปกรณ์ เครื่องมือ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ

จากแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (Situated Learning) ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ หมายถึง การเรียนรู้ที่ประกอบด้วยผู้เรียนและบริบท โดยเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ต่อเมื่ออยู่ในวัฒนธรรมและบริบทที่ต้องใช้ความรู้ หรือเกิดขึ้นจากผู้เรียนมีประสบการณ์ในบริบทของสภาพจริง ผู้เรียนได้ลงมือกระทำในสภาพจริงผ่านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมภายในกรอบของการมีส่วนร่วมมากกว่าเกิดขึ้นในสมองของบุคคล ทั้งนี้การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ต้องอาศัย ความเชื่อมโยงของทฤษฎีวัฒนธรรมเชิงสังคม และทฤษฎีพุทธิปัญญา

2.5.2.2 ทฤษฎีพื้นฐานของการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ปรัชญาพัฒนิยม (Progressivism) ดิวอี้ ถือว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ ผู้เรียนลงมือกระทำเอง และเชื่อว่าประสบการณ์สำคัญมากต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ดิวอี้เห็นว่า ประสบการณ์ของผู้เรียนเป็นเรื่องกายภาพ และสังคมที่เกิดขึ้นโดยการมีความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับโลกทางกายภาพ และสังคมที่เขามีส่วนร่วมอยู่ ดังนั้น ประสบการณ์จึงสามารถแบ่งปัน กันได้ (Roschelle, 1995 อ้างอิงใน เพลินตา พรหมบัวศรี, 2545)

ปรัชญาพัฒนิยม (Progressivism) มีแนวคิดหลักในการจัดหลักสูตรและการสอน โดยเน้นการพัฒนาปัจเจกบุคคล เชื่อว่าคนมีความดีความงามและความสามารถ พร้อมทั้งจะพัฒนาตน คือ ยึดหลักสัจการแห่งตน (Self – Actualization) เชื่อว่าการศึกษา คือ ชีวิต (Education is Life) คือ คนต้องพัฒนาตนตลอดชีวิต เชื่อในหลักประชาธิปไตย และหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ยึดผู้เรียนและประสบการณ์การเรียนรู้เป็นศูนย์กลาง ดังนั้น หลักสูตรจึงมี องค์ประกอบของการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีนักการศึกษาได้เสนอมุมมองของการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ไว้ดังนี้

Herrington (1997) อ้างอิงใน ปินยารักษ์ (2551) นำเสนอว่า ความรู้ที่นำมาใช้จะเกิดผลอย่างดีในบริบทการเรียนรู้ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. บริบทที่เป็นจริง ซึ่งสะท้อนถึงแนวทางที่ความรู้จะสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง
2. กิจกรรมตามสภาพจริง
3. การเข้าถึงความสามารถของผู้เชี่ยวชาญ และตัวอย่างของกระบวนการ
4. บทบาทและมุมมองที่หลากหลาย
5. สนับสนุนความรู้ซึ่งมาจากการร่วมกันสร้าง

6. การช่วยเหลือและแนะนำในเวลาที่สำคัญ
7. ส่งเสริมการสะท้อนความคิดเพื่อที่จะสร้างนามธรรมตามความเข้าใจ
8. การกระทำที่ต่อเนื่องกันเพื่อที่จะให้ความรู้ที่เป็นกลยุทธ์ (Tacit) สามารถ แสดงออกให้เห็นได้ชัดเจน

9. การวัดผลแบบบูรณาการของการเรียนรู้ที่อยู่ในการทำงาน

เพลินตา (2545) ได้สรุปองค์ประกอบของการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ไว้ ดังนี้

1. บริบทที่เป็นสภาพจริงและกิจกรรมในสภาพจริง (Authentic Context & Authentic Activities) เป็นการเน้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยใช้สภาพแวดล้อมที่เป็นจริง หรือเสมือนจริง มีการใช้เครื่องมือช่วย ผู้เรียนสามารถบูรณาการความคิดและการปฏิบัติเข้าด้วยกัน ความรู้และทักษะที่เกิดขึ้นจึงมีความหมายสำหรับผู้เรียน

2. การฝึกหัด (Apprenticeship) และการฝึกปฏิบัติหลายรูปแบบ (Multiple Practices) เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยให้มีการปฏิบัติหรือฝึกหัดทักษะต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและความรู้สึก จึงต้องมีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในบริบทที่เป็นจริง จึงต้องใช้ในการเลียนแบบ (Modeling) การสอนแนะ (Coaching) จนผู้เรียนสามารถทำได้เอง (Fading)

3. การสะท้อน (Reflection) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างความรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนจะต้องช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างการกระทำและการคิด จึงเกิดการสร้าง ความรู้ อย่างมีความหมายจากการเปลี่ยนแปลงประสบการณ์และความคิด การสะท้อน อาจทำได้ โดยเป็นขั้นตอน ดังนี้ การแนะนำ (Suggestions) การวิเคราะห์ปัญหาด้วยเหตุผล (Problem or Intellectualization) การสร้างสมมติฐาน (Hypothesis Formation) การให้เหตุผล (Reasoning) การทดสอบ (Testing) ซึ่งอาจทำได้ 2 ลักษณะ คือ การสะท้อนในขณะที่มีการกระทำ (Reflection – in – Action) เป็นกระบวนการสะท้อนที่เกิดขึ้นทันทีทันใด และไม่สามารถควบคุมได้ ความสำเร็จอาจเกิดขึ้นโดยไม่ได้คาดคิดมาก่อนและการสะท้อนหลังจากมีการกระทำ (Reflection – on – Action) เป็นการคิดอย่างเป็นระบบและมีการไตร่ตรองอย่างรอบคอบในเหตุผล ของการกระทำ เป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า การสะท้อน เป็นการกระทำที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นหาอธิบายความคิดและการกระทำโดยผ่านการได้รับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ทำให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย เกิดความรู้ทางวิชาชีพ เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาโดยต้องมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ การตระหนักในสิ่งที่เป็นปัญหา การวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ การตั้งสมมติฐาน การทดสอบ และการพัฒนามุมมองใหม่ โดยทุกขั้นตอนจะต้องประกอบด้วย การให้คำแนะนำ การใช้เหตุผล การเชื่อมโยงความคิด ข้อมูลและประสบการณ์

4. การมีส่วนร่วมกัน (Collaboration) ในการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ต้องให้ผู้เรียน มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และระหว่างผู้เรียนและผู้สอน จึงเป็นการเรียนรู้แบบกลุ่ม ที่เน้น

ความร่วมมือ ให้โอกาสสมาชิกได้แก้ปัญหาร่วมกัน มีการทำงานร่วมกัน สะท้อนความคิด เพื่อช่วยกัน แก้ไขโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูจึงต้องมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและช่วยแนะนำ

5. การสอนแนะและการประคับประคอง (Coaching and Scaffolding) เป็นองค์ประกอบที่ เน้นในด้านบทบาทของผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นผู้สอนแนะซึ่งมีลักษณะเด่นคือ ต้องมีความสมดุล (Balance) คือ ต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและแนวความคิดระหว่างผู้เรียน และผู้สอน สิ่งที่สอนแนะ ต้องเป็นรูปธรรม (Being Concrete) คือเป็นสิ่งที่ปรับปรุงได้ ซึ่งต้องเฉพาะเจาะจงในสิ่งที่ผู้เรียนต้อง ปรับปรุง มีความรับผิดชอบร่วมกัน (Shared Responsibility) ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน เพื่อให้เกิด ความต่อเนื่อง และต้องมีการยอมรับ (Respect) ในความสามารถของผู้เรียน นอกจากนั้นผู้สอนแนะ ควรมีทักษะหลัก ๆ คือ 1) การฟัง อย่างกระตือรือร้น (Active Listening) เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่า ได้รับ ความสนใจ 2) การถาม เพื่อการสืบค้น (Enquiring) เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีข้อมูลที่เพียงพอเพื่อให้ ค้นพบวิธีการ ที่จะปรับปรุงการปฏิบัติ เพื่อให้สามารถค้นหาคำตอบด้วยตนเอง 3) การมุ่งประเด็น (Focusing) เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสำรวจความคิดเห็นและประเมินกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ 4) การสอน (Teaching) ซึ่งบางครั้งผู้สอนจำเป็นต้องสอนผู้เรียน เช่น การสาธิต การช่วยจับประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะ ในสิ่งที่ยากและผู้เรียนร้องขอ และผู้สอนมีความชำนาญ ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วยิ่งขึ้น ขึ้นอยู่กับ ความต้องการร่วมกันของผู้เรียนและผู้สอน และ 5) การสนับสนุน (Affirming) ถ้าผู้สอน ให้ การสนับสนุนและแสดงให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในการทำงานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์

เพลินตา (2545) ได้สรุปขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนวคิด เชิงสถานการณ์ไว้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษา ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือเสมือนจริง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายโต้แย้ง ในประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา จนสามารถกำหนดปัญหาได้ อย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม ร่วมกันบอกวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเลือกแนวทางการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน เลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนยอมรับร่วมกันว่าสามารถเป็นไปได้มากที่สุด โดยจัดลำดับความสำคัญของ ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน เขียนแผนการ เรียนรู้ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ แหล่งการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ ขั้นตอนที่ 6 ขั้น รวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งงานกันเพื่อศึกษา หาข้อมูลตามแผนการเรียนรู้ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอข้อมูลที่รับผิดชอบ ศึกษาการและวิธี

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน สรุป หลักการ และวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาซึ่งเป็นข้อความรู้ที่ได้ จากการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ปัญหาตามสภาพจริง

ขั้นตอนที่ 9 ขั้นนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ เป็นขั้นที่ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ โดยใช้หลักการและวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ เรียนรู้มาแล้ว

ปิณยารักษ์ (2551) ได้สรุปการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนการ สอน 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษา ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือเสมือนจริง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายโต้แย้ง ในประเด็นต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา จนสามารถกำหนดปัญหาได้อย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม ร่วมกันบอกวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเลือกแนวทางการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน เลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนยอมรับร่วมกันว่าสามารถเป็นไปได้มากที่สุด โดยจัดลำดับความสำคัญของ ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน เขียนแผนการ เรียนรู้ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ แหล่งการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ ขั้นตอนที่ 6 ขั้น รวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งงานกันเพื่อศึกษาหาข้อมูลตามแผนการเรียนรู้จาก แหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอข้อมูลที่รับผิดชอบ ศึกษา

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน สรุป หลักการ และวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาซึ่งเป็นข้อความรู้ที่ได้ จากการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ปัญหาตามสภาพจริง

ขั้นตอนที่ 9 ขั้นนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ เป็นขั้นที่ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่ โดยใช้หลักการและวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ เรียนรู้มาแล้ว

สุนิสา (2554) ได้สรุปขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงสถานการณ์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกระตุ้น คือ ขั้นที่ผู้เรียนได้รับปัญหาจากสถานการณ์จริง เพื่อกระตุ้นความสนใจและการรับรู้ โดยร่วมกันพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ เป็นขั้นที่ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อกำหนดปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการเรียนรู้การแก้ปัญหา คือ ขั้นที่ผู้เรียนศึกษาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และฝึกหัดงานที่เกี่ยวข้องตามแผนที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแสดงความรู้ คือ ขั้นที่ผู้เรียนเสนอผลการศึกษาร่วมข้อมูลเชิงประจักษ์ และสะท้อนสิ่งที่ได้ฝึกหัดมา

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอ โดยการพูดหรือเขียน

ชุมพร (2555) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ เชิงสถานการณ์ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเผชิญสถานการณ์ เป็นขั้นที่ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ตามเป้าหมายที่จะเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ เป็นขั้นที่ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์และความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาในสถานการณ์จริงนั้น ระบุปัญหาและความต้องการ ในการตอบสนอง เพื่อกำหนดปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากตัวแบบ โดยการเสนอตัวแบบที่เป็นแบบอย่าง ผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้จากตัวแบบ มีขั้นตอนการเรียนรู้จากตัวแบบตามลำดับขั้นตอน ดังนี้คือ 1) ขั้นใส่ใจต่อพฤติกรรมของตัวแบบ ผู้สอนเสนอตัวแบบ ทั้งตัวแบบที่มีชีวิตหรือไม่มีชีวิต โดยเป็นตัวแบบที่มีความเด่นชัด ดึงดูดใจ เพื่อให้ผู้เรียนให้ความสนใจ และ 2) ขั้นบันทึกพฤติกรรม ตัวแบบ ผู้เรียนจดบันทึกพฤติกรรมของตัวแบบและเขียนแผนภาพมโนทัศน์ หรือบันทึกในรูปแบบต่าง ๆ ความตั้งใจของชั้นลงมือกระทำ เป็นวันที่คนจบหมายให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นลงมือกระทำเป็นขั้นที่ครูมอบหมายให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติกิจกรรมตามตัวแบบในสถานการณ์จริง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสะท้อนความคิด เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสะท้อนความคิดที่ได้ จากการเรียนรู้ และการฝึกหัดงาน โดเน้นการสะท้อนผลที่เกิด

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนทดสอบความรู้และมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม และประเมินทักษะการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน

สรุป

จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ได้ว่า ในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจ และรับรู้เกี่ยวกับปัญหาพฤติกรรมการบริโภคสินค้าและบริการในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือ เสมือนจริง ซึ่งครูคอยกระตุ้นโดยใช้คำถามให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด ความรู้สึกออกมา ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้คำถามให้ผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความสำคัญเกี่ยวกับสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหาพฤติกรรมการบริโภคสินค้าและบริการซึ่งให้ผู้เรียนวิเคราะห์เนื้อหาจากสื่อในชีวิตประจำวัน แล้วร่วมกันกำหนดปัญหาให้ชัดเจน หาสาเหตุ ของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาย่างเหมาะสม โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะให้ผู้เรียนร่วมกันศึกษา ค้นคว้า วางแผน แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นแสดงความรู้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำเสนอประเด็นปัญหา สาเหตุและ แนวทางการแก้ปัญหาพฤติกรรมการบริโภคสินค้าและบริการ โดยให้ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกัน อภิปราย ชักถาม ให้ข้อเสนอแนะ และสรุปประเด็นปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ปัญหา พฤติกรรม การบริโภคสินค้าและบริการ ซึ่งครูคอยช่วยแนะนำหรืออธิบายเพิ่มเพื่อให้ผู้เรียน เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ประสบการณ์เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาพฤติกรรม การบริโภคสินค้าและบริการในสถานการณ์ใหม่ โดยการระบุปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคสินค้าและบริการที่ผู้สอนกำหนดให้ โดยใช้หลักการและวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ เรียนรู้มาแล้ว

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูผู้สอนทดสอบความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมของ ผู้เรียน โดยประเมินความรู้ของผู้เรียนจากการพูดหรือเขียน

2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายว่าประสิทธิภาพหมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

ชัยยงค์ (2556) กล่าวว่าระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้น แล้ว ชุดการ สอนนั้น ก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

2.6.1 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ)และพฤติกรรมขั้น สิ้นสุด (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.6.1.1 การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่ง ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆพฤติกรรมเรียกว่ากระบวนการ(Product)ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม)และรายงานบุคคลได้แก่งานที่มอบหมายและ กิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.6.1.2 การประเมินพฤติกรรมขั้น สิ้นสุด(Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product)ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้ง หมด นั้น คือ E_1 / E_2 คือประสิทธิภาพของ กระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจบชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% การทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

การกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตาม ความพอใจโดยปกติเนื้อ หาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้ง ไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อ หาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาอาจตั้ง ไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ(E_1) คือการนำเอาคะแนนของ แบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะที่ประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยวของนักเรียนทุกคน รวมกันหารด้วยจำนวน ผู้เรียน

2.6.2 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้วต้องนำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนดังนี้

2.6.2.1 แบบเดี่ยว (1:1) คือทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และ เด็กเก่งคำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลอง แบบ เดี่ยวนี้ จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้น

2.6.2.2 แบบกลุ่ม (1:10) ทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน คณะผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยห่าง จากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1 / E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

2.6.2.3 ภาคสนาม(1/100)ทดลองกับผู้เรียนทั้งหมด คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่ถึง 5% ก็ให้ยอมรับ

2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะ ทางด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพทางสมอง และมวลประสบการณ์ทั้งปวง ที่เด็กได้รับการเรียน การสอน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ด้วยคะแนนจาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530)

2.7.2 จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์

การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่า เรียนรู้แล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใด มากน้อยเพียงใด เช่นมีพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมิน ค่ามากน้อยอยู่ระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้าน พุทธิพิสัย นั่นเอง ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาการที่เรียน คือ (พวงรัตน์, 2530)

2.7.2.1 การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมาที่สังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ ข้อสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่วิธีปฏิบัติและผลงานที่ปฏิบัติ

2.7.2.2 การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหา รวมทั้งพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน มีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะคือ

2.7.2.2.1 การสอบปากเปล่า การสอบแบบนี้มักจะทำโดยรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบ ที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านหนังสือ การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบปริญญาณินท์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ

2.7.2.2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือ ตอบซึ่งมีรูปแบบตอบอยู่ 2 แบบคือ

ก) แบบไม่จำกัดคำตอบ ซึ่งได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง

ข) แบบจำกัดคำตอบ ซึ่งเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบที่ให้เลือก ซึ่งมีรูปแบบของคำตอบอยู่ 4 รูปแบบคือ

- 1) แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง
- 2) แบบจับคู่
- 3) แบบเติมคำ
- 4) แบบเลือกคำตอบ

2.7.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดพฤติกรรม 3 กลุ่มพฤติกรรมด้วยกันคือ

2.7.3.1 พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถและความคิด รวมทั้งการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลจากการเรียนการสอน ซึ่งพฤติกรรม ด้านความรู้และความคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.7.3.1.1 ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับการเรียนการสอนและประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสิ่งที่สัมผัสกับประสบการณ์นั้น ๆ และสามารถถ่ายทอดออกมาได้ถูกต้อง

2.7.3.1.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และสรุปความเกี่ยวกับสิ่งที่ได้พบ ซึ่งเป็นเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับรู้และสามารถสื่อความเข้าใจที่ตนมี อยู่ขึ้นไปสู่ผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง

2.7.3.1.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการต่าง ๆ ซึ่งได้รับการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2.7.3.1.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกเรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือ เหตุการณ์ใด ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อย ๆ นั้นแต่ละส่วนสำคัญอย่างไร ส่วนใดสำคัญที่สุด แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและมีหลักการใดร่วมกันอยู่

2.7.3.1.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อย ๆ เข้าด้วยกันให้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ได้ผลผลิตที่แปลกใหม่ และดีไปกว่าเดิม พฤติกรรมด้านนี้เน้นให้เกิด ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่

2.7.3.1.6 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตีราคาสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์ เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

สรุป พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย คือ พฤติกรรมย่อยด้านความรู้ ความ จำเป็นพฤติกรรมที่มีระดับต่ำสุด ถือเป็นพฤติกรรมขั้นพื้นฐาน ส่วนพฤติกรรมย่อยด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าเป็นพฤติกรรมที่สูงขึ้น

ตามลำดับในการเรียนการสอนโดยหลักทั่วไปนั้น ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมสูงกว่าความรู้ ความจำ คือเป็นการพัฒนาให้เกิดความคิด

2.7.3.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเปลี่ยนแปลง ทางด้านจิตใจ เจตคติ ค่านิยม ความสนใจ ความชื่นชมของบุคคลต่อสิ่งต่าง ๆ ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 5 ชั้น ดังนี้

2.7.3.2.1 การรับรู้ เป็นความสามารถในการจับใจต่อการรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ ได้มากในเวลาจำกัด

2.7.3.2.2 การตอบสนอง เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในลักษณะของความยินยอม เต็มใจและพอใจ

2.7.3.2.3 การสร้างคุณค่าหรือค่านิยม เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้สึกรักในคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ จนเกิดการยอมรับ และเชื่อถือในสิ่งนั้น

2.7.3.2.4 การจัดระบบคุณค่าหรือค่านิยม เป็นการนำค่านิยมมาจัดให้เป็นระบบโดยอาศัยกระบวนการจัดพหุภาพความสัมพันธ์ และกำหนดค่านิยมที่เด่น และสำคัญแล้วนำกระบวนการนั้นมาสร้างระบบค่านิยมที่เหมาะสมกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ต่อไป

2.7.3.2.5 การสร้างลักษณะนิสัย เป็นความสามารถในการจัดระบบค่านิยมที่บุคคลยึดถืออยู่ จนสามารถควบคุมพฤติกรรมและทำให้เกิดบุรณาการทางความเชื่อ ความคิด เจตคติและ ก่อให้เกิดพฤติกรรมที่เป็นลักษณะนิสัยประจำตัวของบุคคลแต่ละคน

2.7.3.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการใช้กลไกทางกายและทางสมองได้สัมพันธ์กันจนสามารถใช้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงาน อย่างมีจุดหมาย ซึ่งแบ่งออกเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ 7 ชั้น ดังนี้

2.7.3.3.1 การรับรู้ เป็นการรับรู้โดยประสาทสัมผัสเกี่ยวกับรูปธรรม เช่น วัตถุ สิ่งของและนามธรรม เช่น คุณสมบัติหรือความสัมพันธ์

2.7.3.3.2 การเตรียมพร้อม เป็นความพร้อมทั้งทางใจ ความพร้อมทางกาย และความพร้อมทางอารมณ์

2.7.3.3.3 การเลียนแบบ เป็นการทำตามหรือเลียนแบบ

2.7.3.3.4 การปฏิบัติได้ เป็นพฤติกรรมตอบสนองที่พัฒนาจนเป็นนิสัย

2.7.3.3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน เป็นการแสดงออกที่ซับซ้อนตามกระบวนการปฏิบัติอย่างไม่ลังเล และเป็นไปโดยอัตโนมัติ

2.7.3.3.6 การดัดแปลง เป็นขั้นที่ทดลองหาวิธีอื่นมาปฏิบัติหลังจากที่ได้ปฏิบัติวิธีเดิมจนชำนาญแล้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น

2.7.3.3.7 การริเริ่ม เป็นการประยุกต์สิ่งที่ได้ดัดแปลงแล้ว เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่
ขึ้น

2.7.4 ประเภทของการทดสอบ

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะคือ (พวงรัตน์ ทวี
รัตน์, 2530)

2.7.4.1 การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบหรือการ
สอบ วัดที่เกิดจากแนวความเชื่อ ในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ว่าความสามารถของบุคคลใด
ๆ ในเรื่องใดนั้นไม่เท่ากัน บางคนมีความสามารถของบุคคล ถ้านำมาเขียนกราฟจะมีลักษณะคล้าย ๆ
โค้งรูปประฆังหรือที่เรียกว่า “โค้งปกติ” ดังนั้นการทดสอบแบบนี้จึงยึดคนส่วนใหญ่เป็นหลักในการ
เปรียบเทียบ โดยพิจารณาคะแนนผลการสอบของบุคคลเทียบกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มคะแนนจะมี
ความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่นที่สอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกัน
จุดมุ่งหมายของการทดสอบแบบนี้ ก็เพื่อจะกระจายบุคคลทั้งสองกลุ่มไปตามความสามารถของแต่ละ

2.7.4.2 การทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ยึดความเชื่อในเรื่อง
การเรียนเพื่อรอบรู้ กล่าวคือยึดหลักการว่าในการเรียนการสอนนั้นจะต้องมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมด
เกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียน แม้ว่าผู้เรียนจะมีลักษณะแตกต่างกันก็ตามแต่ทุกคน
ได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาไปถึงขีดความสามารถสูงสุดของตน โดยอาจใช้เวลาแตกต่างกันในแต่ละ
บุคคล ดังนั้น การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ จึงมีการกำหนดเกณฑ์ขึ้นแล้วนำผลการสอบของแต่ละ บุคคล
เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่ได้้นำผลการสอบไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่ม ความสำคัญ
ของการทดสอบนี้จึงอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์เป็นสำคัญ เกณฑ์หมายถึงการตรวจสอบ ว่าใครเรียนได้ถึง
เกณฑ์และใครยังเรียนไม่ถึงเกณฑ์ ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป เช่น อาจให้มีการเรียนซ่อมเสริม
 เป็นต้น

ประโยชน์ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

2.7.4.2.1 ใช้สำรวจทั่วไปเกี่ยวกับตำแหน่งการเรียนในโรงเรียนเมื่อ
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติให้เข้าใจนักเรียนได้ดีขึ้น

2.7.4.2.2 ใช้แนะแนวและประเมินค่าเกี่ยวกับการสอบได้สอบตกของแต่ละ
บุคคลจุดอ่อนและจุดเด่นของแต่ละบุคคล การสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนฉลาด และนักเรียนที่
ต้องการความช่วยเหลือ การปรับปรุงการสอน

2.7.4.2.3 ใช้จัดกลุ่มนักเรียนเพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

2.7.4.2.4 ช่วยในการวิจัยทางการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนในวิชาที่
สอบแตกต่างกัน โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานเป็นเครื่องมือวัด

2.7.5 คุณลักษณะของข้อสอบที่ดี

การได้ทราบคุณลักษณะที่ดีของข้อสอบจะทำให้สามารถสร้างข้อสอบได้ดียิ่งขึ้น มีคุณภาพ ซึ่งคุณลักษณะที่ดีมี 10 ประการคือ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2517, ขวาล แพทย์กุล, 2516)

2.7.5.1 มีความเที่ยงตรง หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบที่สามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ความเที่ยงตรงนี้ จำแนกออกเป็นหลายชนิด คือ

2.7.5.1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา คือ ข้อสอบที่มีคำถามสอดคล้องตรงตามเนื้อหา ในหลักสูตร

2.7.5.1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่วัดสมรรถภาพความเป็นจริงของสมองด้านต่าง ๆ ตรงตามที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร

2.7.5.1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่วัดได้ตรง สมรรถภาพความเป็นจริงของเด็กในขณะนั้น

2.7.5.1.4 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ คือ ข้อสอบที่วัดและทำนายไว้ว่าเด็กคนใดจะเรียนวิชาอะไรดีเพียงไรในอนาคต

2.7.5.2 มีความเชื่อมั่น หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงการวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำอีกผลการวัดก็ยังคงเหมือนเดิม

2.7.5.3 มีอำนาจจำแนก คือ สามารถจำแนกเด็กเก่ง – อ่อนได้ เมื่อทดสอบแล้วบอกได้ว่าใครเก่ง ใครอ่อน หมายความว่า เมื่อทดสอบแล้วปรากฏว่าเด็กเก่งมักทำถูก และเด็กอ่อนมักทำผิด สามารถแยกเด็กได้ตรงสภาพความเป็นจริง

2.7.5.4 ความเป็นปรนัย ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยมีคุณสมบัติ 3 ประการคือ

2.7.5.4.1 มีความชัดเจนในความหมายของคำถาม ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกันว่าถามอะไร

2.7.5.4.2 มีความคงที่ในการตรวจให้คะแนน คือให้ใครตรวจได้คะแนนเหมือนกัน

2.7.5.4.3 มีความแจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน คือ ต้องแปลคะแนนที่ได้เป็นอย่างเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบ

2.7.5.5 มีประสิทธิภาพ คือมีคุณสมบัติที่แสดงถึงการประหยัด เช่น ลงทุนน้อย มีราคาถูก ง่ายในการดำเนินการสอบ พิมพ์ชัด อ่านง่าย และให้ผลในการสอบวัดที่เที่ยงตรง และเชื่อถือได้เป็น ต้น

2.7.5.6 มีการวัดลึกซึ้ง หมายถึง ข้อสอบที่ถามครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้าน เช่น มีคำถามวัดความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าไม่ถามเพียงแต่พฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ตามตำราเพียงอย่างเดียว เป็นต้น

2.7.5.7 มีความยุติธรรม หมายถึง ข้อความของข้อสอบต้องไม่มีช่องทางแนะให้เด็กฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูก หรือไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกี่ยงคร้านตอบได้ คือ ต้องเป็นข้อสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดโดยเฉพาะ

2.7.5.8 มีความเฉพาะเจาะจง คือคำถามต้องชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่ถามหลายแง่หลายมุม

2.7.5.9 มีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้ามีข้อยากก็ควรมีข้อง่ายเป็นการทดแทน โดยยึดหลักว่าเมื่อดูรวม ๆ หรือโดยเฉลี่ยแล้วมีความยากปานกลาง

2.7.5.10 มีการกระตุ้นยั่วๆ โดยจัดข้อสอบง่าย ๆ ไว้ในตอนแรก แล้วจึงค่อย ๆ ถามให้ยากขึ้นตามลำดับ เป็นการเร้าให้เด็กเกิดความพยายามที่จะทำข้อสอบให้ได้ทั้งหมด

2.7.6 กระบวนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ในการปฏิบัติงานใดก็ตามหากผู้ปฏิบัติทราบกระบวนการทำงานว่าขึ้นตอนอย่างไร และปฏิบัติไปตามขั้นตอนเหล่านั้นจึงทำให้สามารถดำเนินการไปตามเป้าหมายได้ ในเรื่องการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หากผู้สร้างทราบขั้นตอนในการสร้างและปฏิบัติตามขั้นตอนจะทำให้สามารถสร้างข้อสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พวงรัตน์, 2530 อ้างอิงจาก Rose.1954) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างข้อสอบ 4 ขั้นตอนคือ

2.7.6.1 ขั้ววางแผน สิ่งที่ต้องปฏิบัติในการวางแผนสร้างข้อสอบ คือ

2.7.6.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมาย ในการสร้างข้อสอบทุกครั้งต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย ให้ชัดเจนและแน่นอนว่าเพื่อวัตถุประสงค์ใด

2.7.6.1.2 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ในขั้นนี้หากกำหนดขอบข่ายของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะออกข้อสอบได้เหมาะสม ก็จะช่วยให้ออกข้อสอบมีความเที่ยงตรง

2.7.6.1.3 กำหนดชนิดและรูปแบบของข้อสอบ ในการสอบวัดต้องเลือกใช้ชนิดและ รูปแบบของข้อสอบให้เหมาะสม

2.7.6.1.4 กำหนดส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นในการออกข้อสอบและในการเลือก ข้อสอบคือ การกำหนดเวลาในการสร้างข้อสอบ บุคลากรในการสร้างข้อสอบ จำนวนข้อของ ข้อสอบ เวลาในการทดสอบ วิธีการตรวจ และให้คะแนน เป็นต้น

2.7.6.2 ขั้นตอนเตรียมงาน เป็นการเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างข้อสอบ ได้แก่ หลักสูตร หนังสือแบบเรียน ทำการวิเคราะห์หลักสูตร อุปกรณ์ในการพิมพ์ การอัดสำเนา ฯลฯ

2.7.6.3 ขั้นตอนมือปฏิบัติ เป็นขั้นตอนมือเขียนข้อสอบ ในกรณีการสร้างข้อสอบนั้นทำในรูปคณะกรรมการ คณะกรรมการแบ่งงานกันเขียนข้อสอบ แล้วนัดหมายหรือมาประชุมวิเคราะห์ข้อสอบที่สร้างขึ้น

2.7.6.4 ชั้นประเมินหรือตรวจสอบคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลไปปรับปรุงข้อสอบมีขั้นตอนดังนี้

2.7.6.4.1 ชั้นประเมินเบื้องต้น คือการวิจารณ์ข้อสอบ โดยพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้คือ

- ก) ข้อคำถามวัด วัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่
- ข) ข้อคำถามชัดเจนเข้าใจตรงกันหรือไม่
- ค) ข้อคำถามมีคำตอบที่แน่นอนเพียงคำตอบเดียวหรือไม่
- ง) ข้อคำถามในภาษารัดกุม เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

หรือไม่

- จ) ในกรณีเป็นข้อสอบเลือกตอบ พิจารณาวาดัลงเหมาะสม

หรือไม่

เช่นเรียงลำดับเนื้อหา เรียงจากง่ายไปหายาก และการเรียงตัวเลือกในแต่ละข้อเหมาะสมสวยงามหรือไม่ เป็นต้น

2.7.6.4.2 ชั้นตรวจสอบคุณภาพ หลังการทดสอบ ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์และ ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปพิมพ์เพื่อนำไปทดลอง (Try Out) เมื่อนำไปทดลองแล้วนำมาตรวจให้ คะแนนและตรวจสอบคุณภาพ โดยพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

- ก) ความยากง่ายของข้อสอบ
- ข) อำนาจจำแนกของข้อสอบ
- ค) ค่าความเที่ยง
- ง) หาค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลที่เกิด จากการเรียนการสอน เป็นพฤติกรรมที่พัฒนามาจากการฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง อันประกอบด้วย พฤติกรรม 6 ประการคือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรให้ ครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมต้องใช้ความรู้จากแหล่งความรู้ที่มีอยู่หลากหลาย ทั้งยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหรือพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติม ได้มีผู้วิจัยดังนี้

ขวัญชัย และธารทิพย์ (2562) ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ใช้รูปแบบ PEAPAC ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน: 1) การเตรียมความพร้อม (Preparation), 2) การกระตุ้นความสนใจ (Engage), 3) การปฏิบัติ (Action), 4) การสรุป (Pack), 5) การประยุกต์ใช้ (Apply), และ 6) การตรวจสอบ (Checking) โดยมุ่งส่งเสริมทักษะทั้งสามด้าน: 1) ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา, 2) ทักษะด้านข้อมูลและการสื่อสาร, และ 3) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์และการชี้นำตนเอง การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมีความหมาย จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะอย่างมีคุณค่าและเป็นประโยชน์ในอนาคต

อนุรักษ์ และคณะ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการสอนเรื่องความปลอดภัยและการใช้เครื่องมือในงานช่างยนต์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยสารพัดช่างสงขลา ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องความปลอดภัยและการใช้เครื่องมือในงานช่างยนต์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยมีค่าเท่ากับ 83.01/84.362) การเปรียบเทียบสมรรถนะวิชาชีพด้านความรู้เรื่องความปลอดภัยและการใช้เครื่องมือในงานช่างยนต์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าสมรรถนะของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องความปลอดภัยและการใช้เครื่องมือในงานช่างยนต์พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$)

วรรณา และคณะ (2567) ได้ทำการวิจัยเรื่อง กระบวนการสเฟียร์รอยไคซิงและการนำไปใช้กับกระบวนการแพ็กคาร์เบอร์โรซิง ผลการวิจัยพบว่า การทำสเฟียร์รอยไคซิงยังถูกนำมาประยุกต์ใช้หลังจากกระบวนการคาร์เบอร์โรซิง โดยพบว่าซีเมนไทต์แบบตาข่ายโดยเฉพาะที่ผิวจะสลายตัวไปเป็นเม็ดกลม แต่เนื้อเหล็กยังคงความเหนียว และมีความยืดหยุ่นอยู่ ชิ้นงานหลังจากผ่านกระบวนการแพ็กคาร์เบอร์โรซิงจะมีค่าความแข็งมากขึ้น และค่าความแข็งจะลดลงเมื่อผ่านกระบวนการสเฟียร์รอยไคซิง เมื่อพิจารณาตัวแปรของระยะเวลา พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการทำสเฟียร์รอยไคซิงที่นานขึ้นจะส่งผลให้ค่าความแข็งลดลง ส่วนผลการทดสอบความต้านทานแรงกระแทกเพิ่มขึ้น

ชาญยุทธ (2564) ได้ศึกษาการปรับปรุงผิวเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำโดยการชุบแข็งแก๊สคาร์โบไนไตรดิง เพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับใบตีปุ๋ยอินทรีย์ ผลการวิจัยพบว่า ใบตีปุ๋ยที่ไม่ได้ชุบแข็งมีการสึกหรอ 5 มิลลิเมตร ขณะที่ใบตีปุ๋ยที่ผ่านการชุบแข็งในกรรมวิธีแก๊สคาร์โบไนไตรดิง ที่ใช้เวลา 2 ชั่วโมง, CP 1.10%, และอุณหภูมิ 860 และ 880 องศาเซลเซียส มีการสึกหรอเพียง 1.30 มิลลิเมตร และ 0.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ซีเยต และคณะ (2016) สารานุกรมเหล็ก เหล็กกล้า และโลหะผสม การเพิ่มคาร์บอนแบบบรรจุ (Pack carburizing) หรือเรียกว่าการเพิ่มคาร์บอนแบบของแข็งหรือแบบกล่อง เป็นกระบวนการเพิ่มคาร์บอนที่เก่าแก่ที่สุด ในวิธีการชุบแข็งที่ผิวนี้ ชิ้นงานถูกบรรจุในส่วนผสมของถ่านโค้กและถ่านไม้พร้อมกับ "สารให้พลังงาน" และจากนั้นจึงให้ความร้อนในภาชนะปิด แม้ว่าจะเป็นกระบวนการที่ใช้แรงงานมาก การเพิ่มคาร์บอนแบบบรรจุยังคงถูกใช้ในห้องเครื่องมือบางแห่งเนื่องจากความต้องการด้านสิ่งแวดล้อมที่น้อยที่สุด วิธีการแบบบรรจุเป็นวิธีที่เก่าแก่ที่สุดในบรรดากระบวนการเพิ่มคาร์บอนและเป็นวิธีที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายที่สุดเป็นเวลาหลายปี อย่างไรก็ตาม การใช้งานในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากการปรับปรุงในกระบวนการเพิ่มคาร์บอนทางเลือกอื่นๆ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มคาร์บอนด้วยแก๊ส) และยังเนื่องจากข้อจำกัดที่มีอยู่ในกระบวนการด้วย

ฟาไต และคณะ (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเติมคาร์บอนให้กับเหล็กอ่อนโดยใช้กระดุกบดเป็นสารเพิ่มคาร์บอน : การเพิ่มประสิทธิภาพพารามิเตอร์กระบวนการ การวิจัยมุ่งเน้น การปรับปรุงสมบัติทางกลของเหล็กกล้าอ่อนที่ใช้สำหรับการสร้างเครื่องมือการเกษตรและในรถยนต์เครื่องจักร เฟือง สปริง และลดความแข็งแรงสูงเป็นต้น โดยการเพิ่มคาร์บอนแบบบรรจุโดยใช้กระดุกที่บดเป็นผงเป็นตัวเพิ่มคาร์บอนและโดยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของอุณหภูมิการเพิ่มคาร์บอนและเวลาในการแช่

เลส เอ็ม. (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจำลองสถานการณ์: นำประโยชน์ของการเรียนรู้ตามสถานการณ์มาสู่ห้องเรียนแบบดั้งเดิม ในบทความนี้อภิปรายถึงบทบาทที่การจำลองสถานการณ์สามารถมีในการให้แก่มุมอย่างน้อยบางส่วนของ การเรียนรู้ในโลกจริงในห้องเรียนแบบดั้งเดิม จะมีการนำเสนอและอภิปรายตัวอย่างสามแบบของการเรียนรู้ในสถานการณ์ห้องเรียนที่อำนวยความสะดวกโดยการจำลองสถานการณ์ ก่อนที่จะเริ่มการอภิปรายของเรา เป็นการเหมาะสมที่จะให้คำนิยามของคำว่า "การจำลองสถานการณ์ทางการศึกษา" และ "การเรียนรู้ตามสถานการณ์"

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในครั้งนี้ เป็นการวิจัย และพัฒนา (Research and development: R & D) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุด กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ขั้นที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ออบชุบโลหะ

ขั้นที่ 2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอน ต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ออกแบบกระบวนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ขั้นที่ 2 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการ เรียนรู้เชิงสถานการณ์

ขั้นที่ 3 ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำพัฒนาขึ้น มี วิธีการดังนี้

ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้ เชิงสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีวิธีการดังนี้

ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อบชุบโลหะ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ รายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาอบชุบโลหะ รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา อบชุบโลหะ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อบชุบโลหะ (ฉบับที่ 1)(อยู่ในภาคผนวก ก) โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา อบชุบโลหะ

ประเด็นที่ 2 ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา อบชุบโลหะ

ประเด็นที่ 3 แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา อบชุบโลหะ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1) ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา อบชุบโลหะ รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา อบชุบโลหะ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

2) สร้างแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาอบชุบโลหะ

3) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อบชุบโลหะ

4) ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา อบชุบโลหะ รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา อบชุบโลหะ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงวันที่ 3-21 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 2) (อยู่ในภาคผนวก ก) มีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

ประเด็นที่ 2 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

ประเด็นที่ 3 การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็นที่ 4 แนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

2) สร้างแบบบันทึกแนวการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

3) นำเสนออาจารย์ที่ปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4) ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปริญญานิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงวันที่ 3-21 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ดังนี้

1.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ และแนวคิดหลักการชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ข้อมูลในขั้นตอน 1)

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1) แบบบันทึกการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 3) (อยู่ในภาคผนวก ก)

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (ฉบับที่ 4) (อยู่ในภาคผนวก ก)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบบันทึกการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 3) (อยู่ในภาคผนวก ก)

1.1) ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำและหลักการสร้างแบบบันทึกการสังเคราะห์เนื้อหา

1.2) สร้างแบบบันทึก ตามกรอบองค์ประกอบของการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

1.3) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการศึกษาข้อมูล ที่เกี่ยวกับการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการ เรียนรู้เชิงสถานการณ์

1.4) ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา สารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงวันที่ 3-21 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบ ปรนัย 4 ตัวเลือก ชุด กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 4)

2.1) ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการ เรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ หลักการ เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล เรื่องการออกแบบพัฒนาชุด กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยเรียน

2.2) สร้างแผนผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาคนทฤษฎี ตาม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3) สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ตามแผนผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) จำนวน 30 ข้อ

2.4) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการสังเคราะห์ เนื้อหาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิง สถานการณ์

2.5) ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา สารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงวันที่ 3-21 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

2.6) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

1) นายกฤษณะ จันเพชร ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน

วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

2) นายธนยศ แดงมณีกุล ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน

วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

- 3) นายวันเดิม ชลศิริ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง
- 4) นายประทีป ฟองเพชร ข้าราชการ ครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง
- 5) นายไพศาล เอี่ยมมิ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

2.7) วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of item Objective Congruence : IOC) และพิจารณาเลือก
ข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 - 1 ช่วงวันที่ 3-21 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

2.8) ผู้วิจัยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุดได้จำนวน 35 ข้อ

2.9) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องชุดกิจกรรมการ
เรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ไปทดลองใช้กับ
นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน

2.10) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจ
จำแนก โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอน
ต่ำ ทั้ง 35 ข้อ ดังสมการที่ 3-1 (เมธา อึ้งทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์. 2563)

$$P = \frac{R_U + R_L}{N_U + N_L} \quad (3-1)$$

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีความยาก
	R_U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N_U	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มต่ำ

2.11) ค่าความยากง่ายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ดังสมการที่ 3-2 มีค่า 0.10 – 0.70

สูตรค่าอำนาจจำแนก

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3-2)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อหนึ่งๆ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง (เก่ง) ที่ตอบข้อนั้น
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ (อ่อน) ที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำ มีค่า 0.10 – 0.50

2.12) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น ด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ทั้งฉบับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.39 โดยใช้สูตร ดังสมการที่ 3-3 (เมธา อึ้งทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์. 2563)

$$r = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\} \quad (3-3)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนทา ผิดในแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบที่ได้
	3.50 – 4.49		มาก
	2.50 – 3.49		ปานกลาง
	1.50 – 2.49		น้อย
	1.00 – 1.49		น้อยที่สุด

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียด

ต่อไปนี้

1.3.1 ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่างๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.3.2 นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้ผู้บริหารของวิทยาลัยต่างๆ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

1.3.3 ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

1.3.4 เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มทดลอง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

1.3.5 ปรับปรุง และจัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2 สร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารที่ได้จากการสังเคราะห์ ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ขั้นที่ 2.1

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 5)

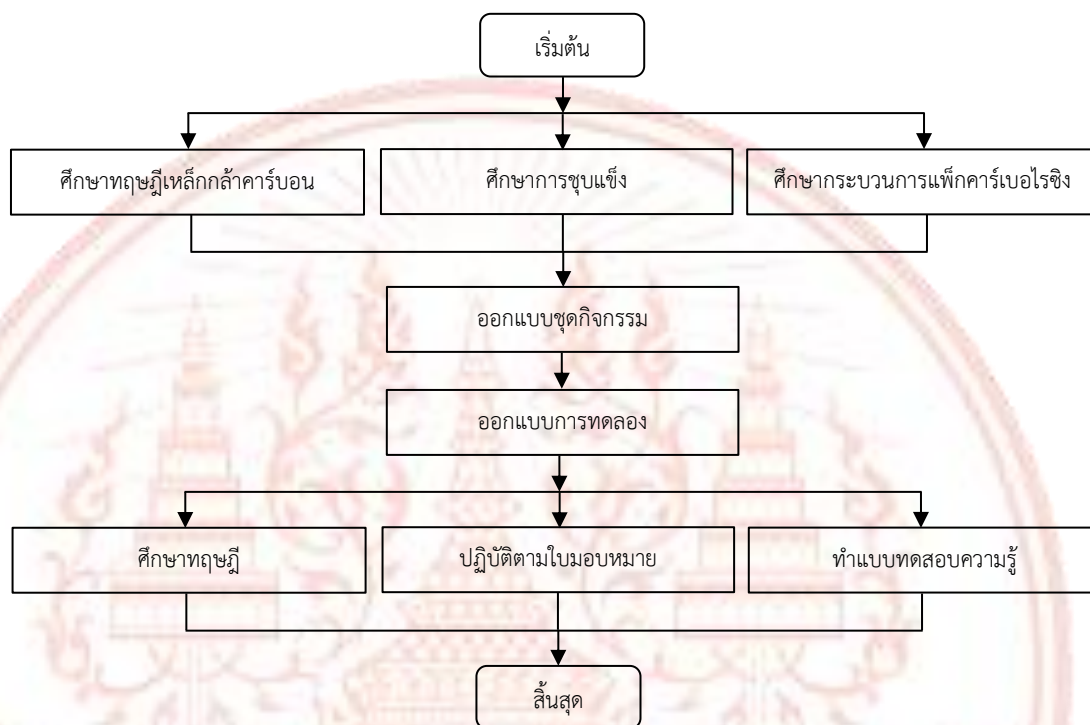
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2.1)

2) กำหนดขอบเขตข้อจำกัดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

3) รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนฯ วัดผลกิจกรรม ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด ใบมอบหมายงาน แบบสังเกตพฤติกรรม เอกสารประกอบการสอน คู่มือครูและบันทึกหลังสอน

4) ทำการออกแบบร่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนแนวทางในการดำเนินชุดกิจกรรม
การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

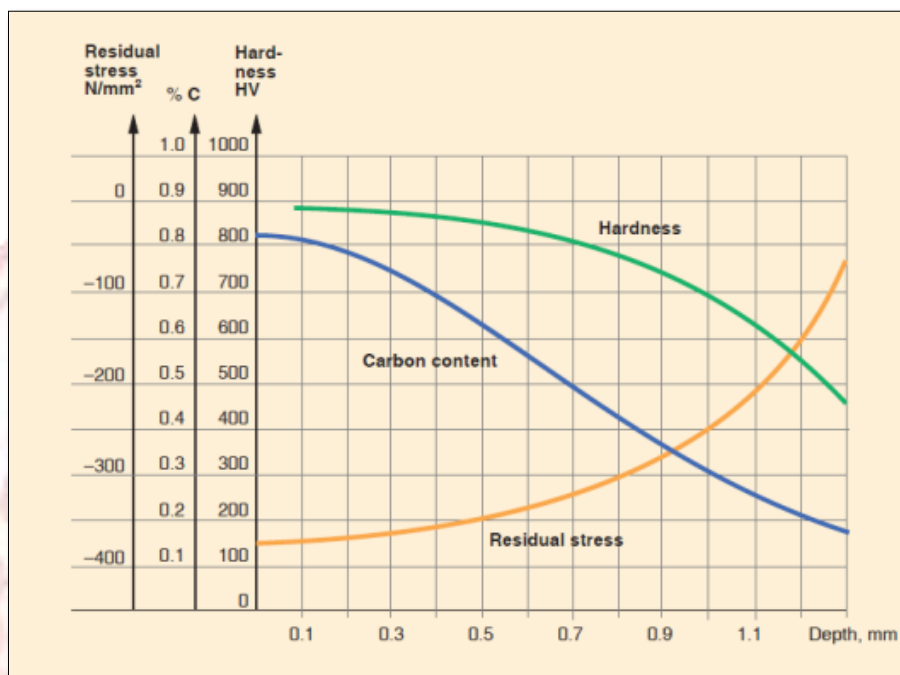
4.1) ศึกษาข้อมูล

4.2) ทฤษฎีเหล็กกล้าคาร์บอน แผนภาพเฟสของเหล็ก-เหล็กคาร์บอน ซึ่งใช้ศึกษาพฤติกรรมของเหล็กกล้าคาร์บอนเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและส่วนผสมของคาร์บอนดัง

4.3) การชุบแข็ง เป็นกระบวนการเพิ่มความแข็งแรงของเหล็กกล้าคาร์บอนโดยการให้ความร้อนจนถึงช่วงอุณหภูมิที่ออสเทนไนต์เกิดขึ้นเต็มที่ จากนั้นทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว เช่น การจุ่มลงในน้ำหรือน้ำมัน ซึ่งส่งผลให้เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ที่มีความแข็งสูง โดยกราฟในภาพที่ 3-4 แสดงขอบเขตอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการชุบแข็งในเหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งต้องคำนึงถึงปริมาณคาร์บอนและอุณหภูมิที่ใช้เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการ

4.4) กระบวนการแพ็กคาร์โบไรซิง เป็นวิธีเพิ่มปริมาณคาร์บอนบริเวณผิวของเหล็กกล้าโดยให้ความร้อนในบรรยากาศที่อุดมด้วยคาร์บอน จากนั้นปล่อยให้คาร์บอนซึมเข้าสู่ผิวโลหะ ทำให้ชั้นผิวมีความแข็งสูงขึ้น ขณะที่แกนภายในยังคงมีความเหนียว ดังภาพที่ 3-3

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็ง ความเข้มข้นของคาร์บอน และความเค้นตกค้างที่เปลี่ยนแปลงตามความลึกของชิ้นงาน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบกระบวนการชุบแข็งผิวให้เหมาะสมกับการใช้งาน



ภาพที่ 3-3 ความเข้มข้นของคาร์บอนในหน่วยเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ความแข็ง และความเค้นตกค้างที่ตำแหน่งลึกลงมาจากชั้นผิว

(<http://heattreatment.linde.com/international/web/lg/ht/like35lght.nsf/docbyalias/homepage>)

4.5) ออกแบบชุดกิจกรรม โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอบชุบโลหะ ประกอบด้วยการเรียนรู้การสอนที่แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มจากขั้นนำเข้าสู่สถานการณ์ใช้เวลา สำหรับการเช็คชื่อผู้เรียน ต่อด้วยขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยผู้สอนบรรยายองค์ประกอบหลักของหลักกำลังรับของค่า พร้อมให้นักเรียนได้ศึกษาองค์ประกอบและทำแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจ จากนั้นเข้าสู่ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหาใช้เวลา เน้นการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักกำลังรับของค่าในระดับต่างๆ ทั้งระดับสูง ปานกลาง และต่ำ รวมถึงการแยกประเภทของหลักกำลัง ส่วนขั้นสุดท้ายคือขั้นนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาใช้เวลา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและคุณสมบัติพิเศษของโครงสร้างชนิดต่างๆ โดยมีการใช้สื่อการสอนเป็น PowerPoint และแบบฝึกหัดตลอดกระบวนการเรียนการสอน ดังภาพที่ 3-4

กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์					
วิชา อนุบาลโลหะ			ระดับ ปวช. 3		
เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์			ระยะเวลา 6 ชั่วโมง		
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
การเรียนรู้เชิงสถานการณ์	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาฬิกา)
-	เช็คชื่อผู้สอน	ถาม	ตอบ	-	10
ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา	นำเข้าสู่บทเรียน	- บรรยายหัวข้อประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอน	- ศึกษาองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอน	Power point ขึ้นงาน	10
		-ถามนักเรียนโดยนำเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมาเปรียบเทียบว่าเหล็กชนิดใดมีความแข็งแรงกว่ากัน	- ตอบคำถามที่สามารถตอบข้อโลหะได้และไม่สามารถตอบข้อโลหะได้		10
		- กำหนดปัญหาโดยถามนักเรียนเพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถตอบข้อได้	- ตอบปัญหาในการตอบข้อที่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถตอบข้อได้	ตอบสั้น (บ.พ.2)	10
ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา	เหล็กกล้าคาร์บอน	- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนสูง	- ศึกษาเบอร์เต็นของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง	Power point ใบเนื้อหา1/5	5
		- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง	- ศึกษาเบอร์เต็นของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง		5
		- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	- ศึกษาเบอร์เต็นของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		5
		- ให้นักเรียนแยกประเภทของเหล็กกล้าจากปริมาณคาร์บอน	- ดอนเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดใดเบอร์เต็นคาร์เท่าไร	Power point (บ.พ.2)	5
ขั้นเสนอแนวทางการแก้ไข	โครงสร้างและคุณสมบัติเชิงกล	- บรรยายโครงสร้างของเหล็กกล้าและคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ศึกษาเลือกโครงสร้างที่ส่งผลถึงคุณสมบัติเชิงกล	Power point	10
		- ถามคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ตอบคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	Power point	10
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ			ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

ภาพที่ 3-4 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4.6) ออกแบบการทดลอง การเรียนรู้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา ขั้นนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นฝึกปฏิบัติการและวิธีการแก้ปัญหา และขั้นทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ แต่ละขั้นตอนมีจุดประสงค์เฉพาะที่ชัดเจน เช่น การอธิบายองค์ประกอบหลักของหลักกำลังรับของค้ำ แยกประเภทของหลักกำลังรับของค้ำตามระดับ อธิบายความสามารถในการรับแรงของหลักกำลังรับของค้ำ และการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ทั้งนี้ใช้สื่อการสอนหลักเป็น PowerPoint ใบงานต่างๆ และแบบทดสอบ โดยมีการวัดผลด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใบมอบหมายงาน รวมถึงแบบวัดผลฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการสอนนี้มีการจัดสรรเวลาที่ชัดเจนในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ดังภาพที่ 3-5

แผนการวัดผลกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์				
วิชา อบรมชลโหะ		ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ		
เรื่อง แพ็คคาร์บอนไรโซซิงค์		ระยะเวลา 4 สัปดาห์ (16 คาบ ๆ ละ 60 นาที)		
ขั้นตอน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	สื่อการสอน	เครื่องมือประเมิน	เอกสาร ชุด/หน้า
1. ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา	➢ อธิบายองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอนได้	➢ Power point ➢ ชิ้นงานจริง	➢ ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2	11
2. ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา	➢ แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้	➢ Power point ➢ ใบเนื้อหา 1/5	➢ ถูกผิด แบบฝึกหัด 1 ➢ ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2	10 11
3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ไข้ปัญหา	➢ อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้	➢ Power point ➢ ใบเนื้อหา 2/5	➢ ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2	11
4. ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา	➢ เลือกวิธีการชุบแข็งที่ผิวที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้	➢ PowerPoint ➢ ใบเนื้อหา 3/5 ➢ ใบเนื้อหา 5/5	➢ ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2 ➢ ใบมอบหมายงาน ➢ แบบสังเกตพฤติกรรม	11 14 - 21 22 - 24
	➢ ปฏิบัติตามกระบวนการแพ็คคาร์บอนไรโซซิงค์ได้	➢ PowerPoint	➢ ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2 ➢ ใบมอบหมายงาน ➢ แบบสังเกตพฤติกรรม	13 14 - 21 22 - 24
5. ขั้นนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้		➢ แบบทดสอบ	➢ แบบทดสอบ	

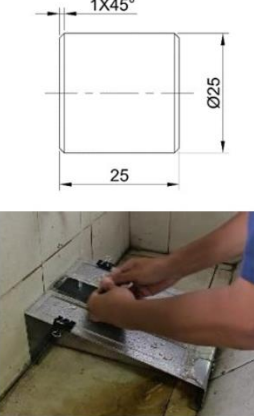
ภาพที่ 3-5 แผนการวัดผลกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4.7) CASE 1 นักเรียนกำลังเรียนอยู่ในห้องปฏิบัติการหรือห้องเรียนทฤษฎีซึ่งการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา อบรมชลโหะ ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ศึกษาทฤษฎีในรายวิชาอบรมชลโหะ

4.8) CASE 2 การศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมและการปฏิบัติตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 3-7 – ภาพที่ 3-8

	วิชา อปชบโลหะ เรื่อง แท้คาร์เบอร์โรจิงค์	ภาควิทยาศาสตร์เครื่องกล ใบมอบหมายงาน 1/8
คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง		
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์		
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงขัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล้องเล็กพร้อมผ้าปิด 7. ผงถ่าน	8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ใช้เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตรายจากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง		
	ขั้นตอนที่ 1 ตัดเหล็ก AISI 1010 ขนาดความโต 25.4 มิลลิเมตร และปรับผิวหน้าให้เรียบ แล้ววัดอกหมายเลขด้านหลังของชิ้นงาน ขั้นตอนที่ 2 ขัดกระดาษทรายน้ำ ตั้งแต่เบอร์ 100, 180, 220, 360, 400, 500, 600, 720, 800, 1000, 1200	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
แผนผังวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 3-7 ใบมอบหมายงาน



ภาพที่ 3-8 นักเรียนปฏิบัติตามใบมอบหมายงาน

4.9) CASE 3 หลังจากเรียนในส่วนของภาพทฤษฎีนักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดและการปฏิบัติจริงหลังจากนั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยนักเรียนทำข้อสอบวัดความรู้ดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทำข้อสอบ

5) ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิง

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

1) วางแผนการสร้างชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

2) นำเสนอแผนการสร้างชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม

3) ปรับปรุงแก้ไขแผนการสร้างชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

4) สร้างชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

5) นำเสนอชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม

6) ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ปรึกษาสารนิพนธ์ พร้อมจัดทำชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ฉบับสมบูรณ์

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 3 ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์ในเรื่อง ออบุบลโลหะ ไม่น้อยกว่า 5 ปี และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ในสาขาที่เกี่ยวข้องหรือมีตำแหน่ง ครู วิทยฐานะระดับชำนาญการพิเศษ ขึ้นไป โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

- 1) นายภุชณะ จันทเพชร ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง
- 2) นายธนยศ แดงมณีกุล ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง
- 3) นายวันเดิม ชลศิริ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง
- 4) นายประทีป พองเพชร ข้าราชการ ครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง
- 5) นายไพศาล เอี่ยมมิ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง
- 6) นายพิสิฐพงศ์ จันทร์หอม ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
- 7) นายสรยุทธ พันธุ์ทอง ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
- 8) นายวัฒนกานต์ กิ่งแก้ว ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน

วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

9) นายเฉลิมชัย เวียงวังเวง ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญกาพิเศษ

แผนกวิชาช่างกลโรงงาน

วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (เพิ่มเติมในภาคผนวก ข) ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ศึกษาแนวคิดหลักการสร้างเครื่องมือประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดยมีกรอบการประเมินดังนี้ ด้านสาระสำคัญของเนื้อหา ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านใบเนื้อหา ด้านใบมอบหมายงาน ด้านใบสังเกตพฤติกรรม ด้านใบตรวจให้คะแนน ด้านสื่อการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน ด้านคู่มือครู ด้านบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน

2) วางแผนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมและคู่มือการใช้ชุดฝึก ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับเกี่ยวกับ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

3) สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4) นำเสนอแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม และการใช้ภาษา

5) ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และตรวจสอบความถูกต้อง

6) นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

1) นายกฤษณะ จันทเพชร ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

2) นายธนยศ แดงมณีกุล ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

3) นายวันเดิม ชลศิริ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

4) นายประทีป ฟองเพชร ข้าราชการ ครู วิทยฐานะเชี่ยวชาญ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

5) นายไพศาล เอี่ยมมิ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง

6) นายพิสิฐพงศ์ จันทร์หอม ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

7) นายสรยุทธ พันธุ์ทอง ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

8) นายวัฒนกานต์ กิ่งแก้ว ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

9) นายเฉลิมชัย เวียงวังเวง ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่ม
คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.80 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

7) ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์
และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่าง ๆ
จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2) นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญส่งให้ผู้เชี่ยวชาญและประสานงานกำหนดวัน
เวลาในการเก็บข้อมูล

3) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาดังกล่าว

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การ
แปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย (Mean) ดังสมการที่ 3-4

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (3-4)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	n	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ 3-5 โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2546)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3-5)$$

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	x_i	แทน	ค่าของข้อมูลแต่ละตัวหรือจุดกึ่งกลางชั้นแต่ละตัว
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ขั้นตอนนี้

3.1 กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนรายวิชาอบชูปโลหะ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 42 คน ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์, 2556) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ประกอบด้วยนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน

กลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม จำนวน 30 คน แบบ
 คละความสามารถ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิง
 สถานการณ์ (ฉบับที่ 5)

2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบ ปรนัย 4 ตัวเลือก การเพิ่มคาร์บอน
 ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (ฉบับที่ 4)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์
 เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุ
 ศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2) นำหนังสือส่งผู้อำนวยการวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์และประสานงาน
 กำหนดวันเวลาในการเข้าเก็บข้อมูล กับผู้เกี่ยวข้อง

3) วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอน
 ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ในการหาประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็น 3
 ขั้นการทดลอง ดังนี้

ขั้นการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการ
 ทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน
 โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

ขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการ
 ทดสอบประสิทธิภาพที่มี นักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9
 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

ขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการ
 ทดสอบประสิทธิภาพแบบคละความสามารถ จำนวน 30 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

4) ดำเนินขั้นการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็น
 การทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับอ่อน 1 คน รวม 3
 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 4.1) ผลคะแนนการทดลอง
 ขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) 4.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดกิจกรรม
 การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ และ 4.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเพิ่ม
 คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1) คะแนนผลการทดลองชั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนหลังเรียน (25 คะแนน)
	1 (15 คะแนน)	2 (300 คะแนน)	รวม (315 คะแนน)	
1	12	222	234	19
2	11	213	224	18
3	13	232	245	19
รวม			703	56

ประสิทธิภาพการใช้ ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เท่ากับ 73.96/74.67

4.2) ผลการสังเกตการใช้การใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลการสังเกตการใช้การใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ ชุดกิจกรรม พบว่า ใบเนื้อหา มีข้อมูลที่ทำให้นักเรียนสับสน ดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ข้อเสนอแนะอื่นๆ	-

4.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
ใบเนื้อหา	ความไม่ชัดเจนในการอธิบาย ในหน้า 6 "เหล็กกล้า มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0-2% ทำให้มีความแข็งแรงและเหนียวเหล็กหล่อ" ขาดเครื่องหมายวรรคตอนที่เหมาะสม ทำให้ประโยคไม่ชัดเจน
ขั้นตอนใบมอบหมายงาน	ความไม่ละเอียดในการอธิบายขั้นตอน ในขั้นตอนการปฏิบัติการแพ็คเกจคาร์เบอร์ไรซิง ไม่ได้ระบุปริมาณสัดส่วนของถ่านไม้หรือถ่านโค้กที่ควรใช้ ไม่ได้ระบุระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้ความร้อนในขั้นตอนที่ 4

5) ดำเนินขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มี นักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 70/70 โดยนำเสนอผล 2 ประเด็น ประกอบด้วย 5.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) 5.2) ผลการสังเกตการใช้การใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์และ 5.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนหลังเรียน (25 คะแนน)
	1 (15 คะแนน)	2 (300 คะแนน)	รวม (315 คะแนน)	
1	12	233	245	19
2	13	235	248	18

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

3	14	225	239	20
4	11	234	245	21
5	11	236	247	20
6	15	230	245	22
7	10	236	246	17
8	10	237	247	18
9	7	238	245	17
รวม			2,207	78.35

ประสิทธิภาพการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเท่ากับ 77.85/78.35

5.2) ผลการสังเกตการใช้การใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ผลการสังเกตการใช้การใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	ชุดฝึกกิจกรรม พบว่า ใบเนื้อหาที่มีข้อมูลที่ให้นักเรียนสืบค้น ดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ข้อเสนอแนะอื่นๆ	-

5.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ผลการปรับปรุงแก้ไขการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
ใบเนื้อหา	ขาดคำอธิบายเกี่ยวกับสารเร่งปฏิกิริยา: หน้า 8 กล่าวถึง "สารเร่งปฏิกิริยา" แต่ไม่ได้ระบุว่าสารเร่งปฏิกิริยา คืออะไร หรือใช้สารอะไรบ้าง
ขั้นตอนใบมอบหมายงาน	การระบายความร้อนในขั้นตอนที่ 4 ของกระบวนการแปรรูปเหล็ก โรชิง: ไม่ได้ระบุวิธีการระบายความร้อนที่เหมาะสม (เช่น การจุ่มน้ำ การ ปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ หรือวิธีอื่นๆ)

6) ดำเนินขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบคละความสามารถ จำนวน 30 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอ ผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 6.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบ ประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) 6.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ และ 6.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการ เพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบ กลุ่ม (1:100) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนหลังเรียน (25 คะแนน)
	1 (15 คะแนน)	2 (300 คะแนน)	รวม (315 คะแนน)	
1	10	256	266	19
2	12	275	287	20
3	11	232	243	21
4	14	230	244	22
5	9	236	245	23
6	13	240	253	19
7	10	237	247	20

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

8	12	300	312	21
9	14	258	272	22
10	11	237	248	23
11	13	254	267	19
12	10	240	250	20
13	11	237	248	21
14	11	234	245	22
15	11	245	256	23
16	12	242	254	19
17	12	248	260	20
18	13	256	269	21
19	11	235	246	22
20	14	228	242	23
21	10	243	253	19
22	12	253	265	20
23	11	267	278	21
24	13	263	276	22
25	12	265	277	23
26	13	281	294	19
27	11	245	256	20
28	12	257	269	21
29	12	262	274	22
30	11	252	263	23
รวม			7,859	630

ประสิทธิภาพการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเท่ากับ 83.26/84

6.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ผลการสังเกตการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	นักเรียนปฏิบัติตามใบมอบหมายงาน แบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้อย่างถูกต้อง
ข้อเสนอแนะอื่นๆ	

6.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
ใบมอบหมายงาน	ขาดรายละเอียดที่จำเป็นในขั้นตอนปฏิบัติงาน: ขั้นตอนที่ 4 "เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด" ไม่ได้ระบุชนิดของกรด สกัดส่วน หรือวิธีการเตรียม ขั้นตอนที่ 5 "อันดับแรกจุ่มกรด" ไม่ได้ระบุระยะเวลาในการจุ่ม ขั้นตอนที่ 15 "เมื่อครบเวลานำชิ้นงานออกจากเตาอบชุบ" ไม่ได้ระบุวิธีการชุบ (เช่น จุ่มน้ำ น้ำมัน หรือปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ) จึงได้เพิ่มรายละเอียดดังกล่าว

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ใช้สูตรดังสมการที่ 3-6 และสมการที่ 3-7 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad (3-6)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (3-7)$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงานสุดท้าย
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีขั้นตอนดังนี้

ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนที่เรียนช่วงอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 934 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 32 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1) ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (ฉบับที่ 3)

2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบ ปรนัย 4 ตัวเลือก การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (ฉบับที่ 4)

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ One-Shot Case Study (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดลองโดยการใช้ชุดฝึกทักษะและแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3-10 แบบแผนการทดลอง

Group	Pre-test	Treatment	Post-test
R	-	X	T

R หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง การทดลอง

T หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

1) ทำการชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูลหลังจากเรียนวิชา อบชุบโลหะ

3) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำใบงาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูล

4) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติที่ใช้ในการทดสอบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample) ดังสมการที่ 3-8 (ชูศรี วงศ์รัตน์ , 2552)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \text{ โดยมี } df = n - 1 \quad (3-8)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	เกณฑ์ร้อยละ 80
	s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยนำเสนอ ผลการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4.3 ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำพัฒนาขึ้น

4.4 ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีผลการดำเนินการวิจัย ดัง ตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็น	ผลการศึกษา
1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา อบขุบโลหะ	นักเรียนอาจไม่มีความเข้าใจเพียงพอในเรื่องของกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ทำให้การวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาซับซ้อนเกินไปได้ยาก การเรียนการสอนที่เน้นการจำข้อมูลแทนการคิดเชิงวิพากษ์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในบริบทใหม่หรือนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ไม่ได้ได้รับการฝึกฝนในการวิเคราะห์ปัญหา หรือไม่ได้มีโอกาสฝึกการสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างความเชื่อมโยง ทำให้ขาดความมั่นใจในการคิดแบบองค์รวม
2) ผลการเรียนรู้และประเมินผลรายวิชา อบขุบโลหะ	จากบันทึกหลังสอนในรายวิชาอบขุบโลหะ ผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องการชุบแข็ง นักเรียนไม่มีความเข้าใจในเนื้อหา ส่งผลทำให้คะแนนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องการชุบแข็ง มีคะแนนน้อย
3) แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา อบขุบโลหะ	สื่อที่ใช้ภาพประกอบหรือวิดีโอที่แสดงกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้กับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ โดยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและคุณสมบัติทางวัสดุอย่างชัดเจน ช่วยให้นักเรียนมองเห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาคได้ง่ายขึ้น จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทดลองหรือติดตามกระบวนการเพิ่มคาร์บอนในเหล็กกล้าผ่านการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้นักเรียนได้สัมผัส

ประเด็น	ผลการศึกษา
	ประสบการณ์จริงที่เชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติ การใช้ งานจริงในอุตสาหกรรม และมีทักษะในการวิเคราะห์และ ประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของ วัสดุ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการ ออกแบบหรือปรับปรุงวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ผลการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการออกแบบกระบวนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า
คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

4.2.2 ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการ
เรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีรายละเอียดดังภาพที่ 4-1 – ภาพที่ 4-4 (เพิ่มเติมในภาคผนวก ง)



ภาพที่ 4-1 ชุดกิจกรรม

ใบตรวจให้คะแนน					
วิชา : อนุบาล เรื่อง : แพคเกจคอมพิวเตอร์					
ลำดับ	รายการประเมิน	น้ำหนัก คะแนน	ผลประเมิน เต็ม	ได้	คะแนนที่ได้ คูณด้วย น้ำหนัก
1	การเตรียมงาน	4	3		
2	การวิเคราะห์ภาพ	4	3		
3	วิธีการคิดค้น มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมภาพที่จะใช้ในการคิดค้น 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) ปล่อยให้แห้ง	25	3		
4	ตรวจสอบโครงสร้าง	4	3		
5	วิธีการเตรียมภาพมี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) การเตรียมภาพที่จะใช้ในการคิดค้น 2) เตรียมภาพที่จะใช้ในการคิดค้น 3) การนำชิ้นงานเข้าเครื่องถ่ายภาพจากดาว อวกาศ	30	3		
6	การวิเคราะห์ภาพ	4	3		
7	วิธีการคิดค้น มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมภาพที่จะใช้ในการคิดค้น 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) ปล่อยให้แห้ง	25	3		
8	ตรวจสอบโครงสร้าง	4	3		
คะแนนภาคความรู้					
คะแนน					
หมายเหตุ : เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70%					

ภาพที่ 4-2 ใบเนื้อหา

	วิชา : อนุบาลไทย เรื่อง : แพ็คคาร์บอนใช้จริง	ภาควิชา : วิทยาศาสตร์เครื่องกล ใบมอบหมายงาน : 3/8
คำสั่ง : 1. จัดทำชิ้นงานประกอบอุปกรณ์ 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง		
วัสดุเครื่องมือ/อุปกรณ์ 1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. เมล็ด (อะลูมิเนียม) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล้องจุลทรรศน์ 7. ไม้จิ้มฟัน		
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง		
		
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ได้		

ภาพที่ 4-3 ใบมอบหมายงาน

	วิชา : อนุบาลไทย เรื่อง : แพ็คคาร์บอนใช้จริง	ภาควิชา : วิทยาศาสตร์เครื่องกล คู่มือครู : 1/2
คู่มือครูสำหรับการจัดการเรียนการสอนเรื่อง : การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ สถานการณ์ : สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 ให้นักเรียนศึกษา อนุบาลไทย เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้ถึงสถานการณ์ ดังนี้		
1. ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนมีตัวช่วยการบรรยายเรื่องเหล็กกล้าคาร์บอน โดยเปรียบเทียบเหล็กกล้าคาร์บอนสูง และต่ำ พร้อมคำอธิบายเกี่ยวกับความแข็งแรงของเหล็กแต่ละประเภท ผู้เรียนตอบคำถามและเลือกชิ้นงานที่สามารถอธิบาย โดยได้และไม่ได้ โดยใช้ชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและต่ำเป็นการสอนการวัดผลประเมินความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการเลือกชิ้นงาน เพื่อประเมินความรู้และการวิเคราะห์		
2. ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับเหล็กกล้าคาร์บอนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยให้นักเรียนศึกษาและเลือกชิ้นงานที่สนใจมาอธิบายพร้อมคำอธิบายเกี่ยวกับเหล็กกล้าคาร์บอนสูง ปานกลาง และต่ำ จากนั้นตอบคำถามเกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนในเหล็กกล้าคาร์บอนแต่ละชนิด และการนำไปใช้ให้เหมาะสม		
3. ขั้นตอนแนวทางการแก้ปัญหา ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับโครงสร้างของเหล็กกล้าและคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ พร้อมคำอธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่นักเรียนได้ศึกษาและเลือกโครงสร้างที่สนใจมาอธิบายพร้อมคำอธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่นักเรียนได้ศึกษา		
4. ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ และให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ และให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ได้		

ภาพที่ 4-4 คู่มือครู

4.2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ(n=9)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. สารสำคัญของเนื้อหา	4.84	0.08	มากที่สุด
1.1 การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน	4.89	0.33	มากที่สุด
1.2 การสรุปประเด็นของลักษณะของความหมายมีความครอบคลุมเนื้อหา	4.78	0.44	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.89	0	มากที่สุด
2.1 เป้าหมายมีความมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ชัดเจน	4.89	0.33	มากที่สุด
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.71	0.20	มากที่สุด
3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสัมพันธ์กับจุดประสงค์ทั่วไป	4.89	0.33	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน	4.56	0.73	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมครอบคลุมเนื้อหา	4.67	0.5	มากที่สุด
4. เนื้อหาสาระ	4.73	0.20	มากที่สุด
4.1 สาระโดยสรุปที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.89	0.33	มากที่สุด
4.2 สาระการเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้นั้น ครอบคลุมความจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.56	0.73	มากที่สุด
4.3 มีความชัดเจน	4.67	0.5	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้	4.82	0.06	มากที่สุด
5.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนครอบคลุม	4.78	0.44	มากที่สุด
5.2 กิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.89	0.33	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมการสร้างประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในขณะที่เรียน	4.78	0.44	มากที่สุด
6. ใบเนื้อหา	4.84	0.06	มากที่สุด
6.1 ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
6.2 ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.78	0.44	มากที่สุด
6.3 ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	4.89	0.33	มากที่สุด
6.4 ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.78	0.44	มากที่สุด
7. ใบมอบหมายงาน	4.76	0.16	มากที่สุด
7.1 ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน	4.89	0.33	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
7.2 ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.78	0.44	มากที่สุด
7.3 ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.89	0.33	มากที่สุด
7.4 ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน	4.56	0.73	มากที่สุด
7.5 มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน	4.67	0.5	มากที่สุด
8. ใบสังเกตพฤติกรรม	4.86	0.06	มากที่สุด
8.1 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน	4.89	0.33	มากที่สุด
8.2 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.78	0.44	มากที่สุด
8.3 ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม	4.89	0.33	มากที่สุด
8.4 จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน	4.89	0.33	มากที่สุด
9. ใบตรวจให้คะแนน	4.87	0.05	มากที่สุด
9.1 ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
9.2 รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.89	0.33	มากที่สุด
9.3 ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.89	0.33	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
9.4 ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน	4.89	0.33	มากที่สุด
9.5 ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	4.78	0.44	มากที่สุด
10. สื่อการเรียนการสอน	4.73	0.09	มากที่สุด
10.1 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อกระตุ้นความสนใจเกิดความรู้สึกรักเรียน	4.67	0.5	มากที่สุด
10.2 ส่งเสริมให้เข้าใจหน่วยการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาและเข้าใจตรงกัน	4.89	0.33	มากที่สุด
10.3 ย่อขยายสิ่งที่จะเรียนรู้แทนของจริงได้	4.56	0.53	มากที่สุด
10.4 มีส่วนสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน	4.78	0.44	มากที่สุด
11. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน	4.89	0.00	มากที่สุด
11.1 เครื่องมือวัดผลประเมินผล มีความเหมาะสม	4.89	0.33	มากที่สุด
11.2 ระบุเกณฑ์การวัดผลประเมินผลชัดเจน	4.89	0.33	มากที่สุด
11.3 เกณฑ์การวัดผลประเมินผลมีความเหมาะสม	4.89	0.33	มากที่สุด
11.4 เครื่องมือวัดผลวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์	4.89	0.33	มากที่สุด
12. คู่มือครู	4.74	0.15	มากที่สุด
12.1 คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน	4.89	0.33	มากที่สุด
12.2 คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.56	0.53	มากที่สุด
12.3 คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.78	0.44	มากที่สุด
13. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน	4.84	0.08	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
13.1 บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม	4.78	0.44	มากที่สุด
13.2 บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก	4.89	0.33	มากที่สุด
ผลรวม	4.81	0.07	

จากตารางที่ 4-2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของชุดกิจกรรม เรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ โดย ผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, $S.D. = 0.07$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านประเมินพบว่า จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.00$) รองลงมา ใบตรวจให้คะแนน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.87$, $S.D. = 0.05$) รองลงมาใบสังเกตพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$, $S.D. = 0.06$) ตามลำดับ

ด้านสาระสำคัญของเนื้อหา พบว่า ด้านสาระสำคัญของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, $S.D. = 0.08$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมาการสรุปประเด็นของลักษณะของความหมายมีความครอบคลุมเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$)ตามลำดับ

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เป้าหมายมีความมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้อย่างชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$)ตามลำดับ

ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่า ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, $S.D. = 0.20$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสัมพันธ์กับจุดประสงค์ทั่วไป มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมครอบคลุมเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.5$) และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, $S.D. = 0.73$) ตามลำดับ

ด้านเนื้อหาสาระ พบว่า ด้านเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$, $S.D. = 0.20$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สาระโดยสรุปที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมา มีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.5$) และสาระการเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้นั้น ครอบคลุมความจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, $S.D. = 0.73$)ตามลำดับ

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, $S.D. = 0.20$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมา กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจน ครอบคลุม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$) และกิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมการสร้างประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในขณะที่เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$)

ด้านใบเนื้อหา พบว่า ด้านใบเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, $S.D. = 0.06$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบเนื้อหาแนะนำเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมา ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) และใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$)ตามลำดับ

ด้านใบมอบหมายงาน พบว่า ด้านใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, $S.D. = 0.16$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจนและใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมา ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$)ตามลำดับ

ด้านใบสังเกตพฤติกรรม พบว่า ด้านใบสังเกตพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$, $S.D. = 0.06$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสมและจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$)ตามลำดับ

ด้านใบตรวจให้คะแนน พบว่า ด้านใบตรวจให้คะแนนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.87$, $S.D. = 0.05$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงานและใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$)ตามลำดับ

ด้านสื่อการเรียนการสอน พบว่า ด้านสื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$, $S.D. = 0.09$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ส่งเสริมให้เข้าใจหน่วยการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาและเข้าใจตรงกัน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมามีส่วนสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$) และวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อกระตุ้นความสนใจเกิด ความรู้สึกรักอยากเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.5$)ตามลำดับ

ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.00$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เครื่องมือวัดผลประเมินผล มีความเหมาะสม ระบุเกณฑ์การวัดผลประเมินผลชัดเจนและเกณฑ์การวัดผลประเมินผลมีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$)ตามลำดับ

ด้านคู่มือครู พบว่า ด้านคู่มือครูมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$, $S.D. = 0.15$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมาคู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$) และคู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, $S.D. = 0.53$)ตามลำดับ

ด้านบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน พบว่า ด้านบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, $S.D. = 0.08$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.89$, $S.D. = 0.33$) รองลงมาบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$)ตามลำดับ

4.3 ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำพัฒนาขึ้นร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ผลการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำพัฒนาขึ้นร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำพัฒนาขึ้นร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนน		%	เกณฑ์ที่กำหนด
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
กระบวนการ (E_1)	32	315	262.00	83.26	80
ผลลัพธ์ (E_2)		25	21.00	84.00	80

จากตารางที่ 4-3 พบว่าประสิทธิภาพการศึกษาของชุดกิจกรรม เรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้จากทัศน์เป็นฐาน ของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 83.2 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.00 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้จากทัศน์เป็นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.4 ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้จากทัศน์เป็นฐาน กับเกณฑ์ ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ กับเกณฑ์

ทักษะการคิดแก้ปัญหาของ	n	$\bar{X}$	$S.D.$	t	df	$P-Value$
นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรม	32	21	1.85	1.99	31	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้จากทัศน์เป็นฐาน จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.85 พบว่า นักศึกษามี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของ
คะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=1.99$, $df=31$, $P=0.0$)



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ กับเกณฑ์

5.1.2 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัย การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1.2.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา ออบุบลโลหะ พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจเรื่องการเพิ่มคาร์บอนในเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ส่งผลให้วิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาได้ยาก การเรียนที่เน้นการจำมากกว่าทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ขาดการฝึกวิเคราะห์ปัญหาและสร้างความเชื่อมโยง ส่งผลให้ขาดความมั่นใจในการคิดแบบองค์รวม ด้านผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา ออบุบลโลหะ พบว่า ผลการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องการชุบแข็ง นักเรียนไม่มีความเข้าใจในเนื้อหา ส่งผลให้คะแนนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องการชุบแข็ง มีคะแนนน้อย ด้านแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา ออบุบลโลหะ พบว่า สื่อภาพ วิดีโอ และการทดลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจการ

เปลี่ยนแปลงของหลักสูตรคาร์บอนต่ำ เชื่อมโยงทฤษฎีกับปฏิบัติ ฝึกวิเคราะห์ และนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง

5.1.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่หลักสูตรคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ผลการประเมินความเหมาะสมในภาพรวม มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อแบ่งรายการประเมินออกเป็น 13 รายการ 1. สารสำคัญของเนื้อหา 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4. เนื้อหาสาระ 5. กิจกรรมการเรียนรู้ 6. ใบเนื้อหา 7. ใบมอบหมายงาน 8. ใบสังเกตพฤติกรรม 9. ใบตรวจให้คะแนน 10. สื่อการเรียนการสอน 11. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน 12. คู่มือครู 13. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ใบสังเกตพฤติกรรมและใบตรวจให้คะแนน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่หลักสูตรคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ พบว่า ด้านสารสำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และรองลงมา คือ การสรุปประเด็นของลักษณะของความหมายมีความครอบคลุมเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เป้าหมายมีความมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้อย่างชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสัมพันธ์กับจุดประสงค์ทั่วไป มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมครอบคลุมเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเนื้อหาสาระ พบว่า ด้านเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สารโดยสรุปที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ มีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และสาระการเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้ นั้น ครอบคลุมความจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจนและใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านใบสังเกตพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสมและจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านใบตรวจให้คะแนนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย รองลงมา คือ รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงานและใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านสื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ส่งเสริมให้เข้าใจหน่วยการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาและเข้าใจตรงกัน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ มีส่วนร่วมเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการเพื่อกระตุ้นความสนใจเกิด ความรู้สึกรักเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เครื่องมือวัดผลประเมินผล มีความเหมาะสม ระบุเกณฑ์การวัดผลประเมินผลชัดเจนและเกณฑ์การวัดผลประเมินผลมีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านคู่มือครูมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และคู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านบันทึกหลัง

การจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ บันทึกล้างการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และบันทึกล้างการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.1.2.3 ผลการหาประสิทธิภาพการศึกษาของชุดกิจกรรม เรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 83.2 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.00 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เรื่องการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

5.1.2.4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.85 พบว่า นักศึกษาการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=1.99$, $df=31$, $P=0.000$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาอบชุปโลหะ พบว่า การที่นักเรียนขาดความเข้าใจเรื่องการเพิ่มคาร์บอนในเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ส่งผลให้ไม่สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหาได้นั้น อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการจำมากกว่าการทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และขาดทักษะในการวิเคราะห์ปัญหานอกจากนี้การขาดการสร้างเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหายังส่งผลให้นักเรียนขาดความมั่นใจในการคิดแบบองค์รวม สะท้อนให้เห็นจากผลการเรียนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการชุบแข็งที่นักเรียนมีคะแนนน้อย การแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย ทั้งสื่อภาพ วิดีโอ และการทดลอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำได้ดีขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้ภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติ และฝึกทักษะการวิเคราะห์เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะช่วยพัฒนาทั้งความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์สามารถอภิปรายผลได้ว่า การที่ทุกด้านของชุดกิจกรรมมี

ความเหมาะสมในระดับมากที่สุดนั้น เป็นผลมาจากการออกแบบและพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะด้านสาระสำคัญของเนื้อหาที่มีการสรุปประเด็นความรู้อย่างชัดเจนและครอบคลุม สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดเป้าหมายไว้อย่างชัดเจน และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์ทั่วไป ในด้านการจัดการเรียนการสอน พบว่าใบมอบหมายงานมีการระบุรายละเอียดชัดเจนและเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ขณะที่ใบสังเกตพฤติกรรมและใบตรวจให้คะแนนมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน สอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ส่วนสื่อการเรียนการสอนได้รับการออกแบบให้ช่วยส่งเสริมความเข้าใจ ประหยัดเวลา และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน นอกจากนี้ คู่มือครูยังมีการอธิบายเนื้อหาและให้คำแนะนำการสอนที่ชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง การที่ทุกองค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดเช่นนี้ แสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมได้รับการพัฒนาอย่างรอบด้าน มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันในทุกองค์ประกอบ ตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ การออกแบบกิจกรรม สื่อการสอน ไปจนถึงการวัดและประเมินผล ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.2.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีแบบทดสอบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติ ในกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ซึ่งประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพมาตรฐาน (E_1 และ E_2) ผลการวิจัย พบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์การเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ผลการทดลองพบว่า 1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว เท่ากับ 74.38/74.86 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการณ์ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาแล้วขั้นตอนของการมอบหมายงาน และดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม เท่ากับ 77.85/78.35 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ชุดกิจกรรม พบว่า ใบเนื้อหามีข้อมูลที่ให้นักเรียนสับสน ดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม เท่ากับ 83.17/84 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ชุดฝึกทักษะ พบว่า นักเรียนปฏิบัติตามใบมอบหมายงานแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้อย่างถูกต้อง และดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่

เหล็กล้ำคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กล้ำคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.85 พบว่า นักศึกษาการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=1.99$, $df=31$, $P=0.00$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กล้ำคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาอบชุบโลหะ มีประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้และผลลัพธ์ทางการศึกษาออกแบบมาเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือทำจริง ผสมผสานกับการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีประสิทธิภาพ โดยมีความสำคัญ ดังนี้ ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น โดยการใช้กระบวนการทำงานจริงหรือสถานการณ์จำลองในการฝึกทักษะ นักเรียนไม่เพียงแค่รับข้อมูลจากอาจารย์ แต่ยังมีโอกาสได้ทดลองและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายและลึกซึ้ง (จิรพร, 2563) เชื่อมโยงเนื้อหาและบริบทการใช้งานจริง ชุดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง เช่น การวิเคราะห์ผลกระทบของการเพิ่มคาร์บอนในกระบวนการอบชุบโลหะต่อคุณสมบัติของวัสดุ การออกแบบชุดกิจกรรมที่ใช้กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมเป็นตัวอย่าง ช่วยเสริมสร้างความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริง (วราภรณ์, 2562)

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม ด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กล้ำคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้จากทัศน์เป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนได้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญ ครูผู้สอนวิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหะวิทยาสามารถนำชุดกิจกรรมนี้ไปประยุกต์ใช้ โดยบูรณาการเนื้อหาเฉพาะทางเข้ากับวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การวิจัยในอนาคตควรศึกษาปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม และความสามารถในการสื่อสารทางวิศวกรรม เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บรรณานุกรมบรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ขวัญชัย ช้วน และธารทิพย์ ช้วนาม. (2562). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้
ในศตวรรษที่ 21. วารสารบัณฑิตศึกษา, 16(73), 73-85.
- จิรพร สุเมธีประสิทธิ์. (2563). การจัดการเรียนรู้เชิงรุก: แนวคิดและกลยุทธ์การสอนในศตวรรษที่
21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 22(2): 45-56.
- ขวลิต เชียงกุล. (2542). โลหะวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-
ญี่ปุ่น).
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-19.
- ชาญยุทธ ตระกูลสรณคมน์. (2564). การปรับปรุงผิวเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำโดยการชุบแข็งกรรมวิธี
แก๊สคาร์บอนไดรดิ้งเพื่อเป็นวัสดุทางเลือกของการผลิตใบตีปูยอินทรีย์. Princess of
Naradhiwas University Journal, 13(2), 265-281.
- ชุมพร รุ่งเรือง. (2555). การพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิง
สถานการณ์ร่วมกับการใช้ตัวแบบการบริการด้วยหัวใจความเป็นมนุษย์สำหรับผู้ดูแล
ผู้สูงอายุ (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2552). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (ฉบับปรับปรุง, พิมพ์ครั้งที่ 11).
กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ.
- ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ. (2556). โลหวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- เมธา อึ้งทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์. (2563). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์
ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปิ่นยารักษ์ งอยภูธร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิง
สถานการณ์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). **การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- เพลินตา พรหมบัวศรี. (2545). **การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางวิชาชีพการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล (ดุขภูมบัณฑิต)**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- มนัส สติจินดา. (2540). **วิศวกรรมการอบชุบเหล็ก (พิมพ์ครั้งที่ 6)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (ม.ป.ป.). **Quenching and tempering**. สืบค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2567, จาก http://personal.sut.ac.th/heattreatment/context/Quenching_And_Tempering.html
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุวิริยาสาสน์.
- วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์. (2562). **การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานในอุตสาหกรรมวิศวกรรม**. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 15(3): 78–92.
- วรรณนา หอมจะบก และคณะ. (2567). **กระบวนการสเฟียร์รอยโดซิงและการนำไปใช้กับกระบวนการแฟ็กคาร์เบอร์ไรซิง**. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 18(1), 186–197.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2517). **การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). **การวัดผลการศึกษา**. กางสนธิ์: ประสานการพิมพ์.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และทัศนีย์ บุญเดิม. (2540). **การสอนแบบ Research-Based Learning ในแบบแผนและเครื่องมือวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนิสา แก้วมา. (2554). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่**

3 โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสถาบันการพลศึกษา กลุ่มภาคกลาง (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

อนรรักษ์ นุ่นแก้ว, นงนภัสส์ มากชูชิต, และอริสรา บุญรัตน์. (2565). การพัฒนาชุดการสอนเรื่อง ความปลอดภัยและการใช้เครื่องมือในงานช่างยนต์โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของคาร์ล อาร์ โรเจอร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยสารพัดช่างสงขลา. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 9(2), 112-128.

ภาษาอังกฤษ

Aramide, F. O., Ibitoye, S. A., Oladele, I. O., & Borode, J. O. (2010). **Pack carburization of mild steel, using pulverized bone as carburizer: Optimizing process parameters.** Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, 16, 1-12.

Billett, S. (1996). **Situated learning: Bridging sociocultural and cognitive theorising.** Learning and Instruction, 6, 263-280.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). **Situated cognition and the culture of learning.** Educational Researcher, 18(1), 32-42.

Budinski, K. G., & Michael, K. (2002). **Engineering material: Properties and selection (7th ed.).** Pearson Education International.

Hosseini, S. R. E., & Li, Z. (2016). **Pack carburizing: Characteristics, microstructure, and modeling.** Encyclopedia of Iron, Steel, and Their Alloys (Online Version), 1-24.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). **Situated learning: Legitimate peripheral participation.** Cambridge University.

Lunce, L. M. (2006). **Simulations: Bringing the benefits of situated learning to the traditional classroom.** Journal of Applied Educational Technology, 3(1), 37-45.

Orey, M. A., & Nelson, W. A. (1994). *Situated learning and the limits of applying results of these data to the theories of cognitive apprenticeship* (ED373746). ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ED373746>



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ
- ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง
- เครื่องมือฉบับที่ 1 แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อบซุบ โลหะ
- เครื่องมือฉบับที่ 2 แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอน ให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์
- เครื่องมือฉบับที่ 3 แบบบันทึกการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่ม คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์
- เครื่องมือฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับ

การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกข้อสอบและด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน มีดังนี้

- | | |
|-----------------------|---|
| 1) นายกฤษณะ จันทเพชร | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคอ่าวทอง
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน |
| 2) นายธนยศ แดงมณีกุล | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคอ่าวทอง
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน |
| 3) นายวันเต็ม ชลศิริ | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคอ่าวทอง
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน |
| 4) นายประทีป ฟองเพชร | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคอ่าวทอง
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน |
| 5) นายไพศาล เอี่ยมมณี | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคอ่าวทอง
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน |



ที่ อว 7104.1/672

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

28 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายสรยุทธ พันธุ์ทอง

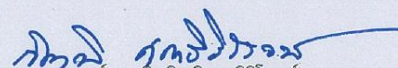
ด้วยนายสิทธิศักดิ์ สุขสิน รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงใคร่ขอเรียนเชิญ นายสรยุทธ พันธุ์ทอง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินแบบทดสอบ ประเมินเครื่องมือ ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยและตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อให้มีคุณภาพพร้อมขอคำแนะนำ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติภูมิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-454-6219 (นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน)



ที่ อว 7104.1/671

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

28 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายพิสิฐพงศ์ จันทร์หอม

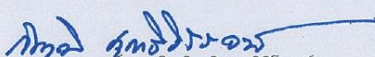
ด้วยนายสิทธิศักดิ์ สุขสิน รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงใคร่ขอเรียนเชิญ นายพิสิฐพงศ์ จันทร์หอม ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินแบบทดสอบ ประเมินเครื่องมือ ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยและตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อให้มีคุณภาพพร้อมขอคำแนะนำ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติคุณ คุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-454-6219 (นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน)



ที่ อว 7104.1/670

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

28 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายกฤษณะ จันทเพชร

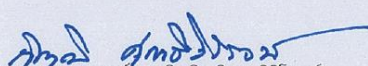
ด้วยนายสิทธิศักดิ์ สุขสิน รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงใคร่ขอเรียนเชิญ นายกฤษณะ จันทเพชร ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินแบบทดสอบ ประเมินเครื่องมือ ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยและตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อให้มีคุณภาพพร้อมคำแนะนำ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุขศิริโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-454-6219 (นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน)



ที่ อว 7104.1/669

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

28 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายวันเดิม ชลศิริ

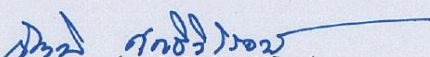
ด้วยนายสิทธิศักดิ์ สุขสิน รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงใคร่ขอเรียนเชิญ นายวันเดิม ชลศิริ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินแบบทดสอบ ประเมินเครื่องมือ ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยและตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อให้มีคุณภาพพร้อมขอคำแนะนำ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-454-6219 (นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน)



ที่ อว 7104.1/668

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

28 ตุลาคม 2567

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายประทีป พองเพชร

ด้วยนายสิทธิศักดิ์ สุขสิน รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงใคร่ขอเรียนเชิญ นายประทีป พองเพชร ตำแหน่งครูเชี่ยวชาญ วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินแบบทดสอบ ประเมินเครื่องมือ ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย และตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อให้มีคุณภาพพร้อมขอคำแนะนำ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิโรจน์)

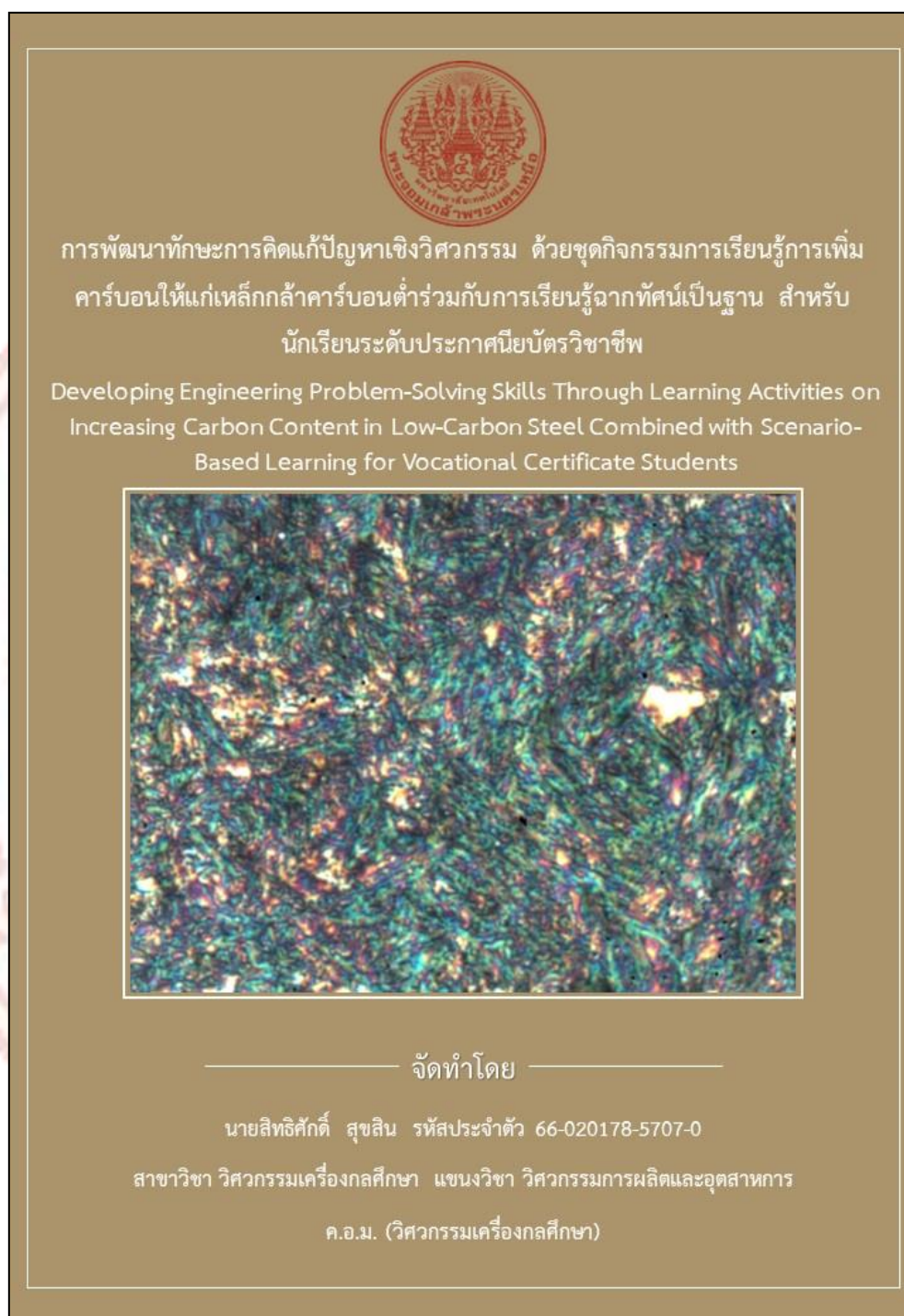
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-454-6219 (นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน)

ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ ก-1 ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2

กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์					
วิชา อบอุ่นโลหะ			ระดับ ปวช. 3		
เรื่อง แท้คาร์เบอร์โรซิงค์			ระยะเวลา 6 ชั่วโมง		
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
การเรียนรู้เชิงสถานการณ์	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
-	เช็คชื่อผู้สอน	ถาม	ตอบ	-	10
ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา	นำเข้าสู่บทเรียน	- บรรยายหัวข้อองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอน	- ศึกษาองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอน	Power point ขึ้นงาน	10
		-ถามนักเรียนโดยนำเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมาเปรียบเทียบว่าเหล็กชนิดใดมีความแข็งแรงกว่ากัน	- ตอบชิ้นงานที่สามารถอบอุ่นโลหะได้และไม่สามารถอบอุ่นโลหะได้		10
		- กำหนดปัญหาโดยถามนักเรียนเพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบอุ่นได้	- ตอบปัญหาในการอบอุ่นที่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบอุ่นได้	ตอบสั้น (บป.2)	10
ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา	เหล็กกล้าคาร์บอน	- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนสูง	- ศึกษาเบอร์เต็นของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง	Power point ใบเนื้อหา1/5	5
		- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง	- ศึกษาเบอร์เต็นของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง		5
		- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	- ศึกษาเบอร์เต็นของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		5
		- ให้นักเรียนแยกประเภทของของเหล็กกล้าจากปริมาณคาร์บอน	- ตอนเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดใดเปอร์เต็นคาร์เท่าไร	Power point (บป.2)	5
ขั้นเสนอแนวทางการแก้ไข	โครงสร้างและคุณสมบัติเชิงกล	- บรรยายโครงสร้างของเหล็กกล้าและคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ศึกษาเลือกโครงสร้างที่ส่งผลถึงคุณสมบัติเชิงกล	Power point	10
		- ถามคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ตอบคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	Power point	10
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ			ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
แผนวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

รูปที่ ก-2 กิจกรรมการเรียนการสอน ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม
3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มีอธิบายอย่างถูกต้อง

วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. ชื่นงาน | 8. โซเดียมคาร์บอเนต |
| 2. กระดาษทราย | 9. ดินเหนียว |
| 3. ผงซัก (อะลูมินา) | 10. เตาอบซูบ |
| 4. กรด | 11. หน้ากากกันความร้อน |
| 5. แอลกอฮอล์ | เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติ |
| 6. ก่อเองเหล็กพร้อมฝาปิด | จากความร้อน |
| 7. ผงถ่าน | |

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง



ขั้นตอนที่ 5 อันดับแรกจุ่มกรด

ขั้นตอนที่ 6 อันดับสองจุ่มแอลกอฮอล์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
 แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

รูปที่ ก-3 ใบมอบหมายงาน ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ



รูปที่ ก-4 ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน

22

จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1. การเตรียมชิ้นงาน	☐ เตรียมชิ้นงานสมบูรณ์และปฏิบัติตามอย่างเป็นระบบ	☐ เตรียมชิ้นงานสมบูรณ์และไม่มีการปฏิบัติตามอย่างเป็นระบบ	☐ ไม่เตรียมชิ้นงานมีระบบและไม่มีการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
2. การจัดการเศษซาก	☐ ไม่เกิดการส่งเสียเวลา ทำไม่ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูง และมีการพัฒนาเทคนิคขั้นสูง	☐ ไม่เกิดการส่งเสียเวลา ทำไม่ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ	☐ ไม่เกิดการส่งเสียเวลา แต่ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุง	☐ ไม่เกิดการส่งเสียเวลา แต่ยังไม่สามารถทำชิ้นงานได้
3. วิธีการตรวจสอบ มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมสารตั้งต้นในการวิเคราะห์ 2) ฐานกร 3) ฐานและค่าเฉลี่ย 4) ฐานค่าเฉลี่ย 5) ค่าเฉลี่ย	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทุกขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 3 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 2 ขั้นตอนหรือต่ำกว่า
4. ตรวจสอบโครงสร้าง	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้บางส่วน แต่มีข้อผิดพลาด	☐ ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้เลย
5. วิธีการวิเคราะห์เบื้องต้น มี 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) การเตรียมสารตั้งต้นในการวิเคราะห์ 2) เตรียมสารตั้งต้นในการวิเคราะห์ 3) การคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 2 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 1 ขั้นตอน	☐ ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้เลย
ผลการประเมินการปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน			ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสันต์	
แผนการวัดผลและการประเมินผลและการจัดการ			อาจารย์วิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรม	

รูปที่ ก-5 แบบสังเกตการปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน



รูปที่ ก-6 แนะนำขั้นตอนการเตรียมสารในการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ



รูปที่ ก-7 ผู้เรียนศึกษาได้เตรียมสารในการเพิ่มคาร์บอนโดยมีผงถ่านบดและโซเดียมคาร์บอเนต



รูปที่ ก-8 ผู้เรียนตรวจสอบโครงสร้างของเหล็กหลังกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำแล้ว



รูปที่ ก-9 ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



รูปที่ ก-10 ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน





แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อบซุบโลหะ

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
 ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
 วิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน
 รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0
 ปริญญา ปริญญาโท
 สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
 แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อบชุบโลหะ
เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา อบชุบโลหะ

ประเด็น	ผลการศึกษา
1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา อบชุบโลหะ	
2) ผลการเรียนรู้และประเมินผล รายวิชา อบชุบโลหะ	
3) แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา อบชุบโลหะ	



แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน
รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0
ปริญญา ปริญญาโท
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ประเด็น	ผลการศึกษา
1) ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	
2) การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	
3) การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	
4) แนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	

ประเด็นที่ 2 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า
คาร์บอนต่ำ

การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำ	
เนื้อหา ประกอบด้วย	
หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	1.1..... 1.2..... 1.3.....
2.....	2.1 2.2..... 2.3.....
3.	

ประเด็นที่ 3 การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบการเรียนรู้เชิง
สถานการณ์

ขั้นตอนการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	การสังเคราะห์รูปแบบ					
	เพลินตา พรหมบัวศรี (2545)	ปิ่นยารักษ์ ทยอยธุระ (2551)	สุนิสา แก้วมา (2554)	จุมพร รุ่งเรือง (2555)	วชิราภรณ์ อำไพ (2560)	ความถี่
1. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาในสถานการณ์จริง	✓	✓	✓	✓	✓	5
2. ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญห	✓	✓	✓	✓	✓	5
3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญห	✓	✓	✓	✓	✓	5
4. ขั้นเลือกแนวทางการแก้ปัญห	✓	✓		✓		3
5. ขั้นตั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้	✓	✓				2
6. ขั้นรวบรวมข้อมูล	✓	✓				2
7. ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้	✓	✓				2
8. ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญห	✓	✓	✓	✓	✓	5
9. ขั้นนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหไปใช้	✓	✓	✓	✓	✓	5

ประเด็นที่ 4 แนวทางการพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
รวมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์(สืบค้นแบบประเมินชุดกิจกรรม ในเว็บไซต์)

[illegible]

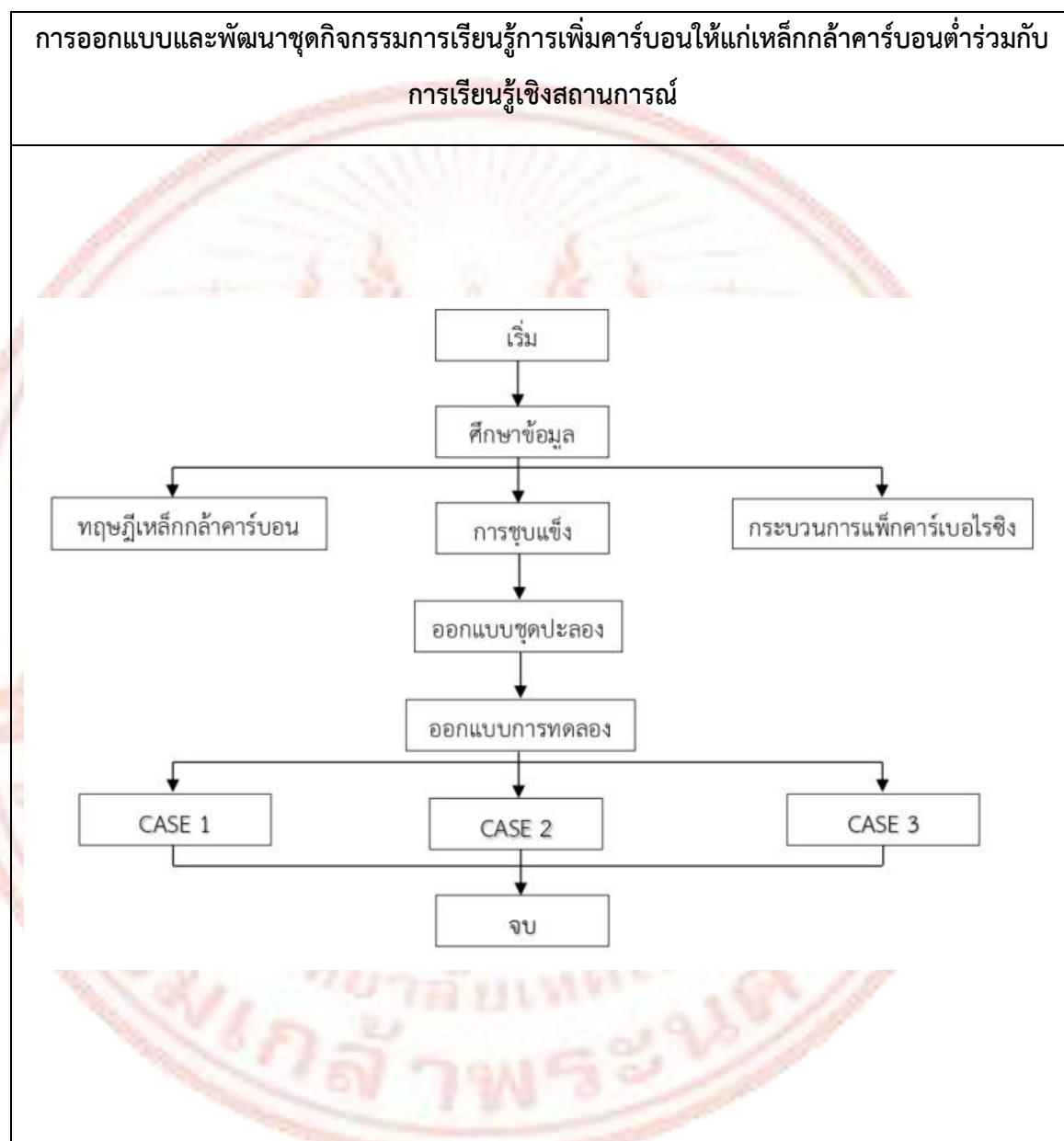


แบบบันทึกการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า
คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน
รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0
ปริญญา ปริญญาโท
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์



	วิชา : อบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	แผนการจัดกิจกรรม
แผนกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์		
สาระสำคัญของเนื้อหา การเพิ่มธาตุคาร์บอนลงบนชิ้นงานเหล็กโดยกรรมวิธี แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ (Carburizing) นิยมใช้กับเหล็กที่มีคาร์บอนต่ำประมาณ 0.1-0.2% เพื่อจะได้ทำการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ ให้เหล็กมีปริมาณคาร์บอนที่ผิวเพิ่มขึ้นเป็น 0.8% จะช่วยให้เหล็กมีคุณสมบัติทางกลที่ดีขึ้น และมีการทนต่อการเสียดสีมากขึ้น การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์จึงเหมาะต่อการนำมาผลิตชิ้นงานหลายประเภท เช่น เพือง เพลลา สลัก ชิ้นส่วนเครื่องจักร เป็นต้น จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเหล็กกล้าคาร์บอน การชุบแข็งที่ผิว และกระบวนการบวมการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ได้ 2. ปฏิบัติเกี่ยวกับการชุบแข็งที่ผิว และกระบวนการบวมการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ได้ 3. มีกิจนิสัยในการทำงานที่มีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ส่วนรวม และปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอนได้ 2. แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้ 3. อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้ 4. เลือกวิธีการชุบแข็งที่ผิวที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้ 5. ปฏิบัติกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ได้ เนื้อหาสาระ 1. ความหมายและชนิดของเหล็กกล้าคาร์บอน 2. กระบวนการชุบแข็งที่ผิว 3. กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ				ภาควิชาครุศาสตร์ เครื่องกล		
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์				1/3		
แผนกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์							
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ชั้น การเรียนรู้เชิง สถานการณ์	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการ สอน	เอกสาร ชุด/ หน้า	การวัดผล	เวลา(นาที)
ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับ ปัญหา	นำเข้าสู่วิทยา	- บรรยายหัว องค์ประกอบหลัก ของเหล็กกล้า คาร์บอน -ถามนักเรียนโดยนำ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง และเหล็กกล้า คาร์บอนต่ำมา เปรียบเทียบว่าเหล็ก ชนิดใดมีความแข็ง มากกว่ากัน - กำหนดปัญหาโดย ถามนักเรียนเพราะ เหตุใดเหล็กกล้า คาร์บอนต่ำไม่ สามารถอบชุบได้	- ศึกษาองค์ประกอบหลัก ของเหล็กกล้าคาร์บอน - ตอบคำถามที่สามารถอบ ชุบโลหะได้และไม่สามารถ อบชุบโลหะได้ - ตอบปัญหาในการอบชุบ ที่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่ สามารถอบชุบได้	Power point ชิ้นงาน ตอบสั้น	- บผ.2	-	10
ขั้นวิเคราะห์ และแก้ปัญหา	เหล็กกล้า คาร์บอน	- บรรยายเหล็กกล้า คาร์บอนสูง - บรรยายเหล็กกล้า คาร์บอนปานกลาง - บรรยายเหล็กกล้า คาร์บอนต่ำ	- ศึกษาเบอร์เซ็นของ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง - ศึกษาเบอร์เซ็นของ เหล็กกล้าคาร์บอนปาน กลาง - ศึกษาเบอร์เซ็นของ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	Power point Power point Power point	ใบเนื้อหา1/5	-	30
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้				ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

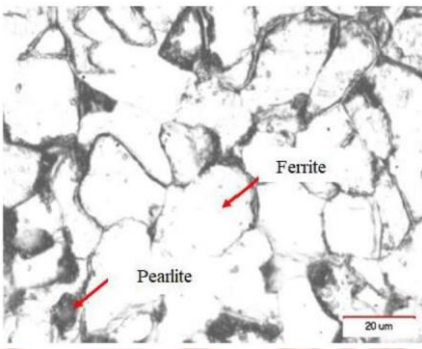
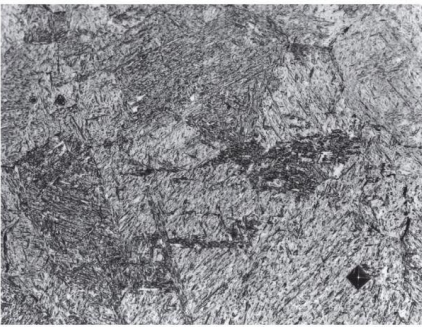
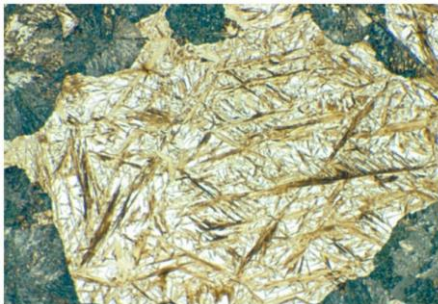
	วิชา : อบชุบโลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล					
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	2/3					
แผนกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์							
วิชา อบชุบโลหะ					ระดับ ปวช.3		
เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์					ระยะเวลา 4 ชั่วโมง		
กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้นการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เอกสารชุด/หน้า	การวัดผล	เวลา (นาที)
ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา(ต่อ)	เหล็กกล้าคาร์บอน(ต่อ)	- ให้นักเรียนแยกประเภทของของเหล็กกล้าจากปริมาณคาร์บอน	- ตอบเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดใดเปอร์เซ็นต์คาร์เท่าไร	Power point	บผ.2		
ขั้นเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา	โครงสร้างและคุณสมบัติเชิงกล	- บรรยายโครงสร้างของเหล็กกล้าและคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ศึกษาเลือกโครงสร้างที่ส่งผลถึงคุณสมบัติเชิงกล	Power point	ใบเนื้อหา 2/5	-	30
		- ถามคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ตอบคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	Power point	บผ.2		
ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา	การชุบแข็งที่ผิวและคาร์เบอร์โรซิงค์	-บรรยายกระบวนการชุบแข็งที่ผิวเหล็ก	- ศึกษาการชุบแข็งที่ผิวเหล็ก	Power point	ใบเนื้อหา 3/5	-	15
		- ถามกระบวนการชุบแข็งที่ผิวเหล็ก	-ตอบคำถามการชุบแข็งที่ผิว	Power point	บผ.2		
		- ยกตัวอย่างกระบวนการชุบแข็งที่ผิวและให้นักเรียนเลือกวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงฝึกงาน	-เลือกวิธีการชุบแข็งที่ผิวที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงฝึกงาน	Power point	บผ.2 ใบเนื้อหา 5/5		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้				ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

		วิชา : ออบซูปโลหะ		ภาควิชาครุศาสตร์ เครื่องกล			
		เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์		3/3			
แผนกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์							
กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ชั้น การเรียนรู้เชิง สถานการณ์	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เอกสาร ชุด/หน้า	การ วัดผล	เวลา (นาที)
ขั้นสรุปหลักการ และวิธีการ แก้ปัญหา(ต่อ)	การชุบแข็งที่ ผิวและคาร์ เบอร์โร ซิงค์(ต่อ)	-บรรยายกระบวนการ แพ็คคาร์เบอร์โรซิง	- ศึกษากระบวนการแพ็ค คาร์เบอร์โรซิง	Power point	บพ.2		
		- ยกตัวอย่างกระบวนการ คาร์เบอร์โรซิงและให้ นักเรียนเลือกวิธีที่ สามารถปฏิบัติได้ในโรง ฝึกงาน	-เลือกกระบวนการคาร์เบอร์ โรซิงที่สามารถปฏิบัติได้ ในโรงฝึกงาน	Power point			
		- สังเกตการปฏิบัติงาน การแพ็คคาร์เบอร์โรซิง	- ปฏิบัติกระบวนการแพ็ค คาร์เบอร์โรซิง				
ขั้นนำหลักการ และวิธีการ แก้ปัญหาไปใช้	ทำ แบบทดสอบ ปรนัย 4 ตัวเลือก	- ควบคุมนักเรียนสอบ หัวข้อเรื่องการแพ็คคาร์ เบอร์โรซิง	- สอบหัวข้อเรื่องการแพ็ค คาร์เบอร์โรซิง	แบบทดสอบ			
		- รวบรวมชิ้นงานปฏิบัติ ของผู้เรียน	- นำชิ้นงานปฏิบัติส่ง ครูผู้สอน				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้				ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

	วิชา : ออบซูลโหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	คู่มือครู	1 / 2
คู่มือครูสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 1. ให้นำเนื้อหาวิชา ออบซูลโหะ เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ดังนี้ 1.1 ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนเริ่มด้วยการบรรยายเรื่องเหล็กกล้าคาร์บอน โดยเปรียบเทียบเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและต่ำ พร้อมทั้งคำถามเกี่ยวกับความแข็งแรงของเหล็กแต่ละประเภท ผู้เรียนตอบคำถามและเลือกชิ้นงานที่สามารถออบซูลโหะได้และไม่ได้ โดยใช้ชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและต่ำเป็นสื่อการสอนการวัดผลจะประเมินความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการเลือกชิ้นงาน เพื่อประเมินความรู้และการวิเคราะห์ 1.2 ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับเหล็กกล้าคาร์บอนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยให้นักเรียนศึกษาและแยกประเภทเหล็กตามปริมาณคาร์บอนที่ต่างกันนักเรียนทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนในเหล็กกล้าคาร์บอนแต่ละประเภท ได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ปานกลาง และต่ำ จากนั้นตอบคำถามเกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนในแต่ละชนิด และการนำไปใช้ที่เหมาะสม 1.3 ขั้นเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับโครงสร้างของเหล็กกล้าและคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างแต่ละชนิด พร้อมทั้งคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างเหล่านี้ให้นักเรียนทำการศึกษาและเลือกโครงสร้างที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกล จากนั้นตอบคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ 1.4 ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการชุบแข็งที่ผิวและกระบวนการคาร์เบอร์โรซิง ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิง ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของเหล็กกล้าผ่านการแทรกซึมของคาร์บอนผู้สอนยกตัวอย่างกระบวนการคาร์เบอร์โรซิงและให้นักเรียนเลือกวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการนี้ได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจึงทำการศึกษากิจกรรมการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงอย่างละเอียดจากนั้น นักเรียนได้เลือกกระบวนการคาร์เบอร์โรซิงที่สามารถนำไปปฏิบัติในโรงงาน และสุดท้ายได้ทำการปฏิบัติกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิง			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : ออบุขโหลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	คู่มือครู	2 / 2
1.5 ขั้นนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ ผู้สอนได้ดำเนินการควบคุมนักเรียนในการสอบหัวข้อเรื่องการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง โดยจัดทำแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก เพื่อประเมินความเข้าใจและความรู้ของนักเรียนในเรื่องนี้ หลังจากการสอบเสร็จสิ้น ผู้สอนได้ทำการรวบรวมชิ้นงานปฏิบัติที่นักเรียนได้ทำไว้ ซึ่งเป็นการแสดงถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้หลักการที่ได้เรียนรู้ในกระบวนการคาร์เบอร์ไรซิง สุดท้าย นักเรียนต้องนำชิ้นงานปฏิบัติส่งให้กับครูผู้สอน เพื่อประเมินคุณภาพของการปฏิบัติงานและการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์จริง การทดสอบนี้เป็นวิธีการที่สำคัญในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในเรื่องการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง คู่มือฉบับนี้สามารถปรับใช้ได้ตามบริบทของผู้เรียนและความพร้อมของสถานที่ในการปฏิบัติงานจริง			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : อบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ใบเนื้อหา	1 / 5
   			
เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าคาร์บอน คือเหล็กที่มีส่วนผสมหลักเป็นคาร์บอน มีราคาถูกและนิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามปริมาณคาร์บอน ได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ, เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง และ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง โดยแต่ละประเภทจะมีความแข็งแรงและการใช้งานที่ต่างกันไป เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (0.05%-0.35%) แข็งแรงไม่มากแปรรูปง่าย เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.35%-0.50%) แข็งและแกร่งขึ้นเมื่อผ่านการปรับสภาพความร้อน ใช้ในงานตีขึ้นรูป เช่น ประแจ, แกนเพลลา, เฟือง เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (มากกว่า 0.50%) แข็งและแกร่งมากเมื่อผ่านการปรับสภาพความร้อน			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบเนื้อหา	2 / 5
  			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

โครงสร้างของเหล็กกล้า

เหล็กกล้า มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0-2% ทำให้มีความแข็งแรงและเหนียวเหล็กหล่อ มีคาร์บอนผสมมากกว่า 2% ทำให้แข็งและเปราะกว่าเหล็กกล้า

เฟอร์ไรต์

เฟอร์ไรต์มีคาร์บอนละลายน้อย จึงบริสุทธิ์สูง เหนียวทนต่อการแตกหัก แต่มีความแข็งแรงปานกลาง มีคุณสมบัติแม่เหล็กที่อุณหภูมิห้อง และขึ้นรูปได้ง่าย

เพิร์ลไลต์

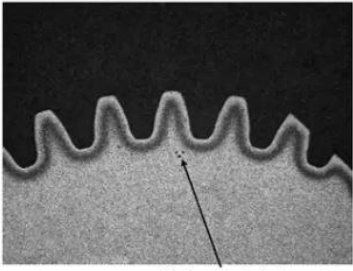
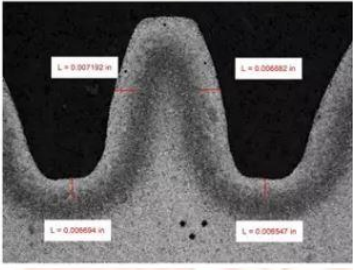
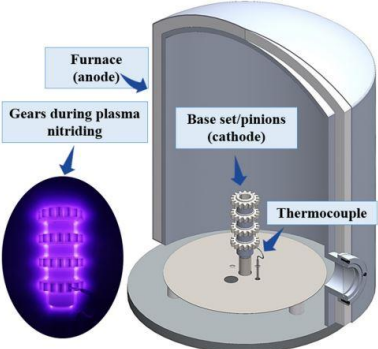
เพิร์ลไลต์มีโครงสร้างชั้นสลับระหว่างเฟอร์ไรต์และซีเมนไทต์ แข็งแรงและแข็งกว่ามาก แต่เปราะกว่าเฟอร์ไรต์เล็กน้อย และทนการสึกหรอดีกว่า

ซีเมนไทต์

ซีเมนไทต์มีความแข็งแรงและเปราะสูง ปรากฏเป็นแผ่นบางหรือเส้นเมื่อดูผ่านกล้องจุลทรรศน์

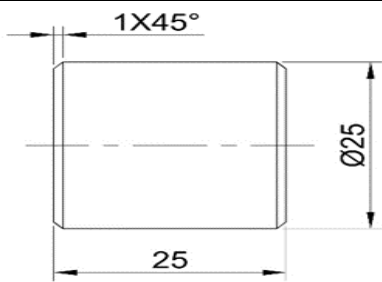
ออสเทนไนต์

ออสเทนไนต์ละลายคาร์บอนได้สูงกว่าเฟอร์ไรต์ มีความเหนียวสูง แต่แข็งแรงปานกลาง ไม่ใช่แม่เหล็ก และขึ้นรูปได้ง่าย

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์โบไรซิงค์	ใบเนื้อหา	3 / 5
 Microhardness indents  L = 0.001192 m, L = 0.000882 m, L = 0.000954 m, L = 0.000947 m  Furnace (anode), Gears during plasma nitriding, Base set/pinions (cathode), Thermocouple 		การชุบแข็งที่ผิว การชุบผิวแข็งหรือเคสฮาร์ดนิง เป็นการสร้างชั้นผิวแข็งที่ทนทานบนโลหะ ขณะที่แกนภายในยังคงอ่อนและยืดหยุ่น (แข็งนอก นุ่มใน) การชุบผิวแข็งในเหล็กกล้า การชุบผิวแข็งเหล็กกล้า ทำให้ ผิวภายนอกแข็งขึ้นโดยการเปลี่ยนโครงสร้างเป็น มาเทนไซด์ แต่เนื้อใน ยังคงมีความ อ่อน และ เหนียว อยู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างเดิมของเหล็ก เช่น เพอร์ไรต์ เฟอร์ไรต์ หรือซีเมนไทต์ และปริมาณธาตุผสมอื่นๆ ที่เติมลงไป วิธีการพื้นฐานของการชุบผิวแข็ง วิธีการชุบผิวแข็งมีวิธีการชุบพื้นฐานอยู่ 3 วิธีได้แก่ 1. วิธีคาร์บูไรซิง (Carburizing) 2. วิธีไนไตรดิง (Nitriding) 3. วิธีแก๊สคาร์บูไรซิง (Gas Carburizing)	
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบเนื้อหา	4 / 5
การคาร์เบอร์ไรซิง  คาร์เบอร์ไรซิงค์เพิ่มคาร์บอนที่ผิวเหล็กคาร์บอนต่ำ (0.1-0.2%) ให้ถึง 0.8% เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการเสียดสี ใช้งานในส่วนเช่น เฟือง, เพลา, และสลัก ประเภทของคาร์เบอร์ไรซิง 1. สภาวะของแข็ง (Pack Carburizing) การอบชิ้นงานที่ 900-950°C โดยใช้ผงถ่านไม้ 70-80% ผสมกับสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อให้คาร์บอนซึมเข้าผิวชิ้นงาน  2. สภาวะของเหลว (Liquid Carburizing) เป็นวิธีการให้ความร้อนแก่ผิวเหล็ก โดยการนำชิ้นงานไปแช่ในอ่างเกลือหลอมเหลวชนิดไซยาไนด์  3. สภาวะแก๊ส (Gas Carburizing) การทำให้ผิวเหล็กแข็งขึ้นโดยการนำไปอบในแก๊ส เช่น โปรเพน หรือมีเทน ทำให้คาร์บอนซึมเข้าไปในผิวเหล็ก ทำให้ผิวแข็งแรง ทนทานต่อการสึกหรอมากขึ้น			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : อบชุบโลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบเนื้อหา	5 / 5
  			
กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง เป็นวิธีการชุบแข็งผิวเหล็กแบบดั้งเดิม โดยการนำชิ้นงานไปบรรจุในกล่องพร้อมกับวัสดุที่มีคาร์บอน เช่น ถ่านไม้, ถ่านโค้ก เมื่อให้ความร้อน วัสดุเหล่านี้จะปล่อยคาร์บอนออกมา ทำให้คาร์บอนซึมเข้าไปในผิวเหล็ก ทำให้ผิวแข็งขึ้น ขั้นตอนการปฏิบัติการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง 1) นำชิ้นงานที่ต้องการชุบแข็งมาบรรจุลงในกล่องที่ทนความร้อนสูง พร้อมกับวัสดุที่มีคาร์บอน เช่น ถ่านไม้, ถ่านโค้ก 2) นำกล่องที่บรรจุชิ้นงานเข้าเตาอบ และให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงประมาณ 815-980 องศาเซลเซียส เพื่อให้เหล็กกล้าเปลี่ยนสถานะเป็นออสเทนไนต์ 3) การแพร่ของคาร์บอนที่อุณหภูมิสูง วัสดุที่มีคาร์บอนจะปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมา ซึ่งจะแพร่เข้าไปในโครงสร้างออสเทนไนต์ของชิ้นงาน ทำให้เกิดชั้นผิวที่มีคาร์บอนเข้มข้นขึ้น 4) หลังจากให้ความร้อนตามระยะเวลาที่กำหนด ก็จะนำชิ้นงานออกจากเตาอบและทำการระบายความร้อน เพื่อให้เกิดโครงสร้างที่แข็งแรง			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ใบมอบหมายงาน
	งาน : แพ็กคาร์บอนไรซิงค์	1/5
คำสั่ง จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม และปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง		
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์		
1. ชิ้นงาน	6. เตาอบชุบ	
2. ก่องเหล็กพร้อมฝาปิด	7. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ใช้เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตรายจากความร้อน	
3. ผงถ่าน		
4. โซเดียมคาร์บอนเนต		
5. ดินเหนียว		
ภาพประกอบ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
  	1. ตัดเหล็ก AISI 1010 ขนาดความโต 25.4 มิลลิเมตร และปรับผิวหน้าให้เรียบ แล้วตอกหมายเลขด้านหลังของชิ้นงาน	
	2. ขัดกระดาษทรายน้ำ ตั้งแต่เบอร์ 100, 180, 220, 360, 400, 500, 600, 720, 800, 1000, 1200	
	3. นำมาขัดเงาด้วยเครื่องขัดด้วยผ้าสักหลาด โดยใช้ผงขัดอะลูมินา ขนาด 0.5 ไมครอน	

	วิชา : ออบุบลโหะ	ใบมอบหมายงาน
	งาน : แพ็กคาร์เบอไรซิงค์	2/5
ภาพประกอบ		ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
  		4. เตรียมสารที่ใช้ในการกักกรด 5. อันดับแรกจุ่มกรด 6. อันดับสองจุ่มแอลกอฮอล์

	วิชา : ออบุบลโหะ	ใบมอบหมาย
	งาน : แพ็กคาร์เบอร์ชิงค์	งาน
		3/5
ภาพประกอบ		ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		7. อันดับสามจุ่มน้ำสะอาด
		8. เป่าให้แห้ง
		9. ตรวจสอบโครงสร้างก่อนทำกระบวนการ แพ็กคาร์เบอร์ชิงค์
		10. ขั้นตอนในการเตรียมสารแพ็กคาร์เบอร์ชิงค์
		10.1 ถ่ายไม้บดละเอียด 80%
		10.2 สารกระตุ้นโซเดียมคาร์บอเนต 20%
		10.3 ผสมผงถ่านและสารกระตุ้นโซเดียม คาร์บอเนต

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ใบมอบหมาย
	งาน : แพ้คาร์โบไรซิงค์	งาน
		4/5
ภาพประกอบ		ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		11. เตรียมสารแพ้คาร์โบไรซิง ลงในกล่องโดยใส่สารแพ้คาร์โบไรซิงรองพื้นประมาณ 25 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำชิ้นงานที่เตรียมไว้ทุกชิ้นห่างกัน 25 มิลลิเมตร วางลงไปแล้วกลบด้วยสารแพ้คาร์โบไรซิงให้พื้นชิ้นงานประมาณ 25.4 มิลลิเมตร 12. ใช้ดินเหนียวเคลือบปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนที่เกิดขึ้นซึมออกมาภายนอกกล่อง 13. ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของเตาอบก่อนนำกล่องเข้าไปอบในเตา เมื่อนำกล่องเข้าเตาอบแล้วเปิดสวิทซ์ไฟฟ้า ตั้งอุณหภูมิที่ 950 องศาเซลเซียส อบแช่เป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ 14. นำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการแพ้คาร์โบไรซิงมาชุบแข็งโดยนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบ โดยใช้อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส อบแช่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
		
		
		

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ใบมอบหมาย
	งาน : แพ็กคาร์เบอไรซิงค์	งาน
		5/5
ภาพประกอบ		ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		15. เมื่อครบเวลานำชิ้นงานออกจากเตาอบชุบ จุ่มลงในน้ำมันทันที
		16. นำชิ้นงานที่เย็นตัวขัดกระดาษทรายและตรวจสอบโครงสร้างอีกครั้งหลังจากผ่านกระบวนการแพ็กคาร์เบอร์ไรซิงและชุบแข็ง

	วิชา : อปซุบโลหะ งาน : แพ้กคาร์เบอไรซิง			แบบสังเกต
				1/2
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติกิจกรรม				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1. การเตรียมชิ้นงาน	☐ เตรียมชิ้นงาน สมบูรณ์ และ ปฏิบัติงานอย่างเป็น ระบบ	☐ เตรียม ชิ้นงาน สมบูรณ์ และ ไม่มีการ ปฏิบัติงาน อย่างเป็น ระบบ	☐ เตรียม ชิ้นงานไม่ สมบูรณ์ และ ไม่มีการ ปฏิบัติงานอย่าง เป็นระบบ	☐ ไม่มีการ ปฏิบัติ
2. การขัดกระดาษ ทราย	☐ เทคนิคการขัด เชี่ยวชาญ ทำให้ได้ ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูง และมีการพัฒนา เทคนิคเพิ่มเติม	☐ เทคนิค การขัดถูกต้อง ทำให้ได้ ชิ้นงานที่มี คุณภาพ	☐ เทคนิคการ ขัดพอใช้ แต่ยังมี จุดที่ต้อง ปรับปรุง	☐ เทคนิค การขัดไม่ ถูกต้อง ทำให้ ชิ้นงาน เสียหาย
3. วิธีการกัดกรด มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียม สารที่ใช้ในการกัดกรด 2) จุ่มกรด 3) จุ่ม แอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำ สะอาด 5) เป่าให้แห้ง	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์ทุก ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ 3 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ 2 สองขั้นตอน หรือต่ำกว่า

	วิชา : อบรมชลโหะ			แบบสังเกต
	งาน : แพ้กคาร์เบอไรซิง			2/2
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติกิจกรรม				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
4. ตรวจสอบโครงสร้าง	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ ถูกต้องเกือบ ทั้งหมด	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ บางส่วน แต่มี ข้อผิดพลาด	☐ ไม่ สามารถ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ เลย
5. วิธีการแพ้กคาร์เบอไรซิง มีขั้นตอนดังนี้ 1) การเตรียมสารแพ้กคาร์เบอไรซิง 2) เติมสารแพ้กคาร์เบอไรซิง ลงในกล่องและจัดวางชิ้นงาน 3) การนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบและออกจากเตาอบชุบ	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ 2 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ 1 ขั้นตอน	☐ ไม่ สามารถ ปฏิบัติตาม ขั้นตอนได้ เลย
6. การขัดกระดาษทราย	☐ เทคนิคการขัด เชี่ยวชาญ ทำให้ได้ ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูง และมีการพัฒนา เทคนิคเพิ่มเติม	☐ เทคนิค การขัดถูกต้อง ทำให้ได้ ชิ้นงานที่มี คุณภาพ	☐ เทคนิคการ ขัดพอใช้ แต่ยัง มีจุดที่ต้อง ปรับปรุง	☐ เทคนิค การขัดไม่ ถูกต้อง ทำ ให้ชิ้นงาน เสียหาย

	วิชา : อปชูปโลหะ งาน : แพ็กคาร์เบอไรซิง			แบบสังเกต
				2/2
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติกิจกรรม				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
7. วิธีการกัดกรด มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) เป่าให้แห้ง	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทุกขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 3 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 2 สองขั้นตอนหรือต่ำกว่า
8. ตรวจสอบโครงสร้าง	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้บางส่วน แต่มีข้อผิดพลาด	☐ ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้เลย
ชื่อนักเรียน.....ระดับชั้น.....เลขที่..... กลุ่ม.....ผู้ควบคุม.....วันที่.....				

รายชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....เลขที่.....

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอนได้
2. อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้
3. แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้
4. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความลึกของชั้นที่ชุบแข็งได้
5. เลือกวิธีการชุบแข็งที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้
6. ปฏิบัติกระบวนการแพ็กคาร์โบไรซิงได้

คำสั่ง ให้นักศึกษาปฏิบัติการกระบวนการแพ็กคาร์โบไรซิง โดยให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) เตรียมชิ้นงาน ประกอบด้วย
 - 1.1 ตัดเหล็กที่มีขนาดความโต 25.4 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร
 - 1.2 กลึงปาดหน้าทั้งสองด้านและลบคมชิ้นงาน 1 มิลลิเมตร x 45 องศา
- 2) ขั้นตอนการขัดกระดาษทราย (ก่อนการแพ็กคาร์โบไรซิง)
 - 2.1 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขัดกระดาษทราย
 - 2.2 ขัดกระดาษทรายเบอร์หยาบไปถึงเบอร์ละเอียด 150, 280, 320, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500 และทุกครั้งที่เปลี่ยนเบอร์ใหม่ให้ขวางกับรอยกระดาษทรายเบอร์เดิม ขัดจนกระทั่งรอยของกระดาษทรายเบอร์เดิมหายจนเป็นรอยกระดาษทรายเบอร์ใหม่ทั่วทั้งผิว
 - 2.3 ขัดเงาโดยใช้เครื่องขัด ขัดด้วยผ้าสักหลาดโดยใช้ผงอะลูมินา ขนาด 5 ไมครอน
- 3) ขั้นตอนการกัดกรด (ก่อนการแพ็กคาร์โบไรซิง)
 - 3.1 ชิ้นงานเตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด
 - 3.2 อันดับแรกจุ่มกรด
 - 3.3 หลังจากจุ่มกรดเสร็จนำชิ้นงานจุ่มแอลกอฮอล์เป็นลำดับที่สอง
 - 3.4 หลังจากจุ่มแอลกอฮอล์เสร็จนำชิ้นงานจุ่มน้ำสะอาดเป็นลำดับสุดท้าย
 - 3.5 ใช้ลมร้อนเป่าชิ้นงานให้แห้งโดยเอียงชิ้นงาน 45 องศา
 - 3.6 ส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างของชิ้นงานก่อนการแพ็กคาร์โบไรซิง

- 4) ขั้นตอนการแพ็กคาร์โบไรซิง
 - 4.1 เตรียมสารแพ็กคาร์โบไรซิงและผสมสารเร่งปฏิกิริยากับผงถ่าน
 - 4.2 นำชิ้นงานจัดเรียงลงกล่องและเติมสารแพ็กคาร์โบไรซิงแล้วปิดฝาด้วยดินเหนียว
 - 4.3 การนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบและออกจากเตาอบชุบ
- 5) ขั้นตอนตรวจสอบตรวจสอบโครงสร้าง
 - 5.1) ขั้นตอนการขีดกระดาษทราย ดังนั้นตอนที่ 2.1 – 2.3
 - 5.2) ขั้นตอนการกัดกรด ดังนั้นตอนที่ 3.1 – 3.5
 - 5.3) ตรวจสอบโครงสร้างโดยส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างของชิ้นงานกหลังการแพ็กคาร์โบไรซิง



	วิชา : อบชบโหละ งาน : แพ้กคาร์เบอไรซิง	ใบตรวจให้คะแนน			
		1			
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติกิจกรรม					
ลำดับ	รายการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	ผลการประเมิน		คะแนนที่ได้คูณด้วยน้ำหนัก
			เต็ม	ได้	
การเตรียมชิ้นงาน (10)					
1	การเตรียมชิ้นงาน	5			
2	การลบคมชิ้นงาน	5			
การขัดกระดาษทราย (15)					
3	การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขัดกระดาษทราย	2			
4	การไล่ลำดับเบอร์กระดาษทรายในขั้นตอนการขัด	3			
5	การขัดกระดาษที่ถูกต้อง	3			
6	ตรวจสอบการเปลี่ยนกระดาษทรายเบอร์ถัดไป	3			
7	ขัดเงาด้วยเครื่องขัด(ผ้าสักหลาด)	4			
วิธีการกักรด (5)					
8	เตรียมสารในการกักรด	1			
9	ลำดับขั้นตอนในการกักรด	2			
10	เป่าให้แห้งไม่ให้เกิดคราบ	2			

ตรวจสอบโครงสร้าง (5)					
11	ส่งกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างของ ชิ้นงาน	5			
วิธีการแพ็คเกจเบอโรซิง (35)					
12	เตรียมชิ้นงาน อุปกรณ์และสารแพ็คเกจเบอโรซิง	10			
13	การจัดวางชิ้นงานลงกล่องแพ็คเกจ	10			
14	เติมสารแพ็คเกจเบอโรซิง ลงในกล่องและ จัดวางชิ้นงาน	10			
15	การนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบและออกจากเตา อบชุบ	5			
การขัดกระดาษทราย (15)					
16	การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขัด กระดาษทราย	2			
17	การไล่ลำดับเบอร์กระดาษทรายในขั้นตอน การขัด	3			
18	การขัดกระดาษที่ถูกต้อง	3			
19	ตรวจสอบการเปลี่ยนกระดาษทรายเบอร์ ถัดไป	3			
20	ขัดเงาด้วยเครื่องขัด(ผ้าสักหลาด)	4			
วิธีการกัดกรด (10)					
21	เตรียมสารในการกัดกรด	1			
22	ลำดับขั้นตอนในการกัดกรด	2			
23	เป่าให้แห้งไม่ให้เกิดคราบ	2			
ตรวจสอบโครงสร้าง (5)					

24	ส่งกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างของ ชิ้นงาน	5			
ชื่อนักเรียน.....ระดับชั้น.....เลขที่..... กลุ่ม..... ผู้ควบคุม..... วันที่.....					



	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์บอนไรซิงค์	แบบฝึกหัด	1
คำชี้แจงให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นถูกหรือผิด ถ้าถูกให้ที่เครื่องหมาย ✓ ถ้าผิดให้ทำเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องว่าง 1. การเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำสามารถทำได้โดยวิธีการแพ็คคาร์บอนไรซิง (Pack Carburizing) 2. การแพ็คคาร์บอนไรซิงเหมาะสมกับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่มีปริมาณคาร์บอนมากกว่า 0.5% 3. การอบชุบในสถานะของแข็ง (Solid State) สามารถเพิ่มความแข็งแรงของชิ้นงานได้ 4. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ 5. การชุบแข็งที่ผิวเหล็กกล้าคาร์บอนจะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงขึ้น แต่เนื้อในของชิ้นงานจะยังคงความนุ่มและยืดหยุ่น 6. การแพ็คคาร์บอนไรซิงจะช่วยเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กจาก 0.2% เป็น 0.8% เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการเสียดสี 7. การแพร่ของคาร์บอนในกระบวนการแพ็คคาร์บอนไรซิงเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C 8. โครงสร้างเฟอร์ไรต์มีความแข็งแรงมากกว่าโครงสร้างเพิร์ลไลต์ 9. วิธีการแพ็คคาร์บอนไรซิงในสถานะของเหลวจะทำให้ผิวเหล็กมีความแข็งน้อยกว่าวิธีในสถานะแก๊ส 10. การแพ็คคาร์บอนไรซิงสามารถนำไปใช้ผลิตชิ้นงานต่าง ๆ เช่น เฟือง เพลา และสลัก			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบุบโลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์ เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	แบบฝึกหัด	2
คำชี้แจงให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง 1. นักเรียนเพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้ ตอบ..... 2. เหล็กกล้าคาร์บอนแต่ละประเภทมีปริมาณคาร์บอนเท่าไร ตอบ..... 3.จงอธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอน โดย เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและเหล็กกล้า คาร์บอนต่ำให้ชัดเจน พร้อมยกตัวอย่างการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเภทเหล็กกล้า ตอบ..... 4. กระบวนการชุบแข็งที่ผิวมีกี่ประเภทพร้อมอธิบาย ตอบ..... 5. บรรยายกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์มีกี่ประเภทอะไรบ้าง ตอบ..... 			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	เฉลย แบบฝึกหัด	1
คำชี้แจงให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นถูกหรือผิด ถ้าถูกให้ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าผิดให้ทำเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องว่าง ✓.....1. การเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำสามารถทำได้โดยวิธีการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง (Pack Carburizing) ✗.....2. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์เหมาะสมกับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่มีปริมาณคาร์บอนมากกว่า 0.5% ✓.....3. การอบชุบในสถานะของแข็ง (Solid State) สามารถเพิ่มความแข็งแรงของชิ้นงานได้ ✓.....4. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ✓.....5. การชุบแข็งที่ผิวเหล็กกล้าคาร์บอนจะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงขึ้น แต่เนื้อในของชิ้นงานจะยังคงความนุ่มและยืดหยุ่น ✓.....6. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์จะช่วยเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กจาก 0.2% เป็น 0.8% เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการเสียดสี ✗.....7. การแพร่ของคาร์บอนในกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์เกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C ✗.....8. โครงสร้างเฟอร์ไรต์มีความแข็งแรงมากกว่าโครงสร้างเพิร์ลไลต์ ✗.....9. วิธีการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ในสถานะของเหลวจะทำให้ผิวเหล็กมีความแข็งน้อยกว่าวิธีในสถานะแก๊ส ✓.....10. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์สามารถนำไปใช้ผลิตชิ้นงานต่าง ๆ เช่น เฟือง เพลา และสลัก			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภา ฉบับที่ 4 โดยผู้วิจัย เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์บูไรซิ่ง	เฉลย แบบฝึกหัด	2
คำชี้แจง ให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง 1. นักเรียนเพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้ ตอบ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้ เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนน้อย (น้อยกว่า 0.3%) ซึ่งทำให้คุณสมบัติที่สำคัญสำหรับกระบวนการอบชุบ เช่น ความแข็งแรงและความสามารถในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในไม่เพียงพอ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมักมีความเหนียวสูง แต่ไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้เมื่อผ่านกระบวนการอบชุบ 2. เหล็กกล้าคาร์บอนมีกี่ประเภทแต่ละประเภทมีปริมาณคาร์บอนเท่าไร ตอบ มี 3 ประเภท 1. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (0.05%-0.35%) 2. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.35%-0.50%) 3. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (มากกว่า 0.50%) 3. จงอธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอน โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำให้ชัดเจน พร้อมยกตัวอย่างคุณสมบัติทางกลแต่ละประเภท ตอบ 1. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (0.05%-0.35%) แข็งแรงไม่มาก แปรรูปง่าย 2. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.35%-0.50%) แข็งและแกร่งขึ้นเมื่อผ่านการปรับสภาพความร้อน ใช้ในงานตีขึ้นรูป เช่น ประแจ, แกนเพลลา, เพือง 3. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (มากกว่า 0.50%) แข็งและแกร่งมากเมื่อผ่านการปรับสภาพความร้อน 4. กระบวนการชุบแข็งที่ผิวมีกี่ประเภทพร้อมอธิบาย ตอบ วิธีการชุบผิวแข็งมีวิธีการชุบพื้นฐานอยู่ 3 วิธีได้แก่ 1. วิธีคาร์บูไรซิ่ง (Carburizing) 2. วิธีไนไตรดิง (Nitriding) 3. วิธีแก๊สคาร์บูไรซิ่ง (Gas Carburizing) 5. กระบวนการแพ็คคาร์บูไรซิ่งมีกี่ประเภทอะไรบ้าง ตอบ กระบวนการแพ็คคาร์บูไรซิ่งมี 3 ประเภท ได้แก่ สภาวะของแข็ง (Pack Carburizing) สภาวะของเหลว (Liquid Carburizing) สภาวะแก๊ส (Gas Carburizing)			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

ฉบับที่ 4 โดยผู้วิจัย



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องการเพิ่ม
คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน
รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0
ปริญญา ปริญญาโท
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

เรื่อง	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	เกียรติคุณ๗๕๒๓๖๘๘	๑๘๗๕๗๕	พุทธพิสัย						๗๕๕
				๕๕	๕๕๕๕๕๕	๕๕๕๕๕๕	๕๕๕๕๕๕	๕๕๕๕๕๕	๕๕๕๕๕๕	
การเพิ่ม คาร์บอน ให้แก เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำ	1. อธิบายองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอนได้									
	2. แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้									
	3. อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้									
	4. เลือกวิธีการชุบแข็งที่ผิวที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้									
	5. ปฏิบัติตามกระบวนการแฟกต์คาร์บอนไรซิงค์ได้									
รวมข้อสอบ.....		100	30							

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
1.....	1.....				
	1)				
	2)				
	3)				
	คำอธิบายคำตอบ				
	2.....				
	1)				
	2)				
	3)				
	คำอธิบายคำตอบ				

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ



แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน

รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มีความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าข้อความกับนิยามศัพท์ มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ว่าข้อความกับนิยามศัพท์ มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าข้อความกับนิยามศัพท์ ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ



ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
สาระสำคัญของเนื้อหา	การสรุปประเด็นของความรู้ ลักษณะของความหมาย ความสำคัญ หรือการนำไปใช้	1. การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน				
		2. การสรุปประเด็นของลักษณะของความหมายมีความครอบคลุมเนื้อหา				
จุดประสงค์การเรียนรู้	เป้าหมายสำคัญที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	1. เป้าหมายมีความมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้อย่างชัดเจน				
		1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสัมพันธ์กับจุดประสงค์ทั่วไป				
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจนครอบคลุม	2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน				
		3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมครอบคลุมเนื้อหา				
เนื้อหาสาระ	สาระโดยสรุปที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และการเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้และความจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1. สาระโดยสรุปที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้				
		2. สาระการเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้นั้น ครอบคลุมความจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	นั้น มีความครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	3. มีความชัดเจน				
กิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมขั้นตอนและวิธีการของการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถสร้างประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในขณะเรียน	1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนครอบคลุม				
		2. กิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ				
		3. กิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมการสร้างประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในขณะเรียน				
ใบเนื้อหา	เอกสารหรือแหล่งข้อมูลที่ครูจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเนื้อหาบทเรียน โดยมุ่งเน้นการนำเสนอข้อมูลสำคัญในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1. ใบเนื้อหาเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		2. ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้				
		3. ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้				
		4. ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน				
	เอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อระบุรายละเอียดของงานหรือกิจกรรมที่	1. ใบมอบหมายงานรายละเอียดของงานที่ต้องทำให้อย่างชัดเจน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ใบมอบหมายงาน	ครูมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะตามเป้าหมายที่กำหนด	2. ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้				
		3. ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน				
		4. ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน				
		5. มีระยะเวลาที่กำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน				
		1. จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องสังเกตไว้อย่างชัดเจน				
ใบสังเกตพฤติกรรม	เอกสารหรือเครื่องมือที่ครูใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม หรือการปฏิบัติงานของผู้เรียน ระหว่างการเรียนการสอน หรือในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโดยมีการกำหนดจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน	2. จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		3. ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม				
		4. จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน				
		1. ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ใบตรวจให้คะแนน	ชัดเจน เข้าใจง่าย และสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน โดยมี การระบุหน้าที่คณะแผนกอย่างเป็นระบบ ครอบคลุมประเด็นสำคัญของการปฏิบัติงาน มีการกำหนด คณะแผนกและช่องว่างที่คณะแผนก ครบถ้วน เพื่อให้สามารถประเมิน กระบวนการทำงานได้อย่างสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ	2. รายการประเมินเป็นใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		3. ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		4. ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องว่างสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน				
		5. ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่เราไปอย่างครบถ้วนสมบูรณ์				
สื่อการเรียนการสอน	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมให้เข้าใจ หน่วยงานเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาและเข้าใจตรงกัน สามารถขยายสิ่งที่เรียนรู้แทนของจริงได้ และมีส่วนเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน	1. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อกระตุ้นความสนใจเกิดความรู้สึกรอยากรู้				
		2. ส่งเสริมให้เข้าใจหน่วยการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น				
		3. ย่อขยายสิ่งที่เรียนรู้แทนของจริงได้				
		4. มีส่วนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน				
		1. เครื่องมือวัดผลประเมินผล มีความเหมาะสม				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้การสอน	เครื่องมือวัดผลประเมินผลที่ชัดเจน เช่น โดยใช้การสังเกต การซักถาม การสัมภาษณ์ การตรวจผลงาน การทดสอบ และอื่น ๆ ระบุเกณฑ์การวัดผลประเมินผล ทั้งนี้ต้องครอบคลุมจุดประสงค์ครบถ้วน	2. ระบุเกณฑ์การวัดผลประเมินผลชัดเจน				
		3. เกณฑ์การวัดผลประเมินผลมีความเหมาะสม				
		4. เครื่องมือวัดผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์				
บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	การบันทึกเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนการสอน ข้อดี ข้อด้อย ปัญหา และอุปสรรค แนวทางแก้ไข และข้อเสนอแนะ	1. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม				
		2. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)



แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC)
ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อเสนอแนะ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน

รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC)

ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC)

ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มีความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. อธิบายองค์ประกอบหลักของหลักการค้าบอนด์	1. “โครงสร้างของหลักการค้าที่มีความเหนียวสูง แต่แข็งแรงปานกลาง และไม่เปราะเกินไป” จากข้อความข้อความดังกล่าว คือโครงสร้างตามข้อใด ก. เฟอร์ไรต์ ข. เทลโลไรต์ ค. ซีเมนไทต์ ง. ออสเทนไนต์	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	2. “ในระหว่างการผลิตของคาร์บอนอะตอมที่การคาร์บอนเรซินแข็ง คาร์บอนจะซึมเข้าไปในสถานะของโครงสร้าง” จากข้อความดังกล่าว คือ โครงสร้างตามข้อใด ก. เฟอร์ไรต์ ข. เทลโลไรต์ ค. ซีเมนไทต์ ง. ออสเทนไนต์	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	3. “หลักการค้าคาร์บอนที่มีความแข็งแรงมากที่สุด แต่เปราะ” จากข้อความดังกล่าว เป็นเหล็กชนิดใด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. เหล็กหล่อ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. อธิบายองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอนได้(ต่อ)	4. “โครงสร้างของเหล็กกล้า เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเฟอร์ไรต์และเพิร์ลไลต์” จากข้อความดังกล่าว ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง ก. เพิร์ลไลต์มีความเหนียวมากกว่าเฟอร์ไรต์เนื่องจากมีซิเมนไทต์ผสม ข. เฟอร์ไรต์และเพิร์ลไลต์มีความแข็งแรงเท่ากันแต่ต่างกันที่ความเหนียว ค. เพิร์ลไลต์มีความแข็งแรงมากกว่าแต่เปราะกว่าเฟอร์ไรต์เนื่องจากโครงสร้างแบบชั้นสลับ ง. เฟอร์ไรต์และเพิร์ลไลต์มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	5. เมื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุผสมและขั้นตอนการผลิตได้ถูกต้อง ก. ควบคุมปริมาณ C และ Mn ในขั้นตอนการหลอม ควบคุม Si ในขั้นตอนการเติมธาตุผสม ข. ควบคุมปริมาณ Si และ S ในขั้นตอนการหลอม ควบคุม C ในขั้นตอนการเติมธาตุผสม ค. ควบคุมปริมาณ P และ Mn ในขั้นตอนการหลอม ควบคุม S ในขั้นตอนการเติมธาตุผสม ง. ควบคุมทุกธาตุพร้อมกันในขั้นตอนการเติมธาตุผสม	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. อธิบายองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอนได้(ต่อ)	7. หากต้องการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ต้องการทนต่อแรงกระแทก ควรปรับปริมาณธาตุผสมใดในเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ก. เพิ่มปริมาณแมงกานีสเป็น 0.8-1.0% ข. เพิ่มปริมาณซิลิคอนเป็น 0.5-0.7% ค. ลดปริมาณคาร์บอนเหลือ 0.05% ง. เพิ่มปริมาณกำมะถันเป็น 0.05%	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
2. แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้	8. เหล็กกล้าคาร์บอนทั่วไปที่มีคาร์บอนน้อยที่สุด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. เหล็กหล่อ 9. เหล็กกล้าชนิดใดสามารถขึ้นรูปได้ง่ายที่สุด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (0.05-0.25%C) ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.25-0.55%C) ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (0.55-1.00%C) ง. เหล็กกล้าคาร์บอนสูงมาก (>1.00%C)	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
2. แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้(ต่อ)	10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับผลของปริมาณคาร์บอนต่อความสามารถในการชุบแข็ง ก. ปริมาณคาร์บอนไม่มีผลต่อการชุบแข็ง ข. ยังมีปริมาณคาร์บอนต่ำ ยิ่งชุบแข็งได้ดี ค. <u>ยังมีปริมาณคาร์บอนสูง ยิ่งชุบแข็งได้ดี</u> ง. การชุบแข็งไม่ขึ้นกับปริมาณคาร์บอน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	11. เหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอน 0.80% จัดอยู่ในกลุ่มใด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ค. <u>เหล็กกล้าคาร์บอนสูง</u> ง. เหล็กหล่อ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	12. เหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอน 0.75% เหมาะสำหรับการนำไปทำชิ้นงานประเภทใด ก. โครงสร้างทั่วไป ข. งานเชื่อม ค. เพลาเครื่องจักร ง. <u>เครื่องมือตัด</u>	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
2. แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้(ต่อ)	13. หากต้องการเลือกวัสดุทำเครื่องมือตัดที่ต้องการความแข็งแรงสูง ทนการสึกหรอดี แต่งบประมาณจำกัด ท่านจะเลือกใช้เหล็กกล้าประเภทใด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมาก เพราะราคาถูกที่สุด ข. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เพราะขึ้นรูปง่าย ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เพราะมีความแข็งแรงทนสึกหรอสูง ง. เหล็กกล้าผสม เพราะมีคุณสมบัติดีที่สุด	☐ สร้างสรรค์ ☒ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	14. เหล็กกล้าคาร์บอนชนิดใดที่มีความสามารถในการเชื่อมได้ดีที่สุด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมาก ข. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ค. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ง. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	15. “จากการทดสอบชิ้นงานเหล็กกล้าพบว่ามีความแข็งแรงปานกลาง เชื่อมได้ค่อนข้างยาก แต่สามารถชุบแข็งได้ดี” จากข้อความดังกล่าว เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณคาร์บอนเท่าใด ก. 0.04-0.15% ข. 0.15-0.29% ค. 0.30-0.59% ง. 0.60-1.00%	☐ สร้างสรรค์ ☒ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
3. อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้	16. สมบัติทางกลของเหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนสูง มีคุณสมบัติทางกลอย่างไร ก. ความแข็งเพิ่มขึ้น ความเหนียวลดลง ข. ความแข็งลดลง ความเหนียวเพิ่มขึ้น ค. ความแข็งและความเหนียวเพิ่มขึ้นทั้งคู่ ง. ความแข็งและความเหนียวลดลงทั้งคู่	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	17. “เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ (0.05%-0.35%)” สมบัติทางกลตามข้อใด ก. แข็งแรงมาก แต่เปราะ ข. แข็งแรงไม่มาก แต่รูปง่าย ค. แข็งแรงมาก และแกร่งเมื่อผ่านการปรับปรุงความร้อน ง. แข็งและแกร่งมาก	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	18. “เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.35%-0.50%)” มีสมบัติทางกลตามข้อใด ก. มีความแข็งแรงปานกลาง ข. มีความแข็งแรงมาก และแกร่ง เมื่อผ่านการปรับปรุงสภาพความร้อน ค. มีความแข็งแรงมาก และความเปราะสูง ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
3. อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้(ต่อ)	19. เพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนสูงจึงไม่นิยมใช้ในงานเชื่อม ก. เชื่อมติดยาก เปราะ และแตกง่าย ข. ราคาแพงเกินไป ค. ไม่ทนต่อการกัดกร่อน ง. มีความหนาแน่นสูงเกินไป	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	20. ปริมาณคาร์บอนในวัสดุมีผลกระทบอย่างไรต่อสมบัติทางกลของวัสดุ ก. การเพิ่มคาร์บอนจะทำให้วัสดุมีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกดมากขึ้น แต่ความเหนียวจะลดลง ข. ปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้วัสดุอ่อนลงและยืดหยุ่นได้มากขึ้น ค. การลดปริมาณคาร์บอนจะเพิ่มความแข็งแรงทนทานของวัสดุ ง. การเพิ่มปริมาณคาร์บอนจะเพิ่มความเหนียวและความยืดหยุ่นของวัสดุ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	21. ปริมาณคาร์บอนที่ต่ำลงในเหล็กมีผลต่อสมบัติใดต่อไปนี้ ก. ความเปราะเพิ่มขึ้น ข. ความแข็งแรงลดลง ค. ความแข็งเพิ่มขึ้น ง. ทำให้เหล็กไม่ทนทาน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
3. อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้(ต่อ)	22. การเลือกใช้เหล็กคาร์บอนดำในโครงสร้างสะพานมีข้อดีในเรื่องใด ก. มีความแข็งแรงและทนต่อการสึกหรอ ข. มีความเหนียวและยืดหยุ่นสูง ค. มีความเปราะที่ทำให้แตกหักง่าย ง. ไม่มีข้อดีต่อการใช้งานในโครงสร้างสะพาน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	23. “ถ้าต้องการความเหนียวและทนทานต่อการสั่นสะเทือน” จากข้อความดังกล่าว ควรใช้เหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนตามข้อใด ก. คาร์บอนต่ำ ข. คาร์บอนปานกลาง ค. คาร์บอนสูง ง. ไม่มีคาร์บอน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
4. เลือกรูปการชุบแข็งที่ผิวที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้	24. วัตถุประสงค์หลักของการชุบแข็งที่ผิวเหล็กกล้าคือข้อใด ก. เพื่อให้มีความแข็งแรง แต่เนื้อในยังคงอ่อนนุ่ม ข. เพื่อให้ทั้งผิวและเนื้อมีความแข็งแรงสูง ค. เพื่อให้ผิวหนาสวยงาม ง. เพื่อลดน้ำหนักของชิ้นงาน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
4. เลือกวิธีการชุปแข็งที่ผิวที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้(ต่อ)	25. ข้อใดเป็นวิธีการชุปแข็งที่ผิวแบบดั้งเดิม ก. การชุปแข็งแบบคาร์บูไรซิ่ง ข. การชุปแข็งแบบไนไตรดิง ค. การชุปแข็งแบบแก๊สคาร์บูไรซิ่ง ง. การชุปแข็งแบบแพ็คคาร์เบอร์ไรซิ่ง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	26. การชุปแข็งผิวเหล็กกล้าจะทำให้ข้อใดเกิดขึ้น ก. ผิวแข็งขึ้น แต่เนื้อในยังอ่อนและยืดหยุ่น ข. ผิวและเนื้อในแข็งแรงขึ้นทั้งหมด ค. ผิวและเนื้อในมีความแข็งเท่ากัน ง. ผิวเปราะขึ้น แต่เนื้อในยังคงอ่อนและยืดหยุ่น	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	27. วิธีพื้นฐานของการชุปแข็งผิวเหล็กกล้าข้อใดถูกต้อง ก. คาร์บูไรซิ่ง, ไนไตรดิง, แก๊สคาร์บูไรซิ่ง ข. คาร์บูไรซิ่ง, ไนไตรดิง, แก๊สไนไตรดิง ค. ไนไตรดิง, แก๊สคาร์บูไรซิ่ง, แก๊สไนไตรดิง ง. แก๊สคาร์บูไรซิ่ง, แก๊สไนไตรดิง, จุ่มในอ่างเกลือ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
4. เลือกริธีการชูปแข่งที่ผิวที่ เหมาะสมกับวัสดุและการใช้ งานที่ต้องการได้(ต่อ)	28. “บริษัทผลิตเพื่อชิงชัยในเครื่องจักรกลที่ต้องการความแข็งแรงผิวสูงแต่แกนกลาง ยังคงความเหนียว” จากข้อความดังกล่าวควรเลือกริธีการชูปแข่งแบบใด ก. การชูปแข่งทั้งชิ้น ข. การชูปแข่งผิวด้วยแก๊ส ค. การชูปแข่งผิวด้วยเปลวไฟ ง. การชูปแข่งเหนียว	☐ สร้างสรรค์ ☒ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	29. “ในการผลิตไม้ตัดที่ต้องการความแข็งแรงสูงที่ขอบตัด แต่มีข้อจำกัดด้าน ต้นทุนการผลิต” จากข้อความข้างต้นควรเลือกริธีใดในการชูปแข่ง ก. การชูปแข่งเหนียว ข. การชูปแข่งผิวด้วยเปลวไฟ ค. การชูปแข่งผิวด้วยแก๊ส ง. การชูปไนโตรดิง	☐ สร้างสรรค์ ☒ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	30. “ในการผลิตเพลลาชัยที่ต้องการทนการสั่นไหวและมีความล้าต่ำ” จากข้อความ ดังกล่าวควรเลือกริธีใดในการชูปแข่ง ก. การชูปแข่งทั้งชิ้น ข. การชูปไนโตรดิง ค. การชูปแข่งผิวด้วยเปลวไฟ ง. การชูปแข่งเหนียว	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
4. เลือกรีวิวการชูป แข่งที่ผิวที่เหมาะสม กับวัสดุและการใช้งาน ที่ต้องการได้(ต่อ)	31. “ในการผลิตชิ้นส่วนจำนวนมากที่ต้องการความแข็งแรงสูง และต้องการความสม่ำเสมอ ของคุณภาพ” จากข้อความดังกล่าวควรเลือกวิธีใดในการชุบแข็ง ก. การชุบแข็งเหนียว ข. การชุบแข็งผิวด้วยเปลวไฟ ค. การชุบแข็งด้วยเลเซอร์ ง. การชุบแข็งผิวด้วยแก๊ส	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
5. ปฏิบัติตาม กระบวนการแปรรูป เบอโรซิงค์ได้	32. ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานก่อนแปรรูปเบอโรซิงค์ที่ถูกต้องคือข้อใด ก. ตรวจสอบรอยละเอียดชิ้นงานและเตรียมชิ้นงานให้สมบูรณ์ ข. เตรียมชิ้นงานแบบไม่เป็นระบบ ค. ไม่ต้องเตรียมชิ้นงานก่อน เพียงแต่นำเข้าเตาอบชุบโดยตรง ง. เฉพาะการขัดกระดาษทราย โดยไม่ต้องแก้ไขชิ้นงานอื่นๆ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
5. ปฏิบัติตาม กระบวนการแฟกคาร์ท เบอไรซิงค์ได้(ต่อ)	33. ขั้นตอนการคัดกรองที่ถูกต้องคือข้อใด ก. 1) เตรียมสารที่ใช้ในการคัดกรอง 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) ไม่ต้องเป่าให้แห้ง ข. 1) เตรียมสารที่ใช้ในการคัดกรอง 2) จุ่มกรด 3) ไม่ต้องจุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำ สะอาด 5) เป่าให้แห้ง ค. 1) เตรียมสารที่ใช้ในการคัดกรอง 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) เป่าให้แห้ง ง. 1) เตรียมสารที่ใช้ในการคัดกรอง 2) จุ่มกรด 3) ไม่ต้องจุ่มแอลกอฮอล์ 4) ไม่ต้องจุ่ม น้ำสะอาด 5) ไม่ต้องเป่าให้แห้ง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	34. “ขั้นตอนที่ทำให้เกิดการซึมของคาร์บอนเข้าไปในผิวเหล็กคือข้อใด” จากข้อความ ดังกล่าว คือขั้นตอนใดในกระบวนการแฟกคาร์ทเบอไรซิงค์ ก. การนำชิ้นงานเข้าเตาอบและให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ข. การบรรจุชิ้นงานลงในกล่องพร้อมวัสดุที่มีคาร์บอน ค. การระบายความร้อนหลังจากนำชิ้นงานออกจากเตาอบ ง. การตรวจสอบโครงสร้างหลังการชุบแข็ง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
5. ปฏิบัติตาม กระบวนการแฟ้มการ เบลอริงค์ได้(ต่อ)	35. เหล็กกล้าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในกระบวนการแฟ้มการเบลอริงค์คือข้อใด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. ทุกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

ความเชี่ยวชาญ :

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นประเมินความเหมาะสมของการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่ม
 คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับ
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สาระสำคัญของเนื้อหา						
1. การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน						
2. การสรุปประเด็นของลักษณะของความหมายมีความครอบคลุมเนื้อหา						
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. เป้าหมายมีความมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้อย่างชัดเจน						
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม						
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสัมพันธ์กับจุดประสงค์ทั่วไป						
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน						
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมครอบคลุมเนื้อหา						
เนื้อหาสาระ						
1. สาระโดยสรุปที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. สาระการเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้ครอบคลุมความจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม						
3. มีความชัดเจน						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจน ครอบคลุม						
2. กิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ						
3. กิจกรรมการเรียนการสอน ส่งเสริมการสร้าง ประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในขณะที่เรียน						
สื่อการเรียนการสอน						
1. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เพื่อกระตุ้นความ สนใจเกิด ความรู้สึกรักอยากเรียน						
2. ส่งเสริมให้เข้าใจหน่วยการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาและเข้าใจตรงกัน						
3. ย่อขยายสิ่งที่จะเรียนรู้แทนของจริงได้						
4. มีส่วนสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน						
การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน						
1. เครื่องมือวัดผลประเมินผล มีความเหมาะสม						
2. ระบุเกณฑ์การวัดผลประเมินผลชัดเจน						
3. เกณฑ์การวัดผลประเมินผลมีความเหมาะสม						
4. เครื่องมือวัดผลวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์						
บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน						
1. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความ ครอบคลุม						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
2. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความ สะดวก						

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้



ภาคผนวก ค

- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
- แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับ
นิยามศัพท์ของแบบประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิง
สถานการณ์
- ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)
- ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ
- ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคนตอบถูกและผิด
- ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20)
- ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเพิ่ม
คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีค่าตามเกณฑ์ที่
กำหนดที่ระดับ 80/80
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเพิ่ม
คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ของแบบประเมินความเหมาะสมชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่ม
คาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตารางที่ ค-2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) เพื่อสร้างแบบประเมิน
ความเหมาะสม

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC	รวม	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สาระสำคัญของเนื้อหา								
1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม								
1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
เนื้อหาสาระ								
1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
กิจกรรมการเรียนรู้								
1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC	รวม	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ใบเนื้อหา

1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ใบมอบหมายงาน

1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ใบสังเกตพฤติกรรม

1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ใบตรวจให้คะแนน

1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
----	---	---	---	---	---	---	-----	--------

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC	รวม	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

สื่อการเรียนการสอน

1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	0	1	1	5	0.8	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน

1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

จากตารางที่ ค-2 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ สาระสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนและบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน ผ่านเกณฑ์ ทุกข้อ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ตารางที่ ค-3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
5.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
6.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
7.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
8.	0	1	1	1	1	5	0.8	ใช้ได้
9.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
10.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
11.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
12.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
13.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
14.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
16.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
17.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
18.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
19.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
20.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
21.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
22.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
23.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
24.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
25.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
26.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
27.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
28.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
29.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
30.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
31.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
32.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
33.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
34.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้
35.	1	1	1	1	1	5	1.0	ใช้ได้

จากตารางที่ ค-3 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 35 ข้อ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา ผ่านทุกข้อ



ค่าความยากง่าย (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (r)
 ของระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

ตารางที่ ค-4 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
1.	0.2	0.4	ข้อสอบยาก, อำนาจจำแนกดี
2.	0.15	0.1	ข้อสอบยากมาก, อำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุง) ตัดทิ้ง
3.	0.65	0.5	ข้อสอบง่ายมาก, อำนาจจำแนกดี (แต่ DI ตีตลาด แสดงว่ามีปัญหา)
4.	0.5	-0.4	ข้อสอบยากปานกลาง, แต่อำนาจจำแนกตีตลาด (ข้อสอบอาจมีปัญหา) ตัดทิ้ง
5.	0.4	0	ข้อสอบยากปานกลาง, อำนาจจำแนกต่ำ ตัดทิ้ง
6.	0.35	0.3	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกปานกลาง
7.	0.5	0.6	ข้อสอบยากปานกลาง, อำนาจจำแนกสูง (แต่

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
			DI ติดลบ อาจต้อง ตรวจสอบ)
8.	0.7	0.2	ข้อสอบค่อนข้างง่าย, อำนาจจำแนกปาน กลาง
9.	0.65	0.5	ข้อสอบง่ายมาก, อำนาจจำแนกดี (แต่ DI ติดลบ ควร ปรับปรุง)
10.	0.55	0.3	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
11.	0.15	0.3	ข้อสอบยากมาก อำนาจจำแนกดี
12.	0.2	0	ข้อสอบค่อนข้างยาก ,ไม่มีอำนาจจำแนก ตัดทิ้ง
13.	0.35	0.1	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกต่ำ
14.	0.2	0.2	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกปาน กลาง
15	0.35	-0.1	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกติดลบ, อาจต้องปรับปรุง ตัดทิ้ง

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
16.	0.3	0.2	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกปาน กลาง
17.	0.5	0.4	ข้อสอบปานกลาง, อำนาจจำแนกดี
18.	0.35	0.1	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกต่ำ
19.	0.45	0.1	ข้อสอบปานกลาง, อำนาจจำแนกต่ำ
20.	0.5	0.4	ข้อสอบปานกลาง, อำนาจจำแนกดี
21.	0.4	0	ข้อสอบปานกลาง,ไม่มี อำนาจจำแนก
22.	0.45	0.3	ข้อสอบปานกลาง, อำนาจจำแนกดี
23.	0.45	0.1	ข้อสอบปานกลาง, อำนาจจำแนกต่ำ
24.	0.1	0	ข้อสอบยากมาก,ไม่มี อำนาจจำแนก ตัดทิ้ง
25.	0.2	0.2	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกปาน กลาง

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
26.	0.5	0.4	ข้อสอบง่าย,อำนาจจำแนกดี
27.	0.3	0.2	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกปานกลาง
28.	0.25	0.1	ข้อสอบค่อนข้างยาก,อำนาจจำแนกต่ำ ตัดทิ้ง
29.	0.4	0.2	ข้อสอบค่อนข้างง่าย,อำนาจจำแนกปานกลาง
30.	0.4	0.2	ข้อสอบค่อนข้างง่าย,อำนาจจำแนกปานกลาง
31.	0.25	0.1	ข้อสอบค่อนข้างยาก,อำนาจจำแนกต่ำ ตัดทิ้ง
32.	0.35	0.3	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกดี
33.	0.55	-0.1	ข้อสอบง่าย,อำนาจจำแนกติดลบ, อาจต้องปรับปรุง ตัดทิ้ง
34.	0.5	0.2	ข้อสอบง่าย,อำนาจจำแนกปานกลาง

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
35.	0.35	0.1	ข้อสอบปานกลาง, อำนาจจำแนกต่ำ ตัดทิ้ง

ตารางที่ ค-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ข้อ คำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{X}$	S.D.
สาระสำคัญของเนื้อหา											
1.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4.78	0.44
จุดประสงค์การเรียนรู้											
1.	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89	0.33
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม											
1.	5	4	4	5	3	5	5	5	5	4.56	0.72
2.	5	4	4	5	3	5	5	5	5	4.56	0.73
3.	5	5	4	5	3	5	4	5	5	4.56	0.73
เนื้อหาสาระ											
1.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	4	4	5	3	5	5	5	5	4.56	0.73
3.	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4.67	0.5
กิจกรรมการเรียนรู้											
1.	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4.78	0.44

ข้อ คำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{X}$	S.D.
2.	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
3.	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4.78	0.44
ใบเนื้อหา											
1.	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4.78	0.44
3.	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
4.	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4.78	0.44
ใบมอบหมายงาน											
1.	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4.78	0.44
3.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
4.	5	4	4	5	3	5	5	5	5	4.56	0.73
5.	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4.67	0.5
ใบสังเกตพฤติกรรม											
1.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4.78	0.44
3.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
4.	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89	0.33
ใบตรวจให้คะแนน											
1.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
3.	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89	0.33
4.	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
5.	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4.78	0.44
สื่อการเรียนการสอน											
1.	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4.67	0.5

ข้อ คำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{X}$	S.D.
2.	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89	0.33
3.	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4.56	0.53
4.	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4.78	0.44
การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน											
1.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
3.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
4.	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
คู่มือครู											
1.	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89	0.33
2.	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4.56	0.53
3.	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4.78	0.44
บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน											
1.	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4.78	0.44
2.	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.89	0.33
ผลรวม										4.79	0.13

จากตารางที่ ค-5 พบว่า การแปลผลคะแนนจากแบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลใช้เกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด, 2553 ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้า
คาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดย
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.79 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด



ตารางที่ ค-6 ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก (R_U)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (R_L)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)	ความหมาย
1	8	6	0.2	0.4	ข้อสอบยาก, อำนาจจำแนกดี
2	10	3	0.65	0.5	ข้อสอบง่ายมาก, อำนาจจำแนกดี
3	13	9	0.35	0.3	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกปานกลาง
4	11	6	0.5	0.6	ข้อสอบยากปานกลาง, อำนาจจำแนกสูง
5	16	16	0.7	0.2	ข้อสอบค่อนข้างง่าย, อำนาจจำแนกปานกลาง
6	16	16	0.65	0.5	ข้อสอบง่ายมาก, อำนาจจำแนกดี
7	9	10	0.55	0.3	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
8	1	3	0.15	0.3	ข้อสอบยากมาก อำนาจจำแนกดี
9	15	11	0.35	0.1	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกต่ำ
10	13	12	0.2	0.2	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกปานกลาง
11	10	10	0.3	0.2	ข้อสอบค่อนข้างยาก, อำนาจจำแนกปานกลาง
12	14	14	0.5	0.4	ข้อสอบปานกลาง, อำนาจจำแนกดี

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก (R_U)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (R_L)	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)	ความหมาย
13	16	14	0.35	0.1	ข้อสอบค่อนข้างยาก,อำนาจจำแนกต่ำ
14	11	6	0.45	0.1	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกต่ำ
15	14	5	0.5	0.4	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกดี
16	16	10	0.4	0	ข้อสอบปานกลาง,ไม่มีอำนาจจำแนก
17	4	5	0.45	0.3	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกดี
18	14	9	0.45	0.1	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกต่ำ
19	1	4	0.2	0.2	ข้อสอบค่อนข้างยาก,อำนาจจำแนกปานกลาง
20	11	5	0.5	0.4	ข้อสอบง่าย,อำนาจจำแนกดี
21	16	7	0.3	0.2	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกปานกลาง
22	13	4	0.4	0.2	ข้อสอบค่อนข้างง่าย,อำนาจจำแนกปานกลาง
23	15	12	0.4	0.2	ข้อสอบค่อนข้างง่าย,อำนาจจำแนกปานกลาง
24	4	10	0.35	0.3	ข้อสอบปานกลาง,อำนาจจำแนกดี
25	10	6	0.5	0.2	ข้อสอบง่าย,อำนาจจำแนกปานกลาง

จากตารางที่ ค-6 เกณฑ์การวิเคราะห์ความยากง่าย ที่นำไปใช้ได้ควรอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8

หมายเหตุ จำนวนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ จำนวนผู้สอบเท่ากับ 32 คน คำนวณตามอัตรา 25% คือ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูงนับจากคะแนนสูงสุดลงไปและกลุ่มต่ำนับคะแนนน้อยขึ้นไป และจำนวนกระดาษคำตอบทั้งสองกลุ่มต้องมีจำนวนเท่ากันตามเปอร์เซ็นต์เทคนิคที่ใช้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2536 :382-386)

ตารางที่ ค-7 ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20)

ผลรวม pq	1.16
ค่าเฉลี่ยผลสอบ $\bar{X}$	15.43
ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ s^2	7.75
ค่าความเชื่อมั่น	0.88

จากการทดลองผู้วิจัยได้ใช้ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ ที่ได้เลือกมาใช้ทดสอบกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน เกณฑ์การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ด้วยสูตร KR-20 เกณฑ์การแปลผลค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมืออยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 ยิ่งใกล้ 1.00 ยิ่งมีความเชื่อมั่นสูง เกณฑ์การแปลผลความเชื่อมั่นมีดังนี้

0.00 - 0.20 ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย

0.21 - 0.40 ความเชื่อมั่นต่ำ

0.41 - 0.70 ความเชื่อมั่นปานกลาง

0.71 - 1.00 ความเชื่อมั่นสูง

ตารางที่ ค-8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรม
การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ มีค่า
ตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน		รวม	ผลการสอบหลังเรียน
	แบบทดสอบ	ปฏิบัติ		
คะแนนเต็ม	15	300	315	25
คนที่ 1	10	256	266	19
คนที่ 2	12	275	287	20
คนที่ 3	11	232	243	21
คนที่ 4	14	230	244	22
คนที่ 5	9	236	245	23
คนที่ 6	13	240	253	19
คนที่ 7	10	237	247	20
คนที่ 8	12	300	312	21
คนที่ 9	14	258	272	22
คนที่ 10	11	237	248	23
คนที่ 11	13	254	267	19
คนที่ 12	10	240	250	20
คนที่ 13	12	237	249	21
คนที่ 14	11	234	245	22
คนที่ 15	12	245	257	23

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน		รวม	ผลการสอบหลังเรียน
	แบบทดสอบ	ปฏิบัติ		
คนที่ 16	12	242	254	19
คนที่ 17	13	248	261	20
คนที่ 18	13	256	269	21
คนที่ 19	13	235	248	22
คนที่ 20	14	228	242	23
คนที่ 21	11	243	254	19
คนที่ 22	12	253	265	20
คนที่ 23	13	267	280	21
คนที่ 24	13	263	276	22
คนที่ 25	12	265	277	23
คนที่ 26	13	281	294	19
คนที่ 27	13	246	259	20
คนที่ 28	13	257	270	21
คนที่ 29	14	261	275	22
คนที่ 30	13	252	265	22
คนที่ 31	13	234	247	21
คนที่ 32	12	251	263	22

คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในขณะที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอน มีคะแนนเฉลี่ย 262 จากคะแนนเต็ม 315 คิดเป็นร้อยละ 83.26 และได้ทำการประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียนกับนักศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 21 จากคะแนนเต็ม 25 คิดเป็นร้อยละ 84 แสดงว่า ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.26/84 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ตารางที่ ค-9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่อการร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

นักเรียน	ผลการสอบหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
คะแนนเต็ม	35	25
คนที่ 1	14	19
คนที่ 2	13	20
คนที่ 3	12	21
คนที่ 4	12	22
คนที่ 5	12	23
คนที่ 6	12	19
คนที่ 7	11	20
คนที่ 8	11	21
คนที่ 9	11	22
คนที่ 10	11	23
คนที่ 11	10	19

นักเรียน	ผลการสอบหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
คะแนนเต็ม	35	25
คนที่ 12	10	20
คนที่ 13	9	21
คนที่ 14	9	22
คนที่ 15	9	23
คนที่ 16	8	19
คนที่ 17	8	20
คนที่ 18	8	21
คนที่ 19	8	22
คนที่ 20	8	23
คนที่ 21	8	19
คนที่ 22	8	20
คนที่ 23	8	21
คนที่ 24	7	22
คนที่ 25	7	23
คนที่ 26	7	19
คนที่ 27	7	20
คนที่ 28	7	21
คนที่ 29	7	22

นักเรียน	ผลการสอบหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
คะแนนเต็ม	35	25
คนที่ 30	6	22
คนที่ 31	5	21
คนที่ 32	5	22

ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.56 พบว่า นักศึกษาการคิดแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก ง

- ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ One sample t test
- แผนการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตารางที่ ง-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง
โดยใช้โปรแกรม SPSS

➔ T-Test

[DataSet0]

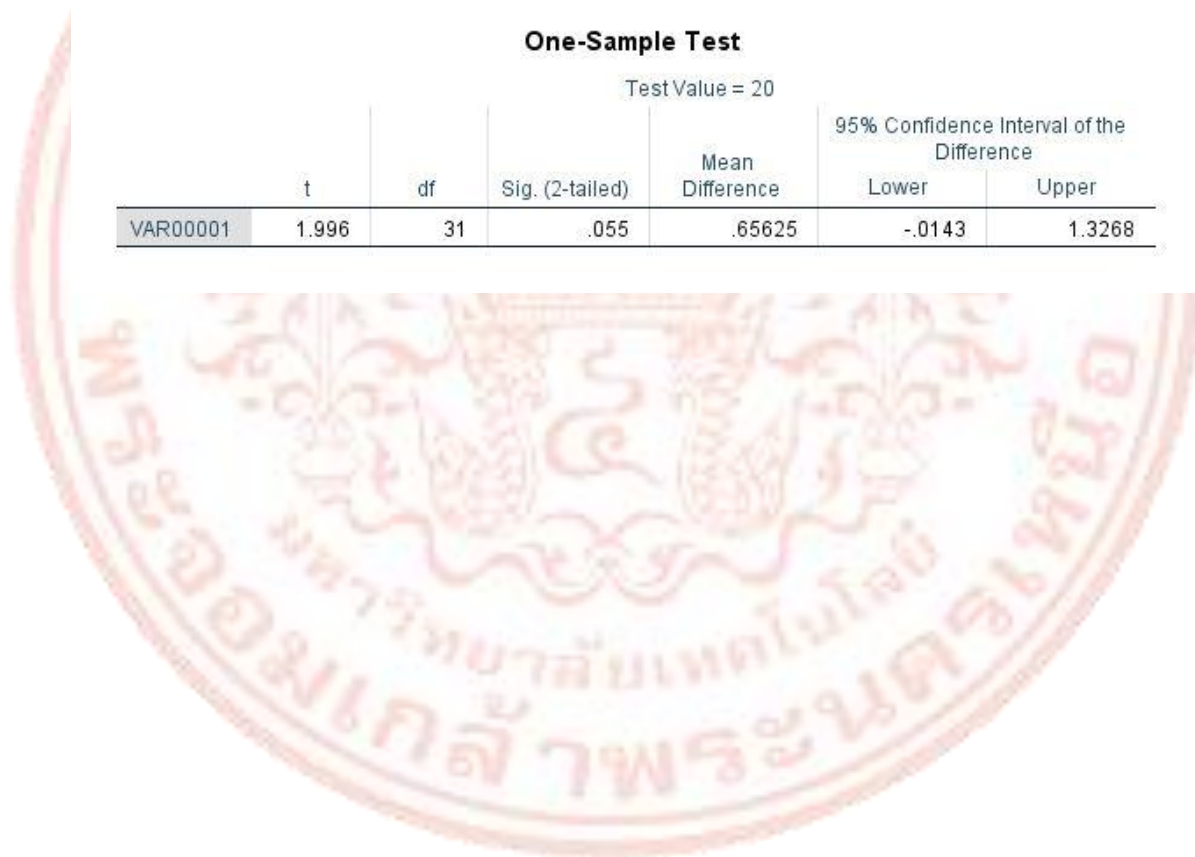
One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR000001	32	20.6563	1.85975	.32876

One-Sample Test

Test Value = 20

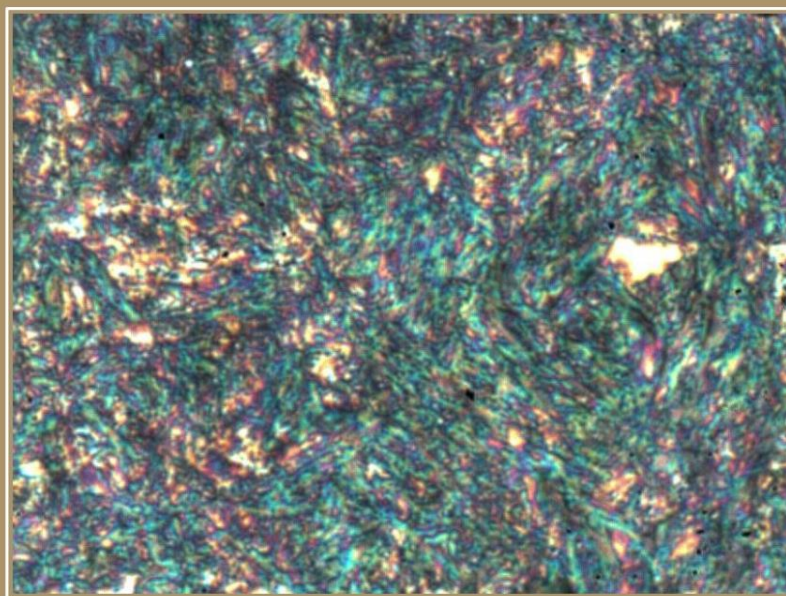
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR000001	1.996	31	.055	.65625	-.0143	1.3268





การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

Development of an Activity Kit for Increasing Carbon Content in Low Carbon Steel Combined with Situational Learning for Vocational Certificate Level Students



จัดทำโดย

นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน รหัสประจำตัว 66-020178-5707-0

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

ค.อ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา)

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ กับเกณฑ์ โดยได้จัดทำและเรียบเรียงขั้นตอนและรายละเอียดต่าง ๆ ของกระบวนการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เพื่อให้เข้าใจง่ายและนักเรียนสามารถปฏิบัติงานและเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและผลลัพธ์ที่ตั้งไว้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นักเรียนจะสามารถปฏิบัติงานตามชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำได้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพเป็นมาตรฐานเดียวกัน และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในรายวิชาอบชูปโลหะต่อไป

สิทธิศักดิ์ สุขสิน

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมคาร์บอนฯ	1
วัดผลกิจกรรม	4
ใบเนื้อหา	5
แบบฝึกหัด	10
ใบมอบหมายงาน	14
แบบสังเกตพฤติกรรม	22
เอกสารประกอบการสอน	25
คู่มือครู	31
บันทึกหลังสอน	33



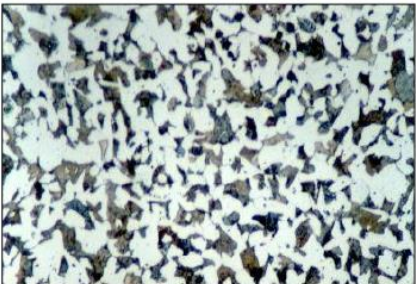
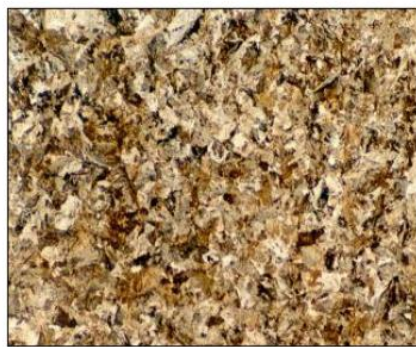
กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์	
วิชา อบชุบโลหะ	ระดับ ปวช. 3
เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ระยะเวลา 6 ชั่วโมง
สาระสำคัญของเนื้อหา การเพิ่มธาตุคาร์บอนลงบนชิ้นงานเหล็กโดยกรรมวิธี แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ (Carburizing) นิยมใช้กับเหล็กที่มีคาร์บอนต่ำประมาณ 0.1-0.2% เพื่อจะได้ทำการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ ให้เหล็กมีปริมาณคาร์บอนที่ผิวเพิ่มขึ้นเป็น 0.8% จะช่วยให้เหล็กมีคุณสมบัติทางกลที่ดีขึ้น และมีการทนต่อการเสียดสีมากขึ้น การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์จึงเหมาะต่อการนำมาผลิตชิ้นงานหลายประเภท เช่น เพือง เฟลา สลัก ชิ้นส่วนเครื่องจักร เป็นต้น จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเหล็กกล้าคาร์บอน การชุบแข็งที่ผิว และกระบวนการอบการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ได้ 2. ปฏิบัติเกี่ยวกับการชุบแข็งที่ผิว และกระบวนการอบการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ได้ 3. มีกิจนิสัยในการทำงานที่มีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ส่วนรวม และปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอนได้ 2. แยกประเภทของเหล็กกล้าคาร์บอนตามปริมาณคาร์บอนได้ 3. อธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลได้ 4. เลือกวิธีการชุบแข็งที่ผิวที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้ 5. ปฏิบัติตามกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ได้ เนื้อหาสาระ 1. ความหมายและชนิดของเหล็กกล้าคาร์บอน 2. กระบวนการชุบแข็งที่ผิว 3. กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน
แผนงานวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

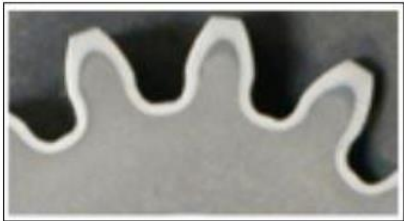
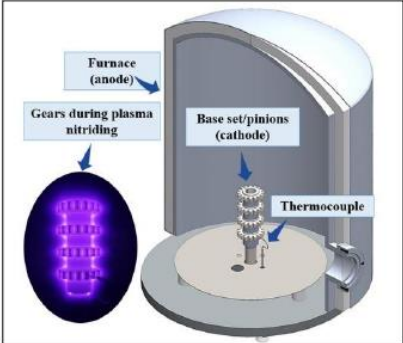
กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์					
วิชา อบรมชุบโลหะ				ระดับ ปวช. 3	
เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์				ระยะเวลา 6 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
การเรียนรู้เชิงสถานการณ์	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
-	เช็คชื่อผู้สอน	ถาม	ตอบ	-	10
ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา	นำเข้าสู่บทเรียน	- บรรยายหัวข้อประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอน	- ศึกษาองค์ประกอบหลักของเหล็กกล้าคาร์บอน	Power point ชิ้นงาน	10
		-ถามนักเรียนโดยนำเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมาเปรียบเทียบว่าเหล็กชนิดใดมีความแข็งแรงมากกว่ากัน	- ตอบชิ้นงานที่สามารถอบชุบโลหะได้และไม่สามารถอบชุบโลหะได้		10
		- กำหนดปัญหาโดยถามนักเรียนเพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้	- ตอบปัญหาในการอบชุบที่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้		10
ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา	เหล็กกล้าคาร์บอน	- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนสูง	- ศึกษาเบอร์เส้นของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง	Power point ใบเนื้อหา1/5	5
		- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง	- ศึกษาเบอร์เส้นของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง		5
		- บรรยายเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	- ศึกษาเบอร์เส้นของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		5
		- ให้นักเรียนแยกประเภทของของเหล็กกล้าจากปริมาณคาร์บอน	- ตอบเหล็กกล้าคาร์บอนชนิดใดเปอร์เซ็นต์คาร์เท่าไร	Power point (บผ.2)	5
ขั้นเสนอแนวทางการแก้ไข ปัญหา	โครงสร้างและคุณสมบัติเชิงกล	- บรรยายโครงสร้างของเหล็กกล้าและคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ศึกษาเลือกโครงสร้างที่ส่งผลถึงคุณสมบัติเชิงกล	Power point	10
		- ถามคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	- ตอบคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ	Power point	10
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ			ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
แผนงานวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

กิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์					
วิชา ออบุโหลหะ				ระดับ ปวช. 3	
เรื่อง แพ้คาร์เบอร์โรซิงค์				ระยะเวลา 6 ชั่วโมง	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการสอน/การวัดผล					
การเรียนรู้เชิงสถานการณ์	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา	การชุบแข็งที่ผิวและคาร์เบอร์โรซิงค์	-บรรยายกระบวนการชุบแข็งที่ผิวเหล็ก	- ศึกษาการชุบแข็งที่ผิวเหล็ก	PowerPoint (ใบเนื้อหา 3/5)	10
		- ถามกระบวนการชุบแข็งที่ผิวเหล็ก	-ตอบคำถามการชุบแข็งที่ผิว	PowerPoint (บฝ.2)	10
		- ยกตัวอย่างกระบวนการชุบแข็งที่ผิวและให้นักเรียนเลือกวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงฝึกงาน	-เลือกวิธีการชุบแข็งที่ผิวที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงฝึกงาน	PowerPoint (บฝ.2) ใบเนื้อหา 5/5	10
		-บรรยายกระบวนการแพ็กคาร์เบอร์โรซิง	- ศึกษากระบวนการแพ็กคาร์เบอร์โรซิง	PowerPoint (บฝ.2)	5
		- ยกตัวอย่าง	-เลือกกระบวนการคาร์	ใบขั้นตอนปฏิบัติงาน	5
		กระบวนการแพ็กคาร์เบอร์โรซิงและให้นักเรียนเลือกวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงฝึกงาน	เบอร์โรซิงที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงฝึกงาน	PowerPoint บฝ.2)	595
ขั้นนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้	ทำแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก	- ควบคุมนักเรียนสอบหัวข้อเรื่องการแพ็กคาร์เบอร์โรซิง	- สอบหัวข้อเรื่องการแพ็กคาร์เบอร์โรซิง	แบบทดสอบ	60
		- รวบรวมชิ้นงานปฏิบัติของผู้เรียน	- นำชิ้นงานปฏิบัติส่งครูผู้สอน		5
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ			ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

แผนการวัดผลกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มความรู้การเพิ่มความรู้ให้แก่หลักการค้ารับองค์ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์					
วิชา อนุบาล		ระดับ ประถมศึกษาปีที่ 1 (16 คาบ ๆ ละ 60 นาที)			
เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์รี่		ระยะเวลา 4 สัปดาห์ (16 คาบ ๆ ละ 60 นาที)			
ขั้นตอน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	สื่อการสอน	เครื่องมือประเมิน	เอกสาร ชู/หน้า	
1. ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา	อธิบายองค์ประกอบหลักของหลักการค้ารับองค์ได้	- Power point - ชิ้นงานจริง	ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2	11	
2. ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา	แยกประเภทของหลักการค้ารับองค์ตามปริมาณการค้ารับองค์ได้	- Power point - ใบเนื้อหา 1/5	- ถูกผิด แบบฝึกหัด 1 - ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2	10 11	
3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	อธิบายผลกระทบของปริมาณการค้ารับองค์ที่มีต่อสมบัติทางกลได้	- Power point - ใบเนื้อหา 2/5	ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2	11	
4. ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการชุมชนแข็งที่ผิวที่เหมาะสมกับวัสดุและการใช้งานที่ต้องการได้	- PowerPoint - ใบเนื้อหา 3/5 - ใบเนื้อหา 5/5	- ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2 - ใบมอบหมายงาน - แบบสังเกตพฤติกรรม	11 14 - 21 22 - 24	
5. ขั้นนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้	ปฏิบัติตามกระบวนการแก้ปัญหาที่การเบรจิงค์ได้	PowerPoint	- ตอบสั้น แบบฝึกหัด 2 - ใบมอบหมายงาน - แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบทดสอบ	13 14 - 21 22 - 24	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ใบเนื้อหา	1 / 5
	เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าคาร์บอน คือเหล็กที่มีส่วนผสมหลักเป็นคาร์บอน มีราคาถูกและนิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามปริมาณคาร์บอน ได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ, เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง และ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง โดยแต่ละประเภทจะมีความแข็งแรงและการใช้งานที่แตกต่างกันไป		
	เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (0.05%-0.35%) แข็งแรงไม่มากแปรรูปง่าย		
	เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.35%-0.50%) แข็งและแกร่งขึ้นเมื่อผ่านการปรับปรุงสภาพความร้อน ใช้ในงานตีขึ้นรูป เช่น ประแจ, แกนเพลลา, เพือง		
	เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (มากกว่า 0.50%) แข็งและแกร่งมากเมื่อผ่านการปรับปรุงสภาพความร้อน		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบุบลโหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ใบเนื้อหา	2 / 5
	โครงสร้างของเหล็กกล้า เหล็กกล้า มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0-2% ทำให้มีความแข็งแรงและเหนียวเหล็กหล่อ มีคาร์บอนผสมมากกว่า 2% ทำให้แข็งและเปราะกว่าเหล็กกล้า		
	เฟอร์ไรต์ เฟอร์ไรต์มีคาร์บอนละลายน้อย จึงบริสุทธิ์สูง เหนียวทนต่อการแตกหัก แต่มีความแข็งแรงปานกลาง มีคุณสมบัติแม่เหล็กที่อุณหภูมิห้อง และขึ้นรูปได้ง่าย		
	เพิร์ลไลต์ เพิร์ลไลต์มีโครงสร้างชั้นสลับระหว่างเฟอร์ไรต์และซีเมนไทต์ แข็งแรงและแข็งกว่ามาก แต่เปราะกว่าเฟอร์ไรต์เล็กน้อย และทนการสึกหรอดีกว่า		
	ซีเมนต์ไต์ ซีเมนต์ไต์มีความแข็งแรงและเปราะสูง ปรากฏเป็นแผ่นบางหรือเส้นเมื่อดูผ่านกล้องจุลทรรศน์		
	ออสเทนไนต์ ออสเทนไนต์ละลายคาร์บอนได้สูงกว่าเฟอร์ไรต์ มีความเหนียวสูง แต่แข็งแรงปานกลาง ไม่ใช่แม่เหล็ก และขึ้นรูปได้ง่าย		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบเนื้อหา	3 / 5
			
การชุบแข็งที่ผิว			
การชุบผิวแข็งหรือเคสฮาร์ดนิง เป็นการสร้างชั้นผิวแข็งที่ทนทานบนโลหะ ขณะที่แกนภายในยังคงอ่อนและยืดหยุ่น (แข็งนอก นุ่มใน)			
			
การชุบผิวแข็งในเหล็กกล้า			
การชุบผิวแข็งเหล็กกล้า ทำให้ ผิวภายนอกแข็ง ขึ้น โดยการเปลี่ยนโครงสร้างเป็น มาเทนไซด์ แต่ เนื้อใน ยังคงมีความ อ่อน และ เหนียว อยู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับ โครงสร้างเดิมของเหล็ก เช่น เฟอไรต์ เพิร์ลไลต์ หรือ ซีเมนไทต์ และปริมาณธาตุผสมอื่นๆ ที่เติมลงไป			
			
วิธีการพื้นฐานของการชุบผิวแข็ง			
วิธีการชุบผิวแข็งมีวิธีการชุบพื้นฐานอยู่ 3 วิธีได้แก่			
1. วิธีคาร์บูไรซิง (Carburizing) 2. วิธีไนไตรดิง (Nitriding) 3. วิธีแก๊สคาร์บูไรซิง (Gas Carburizing)			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบเนื้อหา	4 / 5
การคาร์เบอร์ไรซิง คาร์เบอร์ไรซิงค์เพิ่มคาร์บอนที่ผิวเหล็กคาร์บอนต่ำ (0.1-0.2%) ให้ถึง 0.8% เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการเสียดสี ใช้กับชิ้นส่วนเช่น เฟือง, เพลา, และสลัก  ประเภทของคาร์เบอร์ไรซิง 1. สภาวะของแข็ง (Pack Carburizing) การอบชิ้นงานที่ 900-950°C โดยใช้ผงถ่านไม้ 70-80% ผสมกับสารเร่งปฏิกิริยา เพื่อให้คาร์บอนซึมเข้าผิวชิ้นงาน  2. สภาวะของเหลว (Liquid Carburizing) เป็นวิธีการให้ความร้อนแก่ผิวเหล็ก โดยการนำชิ้นงานไปแช่ในอ่างเกลือหลอมเหลวชนิดไซยาไนด์  3. สภาวะแก๊ส (Gas Carburizing) การทำให้ผิวเหล็กแข็งขึ้นโดยการนำไปอบในแก๊ส เช่น โปรเพน หรือมีเทน ทำให้คาร์บอนซึมเข้าไปในผิวเหล็ก ทำให้ผิวแข็งแรง ทนทานต่อการสึกหรอมากขึ้น			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

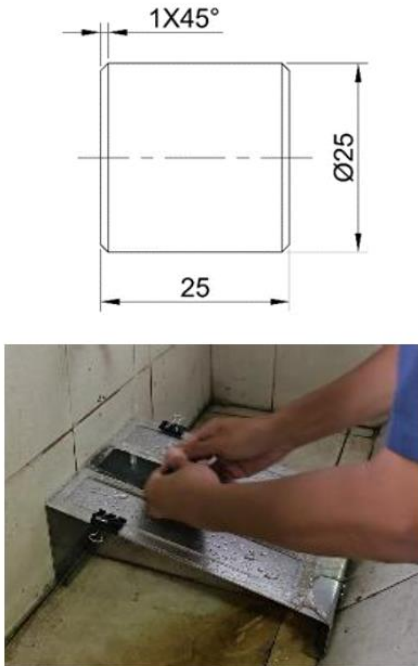
	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบเนื้อหา	5 / 5
  		กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง เป็นวิธีการชุบแข็งผิวเหล็กแบบดั้งเดิม โดยการนำชิ้นงานไปบรรจุในกล่องพร้อมกับวัสดุที่มีคาร์บอน เช่น ถ่านไม้, ถ่านโค้ก เมื่อให้ความร้อน วัสดุเหล่านี้จะปล่อยคาร์บอนออกมา ทำให้คาร์บอนซึมเข้าไปในผิวเหล็ก ทำให้ผิวแข็งขึ้น ขั้นตอนการปฏิบัติการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง 1) นำชิ้นงานที่ต้องการชุบแข็งมาบรรจุลงในกล่องที่ทนความร้อนสูง พร้อมกับวัสดุที่มีคาร์บอน เช่น ถ่านไม้, ถ่านโค้ก 2) นำกล่องที่บรรจุชิ้นงานเข้าเตาอบ และให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงประมาณ 815-980 องศาเซลเซียส เพื่อให้เหล็กกล้าเปลี่ยนสถานะเป็นออสเทนไนต์ 3) การแพร่ของคาร์บอนที่อุณหภูมิสูง วัสดุที่มีคาร์บอนจะปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมา ซึ่งจะแพร่เข้าไปในโครงสร้างออสเทนไนต์ของชิ้นงาน ทำให้เกิดชั้นผิวที่มีคาร์บอนเข้มข้นขึ้น 4) หลังจากให้ความร้อนตามระยะเวลาที่กำหนด ก็จะนำชิ้นงานออกจากเตาอบและทำการระบายความร้อนเพื่อให้เกิดโครงสร้างที่แข็งแรง	
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	แบบฝึกหัด	1
คำชี้แจงให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นถูกหรือผิด ถ้าถูกให้ที่เครื่องหมาย ✓ ถ้าผิดให้ทำเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องว่าง 1. การเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำสามารถทำได้โดยวิธีการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง (Pack Carburizing) 2. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงเหมาะสมกับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่มีปริมาณคาร์บอนมากกว่า 0.5% 3. การอบชุบในสถานะของแข็ง (Solid State) สามารถเพิ่มความแข็งแรงของชิ้นงานได้ 4. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ 5. การชุบแข็งที่ผิวเหล็กกล้าคาร์บอนจะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงขึ้น แต่เนื้อในของชิ้นงานจะยังคงความนุ่มและยืดหยุ่น 6. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงจะช่วยเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กจาก 0.2% เป็น 0.8% เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการเสียดสี 7. การแพร่ของคาร์บอนในกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C 8. โครงสร้างเฟอร์ไรต์มีความแข็งแรงมากกว่าโครงสร้างเพิร์ลไลต์ 9. วิธีการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงในสถานะของเหลวจะทำให้ผิวเหล็กมีความแข็งน้อยกว่าวิธีในสถานะแก๊ส 10. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงสามารถนำไปใช้ผลิตชิ้นงานต่าง ๆ เช่น เฟือง เพลา และสลัก			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : อบอุ่นโลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	แบบฝึกหัด	2
คำชี้แจงให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง 1. นักเรียนเพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้ ตอบ..... 2. เหล็กกล้าคาร์บอนแต่ละประเภทมีปริมาณคาร์บอนเท่าไร ตอบ..... 3. จงอธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอน โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำให้ชัดเจน พร้อมยกตัวอย่างการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเภทเหล็กกล้า ตอบ..... 4. กระบวนการชุบแข็งที่ผิวมีกี่ประเภทพร้อมอธิบาย ตอบ..... 5. บรรยายกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์มีกี่ประเภทอะไรบ้าง ตอบ.....			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	เฉลย แบบฝึกหัด	1
คำชี้แจงให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นถูกหรือผิด ถ้าถูกให้ทำเครื่องหมาย ✓ ถ้าผิดให้ทำเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องว่าง ✓.....1. การเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำสามารถทำได้โดยวิธีการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิง (Pack Carburizing) ✗.....2. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงเหมาะสมกับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่มีปริมาณคาร์บอนมากกว่า 0.5% ✓.....3. การอบชุบในสภาวะของแข็ง (Solid State) สามารถเพิ่มความแข็งแรงของชิ้นงานได้ ✓.....4. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางมีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ✓.....5. การชุบแข็งที่ผิวเหล็กกล้าคาร์บอนจะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น แต่เนื้อในของชิ้นงานจะยังคงความนุ่มและยืดหยุ่น ✓.....6. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงจะช่วยเพิ่มคาร์บอนที่ผิวของเหล็กจาก 0.2% เป็น 0.8% เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการเสียดสี ✗.....7. การแพร่ของคาร์บอนในกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงเกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 700-800°C ✗.....8. โครงสร้างเฟอร์ไรต์มีความแข็งแรงมากกว่าโครงสร้างเพิร์ลไลต์ ✗.....9. วิธีการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงในสภาวะของเหลวจะทำให้ผิวเหล็กมีความแข็งน้อยกว่าวิธีในสภาวะแก๊ส ✓.....10. การแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงสามารถนำไปใช้ผลิตชิ้นงานต่าง ๆ เช่น เฟือง เพลา และสลัก			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	เฉลย แบบฝึกหัด	2
คำชี้แจงให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง 1. นักเรียนเพราะเหตุใดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้ ตอบ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำไม่สามารถอบชุบได้ เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนน้อย (น้อยกว่า 0.3%) ซึ่งทำให้คุณสมบัติที่สำคัญสำหรับกระบวนการอบชุบ เช่น ความแข็งแรงและความสามารถในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในไม่เพียงพอ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมักมีความเหนียวสูง แต่ไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้เมื่อผ่านกระบวนการอบชุบ 2. เหล็กกล้าคาร์บอนมีกี่ประเภทแต่ละประเภทมีปริมาณคาร์บอนเท่าไร ตอบ มี 3 ประเภท 1. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (0.05%-0.35%) 2. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.35%-0.50%) 3. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (มากกว่า 0.50%) 3. จงอธิบายผลกระทบของปริมาณคาร์บอนที่มีต่อสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอน โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำให้ชัดเจน พร้อมยกตัวอย่างคุณสมบัติทางกลแต่ละประเภท ตอบ 1. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (0.05%-0.35%) แข็งแรงไม่มาก แปรรูปง่าย 2. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (0.35%-0.50%) แข็งและแกร่งขึ้นเมื่อผ่านการปรับสภาพความร้อน ใช้ในงานตีขึ้นรูป เช่น ประแจ, แกนเพลลา, เพือง 3. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (มากกว่า 0.50%) แข็งและแกร่งมากเมื่อผ่านการปรับสภาพความร้อน 4. กระบวนการชุบแข็งที่ผิวมีกี่ประเภทพร้อมอธิบาย ตอบ วิธีการชุบผิวแข็งมีวิธีการชุบพื้นฐานอยู่ 3 วิธีได้แก่ 1. วิธีคาร์บูไรซิง (Carburizing) 2. วิธีไนไตรดิง (Nitriding) 3. วิธีแก๊สคาร์บูไรซิง (Gas Carburizing) 5. กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์มีกี่ประเภทอะไรบ้าง ตอบ กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์มี 3 ประเภท ได้แก่ สภาวะของแข็ง (Pack Carburizing) สภาวะของเหลว (Liquid Carburizing) สภาวะแก๊ส (Gas Carburizing)			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา อบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบมอบหมายงาน	1/8
คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงขัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล่องเหล็กพร้อมฝาปิด 7. ผงถ่าน		8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ไซ้ เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตราย จากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง			
		ขั้นตอนที่ 1 ตัดเหล็ก AISI 1010 ขนาดความโต 25.4 มิลลิเมตร และปรับผิวหน้าให้เรียบ แล้วตอกหมายเลขด้านหลังของชิ้นงาน ขั้นตอนที่ 2 ขัดกระดาษทรายน้ำ ตั้งแต่เบอร์ 100, 180, 220, 360, 400, 500, 600, 720, 800, 1000, 1200	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
แขนงวิชาวิศวกรรมกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา ออบุขโหละ เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ใบมอบหมายงาน 2/8	
คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงขัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล่องเหล็กพร้อมฝาปิด 7. ผงถ่าน		8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ใช้เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตรายจากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง			
 		ขั้นตอนที่ 3 นำมาขัดเงาด้วยเครื่องขัดด้วยผ้าสักหลาด โดยใช้ผงขัดอะลูมินา ขนาด 0.5 ไมครอน ขั้นตอนที่ 4 เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แผนงานวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา อบชุบโลหะ เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ใบมอบหมายงาน	4/8
คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงขัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล่องเหล็กพร้อมฝาปิด 7. ผงถ่าน		8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ไซ้ เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตราย จากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง			
 		ขั้นตอนที่ 7 อันดัมสามจุ่มน้ำสะอาด ขั้นตอนที่ 8 เป่าให้แห้ง	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา อบชุบโลหะ เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ใบมอบหมายงาน 5/8
คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง		
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์		
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงซัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล้องเหล็กพร้อมฝาปิด 7. ผงถ่าน	8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ใช้เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตรายจากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง		
 		ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบโครงสร้างก่อนทำกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ ขั้นตอนที่ 10 ขั้นตอนในการเตรียมสารแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ 10.1 ถ่ายไม้บดละเอียด 80% 10.2 สารกระตุ้นโซเดียมคาร์บอเนต 20% 10.3 ผสมผงถ่านและสารกระตุ้นโซเดียมคาร์บอเนต
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา ออบชุบโลหะ เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ใบมอบหมายงาน	6/8
คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงขัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล่องเหล็กพร้อมฝาปิด 7. ผงถ่าน		8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ไซ้ เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตราย จากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง			
 		ขั้นตอนที่ 11 เติมสารแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ลงในกล่อง โดยใส่สารแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์รองพื้นประมาณ 25 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำชิ้นงานที่เตรียมไว้ทุกชิ้น ห่างกัน 25 มิลลิเมตร วางลงไปแล้วกลบด้วยสาร แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ให้พูนชิ้นงานประมาณ 25.4 มิลลิเมตร ขั้นตอนที่ 12 ใช้ดินเหนียวเคลือบปิดฝาให้สนิทเพื่อ ป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนที่เกิดรั่วซึมออกมา ภายนอกกล่อง	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา อบชุบโลหะ เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ ใบมอบหมายงาน	7/8
คำสั่ง 1. จงศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงขัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล่องเหล็กพร้อมฝาปิด 7. ผงถ่าน		8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ใช้เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตรายจากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง			
 		ขั้นตอนที่ 13 ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของเตาอบก่อนนำกล่องเข้าไปอบในเตา เมื่อนำกล่องเข้าเตาอบแล้ว เปิดสวิตซ์ไฟฟ้า ตั้งอุณหภูมิที่ 950 องศาเซลเซียส อบแห้งเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ ขั้นตอนที่ 14 นำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์มาชุบแข็งโดยนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบ โดยใช้อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส อบแห้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา ออบชุบโลหะ เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ใบมอบหมายงาน 8/8	
คำสั่ง 1. ศึกษาค้นขั้นตอนการปฏิบัติงาน 2. เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มอบหมายอย่างถูกต้อง			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์			
1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. ผงขัด (อะลูมินา) 4. กรด 5. แอลกอฮอล์ 6. กล้องเหล็กพร้อมฝาปิด 7. ผงถ่าน		8. โซเดียมคาร์บอเนต 9. ดินเหนียว 10. เตาอบชุบ 11. หน้ากากกันความร้อน ถุงมือ คีมคีบเหล็ก ไซ้ เป็นอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานและป้องกันอันตราย จากความร้อน	
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบสถานการณ์จริง			
 		ขั้นตอนที่ 15 เมื่อครบเวลานำชิ้นงานออกจากเตาอบชุบ จุ่มลงในน้ำมันทันที ขั้นตอนที่ 16 นำชิ้นงานที่เย็นตัวขัดกระดาษทรายและตรวจสอบโครงสร้างอีกครั้งหลังจากผ่านกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์และชุบแข็ง	
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา ออบุบโหละ	ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ		
	เรื่อง แพ้คคาร์เบอร์ไรซิงค์	แบบสังเกตพฤติกรรม	1/2	
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงาน				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
1. การเตรียมชิ้นงาน	☐ เตรียมชิ้นงานสมบูรณ์และปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ	☐ เตรียมชิ้นงานสมบูรณ์และไม่มีกรปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ	☐ เตรียมชิ้นงานไม่สมบูรณ์และไม่มีการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
2. การขัดกระดาษทราย	☐ เทคนิคการขัดเชี่ยวชาญ ทำให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูง และมีการพัฒนาเทคนิคเพิ่มเติม	☐ เทคนิคการขัดถูกต้อง ทำให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ	☐ เทคนิคการขัดพอใช้ แต่ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุง	☐ เทคนิคการขัดไม่ถูกต้อง ทำให้ชิ้นงานเสียหาย
3. วิธีการกัดกรด มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) เป่าให้แห้ง	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทุกขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 3 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 2 สองขั้นตอนหรือต่ำกว่า
4. ตรวจสอบโครงสร้าง	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้บางส่วน แต่มีข้อผิดพลาด	☐ ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้เลย
5. วิธีการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์มีขั้นตอนดังนี้ 1) การเตรียมสารแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ 2) เติมน้ำสารแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ ลงในกล่องและจัดวางชิ้นงาน 3) การนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบและออกจากเตาอบชุบ	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 2 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 1 ขั้นตอน	☐ ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้เลย
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา อบซุบโลหะ	ภาควิทยาศาสตร์เครื่องกล		
	เรื่อง แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	แบบสังเกตพฤติกรรม	2/2	
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงาน				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
6. การขัดกระดาษทราย	☐ เทคนิคการขัดเชี่ยวชาญ ทำให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูง และมีการพัฒนาเทคนิคเพิ่มเติม	☐ เทคนิคการขัดถูกต้อง ทำให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ	☐ เทคนิคการขัดพอใช้ แต่ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุง	☐ เทคนิคการขัดไม่ถูกต้อง ทำให้ชิ้นงานเสียหาย
7. วิธีการกัดกรด มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) เป่าให้แห้ง	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทุกขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 3 ขั้นตอน	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ 2 ขั้นตอนหรือต่ำกว่า
8. ตรวจสอบโครงสร้าง	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด	☐ ปฏิบัติตามขั้นตอนได้บางส่วน แต่มีข้อผิดพลาด	☐ ไม่สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้เลย
ชื่อนักเรียน.....ระดับชั้น.....เลขที่.....กลุ่ม..... ผู้ควบคุม.....วันที่.....				
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

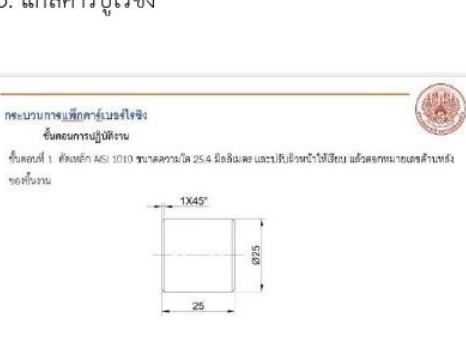
ใบตรวจให้คะแนน

วิชา : ออบชุบโลหะ

เรื่อง : แพ้คาร์เบอร์โรซิงค์

ลำดับ	รายการประเมิน	น้ำหนัก คะแนน	ผลการประเมิน		คะแนนที่ได้ คูณด้วย น้ำหนัก
			เต็ม	ได้	
1	การเตรียมชิ้นงาน	4	3		
2	การขัดกระดาษทราย	4	3		
3	วิธีการกัดกรด มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) เป่าให้แห้ง	25	3		
4	ตรวจสอบโครงสร้าง	4	3		
5	วิธีการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ มีขั้นตอนดังนี้ 1) การเตรียมสารแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ 2) เติมน้ำสารแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ลงในกล่องและจัด วางชิ้นงาน 3) การนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบและออกจากเตา อบชุบ	30	3		
6	การขัดกระดาษทราย	4	3		
7	วิธีการกัดกรด มี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด 2) จุ่มกรด 3) จุ่มแอลกอฮอล์ 4) จุ่มน้ำสะอาด 5) เป่าให้แห้ง	25	3		
8	ตรวจสอบโครงสร้าง	4	3		
	คะแนนภาคความสามารถ				
	คะแนน				

หมายเหตุ : เกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70%

	วิชา : ออบชุบโลหะ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบรายการสื่อ	3 / 6
วิธีการแพ็คคาร์บูไรซิง (Carburizing) 		วิธีไนไตรดิง (Nitriding) การไนไตรดิงคือการอบชุบโลหะดำน้ำในสารไนไตรดิง โดยจะเพิ่มไนโตรเจนลงบนผิวของชิ้นงาน ทำให้ผิวของชิ้นงานมีไนโตรเจนมากขึ้น ทำให้ผิวของชิ้นงานแข็งและทนทาน การไนไตรดิงสามารถทำได้ทั้งในรูปของชิ้นงานและในรูปของชิ้นงานที่ผ่านการอบชุบมาแล้ว 	
13. วิธีการแพ็คคาร์บูไรซิง (Carburizing) แก๊สคาร์บูไรซิง เป็นการอบชุบโลหะดำน้ำในแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ หรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (แก๊สคาร์บูไรซิง) เพื่อให้ได้ผิวของชิ้นงานที่แข็งและทนทาน การอบชุบโลหะดำน้ำในแก๊สคาร์บูไรซิงสามารถทำได้ทั้งในรูปของชิ้นงานและในรูปของชิ้นงานที่ผ่านการอบชุบมาแล้ว 		14. วิธีไนไตรดิง (Nitriding) กระบวนการแป็คคาร์บูไรซิง วัสดุหรือสื่อ/อุปกรณ์ 1. ชิ้นงาน 2. กระดาษทราย 3. มรดี (สกรู) 4. ก๊าซ 5. แอลกอฮอล์ 6. ถังบรรจุแก๊สคาร์บอน 7. น้ำมัน 8. ไม้เคียวสำหรับคน 9. สันนิบา 10. เตาหลอม 11. วัสดุที่ใช้สำหรับทำชิ้นงาน	
15. แก๊สคาร์บูไรซิง กระบวนการแป็คคาร์บูไรซิง ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 1 สับเหล็ก AISI 1010 ขนาดความยาว 25.4 มิลลิเมตร และปรับผิวหน้าให้เรียบ แล้วอบชุบในแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 		16. กระบวนการแป็คคาร์บูไรซิง ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 2 จัดการความร้อนที่ 100, 150, 220, 360, 400, 500, 600, 720, 800, 1000, 1200 	
17. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 1		18. ขั้นตอนที่ 2 จัดการความร้อน ตั้งแต่เบอร์ 100, 180, 220, 360, 400, 500, 600, 720, 800, 1000, 1200	
เอกสารประกอบการสอน		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบุขโหละ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ใบรายการสื่อ	4 / 6
กระบวนการแป็กรับบอโรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 3 นำมาขัดเงาด้วยเครื่องขัดด้วยผ้าสักหลาด โดยใช้ผงขัดอะลูมินา ขนาด 0.5 ไมครอน  กระบวนการแป็กรับบอโรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 4 เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด 			
19. ขั้นตอนที่ 3 นำมาขัดเงาด้วยเครื่องขัดด้วยผ้าสักหลาด โดยใช้ผงขัดอะลูมินา ขนาด 0.5 ไมครอน กระบวนการแป็กรับบอโรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 5 อันดับแรกจุ่มกรด  20. ขั้นตอนที่ 4 เตรียมสารที่ใช้ในการกัดกรด กระบวนการแป็กรับบอโรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 6 อันดับสองจุ่มแอลกอฮอล์ 			
21. ขั้นตอนที่ 5 อันดับแรกจุ่มกรด กระบวนการแป็กรับบอโรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 7 อันดับสามจุ่มน้ำสะอาด  22. ขั้นตอนที่ 6 อันดับสองจุ่มแอลกอฮอล์ กระบวนการแป็กรับบอโรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 8 เป่าให้แห้ง 			
เอกสารประกอบการสอน		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : อบรมบุคลากร	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	ใบรายการสื่อ	5 / 6
กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบโครงสร้างก่อนทำกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ที่ 8 เป่าให้แห้ง 	กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 10 ขั้นตอนในการเตรียมสารแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ 10.1 นำคาร์บอนโรซิงค์ 80% 10.2 สารกระตุ้นโรซิงค์คาร์บอน 20% 10.3 ผสมลงถังและสามารถนำไปใช้ตามขั้นตอนต่อไป 		
25. ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบโครงสร้างก่อนทำกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ที่ 8 เป่าให้แห้ง	26. ขั้นตอนที่ 10 ขั้นตอนในการเตรียมสารแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์		
กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 11 เติมน้ำสารโรซิงค์ลงถังผสมโรซิงค์คาร์บอนโรซิงค์ประมาณ 25 กิโลกรัม หลังจากขั้นตอนที่ 10 เติมน้ำสารโรซิงค์ลงถังผสมโรซิงค์คาร์บอนโรซิงค์ประมาณ 25.4 กิโลกรัม 	กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 12 ใช้ดินเหนียวเคลือบปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนที่เกิดรั่วซึมออกมาภายนอกถัง 		
27. ขั้นตอนที่ 11 เติมน้ำสารแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ลงในกล่องโดยใส่สารแพ็คคาร์เบอร์	28. ขั้นตอนที่ 12 ใช้ดินเหนียวเคลือบปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนที่เกิดรั่วซึมออกมาภายนอกกล่อง		
กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 13 ตรวจสอบความเรียบร้อยของเตาอบก่อนนำกล่องเข้าไปอบในเตา 	กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 14 นำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์มาชุบแข็งโดยนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบ โดยใส่คาร์บอนโรซิงค์ประมาณ 1 ชั่วโมง 		
29. ขั้นตอนที่ 13 ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของเตาอบก่อนนำกล่องเข้าไปอบในเตา	30. ขั้นตอนที่ 14 นำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์มาชุบแข็งโดยนำชิ้นงานเข้าเตาอบชุบ		
เอกสารประกอบการสอน		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : อบซูปโลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์	ใบรายการสื่อ	6 / 6
กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 15 เมื่อครบเวลานำชิ้นงานออกจากเตาอบซูป จุ่มลงในน้ำมันทันที 		กระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 15 นำชิ้นงานที่เย็นตัวแล้วตรวจสอบและตรวจเช็คใบแจ้งผลหลังจากผ่านกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์และซูปแข็ง 	
31. ขั้นตอนที่ 15 เมื่อครบเวลานำชิ้นงานออกจากเตาอบซูป จุ่มลงในน้ำมันทันที		32. ขั้นตอนที่ 16 นำชิ้นงานที่เย็นตัวแล้วตรวจสอบและตรวจเช็คใบแจ้งผลหลังจากผ่านกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์ไรซิงค์และซูปแข็ง	
เอกสารประกอบการสอน		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : อบรมชุบโลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	คู่มือครู	1/2
คู่มือครูสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้เนื้อหารายวิชา อบรมชุบโลหะ เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ ดังนี้ 1. ขั้นทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ในขั้นตอนนี้ ผู้สอนเริ่มด้วยการบรรยายเรื่องเหล็กกล้าคาร์บอน โดยเปรียบเทียบเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและต่ำ พร้อมตั้งคำถามเกี่ยวกับความแข็งแรงของเหล็กแต่ละประเภท ผู้เรียนตอบคำถามและเลือกชิ้นงานที่สามารถอบชุบโลหะได้และไม่ได้ โดยใช้ชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนสูงและต่ำเป็นสื่อการสอนการวัดผลจะประเมินความเข้าใจของผู้เรียนผ่านการเลือกชิ้นงาน เพื่อประเมินความรู้และการวิเคราะห์ 2. ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับเหล็กกล้าคาร์บอนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยให้นักเรียนศึกษาและแยกประเภทเหล็กตามปริมาณคาร์บอนที่แตกต่างกันนักเรียนทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนในเหล็กกล้าคาร์บอนแต่ละประเภท ได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ปานกลาง และต่ำ จากนั้นตอบคำถามเกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนในแต่ละชนิด และการนำไปใช้ที่เหมาะสม 3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับโครงสร้างของเหล็กกล้าและคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างแต่ละชนิด พร้อมตั้งคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างเหล่านี้ให้นักเรียนทำการศึกษาและเลือกโครงสร้างที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกล จากนั้นตอบคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของโครงสร้างชนิดต่างๆ 4. ขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นสรุปหลักการและวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการชุบแข็งที่ผิวและกระบวนการคาร์เบอร์โรซิง ผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิง ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของเหล็กกล้าผ่านการแทรกซึมของคาร์บอนผู้สอนยกตัวอย่างกระบวนการคาร์เบอร์โรซิงและให้นักเรียนเลือกวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ในโรงงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการนี้ได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจึงทำการศึกษากระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิงอย่างละเอียดจากนั้นนักเรียนได้เลือกกระบวนการคาร์เบอร์โรซิงที่สามารถนำไปปฏิบัติในโรงงาน และสุดท้ายได้ทำการปฏิบัติกระบวนการแพ็คคาร์เบอร์โรซิง			
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
แผนงานวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ออบุขโหลหะ	ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ	
	เรื่อง : แพ้คคาร์เบอร์ไรซิงค์	คู่มือครู	2/2
คู่มือครูสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 5. ชื่อนำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ ผู้สอนได้ดำเนินการควบคุมนักเรียนในการสอบหัวข้อเรื่องการแพ้คคาร์เบอร์ไรซิงค์ โดยจัดทำแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก เพื่อประเมินความเข้าใจและความรู้ของนักเรียนในเรื่องนี้ หลังจากการสอบเสร็จสิ้น ผู้สอนได้ทำการรวบรวมชิ้นงานปฏิบัติที่นักเรียนได้ทำไว้ ซึ่งเป็นการแสดงถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้หลักการที่ได้เรียนรู้ในกระบวนการคาร์เบอร์ไรซิงค์ สุดท้าย นักเรียนต้องนำชิ้นงานปฏิบัติส่งให้กับครูผู้สอน เพื่อประเมินคุณภาพของการปฏิบัติงานและการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์จริง การทดสอบนี้เป็นวิธีการที่สำคัญในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในเรื่องการแพ้คคาร์เบอร์ไรซิงค์ คู่มือฉบับนี้สามารถปรับใช้ได้ตามบริบทของผู้เรียนและความพร้อมของสถานที่ในการปฏิบัติงานจริง			
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
แผนงานวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : อบรมโหละ	ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ	
	เรื่อง : แพ็คคาร์เบอร์โรซิงค์	บันทึกหลังสอน	1
คำอธิบาย บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอน แต่ละครั้ง สิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคิดเพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ว่า เรื่องอะไร จะใช้วิธีใดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามนั้น และจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ดังนั้นสิ่งสำคัญที่เป็นจุดใหญ่ของการทำแผนการจัดการเรียนรู้ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทั้ง 3 สิ่งนี้ต้องสอดคล้องสัมพันธ์กัน และที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ครูผู้สอนจะต้องทำ คือ เทคนิคการนำเอาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม หรือ ที่เรียกว่าจิตพิสัย เข้าไปบูรณาการ ในจุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน 2. ปัญหา อุปสรรคที่พบ 3. การแก้ไขปัญหา 1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน 2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป 			
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ		ผู้สอน นายสิทธิศักดิ์ สุขสิน	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	สิทธิศักดิ์ สุขสิน
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเพิ่มคาร์บอนให้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงสถานการณ์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิต และอุตสาหกรรม
ประวัติ	ปริญญาตรี : ปีการศึกษา 2560 สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมอุตสาหกรรม (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตนครราชสีมา

