การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

THE STEM EDUCATION LEARNING MANAGEMENT COMBINED WITH DESIGN THINKING TO DEVELOP INNOVATION CREATION COMPETENCY IN SCIENCE OF THE PRIMARY 5 (GRADE 5) STUDENTS

จิตรลัดดา มะลัยทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จิตรลัดดา มะลัยทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 The STEM Education Learning Management Combined with Design Thinking to Develop Innovation Creation Competency in Science of the Primary 5 (Grade 5) Students
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง
สาขาวิชา	การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจิมไธสง, ค.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พรภิรมย์ หลงทรัพย์, ปร.ด.
ปีการศึกษา	2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมชัย ศรีนอก, พธ.ด.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ.ด.)

..... กรรมการ
(อาจารย์สายพิน สีหรักษ์, ค.ด.)

..... กรรมการ
(อาจารย์พรภิรมย์ หลงทรัพย์, ปร.ด.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจิมไธสง, ค.ด.)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล, ค.อ.ม.)
วันที่...29...เดือน...มิถุนายน...พ.ศ. 2565...

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง
สาขาวิชา	การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจิมไธสง, ค.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พรภิรมย์ หลงทรัพย์, ปร.ด.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2) เปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนที่ศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ 3) แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก และ 2) สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา การคิดเชิงออกแบบ

Thesis Title	The STEM Education Learning Management Combined with Design Thinking to Develop Innovation Creation Competency in Science of the Primary 5 (Grade 5) Students
Name – Surname	Miss Jitladda Malaythong
Program	Curriculum Development and Instructional Innovation
Thesis Advisor	Assistant Professor Rossarin Jermtaisong, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Mr. Pornpirom Lhongsap, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

This research aimed to: 1) study the competency of innovation creation level in Science for Primary 5 (Grade 5) students and 2) compare the competency of innovation creation in Science of the Primary 5 (Grade 5) students studying through the STEM Education learning management combined with design thinking with the traditional learning management.

The research sample was selected by cluster sampling consisting of 2 classrooms of the 69 Primary 5 (Grade 5) students studying in semester 2/2021 at the Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi. The research instruments included: 1) traditional learning management plans, 2) the STEM Education combined with design thinking learning management plans, and 3) an assessment form on innovation creation competency. Mean, standard deviation, and t-test were the statistical methods used for data analysis.

The research results were as follows: 1) the Primary 5 (Grade 5) students' innovation creation competency was at a high level and 2) the competency of innovation creation in Science of the Primary 5 (Grade 5) students studying through the STEM Education learning management combined with design thinking was higher than those studying through the traditional learning management at the statistical significance level of .05.

Keywords: innovation creation competency, STEM education, design thinking

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจิมไธสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.พรภิรมย์ หลงทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และสละเวลาตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจ ข้อคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์ ดร.เสาวณีย์ บัวโทน ดร.สุนันทา รักพงษ์ ดร.แสงรุ้ง พูลสุวรรณ และ ดร.ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องเหมาะสมกับผู้เรียน และเนื้อหามีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ นายนิติ วิทยาวิโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องลักษณ์ บุญธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพีพัฒน ภาสบุตร อาจารย์นันทภรณ์ ปราณีตพลกรัง ตลอดจนคุณครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักเรียน โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่อำนวยความสะดวกด้านต่างๆ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และทดลองใช้เครื่องมือวิจัยอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ คุณประโยชน์ใดๆ อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และสถาบันการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จิตรลัดดา มะลัยทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (4)

กิตติกรรมประกาศ (5)

สารบัญ (6)

สารบัญตาราง (8)

สารบัญภาพ (9)

บทที่ 1 บทนำ 10

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 10

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 14

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 14

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 15

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 16

1.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย 17

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 17

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 19

2.2 หลักสูตรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ.2561 23

2.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education) 27

2.4 การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) 39

2.5 สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม 46

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 58

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 65

3.1 แบบแผนการวิจัย 65

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 66

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 66

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 76

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 77

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 77

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 80

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 80

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 83

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 85

5.1 สรุปผลการวิจัย 85

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย 86

5.3 ข้อเสนอแนะ 88

บรรณานุกรม 89

ภาคผนวก 97

ภาคผนวก ก 98

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย 99

- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย 100

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 105

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 106

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE) 131

- แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม 143

ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 179

ประวัติผู้เขียน 196

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 25

ตารางที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 45

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม 52

ตารางที่ 2.4 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสร้างนวัตกรรม 57

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Posttest-Only Control Group Design 65

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 67

ตารางที่ 3.3 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ 68

ตารางที่ 3.4 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 73

ตารางที่ 4.1 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 80

ตารางที่ 4.2 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 81

ตารางที่ 4.3 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้านความเป็นนวัตกรรม 82

ตารางที่ 4.4 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม 83

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 84

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 17

ภาพที่ 2.1 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 24

ภาพที่ 2.2 แผนภาพระดับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจากคู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา 36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ระบบการศึกษาจำเป็นต้องมีการปรับตัวอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของเยาวชน สังคม และตลาดแรงงาน จะต้องมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีทักษะที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและสอดคล้องกับสังคมในอนาคต เพื่อพัฒนาทักษะ มีส่วนสำคัญที่จะทำให้ไทยบรรลุเป้าหมายตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) รวมทั้งจะช่วย เพิ่มศักยภาพ โอกาส และความเท่าเทียมทางเศรษฐกิจภายในและต่างประเทศ ตลอดจนสมรรถนะและทักษะของผู้สำเร็จการศึกษาจึงเป็นกุญแจสำคัญที่จะตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าว องค์การยูเนสโกได้นำวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน ในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งให้แต่ละประเทศสามารถบรรลุวิสัยทัศน์ตามเป้าหมาย SDG ข้อที่ 4 ว่าด้วยการสร้างหลักประกันให้การศึกษามีคุณภาพอย่างเท่าเทียมและทั่วถึง เพื่อให้เกิดการตอบสนองอย่าตรงจุดต่อความท้าทายอันเร่งด่วนที่สุด ซึ่งการศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดการปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ร่วมกัน ทั้งด้านสังคม การเมือง เศรษฐกิจ วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนทางด้านปัญญา สังคม อารมณ์ และพฤติกรรมทั่วทั้งระบบการศึกษา ตั้งแต่ระดับนโยบายไปสู่ในห้องเรียน (สำนักงานเลขาธิการขององค์การยูเนสโก, 2018, น.6-13)

จากสภาพความสำคัญดังกล่าวจึงจำเป็นจะต้องมีการเตรียมความพร้อมต่อเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเชื่อมโยงกันใกล้ชิดกันมากขึ้น โดยได้น้อมนำหลัก “ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” มาเป็นปรัชญานำทางในการพัฒนาตามแผนเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) เพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและช่วยให้สังคมไทยสามารถยืนหยัดอยู่ได้อย่างมั่นคงเกิดภูมิคุ้มกัน และมีการบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม ส่งผลให้การพัฒนาประเทศสู่ความสมดุลและยั่งยืน การกำหนดยุทธศาสตร์ การปรับโครงสร้างทางเศรษฐกิจ โดยให้ความสำคัญในด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนวัตกรรมในการมุ่งเน้นการวิจัย พัฒนา และยกระดับโครงสร้างพื้นฐานเร่งพัฒนาบุคลากรในสาขา STEM (Science, Mathematics Technology and Engineering) ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพในการสร้างนวัตกรรมของประเทศในอนาคตและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) รวมทั้งการปรับโครงสร้างประเทศไทยไปสู่ประเทศไทย 4.0 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560, น.35)

การเรียนรู้ในยุคที่โลกมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว อันสืบเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ของทุกภูมิภาคของโลกเข้าด้วยกัน การเปลี่ยนแปลงทางสังคมควรจะต้องมีทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้เด็กในศตวรรษที่ 21

เป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ และทักษะ (ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และ วรางคณา ทองนพคุณ (2557, น.4) ดังจะเห็นได้จากแนวนโยบายการศึกษาที่ได้พัฒนาวิสัยทัศน์และกรอบความคิดของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายที่สามารถช่วยพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 อันจะนำสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน โดยยึดหลักการเรียนรู้ 3R x 8C 2L โดยเฉพาะความสำคัญของทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ถ้าหากขาดทักษะในด้านนี้จะเป็นคนที่ตามโลกไม่ทัน นอกจากนี้ยังเป็นตัวกำหนดความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน (วิจารณ์ พานิช, 2555, น.3)

จากผลการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบันจะเห็นว่า คุณภาพการศึกษาอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจเท่าที่ควรเมื่อเทียบเคียงกับนานาชาติ ดังจะเห็นได้ชัดเจนจากผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programmed for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Cooperation and Development หรือ OECD) ของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ที่สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ ในปี พ.ศ. 2555, 2558 และ 2561 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 444 คะแนน 421 คะแนน และ 426 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยในแต่ละปีต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD 501 คะแนน 493 คะแนน และ 489 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละปีจะมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น.2) นอกจากนี้ยังมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2561, 2562 และ 2563 ตามลำดับ รายวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.12 คะแนน 39.93 คะแนน และ 35.55 คะแนน ตามลำดับ จากผลการประเมินพบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มลดต่ำลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในปี พ.ศ. 2564 รายวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 47.91 คะแนน ซึ่งผลการทดสอบพบว่า คะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานร้อยละ 50% ของคะแนนสอบทั้งหมด (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, (2563, น.1)

จากการวิเคราะห์ปัญหามีปัจจัยหลากหลายประเด็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนและคุณภาพการศึกษา เช่น หลักสูตรการศึกษา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล ซึ่งส่ง ผลต่อการจัดการเรียนการสอนและคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กำหนดมาตรฐานการศึกษาให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีจำนวนตัวชี้วัดค่อนข้างมาก ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องรีบเร่งจัดการเรียนการสอนให้ทันต่อเวลาซึ่งมีเนื้อหาสาระจำนวนมาก การจัดการเรียนการสอนที่มีจุดเน้นเนื้อหาความรู้เป็นหลัก เป็นผลทำให้การสอนยังไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และเกิดสมรรถนะที่ต้องการเกิดขึ้นตามมาตรฐานการศึกษาของชาติการวัดผลประเมินผลที่ใช้เครื่องมือและมาตรฐานเดียวกัน จึงไม่เอื้อต่อการ

พัฒนาเด็กได้อย่างเหมาะสมตามสมรรถนะตามธรรมชาติและศักยภาพของผู้เรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562, น.ก) ซึ่งสอดคล้องกับโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จากการที่ผู้วิจัยได้ไปศึกษาและสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิด ขั้นสูง และสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาของนักเรียนทางด้านการคิดและสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมยังไม่บรรลุเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังได้สัมภาษณ์นักเรียน ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และรองผู้อำนวยการ ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้พบปัญหาว่า นักเรียนยังขาดทักษะการคิด การแก้ปัญหา สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ ขาดกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และการวัดและประเมินผลที่เน้นสมรรถนะมากกว่าเนื้อหาเป็นหลัก ดังนั้น ครูจึงจำเป็นจะต้องพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายให้คุณภาพการมากยิ่งขึ้น จำเป็นจะต้องปรับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับปัญหาจากสถานการณ์ที่จะต้องระบุประเด็นปัญหาผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยเสนอวิธีในการแก้ปัญหาโดยเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำมาใช้ในการสร้างต้นแบบที่เลือกและพัฒนาชิ้นงานออกมาเป็นผลงานทางด้านนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์และการประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวันได้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนากรอบสมรรถนะหลักผู้เรียนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษา พบว่า สมรรถนะที่เด็กและเยาวชนไทยจะต้องได้รับการพัฒนาในช่วงเวลา 12 ปี ประกอบด้วยสมรรถนะหลักสำคัญ 10 ประการ ซึ่งประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือ 1) สมรรถนะหลัก (Core Competency) 2) สมรรถนะเฉพาะ (Specific Competency) โดยจำแนกออกเป็น 4 องค์ประกอบ 10 สมรรถนะ ได้แก่ (1) คนไทยฉลาดรู้ (literate Thais) (2) คนไทยอยู่ดีมีสุข (Happy Thais) (3) คนไทยสามารถสูง (Smart Thais) (4) พลเมืองไทยใส่ใจสังคม (Active Thai Citizens) โดยทักษะการคิดขั้นสูงและนวัตกรรม อยู่ในองค์ประกอบที่ 4 คนไทยสามารถสูง (Smart Thais) เป็นทักษะที่จะช่วยเพิ่มพูนความสามารถให้เด็กและเยาวชนไทยคิดเก่งและรู้ทันโลก ทำให้เด็กและเยาวชนไทยเก่งขึ้น มีความสามารถสูงขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันระดับโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562, น.1-4) ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมให้ประสบผลสำเร็จนั้น มีหลักการที่สำคัญในระดับบุคคล คือ “ความเป็นนวัตกร”

นวัตกร จึงเป็นคุณลักษณะสำคัญของผู้เรียน กล่าวคือ เป็นผู้ที่พร้อมด้วยคุณสมบัติที่เหมาะสมมีความสามารถหรือสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ดังจะเห็นได้จากแผนเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ที่ให้ความสำคัญในด้านการพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการมุ่งเน้นการวิจัย พัฒนา และยกระดับโครงสร้างพื้นฐานเร่งพัฒนาบุคลากรในสาขา

STEM (Science, Mathematics Technology and Engineering) ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพในการสร้างนวัตกรรม ของประเทศในอนาคตและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556, น.1-5) โดยสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมเป็นการแสดงออกถึงการริเริ่ม สร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ บริการใหม่ กระบวนการใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่ ซึ่งหมายรวมไปถึงการปรับปรุง สิ่งที่มีอยู่เดิมให้แตกต่างออกไป เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการทำงานและองค์การ โดยพิจารณาตั้งแต่ความ สามารถในการแสวงหาโอกาสในการพัฒนาการหาแนวทางหรือวิธีการเพื่อพัฒนาการริเริ่มพัฒนาจนกระทั่งการประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้พัฒนาขึ้น (สุคนธ์ทิพย์ มงคลเจริญ, 2555, น.535)

แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมีหลากหลายวิธี การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำลักษณะทางธรรมชาติของแต่ละสาระวิชามาผสมผสาน และจัดเป็นการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตร หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือสมการคณิตศาสตร์ เพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา สร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง (ชลาธิป สมาหิโต, 2557, น.1) นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน สนุกสนานและมองเห็นอาชีพการงานที่สนใจจะทำหลังจากที่สำเร็จการศึกษาแล้ว จากแนวทางพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่ได้กล่าวมามีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์สูงขึ้น (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556, น.18) ดังผลการวิจัยของ ภัทรา อุ่นทินกร และ มาเรียม นิลพันธ์ ได้ศึกษาการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา นักเรียนกลุ่มขยายผลมีพัฒนาการในการสร้างนวัตกรรมสูงขึ้นจากระดับพอใช้เป็นระดับดี และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .05 (ภัทรา อุ่นทินกร และ มาเรียม นิลพันธ์, 2564, น.2)

นอกจากนี้ได้นำการคิดเชิงออกแบบมาร่วมจัดการเรียนรู้ ซึ่งการคิดเชิงออกแบบเป็นวิธีสร้างความคิดใหม่อย่างก้าวกระโดดนอกจากกรอบการคิดเดิม โดยเฉพาะสำหรับโครงการและปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งจำเป็นต้องสร้างและทดลองต้นแบบ การคิดเชิงออกแบบจึงเป็นการเปลี่ยนความคิดเรื่องบทบาทจากนักออกแบบสู่การเป็นนักคิดเชิงออกแบบ (ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ, 2560, น.5) ทำให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของความคิด หรือการกระทำ หรือสิ่งประดิษฐ์ ดังผลการวิจัยของ พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ และคณะ ได้ศึกษาความสามารถการสร้างสรรค์

นวัตกรรมทางสังคมในสาระภูมิศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับดี 2) กระบวนการคิดเชิงออกแบบหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดี (พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ; มนัสนันท์ น้ำสมบูรณ์; เพ็ญพนอ พ่วงแพ และ วิสูตร โพธิ์เงิน, 2564, น.78-93) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มร่วมกับการคิดเชิงออกแบบจึงนับว่าเป็นแนวการจัด การเรียนรู้ที่น่าสนใจในการพัฒนาสมรรถนะการสร้างนวัตกรรมสำหรับผู้เรียน

จากที่เหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมและเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาความเป็นนวัตกร พร้อมทั้งพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และนวัตกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายผ่านการลงมือสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่สามารถตอบโจทย์ที่ท้าทายอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก

1.3.2 สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 132 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1.4.2.1 ตัวแปรต้น มีวิธีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี

1) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ

2) การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม

1) สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

1) แรงลัพธ์

2) แรงเสียดทาน

3) แรงพยุง

1.4.4 ระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2564 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 คาบ คาบละ 50 นาที

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง เป็นแนวทางในการบูรณาการความรู้ศาสตร์วิชา 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยการนำลักษณะเด่นของแต่ละวิชาตามธรรมชาติมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อมุ่งเน้นการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ผ่านการลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเองจากโจทย์หรือสถานการณ์ที่ท้าทาย ระดมวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการ ทฤษฎีเป็นพื้นฐาน ออกแบบ และสร้างชิ้นงานด้วยกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และการทำงานในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน

1.5.2 การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) หมายถึง เป็นกระบวนการคิด การคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือโจทย์สถานการณ์ที่ท้าทายและมีความซับซ้อนผ่านการทำงานเป็นทีมที่มีความเชี่ยวชาญ ชำนาญในหลากหลายศาสตร์ เพื่อสามารถตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงเกิดนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่เป็นประโยชน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize) 2) การตั้งกรอบโจทย์ (Define) 3) การสร้างความคิด (Ideate) 4) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และ 5) การทดสอบ (Test)

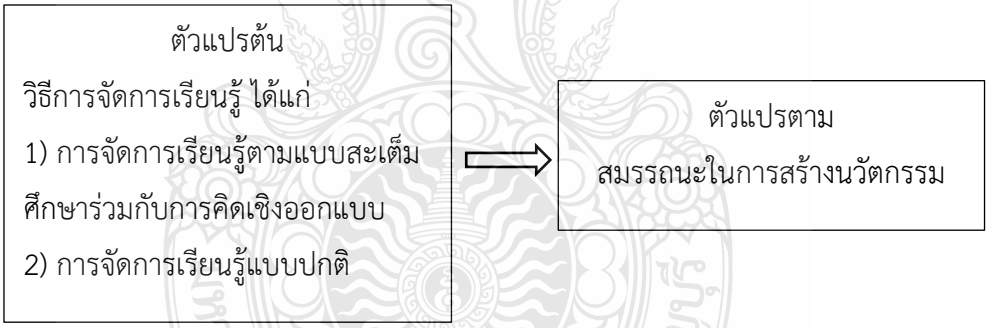
1.5.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกันการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE) หมายถึง เป็นแนวทางในการบูรณาการความรู้ศาสตร์วิชา 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยการนำลักษณะเด่นของแต่ละวิชาตามธรรมชาติมาผสมผสานเข้าด้วยกันเพื่อมุ่งเน้นการแก้ปัญหาหรือโจทย์สถานการณ์ที่ท้าทายและมีความซับซ้อน ผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจากโจทย์หรือสถานการณ์ที่ท้าทาย ระดมวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการ ทฤษฎีเป็นพื้นฐาน ออกแบบ และสร้างชิ้นงานด้วยกระบวนการทำงานเป็นทีมที่มีความเชี่ยวชาญ ชำนาญในหลากหลายศาสตร์ เพื่อสามารถตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงเกิดนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงานในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้งและระบุปัญหา (Empathize and Problem Identification) 2) การตั้งกรอบโจทย์ (Define) 3) รวบรวมและสร้างความคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search and Ideate) 4) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 5) วางแผนดำเนินการแก้ปัญหาและการสร้างต้นแบบ (Planning Development and Prototype) และ 6) การทดสอบต้นแบบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Testing Evaluation Design Improvement and Presentation)

1.5.4 สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง สมรรถนะที่บุคคลสามารถสร้างแนวความคิดใหม่ กระบวนการ ผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการทำงานใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการแสดงออกถึง เพื่อสร้างให้เกิดเป็นธุรกิจนวัตกรรมใหม่ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ 1) ศึกษาองค์ความรู้หรือเนื้อหาสาระและสร้าง ความตระหนักถึงความจำเป็นของนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดจุดประกายนวัตกรรม 3) การพิสูจน์ความถูกต้องของแนวคิด 4) การสร้างต้นแบบ 5) การนำต้นแบบไปทดลองปฏิบัติ 6) การสรุปและการประเมิน

1.5.5 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หมายถึง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน

1.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านการสร้างนวัตกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำกรอบแนวคิดของการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.7.1 นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากยิ่งขึ้นและนำวิธีการสร้างนวัตกรรมไปใช้เป็นแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันของตนเองได้

1.7.2 ได้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อใช้พัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมและปรับประยุกต์ใช้เป็นแนวทางพัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นด้านอื่น

1.7.3 เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมในระดับชั้นอื่นๆ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

2.1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.2 หลักสูตรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2561

2.2.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2561

2.2.2 คำอธิบายรายวิชา

2.2.3 หน่วยการเรียนรู้

2.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

2.3.2 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

2.3.3 หลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.4 การบูรณาการของสะเต็มศึกษา

2.3.5 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.4 การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

2.4.1 ความหมายการคิดเชิงออกแบบ

2.4.2 คุณลักษณะของนักคิดเชิงออกแบบ

2.4.3 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2.5 สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

2.5.1 ความหมายสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

2.5.2 ลักษณะของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

2.5.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

2.5.4 กระบวนการในการสร้างนวัตกรรม

2.5.5 การประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เนื่องจาก รายวิชาวิทยาศาสตร์ มีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความทันสมัยและเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่างๆ ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาส่งเสริมให้มีความรู้ พัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 สืบสอบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้อย่างลึกซึ้ง อันเป็นพื้นฐานสู่ความเป็นเลิศทางด้านวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.1-4) โดยกำหนดรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้บพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า เป้าหมายของวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญที่มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี กฎ ความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ขอบเขตและข้อจำกัดของธรรมชาติ ทักษะที่สำคัญและกระบวนการคิดและจินตนาการ โดยมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะที่สำคัญในค้นคว้าหาความรู้ที่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ผู้เรียนแต่ละบุคคลต้องมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เน้นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับระดับชั้นของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.3) โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่พลังงาน และคลื่น

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระสำคัญที่ใช้ในการจัดประสบการณ์ การเรียนสอนได้กำหนดสาระไว้ทั้งหมด 4 สาระ ดังนี้ 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ 3) วิทยาศาสตร์กายภาพ 4) เทคโนโลยี

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้มีการวางรากฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความต่อเนื่องที่ผู้เรียนมีความจำเป็นต้องเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้และทักษะด้านต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สรุปได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และ สาระที่ 4 เทคโนโลยี ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์ คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ และสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดขั้นสูง การคิดเชิงออกแบบ การคิดสร้างสรรค์ และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้แก่ สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์และการสร้างนวัตกรรมได้ในอนาคต

2.2 หลักสูตรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2561

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี ได้มีการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีนโยบายที่มุ่งผลิตผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และภาษา โดยเน้นการปฏิบัติ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการภายใต้สภาพแวดล้อมบริบทของโรงเรียนและชุมชน โดยการใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้จากการปฏิบัติและประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดการศึกษาและมุ่งให้ผู้เรียนเป็นนักคิด นักปฏิบัติ พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการวิจัย เพื่อให้ผู้เรียนฝึกระบบการคิดวิเคราะห์ การสร้างความรู้จากสภาพแวดล้อม ค้นพบความถนัดของตนเอง ควบคู่คุณธรรม จริยธรรม โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเฉพาะหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กลุ่มบริหารวิชาการ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี, 2561, น.1-5) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี พุทธศักราช 2561

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และตอบสนองนโยบายของรัฐบาล โดยได้กำหนดโครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างเวลาเรียน โครงสร้างหลักสูตรชั้นปี และได้จัดทำคำอธิบายรายวิชาทุกระดับชั้นตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โดยผู้วิจัยได้เลือกศึกษาคำอธิบาย รายวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี (กลุ่มบริหารวิชาการ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี, 2561, น.35)

2.2.2 คำอธิบายรายวิชา

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยได้ศึกษาคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เวลา 80 ชั่วโมง ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชาไว้ดังนี้

ศึกษาการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ โครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของพืช สัตว์ และมนุษย์ การเปลี่ยนสถานะของสสาร การละลายของสาร การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน การได้ยินเสียงผ่านตัวกลาง ลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ เสียงดัง และเสียงค่อย ระดับเสียงและมลพิษทางเสียง ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์ การใช้แผนที่ดาวแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าในรอบปี ปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง ปริมาณน้ำที่

มนุษย์สามารถนำมาใช้ได้ การใช้น้ำอย่างประหยัดและการอนุรักษ์น้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง กระบวนการเกิดฝน หิมะ และลูกเห็บ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

ใช้การสืบเสาะหาความรู้ สังเกต รวบรวมข้อมูล จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล สร้างแบบจำลอง และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเบื้องต้น สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น แสดงวิธีแก้ปัญหา โดยใช้เหตุผล เชิงตรรกะ ใช้อินเทอร์เน็ตติดต่อสื่อสารและค้นหาข้อมูล แยกแยะข้อเท็จจริงกับข้อคิดเห็น ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตระหนักถึงคุณค่าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยและมีมารยาท มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม ในการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้จัดทำผังมโนทัศน์เพื่อแสดงความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (กลุ่มบริหารวิชาการ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี, 2561, น.40) ดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ที่มา: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) (2560, น.1)

2.2.3 หน่วยการเรียนรู้

จากโครงสร้างรายวิชาและขอบข่ายการเรียนรู้ในเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว สามารถแยกเวลาเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ ดังปรากฏในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ตัวชี้วัด
1	หน่วยการเรียนรู้ที่ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม - การดำรงชีวิตของพืชทะเลทรายและพืชน้ำ - การปรับตัวของพืชและสัตว์ - สำรวจสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน - ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต - โซ่อาหาร สายใยอาหาร - การมีส่วนร่วมดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม	12	- บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ - อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต - เขียนโซ่อาหารและระบุหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร
2	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต - สำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของพืช สัตว์ และมนุษย์ - แม่และลูก - สัตว์ออกลูกเป็นไข่ - ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่	10	- อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของพืช สัตว์ และมนุษย์ - แสดงความอยากรู้อยากเห็น โดยการถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ตัวชี้วัด
3	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของสารในชีวิตประจำวัน - การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร - การหลอมเหลว การกลายเป็นไอ การแข็งตัว และการควบแน่น - การละลายของสารในน้ำ - การเปลี่ยนแปลงทางเคมี - การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ของสาร	10	- อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสสารเมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ - อธิบายการละลายของสารในน้ำ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ - วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ - วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้
4	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ - การรวมแรงที่กระทำต่อวัตถุ - ผลรวมของแรงเมื่อวัตถุหยุดนิ่ง - พื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่ - ประโยชน์ของแรงเสียดทาน	9	- อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่ง จากหลักฐานเชิงประจักษ์ - เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุ - ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ - ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ - เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

2.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการเรียนรู้สำหรับกำลังคนในศตวรรษที่ 21 จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมวัฒนธรรมการเรียนรู้ ฉะนั้นการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้ กระบวนการไปสู่กิจกรรมที่ท้าทายจากสถานการณ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์และกระบวนการทำงานร่วมกัน โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน และนำองค์ความรู้พื้นฐานไปใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

2.3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการบูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ โดยเน้นเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่กำลังเผชิญ การตั้งคำถาม ประเด็นปัญหา การสืบค้นข้อมูลและทำความเข้าใจทฤษฎี หรือกฎต่างๆ เป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรมพบข้อค้นพบใหม่ๆ ไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ ได้มีนักวิชาการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาได้ ดังนี้

ชลาธิป สมาหิโต (2557, น.1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการศึกษาบูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยการนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละวิชามาผสมผสานและจัดเป็นการเรียนรู้ให้กับนักเรียน และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวันทั้งในยุคปัจจุบันและโลกแห่งอนาคต

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, น.49-56) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ โดยจุดเด่นของธรรมชาติรวมถึงวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรี จุฬาวัฒนทล (2556, น.16) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับอนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษาอาชีวศึกษา และอุดมศึกษา โดยไม่จำเป็นต้องท่องจำสูตร หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือสมการคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่สะเต็มศึกษาจะช่วยฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักสร้างความรู้ด้วยตนเองจากสาขาต่างๆ บูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญๆ ที่พบในชีวิตจริงที่กำลังเผชิญอยู่

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556, น.1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematic) เทคโนโลยี (Technology) และ วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ซึ่งเป็นวิชาที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความรู้ ความ

สามารถในดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัฒน์ ตั้งอยู่บนฐานความรู้ และพร้อมไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้ง 4 สาระ เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ

สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2557, น.4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรม หรือคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเข้ากับกิจกรรมในเนื้อหาสาระด้วย พฤติกรรมเหล่านี้จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้ หรือการทำงานแบบร่วมมือที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2555, น.3) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า ความเป็นจริง STEM จะรวมทั้ง 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยแต่ละสาขาวิชามีความสำคัญและเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ด้านเข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าสิ่งต่างๆ การสร้างหรือพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้ด้วยครูหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงนั้นต้องอาศัยความรู้หลายด้านมาช่วยการทำงาน

Hopkins Public School (2016, p.a) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า การบูรณาการหลักสูตรรายวิชา หรือเปิดโอกาสการเรียนรู้ในศาสตร์ทั้งสี่ให้แก่ผู้เรียน ได้เกิดการสำรวจค้นพบ และรู้จักวิธีการคิดแก้ปัญหา

O'Neil, et at (2012, pp.36-40) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกัน มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการ และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความหมายของสะเต็มศึกษาดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ สะเต็มศึกษาเน้นการบูรณาการความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematic) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาลจนถึงอุดมศึกษา เพื่อจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของวิชาที่บูรณาการเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคตเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่นคงของประเทศ

2.3.2 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบของสะเต็มศึกษาเป็นการนำจุดเด่นของธรรมชาติของรายวิชาใน 4 สหวิทยาการมาบูรณาการระหว่างศาสตร์ต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ผู้เรียนนำองค์ความรู้พื้นฐานไปใช้ในการสร้าง นวัตกรรม ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้อธิบายองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

ชลาธิป สมาหิโต (2557, น.1) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาเกิดจากการย่อชื่ออักษรตัวแรกของ 4 สาระวิชาเข้าด้วยกัน ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นการเรียนรู้เรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์ต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายหลักเพื่อใช้อธิบายกฎเกณฑ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้หลักการและระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

2) คณิตศาสตร์ (Mathematic) เป็นวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของการคำนวณ จำนวน ตัวเลข รูปแบบ ปริมาตร รูปทรงต่างๆ รวมไปถึงรูปแบบและความสัมพันธ์ (พีชคณิต) ฯลฯ ทักษะทางคณิตศาสตร์จึงเป็นทักษะที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกแขนงวิชา เพราะเป็นศาสตร์ที่สามารถพิสูจน์ได้ มีความแม่นยำ และยังสามารถใช้ทักษะคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ได้ทุกชีวิตประจำวันแทบจะตลอดเวลา

3) เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิทยาการที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม นั้นก็คือ เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่เราสร้างหรือพัฒนาขึ้นเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต ไม่ใช่มีความหมายเพียงแค่คอมพิวเตอร์หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงสิ่งประดิษฐ์ตามยุคสมัยต่างๆ

4) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นทักษะกระบวนการในการออกแบบสร้างแบบรวมไปถึงการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยการใช้องค์ความรู้ต่างๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบผลงานที่สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งกระบวนการในการทำงานของวิศวกรรมศาสตร์ สามารถนำมาบูรณาการกับ

หลักการ แนวคิด ทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความคิด การออกแบบสิ่งต่างๆ ได้อย่างสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, น.49-59) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 4 สหวิทยาการ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นวิชาที่ศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

2) คณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ และสามารถต่อยอดทางวิศวกรรมศาสตร์ได้

3) เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกับกระบวนการทำงานที่มีการประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ปรับปรุง แก้ไขหรือพัฒนาสิ่งต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือความจำเป็นของมนุษย์ในการดำรงชีวิตประจำวัน

4) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นวิชาที่มีการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่างๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกสบายของมนุษย์ โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นๆ

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556, น.2) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) โดยวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เสมือนเป็นเครื่องมือที่ทำให้มนุษย์สามารถทำความเข้าใจธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

2) คณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความชัดเจนจากทฤษฎีอยู่ในตัวอยู่แล้ว ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสระทั้ง 3 สาขาวิชาเข้าด้วยกันได้อย่างลงตัว

3) เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาสิ่งต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือความจำเป็นของมนุษย์

4) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรม หรือสร้างสิ่งต่างๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกสบายของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทำงานเทคโนโลยี ช่วยสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นๆ

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นมีองค์ประกอบหลักๆ คือ การนำเอา 4 สหวิทยาการมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และการออกแบบสิ่งประดิษฐ์มาใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถสรุปองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาได้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ (Science) การศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ และระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้มนุษย์เราเข้าใจธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

2) คณิตศาสตร์ (Mathematics) การคำนวณที่มีทฤษฎีชัดเจนในเรื่องราวของจำนวน ตัวเลข รูปแบบ ปริมาตร รูปทรงต่างๆ รวมไปถึงแบบรูปและความสัมพันธ์ (พีชคณิต) และเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและต่อยอดทางวิศวกรรมศาสตร์

3) เทคโนโลยี (Technology) กระบวนการทำงานที่มีการประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาสิ่งต่างๆ เพื่อตอบสนองและอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต

4) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการในการออกแบบสร้างการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยการใช้องค์ความรู้ต่างๆ มาสร้างสรรค์ ออกแบบผลงานได้อย่างสร้างสรรค์ชิ้นงาน

2.3.3 หลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งการพัฒนากระบวนการ วิธีการ หรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ซึ่งมีนักวิชาการได้กล่าวถึงการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังต่อไปนี้

จำรัส อินทลาภาพร (2558, น.65) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย ดังนี้

1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหา ท้าทายการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อแก้ไขปัญหาที่ต้องการศึกษา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ตนเองสนใจ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันสำรวจ สังเกต มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นและลงมือปฏิบัติตามแผนการปฏิบัติงาน จนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ เขียนรายงาน และนำเสนอและเผยแพร่โครงงานต่อสาธารณชน นำผลงานและข้อค้นพบมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.7) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดจากสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาที่ชัดเจนจนนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการสืบค้น รวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวิธีในการแก้ปัญหา และพิจารณาความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดต่อไป

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่รวบรวมได้ เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยเลือกใช้ทรัพยากรข้อจำกัดอย่างประหยัด คุ้มค่า และตรงตามเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการอย่างชัดเจน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลการทดสอบดังกล่าวสามารถนำมาดำเนินการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดในการแก้ไขปัญหา และลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

O'Neill and Others, (2012 p.40) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ซึ่งผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) การจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายต่อความคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

2) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่

ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกันโดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่แล้วเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผลการเรียนรู้

3) กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน โดยผู้สอนมีบทบาทที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

(3.1) จัดบรรยากาศภายในห้องเรียนและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

(3.2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาต่อการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบัน

(3.3) จัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

(3.4) กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาทั้ง 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

(3.5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

(3.6) เป็นโค้ชที่คอยให้คำแนะนำและที่ปรึกษา (Coach)

(3.7) เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

(3.8) ตั้งคำถามเพื่อทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด

(3.9) ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานโดยใช้วิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในเชิงบวก

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถจะสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ 1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่นักเรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบท

แวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน สามารถสรุปขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1) ระบุปัญหา (Problem Identification)

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement)

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

2.3.4 การบูรณาการของสะเต็มศึกษา

การบูรณาการตามแบบสะเต็มศึกษาสามารถให้นักเรียนสร้างความเชื่อยมโยงระหว่างเนื้อหาสาระทั้ง 4 วิชากับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ได้มีนักวิชาการให้รายละเอียดเกี่ยวกับระดับการบูรณาการไว้ ดังต่อไปนี้

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, น.1) ได้กล่าวถึงการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1) การบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) คณิตศาสตร์ (M) และวิศวกรรมศาสตร์ (E) ได้มีการนำจุดเด่นธรรมชาติของแต่ละวิชา ตลอดจนวิธีการสอนมาผสมผสานกันอย่างลงตัว

2) การบูรณาการที่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ ดี นอกจากนี้จะช่วยยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การจัดประสบการณ์นั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียน ซึ่งจะช่วยเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และสามารถเพิ่มขีดความ สามารถในการแข่งขันกับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

3) การสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านต่างๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวทางพัฒนาให้บุคคลมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ด้านทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ภาวะความเป็นผู้นำ ตลอดจนการน้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของตนเองและผู้อื่น

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558, น.19-20) ได้กล่าวถึงการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ เป็นการบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรม (Activity Based) หรือการทำโครงงาน (Project Based) ที่เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และ

ทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงจะต้องมี นอกจากนี้ยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การบรูณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของสาระต่างๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน โดยมีการกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นปัญหาแล้วนำเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องหรือหัวข้อมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่างๆ เข้ามาเชื่อมโยงเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทักษะ และวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

2) การบรูณาการกระบวนการเรียนรู้เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่างๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกัน หรือการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้จากกระบวนการ และวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยผู้สอนกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา และวิเคราะห์ประเด็นปัญหาจากเนื้อหาสาระมีอะไรบ้าง และแต่ละเนื้อหาจะใช้รูปแบบวิธีการสอนในรูปแบบใด

3) การบรูณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบรูณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันนำมาผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีประเด็นเป้าหมายในการเรียนรู้เรื่องเดียวกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.3-6) กล่าวว่าถึงระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนแบบสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

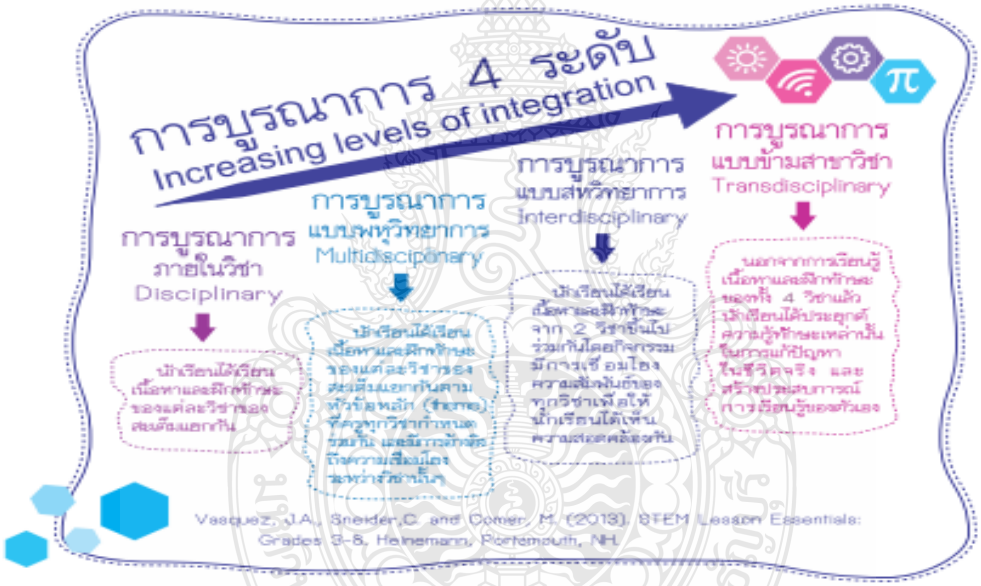
1) การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแบบสะเต็มศึกษาแยกกัน เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ผู้สอนสอนในแต่ละวิชาอยู่ทั่วไป ต่างคนต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2) การบูรณาการแบบพหุวิทยากร (Multidisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชากับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว

3) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยภายในกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสอดคล้องกันในรายวิชา การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบ

กิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเอง โดยให้มีเชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาสาระหรือตัวชี้วัดในเรื่องนั้นๆ

4) การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) คือ การจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์เข้ากับชีวิตจริง นักเรียนสามารถใช้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ในสถานการณ์จริงภายในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตัวเอง ดังนั้น ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยผู้สอนอาจกำหนดกรอบ (Theme) ของปัญหาอย่างกว้างๆ ให้นักเรียน โดยให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ประเด็นปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนให้ความสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) ความรู้เดิมของนักเรียน ดังที่แสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนภาพระดับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจากคู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา
ที่มา: Vasquez, J. A., Snelder, C., and Comer, M. (2013), p.1

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการของสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (Activity Based) หรือการทำโครงงาน (Project Based) พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การบรูณาการเนื้อหา เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย และการบรูณาการเป้าหมายของการเรียนรู้

2.3.5 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการด้านวิศวกรรมศาสตร์เป็นพื้นฐาน เข้าในสาระกระบวนการต่างๆ โดยมีนักการศึกษาได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

มนตรี จุฬาวัฒนทล (2556, น.18) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังต่อไปนี้

1) ผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์จะต้องมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้

2) ผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์จะมีความสนุก และมองเห็นอาชีพการงานที่สนใจจะทำหลังจากที่สำเร็จการศึกษาแล้วในอนาคต

3) ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ควรจะดีขึ้น

4) ปัญหาการขาดแคลนผู้สอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่ห่างไกลจะลดน้อยลง ครูมีความเชื่อมั่นในสาระวิชาและกระบวนการสอนมากขึ้น

5) การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการงานอาชีพและกลุ่มสาระสุขศึกษาและพลศึกษา ดังนั้น การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะครอบคลุม 4 กลุ่มสาระวิชาในจำนวนทั้งหมด 8 กลุ่มสาระวิชา ดังนั้น นักเรียนไทยได้มีเวลาในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นเวลาครึ่งหนึ่งของเวลาเรียนทั้งหมด

6) ประเทศไทยจะมีบุคลากรที่มีเชี่ยวชาญด้านสะเต็มที่จะช่วยยกระดับรายได้ของประเทศให้สูงกว่าระดับรายได้เดิม

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556, น.19-20) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) การเรียนรู้แบบสะเต็มจะช่วยเพิ่มโอกาสในทางด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า การมีนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นสามารถขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลกทั้งสิ้นล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

2) ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more Students to Technological Fields) การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยังขาดแคลนอีกมาก

3) ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาช่วยสร้างเสริมความมั่นคงให้กับประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความปลอดภัยไซเบอร์ (Cyber Security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

4) ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพที่แข็งแรง และอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัยต่างๆ ได้ดีขึ้นมีการตรวจพบโรคร้ายต่างๆ ได้รวดเร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาให้หายได้ทัน

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558, น.5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งเน้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง สร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงงานแบบสะเต็มศึกษา จึงมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิตและการบริการ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในโลกอนาคต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน

2) นักเรียนมีความเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น

3) นักเรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น

4) หน่วยงานภาครัฐและเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา

6) สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

Rece Herboldsheimer & Paige Gordon (2013, p.1-4) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ 2) ทักษะการแก้ปัญหา 3) ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ 4) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6) ทักษะการสร้างนวัตกรรม 7) ทักษะการออกแบบ

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาโดยเน้นการบูรณาการการเรียนรู้ การนำไปใช้และฝึกคิดเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่เพื่อเสริมสร้างทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เช่น 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ 2) ทักษะการแก้ปัญหา 3) ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ 4) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6) ทักษะการสร้างนวัตกรรม และ 7) ทักษะการออกแบบและเกิดความเข้าใจในศาสตร์ทั้ง 4 ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2.4 การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

การคิดเชิงออกแบบเป็นวิธีสร้างความคิดใหม่อย่างก้าวกระโดดนอกกรอบเดิม โดยเฉพาะสำหรับโครงการและปัญหาที่ซับซ้อนเป็นเวลาที่ต้องใช้ทีมที่มีความชำนาญหลากหลายศาสตร์ จำเป็นต้องสร้างและทดลองต้นแบบกับผู้ใช้เรา เปลี่ยนความคิดเรื่องบทบาทของเราจากการเป็นนักออกแบบสู่การเป็นนักคิดเชิงออกแบบซึ่งเหมาะสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

2.4.1 ความหมายการคิดเชิงออกแบบ

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นกระบวนการคิดที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยมีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองที่หลากหลายมาพัฒนาเป็นแนวในการแก้ไขปัญหาจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มีนักวิชาการหลากหลายท่านได้เสนอแนวคิดไว้ ดังต่อไปนี้

เมษ์ ศรีพัฒนาสกุล (2564, น.1-2) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบไว้ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจกับปัญหาอย่างลึกซึ้ง ความต้องการที่แท้จริงทั้งของผู้เรียน ผู้ปกครอง และชุมชน เน้นการส่งเสริมให้กล้าทดลอง ออกแบบ และพัฒนาการเรียนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ๆ

ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC) (2564, ออนไลน์) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบไว้ว่า การคิดที่มีแต่นักออกแบบใช้กันเท่านั้น แต่แท้ที่จริงแล้วการคิดเชิงออกแบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสาขาอื่นๆ ได้อีกด้วย

Tada Ratchagit (2019) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบไว้ว่าเป็นการแก้ไขปัญหาหรือโจทย์ให้ถูกจุด ตลอดจนพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือโจทย์ที่ตั้งไว้ เพื่อที่เลือกวิถีทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา โดยการแก้ปัญหาบนพื้นฐานกระบวนการนี้จะมุ่งเน้นไปที่หลักของผู้ใช้งาน/ผู้บริโภค (User-centered) เป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายเป็นการสร้างผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม สามารถตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าว และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงเกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์อีกด้วย

Tim Brown (2022) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบไว้ว่าเป็นกระบวนการคิดที่เน้นผู้คนเป็นศูนย์กลาง ไม่มีรูปแบบหรือกระบวนการที่ตายตัว แต่เป็นกระบวนการที่มีลักษณะเป็นตัวของตัวเอง ซึ่งไม่ว่าจะมีปัญหาหรือโจทย์ที่ท้าทายในการออกแบบประเภทใดจะต้องผ่าน 3 ช่วงหลัก ได้แก่ แรงบันดาลใจ อุดมการณ์ และการนำไปใช้ ซึ่งหากสามารถทำตามขั้นตอนทั้งสามนี้ได้จะเป็นการเปิดโอกาสในเกิดการออกแบบนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เป็นการออกแบบที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง เพื่อจัดการกับโจทย์ปัญหาหรือความท้าทายมากมายในการออกแบบ และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) วิธีสร้างความคิดใหม่ กระบวนการสร้างนวัตกรรม หรือวิธีคิดที่นักออกแบบใช้ในการออกแบบสิ่งที่มนุษย์ต้องการ เทคโนโลยี เป็นไปได้ทาง

เศรษฐกิจมารวมกัน โดยใช้เครื่องมือคิดสร้างสรรค์เพื่อตอบปัญหาความท้าทายแนวต่างๆ ปัญหาที่ซับซ้อน เป็นเวลาที่ต้องใช้ทีมที่มีความชำนาญหลากหลายศาสตร์หลากหลาย ทั้งงานออกแบบงานบริการ งานด้านการพัฒนาสังคม การศึกษา สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแวดวงอื่นๆ เหมาะสำหรับการตอบโจทย์ใหม่ๆ ได้อีก เพื่อนำไปสู่การเป็นนักคิดเชิงออกแบบ

2.4.2 คุณลักษณะของนักคิดเชิงออกแบบ

คุณลักษณะของนักคิดเชิงออกแบบได้กำหนดบทบาทหน้าที่ในหลากหลายคุณลักษณะ ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวคิดไว้ ดังต่อไปนี้

Kelly and Littman (2005) (อ้างถึงใน ปภิญญา ทองสมจิตร, 2556, น.36-39) ได้กำหนดคุณลักษณะของนักคิดเชิงออกแบบโดยสมาชิกในทีม ควรมีบทบาทหน้าที่สลับสับเปลี่ยนกันไป เพื่อส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรม โดยแบ่งเป็น 3 คุณสมบัติ 10 บทบาท ดังนี้

1) คุณสมบัติเพื่อการเรียนรู้ หน่วยงาน และบุคลากรต่างมีความจำเป็นต้องแสวงหาแหล่งข้อมูลใหม่ๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้ตนเองมีความก้าวหน้า ดังนั้น คุณสมบัติสามประการแรกจึงต้องเป็นไปเพื่อการเรียนรู้ โดยมีความเชื่อที่ว่าไม่ว่าองค์กรจะประสบความสำเร็จมากเพียงใดก็ไม่สามารถสร้างความพึงพอใจได้อย่างสมบูรณ์ โลกทุกวันนี้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วความคิดที่เป็นเลิศในวันนี้อาจกลายเป็นสิ่งล้าสมัยในวันรุ่งขึ้น การเรียนรู้เป็นสิ่งที่ช่วยให้หลุดพ้นจากการหยุดนิ่งอยู่ที่เดิมๆ และเป็นเครื่องเตือนใจไม่ให้องค์กรหรือบุคคลยึดติดอยู่กับสิ่งที่รู้อยู่แล้ว ผู้ที่เหมาะสมจะทำหน้าที่ในการเรียนรู้จะต้องไม่หลงตัวเอง และรู้จักตั้งคำถามที่เปิดโลกทัศน์ของตนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ๆ ได้ สำหรับการปรับเปลี่ยนบทบาทให้เอื้อต่อการสร้าง คุณสมบัติแห่งการเรียนรู้สามารถแบ่งได้ 3 บทบาท ดังนี้

(1.1) นักมานุษยวิทยา (Anthropologist) เป็นผู้ที่ปูความรู้ความเข้าใจใหม่ๆ ให้แก่องค์กรด้วยการลงพื้นที่สังเกตพฤติกรรม และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ว่าบุคคลเหล่านั้นมีการตอบสนองลักษณะทางกายภาพและความรู้สึกต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ บริการ และสถานที่เป็นอย่างไร

(1.2) นักทดลอง (Experimenter) เป็นผู้ที่นำแนวคิดใหม่มาสร้างเป็นต้นแบบและเรียนรู้จากการปฏิบัติลองผิดลองถูก ต้องคำนวณถึงโอกาสความเป็นไปได้หลายครั้งด้วยการทดลองและทดสอบใช้งานจริงจนกว่าจะประสบความสำเร็จ

(1.3) นักผสมผสาน (Cross Pollinator) เป็นผู้ที่ต้องสำรวจดูวิธีการทำงานในประเภทอื่นๆ รวมทั้งมุมมองการใช้ชีวิตที่แตกต่างออกไป แล้วนำสิ่งที่ได้เห็นหรือค้นพบมาปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความต้องการขององค์กร

2) คุณสมบัติเพื่อการจัดการ จะต้องรอบรู้ว่าองค์กรมีกระบวนการที่จะผลักดันความคิดออกมาเป็นชิ้นงานอย่างไร และบนเส้นทางนั้นมีอุปสรรคอะไรบ้าง โดยนักแก้ปัญหา นักประสานงาน และผู้กำกับต้องรอบรู้ทุกเรื่องรอบรู้ทุกอย่าง เพื่อผลักดันความคิดที่ดีที่สุดให้ออกมาให้เป็นชิ้นงานได้ ซึ่งจะ

ต้องทำงานแข่งกับเวลา ต้องเอาใจใส่และต้องคำนึงถึงการเลือกใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ ในการปรับเปลี่ยนบทบาทให้เอื้อต่อการสร้างคุณสมบัติเพื่อการจัดการ สามารถแบ่งได้ 3 บทบาท ดังนี้

(2.1) นักแก้ปัญหาฟันฝ่าอุปสรรค (Hurdler) เป็นผู้ที่รู้ว่าเส้นทางของการสร้างนวัตกรรมนั้นย่อมเป็นอุปสรรคเสมอ แต่สิ่งเหล่านี้จะก่อให้เกิดการสร้างสติปัญญา เพื่อให้สามารถเอาชนะอุปสรรค หรือสร้างสรรค์ผลงานออกมาได้ดีตามที่ตนเองคาดหมายไว้

(2.2) นักประสานงาน (Collaborator) เป็นผู้นำยอดฝีมือทั้งหลายๆ มารวมกันแล้วสร้างให้เป็นกลุ่มงานกลุ่มใหม่ที่สามารถแก้ไขปัญหาได้หลากหลาย โดยมีตัวเองเป็นศูนย์กลางในการประสานงานต่างๆ

3) ผู้กำกับ (Director) เป็นผู้จุดประกายความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตัวให้มีความโดดเด่นคุณสมบัติเพื่อการสร้างเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากกลุ่มที่มีหน้าที่เรียนรู้ และใช้ช่องทางที่จะทำให้เป็นจริงจากกลุ่มที่มีหน้าที่จัดการ เพื่อสร้างนวัตกรรมให้เกิดขึ้นและเกิดการยอมรับในนวัตกรรมนั้นๆ สำหรับการปรับเปลี่ยนบทบาทให้เอื้อต่อการสร้างคุณสมบัติเพื่อการสร้าง สามารถแบ่งได้ 4 บทบาท ดังนี้

(3.1) สถาปนิกผู้เชี่ยวชาญ (Experience Architect) เป็นผู้ที่ใช้ประสบการณ์ มีเชี่ยวชาญในการออกแบบ โดยมองอย่างลึกซึ้งมากกว่าสภาพการใช้งานแบบปกติ เพื่อโยงไปสู่เงื่อนไขหรือความต้องการ ของผู้ใช้งาน

(3.2) นักจัดฉาก (Set Designer) เป็นผู้สร้างสรรค์สถานที่ให้สมาชิกในกลุ่มสร้างนวัตกรรมสามารถทำงานได้ออกมาดีที่สุด โดยปรับแต่งสภาพแวดล้อมให้ดึงดูดสนใจของผู้คน

(3.3) ผู้ดูแล (Caregiver) เป็นเสมือนผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพ ซึ่งมีความห่วงใยลูกค้ามากว่าให้บริการตามหน้าที่ปกติ ผู้ดูแลที่ดีจะคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่า ลูกค้าต้องการอะไรและพร้อมที่จะดูแล เมื่อคุณพบว่างานบริการอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นที่ต้องการของลูกค้าอย่างมาก คุณก็จะพบว่างานบริการนั้นมีผู้ดูแลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการทำงาน

(3.4) นักเล่าเรื่อง (Storyteller) เป็นผู้สร้างขวัญกำลังใจให้สมาชิกในทีม และเล่าเรื่องราวให้บุคคลภายนอกได้รับรู้ การเล่าเรื่องเป็นการสื่อสารให้รู้ถึงคุณค่าในตัวเองหรือเพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมภายในองค์กรให้เข้มแข็งขึ้น

Kelly & Littman (2005, pp.1-4) (อ้างถึงใน ปภิญญา ทองสมจิตร, 2556, น.35) ในองค์กร IDEO ได้เขียนหนังสือชื่อเรื่อง The Ten Faces of Innovation ซึ่งได้กำหนดบทบาทหน้าที่ของคนในองค์กรไว้เป็น 10 ประเภท เพื่อส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรมและแนวความคิดใหม่ๆ โดยมีแนวคิดดังต่อไปนี้

1) นวัตกรรมเป็นการทำงานเป็นทีมอย่างเป็นระบบ

2) คุณสมบัติของแต่ละบุคคลในทีมจะช่วยให้สร้างมุมมองที่แตกต่างออกไปจากบริบทเดิม และช่วยขยายขอบเขตความคิดในการสร้างนวัตกรรมให้กว้างออกไปมากยิ่งขึ้น

3) สมาชิกหนึ่งคนสามารถสวมหมวกได้หน้าที่ได้หลายประเภท

4) มีเทคนิควิธีที่สร้างบรรยากาศให้ทุกคนในองค์กรมีจิตวิญญาณในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง

Tim Brown (2008, p.17) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของนักคิดเชิงออกแบบ (Design-Thinking) ไว้ว่าเป็นบุคคลที่มีลักษณะความถนัด ปฏิภาณไหวพริบด้านการคิดเชิงออกแบบติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งในการนำมาพัฒนาและเพิ่มประสบการณ์ด้านการคิดเชิงออกแบบได้อย่างถูกวิธีที่เป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นนักคิดเชิงออกแบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ความเข้าอกเข้าใจผู้อื่น (Empathy) เป็นการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นโดยมองเห็นมุมมองที่หลากหลาย โดยสามารถมองเห็นแนวทางแก้ปัญหาโดยจะต้องคำนึงถึงความต้องการ และสนองตอบความต้องการ โดยใช้หลักการ “คนต้องมาก่อน” คุณลักษณะของนักคิดเชิงออกแบบมักจะเป็นคนที่ชอบสังเกตสิ่งต่างๆ รอบตัว เก็บรายละเอียดได้ดี มักจะพบจะเป็นสิ่งที่คนทั่วไปมองไม่เห็น สร้างแรงบันดาลใจให้เกิดนวัตกรรมในเวลาต่อมา

2) การคิดเชิงบูรณาการ (Integrative Thinking) ไม่จำเป็นต้องยึดติดกับการทำงานตามกระบวนการเชิงวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว ยังสามารถตีโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนออกมาได้ โดยการมองถึงคุณลักษณะเฉพาะที่โดดเด่นหรือข้อขัดแย้งของปัญหานั้นๆ เพื่อที่จะนำไปสร้างวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ที่ไม่เคยมีใครเคยทำมาก่อน ซึ่งสามารถใช้ปรับปรุงวิธีการดังกล่าวเป็นทางเลือกที่มีอยู่เดิมให้ดีมากขึ้น

3) การมองโลกในแง่ดี (Optimism) เป็นบุคคลที่มีพื้นฐานการมองโลกในแง่ดีในเชิงบวกและมีความสามารถในการปรับความคิดให้เข้ากับสถานการณ์หรือปัญหาที่ประสบ

4) ประสบการณ์นิยม (Experimentalism) มักจะเกิดจากการตั้งคำถามแล้วค้นหาข้อจำกัดต่างๆ (Constraints) ด้วยวิธีการเชิงสร้างสรรค์ซึ่งจะต้องอาศัยทดลองโดยใช้แนวทางใหม่ๆ เสมอ

5) การร่วมมือกันทำงาน (Collaboration) เมื่อการทำงานที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้ต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบไปสู่การทำงานแบบสหวิทยาการ ซึ่งจะต้องทำงานร่วมกับบุคคลที่ทำงานในสาขาวิชาอื่นๆ เช่น บริษัทออกแบบได้ว่าจ้างวิศวกรรม และนักการตลาด นักมานุษยวิทยา นักออกแบบอุตสาหกรรมสถาปนิก และนักจิตวิทยาร่วมกันสรรสร้างนวัตกรรมขึ้นมา

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องคุณลักษณะของการคิดเชิงออกแบบควรมีปฏิภาณไหวพริบด้านการคิดเชิงออกแบบติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด ซึ่งเหมาะกับการนำมาพัฒนาและเพิ่มประสบการณ์ด้านการคิดเชิงออกแบบได้อย่างถูกวิธี บุคลิกลักษณะที่เป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นนักคิดเชิงออกแบบ

นวัตกรรมเป็นการทำงานระบบทีม โดยอาศัยแนวคิดในสมาชิกในทีมสร้างมุมมองที่แตกต่างออกไปจากเดิม และช่วยขยายขอบเขตความคิดในการสร้างนวัตกรรมให้กว้างออกไปมากยิ่งขึ้น ควรประกอบไปด้วย องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้ 1) ความเข้าอกเข้าใจผู้อื่น 2) การคิดเชิงบูรณาการ 3) การมองโลกในแง่ดี (Optimism) 4) ประสบการณ์นิยม (Experimentalism) 5) การร่วมมือกันทำงาน (Collaboration)

2.4.3 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process)

กระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นวิธีการใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหา ฝึกให้มีการคิดอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน และมีลำดับการบริหารจัดการที่ดี ทำให้เรารู้จักมองปัญหาตลอดจนโจทย์ของการทำงานต่างๆ ได้รอบทิศและรอบคอบขึ้น สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ตลอดจนสร้างนวัตกรรมตอบโจทย์ผู้บริโภคได้ โดยมีนักวิชาการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้รายละเอียดไว้ ดังนี้

ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC) (2560, น.21) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดเชิงออกแบบของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford d. school) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) เข้าใจปัญหา (Empathize) ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาให้ถ่องแท้ในทุกมุมมอง ตลอดจนเข้าใจผู้ใช้กลุ่มเป้าหมาย หรือเข้าใจในสิ่งที่เราต้องการแก้ไขนี้เพื่อหาหนทางที่เหมาะสมและดีที่สุดให้ได้ การเข้าใจคำถามอาจเริ่มตั้งด้วยการตั้งคำถาม สร้างสมมติฐาน กระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ที่ดีได้ ตลอดจนวิเคราะห์ปัญหาให้ถ้วนถี่เพื่อหาแนวทางที่ชัดเจนให้ได้ การเข้าใจในปัญหาอย่างลึกซึ้ง ถูกต้องนั้นจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ตรงประเด็นและได้ผลลัพธ์ที่ยอดเยี่ยม

2) กำหนดปัญหาให้ชัดเจน (Define) เมื่อรู้ถึงข้อมูลปัญหาที่ชัดเจน ตลอดจนวิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบด้านแล้ว ให้นำเอาข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อที่จะคัดกรองให้เป็นปัญหาที่แท้จริง กำหนดหรือบ่งชี้ปัญหาอย่างชัดเจน เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการปฏิบัติการต่อไป รวมถึงมีแก่นยึดในการแก้ไขปัญหาอย่างมีทิศทาง

3) การสร้างความคิด (Ideate) การสร้างความคิดคือ การนำเสนอแนวความคิด ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาในรูปแบบต่างๆ อย่างไม่มีกรอบจำกัด ควรระดมความคิดในหลากหลายมุมมอง หลากหลายวิธีการออกมาให้มากที่สุด เพื่อที่จะเป็นฐานข้อมูลในการที่เราจะนำไปประเมินผลเพื่อสรุปเป็นความคิดที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ไขปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องเกิดจากความคิดเดียว หรือเลือกความคิดเดียว แต่เป็นการผสมผสานหลากหลายความคิดให้ออกมาเป็นแนวทางสุดท้ายที่ชัดเจนก็ได้ การระดมความคิดนี้ยังช่วยให้เรามองปัญหาได้อย่างรอบด้านและละเอียดขึ้นด้วย รวมถึงหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างรอบคอบได้

4) สร้างต้นแบบที่เลือก (Prototype) หากเป็นเรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรม ขั้นสร้างต้นแบบที่เลือก (Prototype) คือ การสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบจริงก่อนที่จะนำไปผลิตจริงสำหรับในด้านอื่นๆ ขั้นนี้ก็คือ การลงมือปฏิบัติหรือทดลองทำจริงตามแนวทางที่ได้เลือกแล้ว ตลอดจนสร้างต้นแบบของปฏิบัติการที่เราต้องการจะนำไปใช้จริง

5) ทดสอบ (Test) ทดลองนำต้นแบบหรือข้อสรุปที่จะนำไปใช้จริงมาปฏิบัติก่อนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ตลอดจนประเมินผลเสร็จแล้วก็นำเอาปัญหาหรือข้อดีข้อเสียที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงอีกครั้ง

ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC) (2560, น.22) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดเชิงออกแบบของโมเดลเพชรคู่ (Double Diamond) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ค้นพบ (Discover) เป็นกระบวนการการคิดเชิงออกแบบ ทุกครั้งเรามักหยิบเอาปัญหามาเป็นโจทย์สำคัญในการเริ่มต้น ในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การค้นพบปัญหาแล้วทำความเข้าใจกับปัญหาให้ลึกซึ้งมากที่สุด หลากหลายมิติที่สุด เพื่อที่จะนำไปสู่การหาทางออกที่ดีและตอบโจทย์มากที่สุด

2) บ่งชี้/กำหนด (Define) หลังจากที่เรามองปัญหาอย่างรอบด้านแล้วให้นำเอาข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อที่จะคัดกรองให้เป็นปัญหาที่แท้จริง กำหนดหรือบ่งชี้ว่าเป็นปัญหาอะไร ประเภทไหน เพื่อให้เข้าใจลักษณะของปัญหาให้ได้ชัดเจนที่สุดเพียงประเด็นเดียว เพื่อที่จะได้มีจุดหมายในการหาทางแก้ไขได้อย่างตรงประเด็นมีทิศทางชัดเจน

3) พัฒนา (Develop) หลังจากที่เรามีแก่นของปัญหาที่ชัดเจนแล้ว ขั้นตอนของการพัฒนานี้ก็คือ การระดมสมองเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งในกรอบและนอกกรอบ โดยคิดให้รอบด้านที่สุด ถ้าเปรียบกับการออกแบบสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ตอนนี้ก็คือ การหาไอเดียเพื่อที่จะออกแบบไปในทิศทางต่างๆ หลากหลายรูปแบบเพื่อนำมาเลือกไอเดียที่ดีที่สุดไปผลิตนั่นเอง

4) นำไปปฏิบัติจริง (Deliver) ขั้นตอนนี้เราจะเลือกวิธีที่ดีที่สุดเพื่อนำไปแก้ไขปัญหาจริงปฏิบัติจริง เพื่อตอบโจทย์ปัญหาที่เราตั้งไว้ นำไปทดลองหรือทดสอบจริงว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ ตลอดจนเก็บข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลด้วย

Carroll et al. (2010, p.381) ได้เสนอแนวคิดของกระบวนการคิดการออกแบบซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) การทำความเข้าใจ (Understand)

2) การสังเกต (Observe)

3) มุมมอง (Point of view)

4) การระดมความคิด (Ideate)

5) สร้างต้นแบบ (Prototype)

6) การทดสอบ (Test)

Lee et al. (2015, p.381) ได้เสนอขั้นตอนและการจัดกิจกรรมของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) การทำความเข้าใจความรู้ (Understanding knowledge) เป็นการสำรวจ แบ่งปันและเข้าใจความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน

2) เข้าใจปัญหา (Empathize) เป็นการปฏิบัติตามและเข้าใจถึงความต้องการ และข้อกำหนดของหัวข้อภายในกลุ่ม

3) การแบ่งปันมุมมอง (Sharing perspectives) เป็นการกำหนดบทบาทที่ชัดเจนและอภิปรายประเด็นที่ต้องแก้ไข จัดลำดับความสำคัญของปัญหา และทิศทางของงานระหว่างสมาชิกภายในทีม

4) สร้างความคิด (Generating ideas) เป็นการเสนอแนะแนวคิดที่มีความหลากหลายในการแก้ไขปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มต้องการศึกษา

5) สร้างต้นแบบที่เลือก (Prototyping) สร้างหรือพัฒนาชิ้นงานที่วางแผนความคิดที่สร้างไว้และพิจารณาแนวคิดที่เลือก ว่ามีความเป็นไปได้หรือมีข้อปรับปรุงให้ดีขึ้น

จากการศึกษาขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สามารถวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (2560)	โมเดลเพชรคู่ (2560)	Carroll et al. (2010)	Lee et al., (2015)	รวม
1. การเข้าใจปัญหาของกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง	✓	✓	✓	✓	4
2. สังเกต		✓			1
3. กำหนดปัญหาให้ชัดเจน	✓	✓		✓	3
4. การสร้างความคิด	✓		✓	✓	3
5. สร้างต้นแบบที่เลือก	✓	✓	✓	✓	4
6. ทดสอบ	✓	✓	✓	✓	4

จากการศึกษากระบวนการคิดเชิงออกแบบ สรุปได้ว่า ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบประกอบด้วย 5 องค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ 1) เข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจความรู้กลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง 2) กำหนดปัญาให้ชัดเจน 3) ระดมความคิด การแบ่งปันมุมมอง 4) สร้างต้นแบบที่เลือก 5) ทดสอบ

2.5 สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

นวัตกรรมเป็นสิ่งใหม่ที่ทำขึ้น ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของความคิดหรือการกระทำ หรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ อย่างไรก็ตามความคิดใหม่มิใช่เป็นคุณสมบัติประการเดียวของนวัตกรรม ถ้าเป็นเช่นนั้นของทุกอย่างที่เข้ามาใหม่ก็จะเป็นนวัตกรรมทั้งสิ้น (ทิศนา แขมณี, 2560, น.89) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 ความหมายสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ดังนี้

ตรีทิพ บุญแย้ม (2554, น.353) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะในสร้างนวัตกรรมว่าเป็นการแสดงออกถึงแนวคิด กระบวนการคิด หรือผลักดันความคิดที่มีความแปลกใหม่ที่เกี่ยวข้องกับงานที่ตนได้รับมอบหมายในหน่วยงานหรือองค์กรของตนได้ใช้ประโยชน์

สุคนธ์ทิพย์ มงคลเจริญ, (2555, น.535) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมเป็นการริเริ่ม สร้างสรรค์ของแนวคิด ผลิตภัณฑ์ บริการ กระบวนการ หรือวิธีการทำงานแบบใหม่ ซึ่งอาจจะหมายรวมไปถึงการพัฒนาหรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีความแตกต่าง ก่อให้เกิดประโยชน์ในการทำงานหรือองค์กร

สำนักงานนวัตกรรมและการจัดการศึกษา (2563) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นสิ่งใหม่ที่เกิดจากการสร้างความรู้และความคิดมาสร้างสรรค์ผลงาน นับว่าเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม อันจะนำไปสู่การลงทุนธุรกิจนวัตกรรมหรือธุรกิจในรูปแบบใหม่ที่ช่วยส่งเสริมขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

De Jong (2007) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมไว้ว่าเป็นพฤติกรรมทางตรงของมนุษย์ที่มีการริเริ่มหรือเริ่มต้นแนวคิด กระบวนการ วิธีการทำงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ซึ่งเริ่มต้นจากขั้นตอนการสร้างจนถึงขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรม ทั้งในระดับบุคคล กลุ่มงานและองค์กรในการทำงาน

Messmann & Mulder (2012) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมไว้ว่าเป็นพฤติกรรมในการแสวงหาโอกาสในการสนับสนุนความคิดให้เป็นจริง และมีการสะท้อนความคิดของผลความคิด

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องความหมายสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมโดยสรุปหมายความว่า เป็นสมรรถนะของบุคคลในการสร้างแนวความคิดใหม่ความคิด กระบวนการ ผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการแสดงออกถึงเพื่อสร้างให้เกิดเป็นธุรกิจนวัตกรรมหรือธุรกิจใหม่ อันจะนำไปสู่การลงทุนใหม่ที่ส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

2.5.2 ลักษณะของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

นวัตกรรมเมื่อนำมาใช้จะช่วยให้การทำงานย่อมได้ผลดี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายคนได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของนวัตกรรมไว้ ดังนี้

กีรติ ยศยิ่งยง (2561, น.10) ได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาลักษณะของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมไว้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1) การรับรู้ของแต่ละบุคคล (Perception of Individual) สิ่งใดที่จะพิจารณาว่าสิ่งนั่นคือนวัตกรรมนั้นขึ้นอยู่กับการรับรู้ระดับบุคคล เช่น ประสบการณ์ ค่านิยม ความเชื่อ นวัตกรรมของบุคคลหนึ่งอาจจะไม่ใช่นวัตกรรมของอีกบุคคลหนึ่งก็ได้

2) ช่วงเวลา (Timeline) นวัตกรรมอาจได้รับการยอมรับหรือได้รับความนิยมตามช่วงเวลานั้นๆ ที่ปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ช่วงเวลาจะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่ามีสิ่งใหม่ๆ เกิดขึ้น เคยมีผู้ใดเคยทำมาก่อนหรือไม่ หรืออาจจะเป็นการพัฒนสิ่งเดิมที่ถูกปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งนวัตกรรมจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม หรือความเชื่อของบุคคลในกลุ่มนั้น

3) ความใหม่ (Newness) เป็นสิ่งที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ กระบวนการใหม่หรือปรับปรุงขึ้นมาใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดเคยทำมา หรือเคยทำมาแล้วแต่กลับนำมาดัดแปลงรื้อพื้นในสถานการณ์ใหม่

4) มูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Benefits) นวัตกรรมที่มีประโยชน์และคุ้มค่าจะต้องได้รับการย่อมรับ ฉะนั้นจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ถูกนำมาพัฒนาในความเป็นนวัตกรรม

5) ความรู้และการสร้างสรรค์ (Knowledge and Creativity) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุด เพราะการได้มาซึ่งความรู้และการสร้างสรรค์จะต้องเกิดมาจากไอเดียหรือแนวคิดใหม่ๆ อันจะนำไปสู่การสร้างผลงานเชิงต้นแบบ และกลายเป็นนวัตกรรมที่ไม่ได้คัดลอกผลงานหรือมีการประดิษฐ์ซ้ำ

ทิศนา แขมมณี (2556, น.50) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของนวัตกรรมไว้ 4 ลักษณะ ดังนี้

1) เป็นสิ่งใหม่ ซึ่งมีความหมายในหลายลักษณะ ดังนี้

(1.1) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ทั้งหมดหรือเกิดขึ้นใหม่เพียงบางส่วน

(1.2) เป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีการนำมาใช้ นวัตกรรมที่เกิดขึ้นใหม่ในสถานการณ์หนึ่งอาจจะเป็นสิ่งเก่าในอีกสถานการณ์หนึ่ง นับว่าเกิดนวัตกรรมขึ้น เช่น การนำสิ่งที่ใช้กันในสัมคมหนึ่งมาพัฒนาปรับปรุงใช้อีกในสังคมหนึ่ง

(1.3) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ในระยะเวลาหนึ่ง แต่อาจจะเป็นของเก่าในอีกระยะเวลาหนึ่ง อาจจะเป็นสิ่งที่เคยทำมาแล้วแต่ไม่ได้รับการยอมรับหรือได้รับความนิยม อันเนื่องมาจากการขาดปัจจัยหลากหลายอย่างสนับสนุน ในเวลาต่อมามีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องสนับสนุน และสถานการณ์เอื้ออำนวย จึงนำมาพัฒนาทดลองใช้และเผยแพร่สู่สาธารณ จึงถือว่าเป็นนวัตกรรมได้

2) เป็นสิ่งใหม่ที่อยู่ในขั้นตอนกระบวนการทดลองใช้ว่า สามารถใช้กับสถานการณ์ในบริบทนั้นได้มากหรือน้อยเพียงใด

3) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ที่ได้รับการยอมรับแต่ยังไม่เป็นส่วนหนึ่งต่อการใช้งานแบบปกติ แต่ถ้าหากได้รับการยอมรับและใช้งานสิ่งนั้นได้อย่างปกติในการใช้งานของบริบทนั้นอยู่แล้ว จะไม่ถือว่าเป็นนวัตกรรม

4) เป็นสิ่งใหม่ที่ได้รับการยอมรับและนำไปใช้ในบริบทนั้นบ้างบางส่วน แต่ยังไม่เป็นที่นิยมหรือยังไม่เป็นที่รู้จักของบุคคลอย่างแพร่หลาย

เนาวนิตย์ สงคราม (2555, น.34) ได้กล่าวถึงลักษณะของนวัตกรรมไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) เป็นสิ่งใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ ความคิดใหม่ วิธีการใหม่ หรือสิ่งที่ดัดแปลงใหม่แตกต่างจากสิ่งเดิมที่เคยมีอยู่ในองค์กร หรือจะเป็นพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

2) บุคลากรภายในองค์กรสามารถใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมได้

3) นวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

De Jong (2007) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการสร้างนวัตกรรมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) พฤติกรรมการสร้างความคิด (Idea generation) เป็นพฤติกรรมที่มองเห็นช่องว่างโอกาส หรือปัญหาในการทำงาน โดยการหยิบยกประเด็นเหล่านี้เพื่อที่จะสร้างความคิดที่ดีใหม่ๆ ให้มีความแตกต่างไปจากเดิม และสามารถแก้ไขปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ได้

2) พฤติกรรมการประยุกต์ใช้ (Application) เป็นการพัฒนาผลงานให้ออกมาในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือวิธีการใหม่ๆ ที่สามารถนำไปปฏิบัติหรือสามารถใช้งานได้จริงในองค์กร

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมได้ว่าเป็นการสร้างแนวคิดที่เป็นสิ่งใหม่ ที่มีลำดับขั้นตอน ความคิด วิธีการทำงานใหม่ๆ ผลิตภัณฑ์ใหม่หรือสิ่งที่ดัดแปลงใหม่แตกต่างจากที่เคยมีในองค์กร หรือจากการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น เป็นขั้นตอนของการนำความคิดใหม่ๆ นั้นไปประยุกต์ใช้กับการทำงานใช้งานได้อย่างดีมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผล และมีมาตรฐานและเกณฑ์ในการพิจารณาความเป็นนวัตกรรมได้ต่อไป ดังนี้ 1) เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วน 2) การประดิษฐ์คิดค้นนั้นใช้วิธีการจัดระบบมีการพิสูจน์วิจัย 3) มีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือได้ 4) ความรู้และการสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.5.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างนวัตกรรม พบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมจำนวนมาก เช่น ความรู้ แรงจูงใจ การทำงานเป็นทีม การคิดสร้างสรรค์ การสนับสนุนจากองค์กร และเทคโนโลยี เป็นต้น

นักวิชาการและนักวิจัยหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ดังนี้

เนาวนิตย์ สงคราม (2556, น.15) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรมไว้ดังนี้

1) ความรู้ และประสบการณ์
2) การจัดกระทำความรู้
3) ความคิดสร้างสรรค์
4) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
5) การทำงานร่วมกันเป็นทีม
6) แรงจูงใจ
7) การมีภาวะผู้นำ

สรรค์ชัย เตียวประเสริฐกุล (2554, น.87) ได้กล่าวว่า การสร้างนวัตกรรมจะต้องอาศัยแรงจูงใจ (motivation) เป็นแรงผลักดันที่ก่อให้เกิดประสบความสำเร็จ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 ปัจจัย คือ แรงจูงใจภายใน และแรงจูงใจภายนอก

Von Stamm (2008) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรมไว้ว่าจะต้องเกิดมาจากแรงจูงใจของแต่ละบุคคล เช่น ความรู้ แรงบันดาลใจ ความกระตือรือร้น โดยสามารถแบ่งได้ 5 ปัจจัย ดังนี้

1) เป็นวิสัยทัศน์ และยุทธศาสตร์ที่มีความเป็นไปได้จริง และจะต้องเลือกแนวคิดในการสร้างนวัตกรรมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2) ภาวะผู้นำภายในองค์กรจะต้องเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นและสนับสนุนให้บุคคลในองค์กรเกิดการสร้างนวัตกรรม

3) เป็นรูปแบบกระบวนการในการสร้างนวัตกรรม

4) บุคคลภายในองค์กรมีการปฏิบัติเป็นวัฒนธรรมในการสนับสนุนและเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่กำลังประสบอยู่ จะต้องอาศัยบุคคลต้นแบบ ความร่วมมือ กล้าทดลอง และเกิดการเรียนรู้จากความล้มเหลวที่เกิดขึ้น

5) สภาพแวดล้อมภายในองค์กรจะช่วยสนับสนุนส่งเสริมบุคคลให้นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม เกิดการร่วมมือระหว่างกันในการทำงานรวมไปถึงการพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้ระหว่างกัน

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมได้ว่าเป็นการสร้างแรงจูงใจทั้งภายนอกและภายใน เพื่อผลักดันให้ประสบความสำเร็จ การให้พันธสัญญา ความหวัง และรางวัลทั้งที่เป็นคุณค่า ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์การเรียนรู้ การจัดการความรู้

ความคิดสร้างสรรค์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำที่บุคคลสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรมในองค์กร

2.5.4 กระบวนการในการสร้างนวัตกรรม

นักวิชาการหลายท่านได้ให้นิยามเกี่ยวกับทักษะในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งแนวคิดต่างๆ มีความสอดคล้องกัน สามารถสรุปได้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2554, น.1-2) ได้กำหนดเงื่อนไขในการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1) กำหนดเป้าในประสงค์ในการทำวิจัยและพัฒนา จำเป็นจะต้องสร้างนวัตกรรมที่มีเนื้อหาครอบคลุม 2 ขั้นตอน ดังนี้

(1.1) กรอบในการพัฒนานวัตกรรม เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ พิจารณาและกำหนดปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลลัพธ์ และผลย้อนกลับ จากนั้นนำปัจจัยเหล่านี้มาออกแบบพัฒนา ปรับปรุง นำไปใช้ และประเมิน

(1.2) ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องอย่างครบถ้วนเพื่อให้ผู้วิจัยกำลังจัดทำคือ นวัตกรรม สิ่งที่ผู้วิจัยจะทำการวิจัยและกำลังพัฒนาคือ สิ่งใหม่

(1.3) ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบให้เหมาะสม เพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพ

(1.4) นำนวัตกรรมที่ผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนาผลการศึกษาเรียบร้อยแล้วทำการเผยแพร่นวัตกรรมสู่สาธารณชน

2) ขั้นตอนสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาความรู้ เนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบนวัตกรรม (Study The Body of Content) โดยวิจัยจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การลงไปศึกษา สอบถาม สัมภาษณ์ แลกเปลี่ยนความคิดในเชิงลึกจากผู้ที่มีความรู้

ขั้นที่ 2 ประเมินความต้องการต้นแบบชิ้นงาน (Assess needs for The Innovative prototypes) เพื่อหาองค์ประกอบ (Components) ปัจจัยนำเข้ากระบวนการ (Procedure) ขั้นตอน (Logical Steps) และรายละเอียด (Specifications)

ขั้นที่ 3 พัฒนากรอบแนวคิดต้นแบบชิ้นงาน (Develop Conceptual Framework) วางแผนกรอบแนวคิดต้นแบบชิ้นงานโดยใช้ทฤษฎีและหลักการ (Theories and Principles) กระบวนการ (Process) องค์ประกอบ (Components) รวมไปถึงขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นตามลำดับ (Logical Steps) และรายละเอียด (Specification) ต่างๆ ของนวัตกรรม

ขั้นที่ 4 สอบถามความคิดของผู้เชี่ยวชาญ (Seek Experts' Opinions) การนำกรอบแนวคิดต้นแบบชิ้นงานนวัตกรรมขอความแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group) หรือวิธีการสอบถาม (Via questionnaire)

ขั้นที่ 5 ร่างต้นแบบชิ้นงาน (Draft the Innovative Prototype) เป็นการวางแผนดำเนินงานต้นแบบนวัตกรรมที่ได้ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ขั้นที่ 6 รับรองและทดสอบต้นแบบชิ้นงาน (Verify or Test the Prototype) เป็นการนำต้นแบบชิ้นงานนวัตกรรมที่ออกแบบไปทำการทดลอง การหาประสิทธิภาพต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ทดลองใช้งานเบื้องต้น (Try out) และ 2) ทดลองใช้งานจริง (Trial Run) หรือในบางครั้งการดสอบนวัตกรรมจะต้องใช้ระยะเวลานานหรือใช้ต้นทุนที่สูงมากในการสร้างหรือออกแบบ ก็อาจจะต้องอาศัยผู้ทรงคุณวุฒิประมาณ 3-5 คน รับรองผลงาน หลังจากมีการทดสอบประสิทธิภาพเสร็จสิ้นแล้ว นักวิจัยจะต้องเขียนรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรม

ขั้นที่ 7 ปรับปรุงและเขียนรายงาน (Finalize the Prototype and Write Final Reports) เป็นการเขียนรายงานผลการวิจัยให้เป็นไปตามรูปแบบ (Stylebook) ขนาดและรูปแบบอักษร

เนาวนิตย์ สงคราม (2554, น.39) ได้เสนอขั้นตอนของการสร้างนวัตกรรมไว้ ดังนี้

1) การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และความคิดเห็น
2) การสร้างแนวคิด
3) การตรวจสอบความถูกต้อง
4) การสร้างต้นแบบ
5) การนำต้นแบบไปทดลองปฏิบัติ
6) การทดสอบ ประเมิน และการสรุปผล

พรรณี สวนเพลง (2552, น.35-36) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างนวัตกรรมไว้ว่า การสร้างนวัตกรรมเป็นการอาศัยความรู้ ทักษะ ความคิดอย่างสูง ในการลงมือการสร้างนวัตกรรมจะต้องอาศัยความเพียรพยายาม ความมุ่งมั่น ในการสร้างนวัตกรรมที่เกิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องอาศัยกระบวนการนวัตกรรม (innovation process) โดยแบ่งการสร้างนวัตกรรมไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นของนวัตกรรม ทำการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้เราเข้าใจในสิ่งที่ลูกค้าต้องการ ศึกษานวัตกรรมสินค้าของคู่แข่งทางการค้า การบริการ และผู้สนับสนุนในองค์กรที่จะพัฒนาและก่อให้เกิดนวัตกรรม และปัจจัยด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องที่มีความสำคัญต่อนวัตกรรม เช่น การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและสารสนเทศตามยุคสมัยที่มีการใช้เครื่องมือเหล่านี้ในการสื่อสารกันมากยิ่งขึ้นทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงาน ทำให้บุคคลส่วนใหญ่สามารถเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า และการบริการที่สะดวกสบายและง่ายขึ้น ซึ่งจะต้องมีการศึกษาข้อมูล อย่างลึกซึ้งปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ทางการศึกษาลงสู่การบริหารธุรกิจ และนำความรู้มาประยุต์ใช้

เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และสามารถแข่งขันทางการตลาดในภาคต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2) จุดประกายนวัตกรรม การมีส่วนร่วมในการเข้าร่วมประชุมหรือศึกษาดูงานเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ เพื่อเปิดโลกทัศน์การเรียนรู้และได้ไอเดียที่มีความน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้บุคคลในองค์กรเกิดการสร้างนวัตกรรม การสร้างแรงจูงใจเป็นสิ่งที่สำคัญมากๆ เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยเปิดให้บุคคลมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้หลากหลายมุมมอง คิดนอกกรอบ มองเห็นในสิ่งที่คนอื่นๆ มองไม่เห็น สิ่งเหล่านี้จะเป็นแรงจูงใจทำให้เกิดความคิดนอกกรอบ (Think Out Of The Box) เพื่อสร้างสรรค์งานประดิษฐ์หรือนวัตกรรมใหม่ๆ ได้

3) การสร้างนวัตกรรม จะต้องได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนอย่างเต็มที่ ไม่ว่าจะเป็นในด้านของเงินทุน ในการสนับสนุนต้องมีการส่งเสริมและสนับสนุนอย่างเต็มรูปแบบโดยการให้ทุนเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนานวัตกรรม ส่งเสริมให้เกิดความคิด และสร้างสรรค์และกระตุ้นให้คนในองค์กรเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีการทำงานร่วมกันเป็นทีม พัฒนาตนเอง พัฒนางาน และพัฒนาองค์กร มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ภายในองค์กร และผลลัพธ์ที่เป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนานวัตกรรม

4) การนำนวัตกรรมไปประยุกต์ โดยการนำนวัตกรรมไปเผยแพร่ให้กับบุคคลทุกคนในองค์กรรับทราบนโยบาย วิสัยทัศน์ กระบวนการ หลักการหรือข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมใหม่หรือแนวปฏิบัติภายในองค์กรเดียวกัน

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม สามารถวิเคราะห์ได้ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

ขั้นตอนของกระบวนการสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม	ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2554)	เนาวนิตย์ สงคราม (2554)	พรรณี สวนเพลง (2552)	รวม
1. ศึกษาองค์ความรู้หรือเนื้อหาสาระและสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นของนวัตกรรม	✓		✓	2
2. ประเมินความต้องการต้นแบบชิ้นงาน	✓			1
3. การสร้างแนวคิดจุดประกายนวัตกรรม		✓	✓	2
4. การพิสูจน์ความถูกต้องของแนวคิด	✓	✓		2
5. การสร้างต้นแบบ	✓	✓		2
6. การนำต้นแบบไปทดลองปฏิบัติ	✓	✓	✓	3
7. การสรุปและการประเมิน	✓	✓		2

จากการศึกษากระบวนการสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ 1) ศึกษาองค์ความรู้หรือเนื้อหาสาระและสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นของนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดจุดประกายนวัตกรรม 3) การพิสูจน์ความถูกต้องของแนวคิด 4) การสร้างต้นแบบ 5) การนำต้นแบบไปทดลองปฏิบัติ 6) การสรุปและการประเมิน

2.5.5 การประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

การประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมเป็นการแนวทางในการพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะของผู้เรียนให้เกิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมได้ มีแนวคิดของนักวิชาการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้

กรมวิชาการ (2545, น.51) กล่าวถึงการประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมควรพิจารณาจากคุณสมบัติ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1) ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมได้ตรงตามเป้าประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาภายหลังจากที่ได้นำนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2) ความมีประสิทธิผล (Productivity) ต้องพิจารณานวัตกรรมที่จะพัฒนาขึ้นมาในรูปแบบต่างๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าประสงค์ และกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ให้เกิดสมรรถนะที่หลากหลายด้าน ซึ่งผู้เรียนจำนวนมากหรือทุกคนสามารถเกิดสมรรถนะการสร้างนวัตกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3) ความประหยัด (Economy) พิจารณานวัตกรรมที่สร้างขึ้นเมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนก่อให้เกิดความคุ้มค่า คุ้มทุนต่อการลงทุน ทั้งปัจจัยด้านทุนทรัพย์ แรงงาน และระยะเวลา และความคงทนของนวัตกรรม

4) คุณลักษณะที่ดี จะต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหารายวิชามีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน สถานการณ์ที่ผู้สอนหยิบยกเพื่อจำลองสถานการณ์ที่ท้าทายกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

ธัชกร สุวรรณจรัส (2553, น.153-154) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม โดยกำหนดตัวบ่งชี้ที่ใช้ประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมไว้ 2 ด้าน ดังนี้

1) ด้านแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

(1.1) ชื่อนวัตกรรม

(1.2) ที่มาและความสำคัญ

(1.2.1) วัตถุประสงค์

(1.2.2) วิธีการดำเนินการ

(1.2.3) ผลการศึกษา

(1.2.4) การระบุประเด็นปัญหา

(1.2.5) ความสำคัญของนวัตกรรม

(1.2.6) เอกสารที่เกี่ยวข้อง

(1.3) วัตถุประสงค์ของนวัตกรรม

(1.4) การออกแบบนวัตกรรม

(1.4.1) วัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

(1.4.2) กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือองค์ความรู้ที่สนับสนุน

(1.4.3) ตัวแปรที่ศึกษา

(1.4.4) กลุ่มตัวอย่างและประชากร

(1.4.5) ระยะเวลาดำเนินงาน

(1.5) วิธีดำเนินการ

(1.5.1) วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้

(1.5.2) วิธีการทดลอง

(1.6) ผลการศึกษา

(1.6.1) การบันทึกผลการทำกิจกรรม

(1.6.2) การจัดกระทำและการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ

(1.7) สรุปผลและข้อเสนอแนะ

(1.7.1) สรุปผลและอภิปรายผล

(1.7.2) ข้อเสนอแนะ

(1.8) เอกสารอ้างอิง

(1.9) ผลงาน

(1.9.1) ด้านความคิดสร้างสรรค์

(1.9.2) ด้านความแปลกใหม่ น่าสนใจ

(1.9.3) ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

2) ผลงานด้านนวัตกรรม

(2.1) ความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ

(2.1.1) ความเป็นนวัตกรรม

(2.1.2) การนำเสนอ

(2.2) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

(2.2.1) วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

(2.2.2) การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎี

(2.2.3) ออกแบบนวัตกรรม

(2.2.4) กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

(2.2.5) การมีส่วนร่วมพัฒนานวัตกรรม

(2.2.6) ความสำเร็จของชิ้นงานนวัตกรรม

3) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม

(3.1) การแก้ไขปัญหาจากนวัตกรรม

(3.2) การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และคุ้มค่า

(3.3) การเรียนรู้และทำงานร่วมกันเป็นทีม

(3.4) การแสวงหาความรู้ในการพัฒนานวัตกรรม

(3.5) ความสำเร็จของผลงานนวัตกรรม

(3.6) การนำไปใช้ประโยชน์

เนาวนิตย์ สงคราม (2556, น.135-144) ได้เสนอแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 8 ตัวบ่งชี้ คือ

(1.1) มาตรฐานและตัวชี้วัด

(1.2) กำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา

(1.3) กรอบความคิดในการพัฒนานวัตกรรม

(1.4) หลักการ และทฤษฎีที่ในการสร้างนวัตกรรม

(1.5) ปรับปรุง แก้ไขนวัตกรรม

(1.6) ประเมินและสรุปผล

(1.7) การนำเสนอนวัตกรรม/เผยแพร่นวัตกรรม

(1.8) ความคำนึงเรื่องลิขสิทธิ์ในการสร้างนวัตกรรม

2) มาตรฐานด้านคุณค่ามี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

(2.1) การต่อยอดองค์ความรู้

(2.2) การแก้ปัญหาตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา

(2.3) ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และคุ้มค่า

(2.4) การใช้งานนวัตกรรมในทางปฏิบัติ

(2.5) การให้ความยอมรับผลงานนวัตกรรม

(2.6) การเรียนรู้ร่วมกันในการพัฒนานวัตกรรม

3) ความเป็นนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ

(3.1) สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือกระบวนการใหม่ในการสร้างนวัตกรรม

(3.2) การสร้างสรรค์และความสำเร็จของผลงาน

(3.3) การจดสิทธิบัตรงานประดิษฐ์

ศศิพิมล ประพินพงศกร (2560, น.98) ได้เสนอแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเริ่มต้นหรือขั้นค้นหา (Initiation/Search stage)

(1.1) การสำรวจหาประเด็นปัญหา การมองเห็นโอกาสในการสร้างแนวคิด

(1.2) การสร้างแนวคิดหรือการก่อกำเนิดแนวคิดใหม่ (Idea generation)

2) ขั้นการนำความคิดไปใช้ (Implementation stage)

(2.1) การนำความคิดใหม่ไปใช้ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรม (Idea implementation/ Idea application)

วรากร หงษ์โต (2553, น.288-293) ได้สร้างแบบประเมินสมรรถนะในการนวัตกรรม โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1) ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้ คือ

(1.1) ความเป็นนวัตกรรม

2) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

(2.1) กำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

(2.2) การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎีในการพัฒนานวัตกรรม

(2.3) การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

(2.4) กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

(2.5) การมีส่วนร่วมและทำงานกันเป็นกลุ่ม

(2.6) ความสำเร็จของชิ้นงานนวัตกรรม

3) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

(3.1) การแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

(3.2) การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่า

(3.3) การเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม

(3.4) การแสงหาความรู้ในการพัฒนานวัตกรรม

(3.5) การให้ความยอมรับชิ้นงานนวัตกรรม

(3.6) การนำไปใช้ประโยชน์

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม สรุปได้ว่าเป็นสมรรถนะของบุคคลในการสร้างแนวความคิดใหม่ความคิด กระบวนการ ผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการทำงานใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการแสดงออกถึงเพื่อสร้างให้เกิดเป็นธุรกิจนวัตกรรมหรือธุรกิจใหม่ อันจะ

นำไปสู่การลงทุนใหม่ที่ส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ลักษณะของสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมเป็นการสร้างแรงจูงใจทั้งภายนอกและภายใน เพื่อผลักดันให้ประสบความสำเร็จจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรมในองค์กร ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่หลากหลายสามารถสังเคราะห์ได้ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม	กรมวิชาการ (2545)	ธัชกร สุวรรณจรัส (2553)	เนาวนิตย์ สงคราม (2556)	ศศิพิมล ประพินพงศกร (2560)	วรากร หงษ์โต (2553)	รวม
1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม						
1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา		✓	✓		✓	3
1.2 การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎี ในการพัฒนานวัตกรรม		✓	✓	✓	✓	4
1.3 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม		✓	✓	✓	✓	4
1.4 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม		✓	✓		✓	3
1.5 การประเมินและสรุปผลนวัตกรรม		✓	✓		✓	3
1.6 การนำเสนอนวัตกรรม/เผยแพร่นวัตกรรม		✓	✓		✓	3
2. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม						
2.1 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์		✓	✓		✓	3
2.2 การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่า		✓	✓		✓	3
2.3 การมีส่วนร่วมและทำงานกันเป็นกลุ่ม		✓			✓	2
2.4 การให้ความยอมรับชิ้นงานนวัตกรรม			✓		✓	2
2.5 การแสงหาความรู้ในการพัฒนานวัตกรรม		✓	✓		✓	3
2.6 การนำไปใช้ประโยชน์		✓		✓	✓	3
3. ด้านความเป็นนวัตกรรม						
3.1 ความเป็นนวัตกรรม		✓		✓	✓	3
3.2 การสร้างสรรค์ในผลงาน การนำเสนอ		✓		✓	✓	3

จากการศึกษาแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ผู้วิจัยสามารถสรุปแบบประเมินมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนออกเป็น 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

(1.1) ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา

(1.2) จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่

(1.3) สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย

(1.4) เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม

(1.5) ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม

(1.6) เขียนแผนภาพร่างใน 2-3 มิติ ออกแบบและสร้างชิ้นงาน (Prototype)

(1.7) ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข

(1.8) ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด

2) ด้านความเป็นนวัตกรรม มี 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

(2.1) เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา

(2.2) นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

(2.3) เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม

3) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มี 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

(3.1) แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา

(3.2) เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทสถานการณ์

(3.3) อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม (2559, น.29) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2558 โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และ 5) แบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 94.93/44.55 และ 98.14/80.00 ตามลำดับ 2) ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนด้วยกิจกรรมจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ 5) นักเรียนมีเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับมากที่สุด

พรรณพิลาศ เกิดวิชัย (2559, น.255) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบสภาพแวดล้อมเชิงสร้างสรรค์ออนไลน์ ตามแนวคิดหุ้นส่วนภาคเอกชนที่เสริมสร้างพฤติกรรมการสร้างนวัตกรรมของครูปฐมวัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูปฐมวัยสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 10 คน ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของครูปฐมวัย จำนวน 398 คน และผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 9 คน ขั้นตอนที่ 2 สร้างรูปแบบฯ ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลของการใช้รูปแบบ และขั้นตอนที่ 4 นำเสนอรูปแบบฯ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) เว็บไซต์และคู่มือแนวทางปฏิบัติตามรูปแบบฯ 2) แบบประเมินพฤติกรรมการสร้างนวัตกรรม 3) แบบประเมินผลงานนวัตกรรมระดับปฐมวัย 4) แบบบันทึกการทบทวนหลังปฏิบัติกิจกรรม (After Action Review: AAR) 5) แบบบันทึกพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม 6) แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการสร้างนวัตกรรมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอยู่ในระดับดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พีชญาณ์ พานะกิจ (2558, น.348-349) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 24 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดราษฎร์รังสรรค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 4) แบบประเมินนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ค่าทีแบบไม่อิสระ (t-test for dependent samples) ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.12/80.12 2) ประสิทธิผลของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา นักเรียนมีความสามารถในการ

แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูง และพัฒนาการด้านนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี 3) ผลของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560, น.70) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวยที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ระยะเวลาในการทำวิจัย 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 4 แผน 2) ใบกิจกรรม 3) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบส่วนใหญ่ นักเรียนร้อยละ 83.33 มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี นักเรียนร้อยละ 41.67 ความคิดรวบยอดที่จำเป็นอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนร้อยละ 37.50 สามารถประเมินและตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เหมาะสมอยู่ในระดับดี

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ (2560, น.60) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนมหาวิชานุกูล จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ สถิติทดสอบสมมติฐาน t-test แบบไม่อิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.84/75.24 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถด้านการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดเชิงระบบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559, น.166) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาออกแบบชั้นปีที่ 2 จำนวน

36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการสอน แบบประเมินผลงานผู้เรียน แบบสอบถามความคิดเห็น ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวสอบก่อนสอบหลัง (One group pretest–posttest design) สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ การทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า ผลการใช้รูปแบบการสอนคะแนนผลงานออกแบบที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ (2562, น.103-104) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบางน้อย โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบเพื่อวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีพัฒนาการสูงขึ้น 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับดี

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Jeongmin & Seonghye (2019, p.378) ได้ศึกษารูปแบบการคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ในปีการศึกษา 2017 กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษา จำนวน 16 คน ทำการสัมภาษณ์โดยใช้ชิ้นงาน การวิเคราะห์จากการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจความรู้ 2) การเข้าใจปัญหา 3) การแบ่งปันมุมมอง 4) การสร้างความคิด 5) และสร้างต้นแบบที่เลือก ผลการวิจัยพบว่า มีการคิดเชิงออกในภาพรวม มีปัจจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของสมาชิกในทีม เช่น ผู้เรียนที่มุ่งเน้นความเข้าใจระหว่างบุคคล และความยืดหยุ่น เก็บรวบรวมข้อมูลในระยะเวลาที่ต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า กลยุทธ์การสอน เช่น การตรวจสอบความคิด และการฝึกอบรมที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของทีม

Judy & Cara (2019, p.41) ได้ศึกษาการออกแบบและการคิดเชิงออกแบบในธุรกิจและการจัดการในระดับอุดมศึกษา การออกแบบและการคิดเชิงออกแบบได้ระบุไว้ว่า เป็นการทำที่มีคุณค่าเพื่อประกอบธุรกิจและการบริหาร รูปแบบการสอนด้วยวิธีการคิดเชิงออกแบบสำหรับนักธุรกิจผู้จัดการและผู้บริหารกำลังเติบโต อย่างไรก็ตามคำจำกัดความหลายอย่างของการคิดเชิงออกแบบและ

มุมมองที่ได้สร้างความสับสนบางส่วน ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบและออกแบบความคิดในหลักสูตรธุรกิจการศึกษาระดับอุดมศึกษากำหนดแนวทางการศึกษาที่แตกต่างกันเกี่ยวกับมนุษย์ที่มีศูนย์กลางไว้ 4 ประการ ดังนี้ 1) นวัตกรรม 2) ความคิดเชิงบูรณาการ 3) การจัดการการออกแบบ 4) และการออกแบบเป็นกลยุทธ์ และการนำเสนอแนวทางการบริหารจัดการโครงการการศึกษาที่มีศักยภาพ

Kanokrat & Namon (2017, p.12) ได้ศึกษาการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนเนคติวิสต์และคอนสตรัคติวิสต์เพื่อสร้างนวัตกรรมในประสบการณ์จริง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน และใช้เทคนิคการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน และแบบประเมินผลจากการเรียนการสอน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนเนคติวิสต์และคอนสตรัคติวิสต์เพื่อสร้างนวัตกรรมในประสบการณ์การใช้งานจริง ประกอบด้วยองค์ประกอบสิ่งเหล่านี้คือ 1) คอนเนคติวิตีและคอนสตรัคติวิสต์และนวัตกรรมในประสบการณ์โลกแห่งความจริง และ 2) ผลของรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับสูง ($\overline{X}$=4.37, S.D.=0.41) ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนโดยยึดตามคอนเนคติวิสต์และคอนสตรัคติวิสต์เพื่อสร้างนวัตกรรมในโลกแห่งประสบการณ์นำมาใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งจะส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมประสบการณ์โลกแห่งความจริง

Keneilwe Munyai (2016, p.306) ได้ศึกษาผลของวิธีการคิดเชิงออกแบบเพื่อสนับสนุนระบบการฝึกอบรมการศึกษาในแอฟริกาใต้ การคิดเชิงออกแบบได้รับความสนใจในแอฟริกาใต้มากขึ้น แนวคิดการคิดเชิงออกแบบกำลังได้รับความสนใจในแอฟริกาใต้ มีการเสนอโดยสถาบัน Hasso Plattner ที่มหาวิทยาลัยเคปทาวน์ (University of Cape Town) เกี่ยวกับความคิดเชิงออกแบบที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างศักยภาพให้กับนักศึกษาปริญญาโทด้วยทักษะพิเศษที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อลดความเสี่ยงและตอบสนองความต้องการที่ได้รับการกล่าวถึงเป็นเวลาหลายปีในแอฟริกาใต้ ความต้องการคือ การศึกษาระดับสูงเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถของบัณฑิตที่มีความรู้และทักษะที่จะสร้างความแตกต่างให้กับสังคม แอฟริกาใต้ผลิตบัณฑิตในตำแหน่งที่ว่างงานและและขาดความสามารถในการคิดค้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มคุณค่าให้กับสังคม

Sevcan & Ismail (2019, p.337) ได้ศึกษาแนวทางสหวิทยาการสิ่งแวดล้อมศึกษา : การกำหนดผลกระทบของกิจกรรม E-STEM ต่อความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน ในปีการศึกษา 2560-2560 ที่โรงเรียนรัฐบาลส่วนกลางในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลดำตะวันตกของตุรกี หลักสูตรกิจกรรม E-STEM ได้จัดกิจกรรมทั้งหมด 6 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ในตอนท้ายของการศึกษาในแง่ของข้อมูลที่ได้รับจากผู้เข้าร่วมที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับรายวิชาสะเต็มศึกษา ได้ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมในมิติย่อย และกิจกรรม E-STEM พบว่าแอพลิเคชันมีผลกระทบเชิงบวก ผู้เข้าร่วมได้ทำการประเมินผลเชิงบวกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรีไซเคิลและการใช้ระเบียบวินัยที่แตกต่างกัน

Steven & Mehmet (2019, p.133) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 จำนวน 29 คน (N=129) จากโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่เศรษฐกิจและสังคมไม่ดี ได้รับการสุ่มให้ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมหรือวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้รับการวิเคราะห์โดยดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทางเดียวแบบสองกลุ่มที่ดำเนินการในแพลตฟอร์ม การคำนวณทางสถิติ R ผลการวิจัย พบว่า วิธีการสอนมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการรวมกันเชิงเส้นของคะแนนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม ($F(4,124) = 80.27$, $p < .0001$, Pillai's Trace = .721, partial $\eta^2 = .721$)

Yaki, Rohaida & Renuka (2019, p.41) ได้ศึกษาการพัฒนาและการประเมินผลการใช้สื่อการสอนต้นกำเนิดแบบบูรณาการ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้วิธีการออกแบบการสอนผสมผสานกับ ADDIE ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล ถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ iSTEMim ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การศึกษา จำนวน 10 คน ได้เข้าร่วมตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของการจัดการเรียนการสอนแบบ iSTEMim และนักเรียนจำนวน 30 คน มีส่วนร่วมในการกำหนดความน่าเชื่อถือ การออกแบบกึ่งทดลองถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ iSTEMim ที่เตรียมไว้ โรงเรียนมัธยมจำนวน 2 โรงเรียน จำนวน 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ iSTEMim และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งสองกลุ่มประกอบด้วย นักเรียน 30 และ 32 คน ตามลำดับ การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทางพันธุกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติทดสอบที (t-test) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ iSTEMim มีเนื้อหาที่ดีและมีความน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับ นอกจากนี้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ iSTEMim เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบปกติ ดังนั้น ผลการศึกษาอาจนำไปสู่วรรณกรรมปัจจุบันเกี่ยวกับการวิจัยการศึกษาสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบ iSTEMim สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ในการใช้การเรียนการสอนแบบสะเต็มในห้องเรียนได้

สรุปได้ว่า จากการศึกษางานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศข้างต้น เป็นการนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบการคิดเชิงออกแบบมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดเชิงระบบ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พฤติกรรมการสร้างนวัตกรรม ผลงานนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการคิดเชิงออกแบบ ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้อย่างแท้จริง จากการจำลองสถานการณ์ ปัญหา ข้อจำกัด และการเก็บรวมรวบข้อมูลผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่หลากหลายและรอบด้าน เพื่อให้เกิดกรอบของการคิดและวิธีในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ผ่านกระบวนการทำงานเป็นทีมในการสร้างต้นแบบที่เลือกพัฒนาต้นแบบ จนไปสู่ผลงานนวัตกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาทักษะของผู้เรียนในด้านคนไทยมีความสามารถสูง (Smart Thais)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Design) โดยมีแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Posttest-Only Control Group Design (องอาจ นัยพัฒน, 2551) โดยออกแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Posttest-Only Control Group Design

กลุ่ม	ให้สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	x	T_1
C	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R แทน การสุ่ม

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ

T_1 แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post–Test) ของกลุ่มทดลอง

T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post–Test) ของกลุ่มควบคุม

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 132 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง มีขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1) เรื่องที่ 1 แรงลัพธ์
2) เรื่องที่ 2 แรงเสียดทาน
3) เรื่องที่ 3 แรงพยุงของของเหลว

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง มีขั้นตอนการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1) เรื่องที่ 1 แรงลัพธ์
2) เรื่องที่ 2 แรงเสียดทาน
3) เรื่องที่ 3 แรงพยุงของของเหลว

3.3.1.3 แบบประเมินวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 สมรรถนะหลัก จำนวน 14 ตัวบ่งชี้ แบบประเมินวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม เป็นการประเมินตามสภาพจริง ภาคปฏิบัติ มีลักษณะเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับ (Rating Scale) และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring)

3.3.2 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ตามการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 3 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมง ใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 9 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) โดยทำการศึกษา วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้วางแผนออกแบบการจัดการเรียนรู้

2) วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3) กำหนดโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวนคาบเรียน จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	แรงลัพธ์	3
2	แรงเสียดทาน	3
3	แรงพยุงของของเหลว	3
	รวม	9

4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้

5) ศึกษาข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมรูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการเขียนแผนการเรียนรู้ คู่มือการวัดประเมินผล แนวทาง การประเมินและรูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ

จากการศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDITE)
1. ระบุปัญหา (Problem Identification) มองเห็นสภาพปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ การทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย การตั้งคำถาม ระบุปัญหาย่อย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา	1. การเข้าใจปัญหาของกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize) ทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้งทุกมุมมอง ปัญหาความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนอง (Unmet Needs) ของกลุ่มเป้าหมาย 2. ตั้งโจทย์กรอบที่ชัดเจน (Define) เมื่อรู้ถึงข้อมูลปัญหาที่ชัดเจน ให้นำเอาข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อที่จะคัดกรองให้เป็นปัญหาที่แท้จริง โดยการเขียนข้อความลงในกระดาษ (Post it) ให้ได้มากที่สุด จัดหมวดหมู่ของประเด็นปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบจึงเลือกประเด็นปัญหาเชิงลึกเพียงประเด็นเดียวแนวทางตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย	1. การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้งและระบุปัญหา (Empathize and Problem Identification) มองเห็นสภาพปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายหรือความท้าทายอย่างลึกซึ้ง วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาที่ชัดเจน 2. ตั้งโจทย์กรอบที่ชัดเจน (Define) เมื่อรู้ถึงข้อมูลปัญหาที่ชัดเจน ให้นำเอาข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อที่จะ คัดกรองให้เป็นปัญหาที่แท้จริง โดยการเขียนข้อความลงในกระดาษ (Post it) ให้ได้มากที่สุด จัดหมวดหมู่ของประเด็นปัญหา

ตารางที่ 3.3 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDITE)
		อย่างเป็นระบบระเบียบจึงเลือกประเด็นปัญหาเชิงลึกเพียงประเด็นเดียวแนวทางตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) การรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 4 สหวิทยาการที่สามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ พิจารณาข้อมูลและแนวคิดทั้งหมดที่สามารถแก้ไขปัญหาได้โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา	3. การสร้างความคิด (Ideate) สมาชิกในกลุ่มเลือกประเด็นของปัญหาลงบน (post-it) ให้ได้มากที่สุด ให้แต่ละคนต่อยอดความคิดของผู้อื่นจัดกลุ่มแนวคิดที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ โดยนำข้อดีของแนวคิดที่หลากหลายส่งเสริมกันให้เกิดแนวคิดที่สมบูรณ์ แล้วเรียงลำดับความสำคัญของแนวคิดลงในแผนภาพโดยมีเกณฑ์การให้คุณค่าดังนี้ แนวคิดใหม่ (New Idea) ยากเกินไป (Too Hard) ง่าย (Easy) และน่าเบื่อ (Boring)	3. รวบรวมแนวคิดและสร้างความคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search and Ideate) การรวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 4 สหวิทยาการ ที่สามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ โดยเลือกประเด็นของปัญหาของตนเอง (post-it) ให้ได้มากที่สุด ให้แต่ละคนต่อยอดความคิดของผู้อื่นจัดกลุ่มแนวคิดที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ โดยนำข้อดีของแนวคิดที่หลากหลายส่งเสริมกันให้เกิดแนวคิดที่สมบูรณ์พิจารณาข้อมูลและแนวคิดทั้งหมดที่สามารถแก้ไขปัญหาได้เรียงลำดับความสำคัญของแนวคิดลงในแผนภาพ โดยมีเกณฑ์การให้คุณค่า ดังนี้

ตารางที่ 3.3 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDITE)
		แนวคิดใหม่ (New Idea) ยากเกินไป (Too Hard) ง่าย (Easy) และน่าเบื่อ (Boring) พิจารณาจากความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) การนำข้อมูลและแนวคิดที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ โดยจะต้องอ้างอิงถึงความรู้ที่รวบรวมได้ประเมินตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่าง	4. การสร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนลงมือร่างและออกแบบชิ้นงานนวัตกรรม (Prototype) ตลอดจนสร้างต้นแบบและพัฒนาชิ้นงานเพื่อนำไปทดสอบหลายๆ ครั้ง จนกว่าจะได้สินค้าหรือบริการ ที่ตอบสนองความต้องการผู้ใช้อย่างแท้จริง	4. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) การนำข้อมูลและแนวคิดที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต โดยจะต้องอ้างอิงถึงความรู้ที่รวบรวมได้ประเมินตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่าง และออกแบบชิ้นงานนวัตกรรม
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้ง		5. วางแผนดำเนินการแก้ปัญหาและการสร้างต้นแบบ (Planning Development and Prototype สร้างต้นแบบและพัฒนาชิ้นงาน (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมาย

ตารางที่ 3.3 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)	การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDITE)
กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน		และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) การทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบการแก้ปัญหา การจดบันทึกผลที่ได้จากการทดสอบ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานหลายครั้งเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น	5. การทดสอบต้นแบบ (Testing) ทดลองนำต้นแบบหรือข้อสรุปที่จะนำไปใช้จริงมาทดสอบประสิทธิภาพตลอดจนประเมินผล แล้วก็นำเอาปัญหาหรือข้อดีข้อเสียที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริงอีกครั้ง	6. การทดสอบต้นแบบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Testing Evaluation Design Improvement and Presentation) การทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบการแก้ปัญหา จดบันทึกผลที่ได้จากการทดสอบ แล้วก็นำเอาปัญหาหรือข้อดีข้อเสียที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานหลายครั้ง เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ		

6) ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบให้มีสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

7) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบรายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 3 แผน เวลา 9 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ สมรรถนะหลัก สมรรถนะย่อย ตัวบ่งชี้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำ

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดประเมินผลจำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ กระบวนการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดประเมินผล มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบหรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.64-65)

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่า เหมาะสมสอดคล้อง
ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า เหมาะสมสอดคล้อง
ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่า ไม่เหมาะสมสอดคล้อง

10) นำแบบประเมินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ จากผู้เชี่ยวชาญมาตรวจสอบเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง วิเคราะห์ผลของคะแนนแบบประเมิน ระดับการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ โดยได้กำหนดค่าดัชนีความสอดคล้อง Index of Item-Objective Congruence: IOC) พิจารณาและตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ฉบับ

11) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยเลือกไว้ เพื่อตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ กระบวนการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดประเมินผล จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

12) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ปีการศึกษา 2564 จำนวน 35 คน

3.2.2.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน ใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 9 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 โดยทำการศึกษาวิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้วางแผนออกแบบการจัดการเรียนรู้

2) วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3) กำหนดโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวนคาบเรียน จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	แรงลัพธ์	3
2	แรงเสียดทาน	3
3	แรงพยุงของของเหลว	3
	รวม	9

4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยจำแนกตามสาระการเรียนรู้

5) ศึกษารูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการเขียนแผนการเรียนรู้ คู่มือการวัดประเมินผล แนวทางการประเมินและรูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการสอนปกติ

6) ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบปกติให้มีสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

7) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์

การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ชิ้นงาน ภาระงาน สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินการเรียนรู้

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำ

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดประเมินผล จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ กระบวนการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดประเมินผล โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.64-65)

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่า เหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า เหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่า ไม่เหมาะสมสอดคล้อง

10) นำแบบประเมินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ จากผู้เชี่ยวชาญมาตรวจสอบเพื่อพิจารณาสอดคล้อง วิเคราะห์ผลของคะแนนแบบประเมิน ระดับการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ โดยได้กำหนดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ฉบับ

11) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out)กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยเลือกไว้ เพื่อตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ กระบวนการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดประเมินผล จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

12) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ปีการศึกษา 2563 จำนวน 34 คน

3.3.2.3 แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาหนังสือ ตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง การประเมินนวัตกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

2) กำหนดสมรรถนะหลัก และสมรรถนะย่อยที่ใช้ในการสร้างแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม เพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม โดยแบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะหลัก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

(1.1) ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา

(1.2) จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่

(1.3) สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย

(1.4) เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม

(1.5) ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม

(1.6) เขียนแบบภาพร่าง 2-3 มิติ ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน (Prototype)

(1.7) ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข

(1.8) ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด

(2) ด้านความเป็นนวัตกรรม มี 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

(2.1) เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา

(2.2) นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

(2.3) เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม

(3) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มี 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

(3.1) แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา

(3.2) เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์

(3.3) อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม

3) สร้างแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งเป็นการประเมินตามสภาพจริง โดยเน้นการประเมินภาคปฏิบัติที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring)

4) นำแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความครบถ้วนสมบูรณ์ ความครอบคลุมของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน วิธีการให้คะแนนสมรรถนะนวัตกรรมในการสร้างนวัตกรรม พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

5) นำแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยเลือกไว้ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีการของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) และนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวมรวมข้อมูลสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.4.1 ปฐมนิเทศผู้ร่วมวิจัยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ระดับของเกณฑ์การประเมินระดับสมรรถนะ และเข้าใจบทบาท หน้าที่ของผู้ร่วมวิจัยในการวิจัยในครั้งนี้

3.4.2 ปฐมนิเทศนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3.4.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการสอน 2 วิธี คือ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติในเนื้อหาเดียวกัน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 แผน ระยะเวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง คาบละ 50 นาที

3.4.4 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญเข้าร่วมการประเมิน จำนวน 3 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน

3.4.5 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากผลของแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาวิเคราะห์ผลของระดับสมรรถนะ ตามเกณฑ์การประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม และเปรียบเทียบผลสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความสอดคล้อง วิเคราะห์ทางสถิติ และสรุปผลการทดลองและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.5.1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมินวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบประเมินวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของ ครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

3.5.2 การวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

1) วิเคราะห์ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม โดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม โดยใช้เกณฑ์และการแปลความหมายของ เบสท์ (Best, 1981, p.182)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

2) การเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบกับกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติการทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (t-test independent group)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

1) ค่าร้อยละ (Percentage) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, น.283) โดยใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, น.284) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\overline{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่มตัวอย่าง

3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, น.296) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum \boldsymbol{x}$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

$\sum \boldsymbol{x^2}$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละกลุ่มยกกำลังสอง

N แทน จำนวนข้อมูลหรือจำนวนตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, น.245) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) ค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (ไพศาล วรคำ, 2558, น.288) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\propto = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1\frac{\sum Si\,2}{St}\right]$$

เมื่อ $\propto$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน เป็นความแปรปรวนของคะแนน ข้อที่ i

S_t^2 แทน เป็นความแปรปรวนของคะแนน ข้อที่ t

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1) ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม และแปลความหมายตามเบสท์

2) ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 การเปรียบเทียบผลคะแนนสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ t–test (Independent samples) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, น.339) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางแจกแจงปกติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับของวัตถุประสงค์การวิจัยดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัด การเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	4.05	0.450	มาก
2. ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ	3.99	0.408	มาก
3. ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม	4.02	0.475	มาก
รวม	4.02	0.444	มาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โดยภาพรวมมีคะแนนสมรรถนะอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.02, S.D.=0.444) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ยระดับมากทุกด้าน โดยความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มีค่าเฉลี่ยระดับมากสูงที่สุด ($\overline{X}$=4.05, S.D.=0.450) รองลงมา คือ ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ($\overline{X}$=4.02, S.D.=0.475) และความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ ($\overline{X}$=3.99, S.D.=0.408) ตามลำดับ

สรุปได้ว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมากในภาพรวม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1

ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำแนกตามความสามารถรายด้าน ดังตารางที่ 4.2 – 4.4

ตารางที่ 4.2 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา	4.15	0.547	มาก
2. จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา โดยจัดกลุ่มเป็นหมวดหมู่	4.02	0.518	มาก
3. สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย	3.94	0.535	มาก
4. เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม	3.89	0.521	มาก
5. ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม	3.90	0.465	มาก
6. เขียนแบบภาพร่าง 2-3 มิติ ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน	4.12	0.413	มาก
7. ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข	4.18	0.279	มาก
8. ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด	4.20	0.323	มาก
รวม	4.05	0.450	มาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 5 ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มีคะแนนสมรรถนะอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.04, S.D.=0.450) เมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรม ตามข้อกำหนด

มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$=4.20, S.D.=0.323) รองลงมา คือ การทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข ($\bar{X}$=4.18, S.D.=0.279) ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา ($\bar{X}$=4.14, S.D.=0.547) เขียนแบบภาพร่าง 2-3 มิติ ออกแบบและสร้างชิ้นงาน (Prototype) ($\bar{X}$=4.12, S.D.=0.413) จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา โดยจัดกลุ่มเป็นหมวดหมู่ ($\bar{X}$=4.02, S.D.=0.518) สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย ($\bar{X}$=3.94, S.D.=0.535) ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม ($\bar{X}$=3.90, S.D.=0.465) และเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม ($\bar{X}$=3.89, S.D.=0.521) ตามลำดับ

สรุปได้ว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.3 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้านความเป็นนวัตกรรม

ด้านความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา	3.92	0.334	มาก
2. นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ	4.14	0.406	มาก
3. เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม	3.90	0.484	มาก
รวม	3.99	0.408	มาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 5 ด้านความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนสมรรถนะอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=3.98, S.D.=0.408) เมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$=4.14, S.D.=0.406) รองลงมาคือ เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา ($\bar{X}$=3.92, S.D.=0.334) และเลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม ($\bar{X}$=3.90, S.D.=0.484) ตามลำดับ

สรุปได้ว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.4 คะแนนระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม

ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา	3.95	0.463	มาก
2. เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์	4.08	0.541	มาก
3. อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม	4.03	0.423	มาก
รวม	4.02	0.475	มาก

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 5 ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนสมรรถนะอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.02, S.D.=0.475) เมื่อพิจารณาเป็นรายตัวบ่งชี้ พบว่า เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X}$=4.08, S.D.=0.541) รองลงมา คือ อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม ($\overline{X}$=4.03, S.D.=0.423) และแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา ($\overline{X}$=3.95, S.D.=0.463) ตามลำดับ

สรุปได้ว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ค่า t-test (Independent Samples) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดการเรียนรู้	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig
1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ	34	4.40	0.343	6.254*	54.788	.000
2. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	35	3.68	0.594			

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในกลุ่มกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ($\bar{X}$=4.40, S.D.=0.343) และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 ($\bar{X}$=3.68, S.D.=0.594) เมื่อเปรียบเทียบ โดยการทดสอบค่าที ชนิดกลุ่มตัวอย่างอิสระต่อกัน (t-test independent group) พบว่า คะแนนสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การดำเนินการวิจัยของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) คือ เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แผนการจัดการเรียนรู้แบบการจัด การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาสมรรถนะการในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 การศึกษาระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยภาพรวม มีคะแนนสมรรถนะอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.02, S.D.=0.444) เมื่อพิจารณารายสมรรถนะ พบว่า ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$=4.05, S.D.=0.450) รองลงมา คือ ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม ($\bar{X}$=4.02, S.D.=0.475) และความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม ($\bar{X}$=3.99, S.D.=0.408) ตามลำดับ

สรุปได้ว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถม ศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 1

5.1.2 การเปรียบเทียบสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า คะแนนสมรรถนะในการ

สร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ มีคะแนนหลังเรียน ($\overline{X}$=4.40, S.D.=0.343) สูงกว่าคะแนนสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนหลังเรียน ($\overline{X}$=3.68, S.D.=0.594)

สรุปได้ว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่เด็กและเยาวชนไทยจะต้องได้รับการพัฒนาสมรรถนะเหล่านี้ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 โดยทักษะการคิดขั้นสูงและนวัตกรรมจะช่วยเพิ่มพูนความสามารถความเก่ง ให้เด็กและเยาวชนไทยคิดเก่งและรู้ทันโลก ทำให้เด็กและเยาวชนไทยเก่งขึ้น มีความสามารถสูง (Smart Thais) ส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันระดับโลก (ชลาธิป สมาหิโต, 2557, น.102) ดังนั้น จึงมีการจัดการเรียนการสอนในรูแบบและวิธีการต่างๆ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ ธีราภรณ์ พลายเล็ก ได้ศึกษาสมรรถนะการสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ทางด้านการออกเสียงภาษาอังกฤษของนักศึกษาครู สาขาวิชาภาษาอังกฤษ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) นักศึกษามีคะแนนประเมินสมรรถนะด้านความรู้ในการสร้างนวัตกรรมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทุกคนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.07 ซึ่งอยู่ในระดับมาก 2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักศึกษาในด้านทักษะอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 (S.D.=0.07) (ธีราภรณ์ พลายเล็ก, 2564, น.197-209) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ ไชยโส ได้ศึกษาการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการประเมินการเรียนรู้ของนิสิตครูเพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า 1) นิสิตนักศึกษามากกว่าร้อยละ 50 มีสมรรถนะด้านการประเมินอยู่ในระดับดีมาก และมีจำนวนนิสิตนักศึกษามากกว่าร้อยละ 90 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 (พรทิพย์ ไชยโส, 2558, น.1)

5.2.2 จากผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบสะเต็มร่วมกับการคิดเชิงออกแบบหลังเรียนสูงกว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมได้สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558, น.2) และการคิดเชิงออกแบบเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียน ผู้ปกครอง และชุมชน เน้นส่งเสริมให้กล้าทดลอง ออกแบบและพัฒนาการเรียนการจัดการเรียนรู้ในแบบใหม่ๆ (เมษ์ ศรีพัฒนาสกุล, 2564) ดังนั้น การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ เป็นการนำกระบวนการสร้างนวัตกรรมหรือวิธีคิดที่นักออกแบบใช้ในการออกแบบไปประยุกต์เพื่อหาทางออกให้กับปัญหาต่างๆ ซึ่งอาจอยู่ในศาสตร์แขนงอื่นมาบูรณาการความรู้ สร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎ ผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ เน้นการลงมือปฏิบัติการทดสอบประสิทธิภาพหลายๆ ครั้ง มุ่งส่งเสริมการทำงานร่วมกันของสมาชิกในทีม โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและการทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชญา กล้าหาญ ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลการประเมินความเป็นนวัตกรของนักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมเรียนรู้ ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้ 1) ความเป็นนวัตกรของนักเรียนอยู่ในระดับดี 2) ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนอยู่ในระดับดี (พิชญา กล้าหาญ, 2563, น.201) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทรา อุ่นทินกร และ มาเรียม นิลพันธุ์ ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า 1) หลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างนวัตกรรมสูงขึ้น จากระดับพอใช้เป็นระดับดีมาก และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .05 2) ผลการขยายผล พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนกลุ่มขยายผลมีพัฒนาการในการสร้างนวัตกรรมสูงขึ้น จากระดับพอใช้เป็นระดับดี และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่รับ .05 (ภัทรา อุ่นทินกร และ มาเรียม นิลพันธ์, 2563, น.201) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีพัฒนาการสูงขึ้น 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับดี (ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ, 2562, น.104)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรชี้แจงรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมให้เรียนเข้าใจบทหน้าที่ของตนเอง การแบ่งหน้าที่ภายในสมาชิกในกลุ่ม การสร้างแนวคิด และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างอิสระภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยชี้แนะให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

2) ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ ในส่วนของกระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนในแต่ละกิจกรรมในแต่ละหัวข้อซึ่งจะต้องใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานนวัตกรรมพอสมควร ดังนั้น ต้องให้ผู้เรียนมีการบริหารจัดการเวลาเพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานได้ตามเวลาที่กำหนด

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรูตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับท้องถิ่นต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในชุมชนของนักเรียน

2) ควรศึกษาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). **ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการ. (2545). **การประเมินคุณภาพนวัตกรรมการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ: คุรุสภา ลาดพร้าว.

กีรติ ยศยิ่งยง. (2552). **องค์กรแห่งนวัตกรรม แนวคิดและกระบวนการ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ. (2558). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับปฐมวัยและประถมศึกษา.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. **วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 5**(1), 7-20.

ชลาธิป สมาหิโต. (2557). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. **วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30**(2), 102-111.

ตรีทิพ บุญแย้ม, (2554). **ปัจจัยเชิงสาเหตุพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสร้างนวัตกรรมระดับบุคคล และระดับกลุ่มงานเพื่อสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ในบริษัทเอกชนของไทย.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

ทิศนา แขมณี. (2560). **กรอบสมรรถนะหลักผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ. (2562). **การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

ธีราภรณ์ พลายเล็ก. (2564). การศึกษาสมรรถนะการสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ทางด้านการออกเสียงภาษาอังกฤษของนักศึกษาครูสาขาวิชาภาษาอังกฤษ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน. **Journal of Roi Academi. 2564, 10**: 78-93.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ธัชกร สุวรรณจรัส. (2553). **การพัฒนารูปแบบการจัดการความรู้ด้วยการเรียนจากประสบการณ์บนเครือข่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรรมทางการศึกษาของครู.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

บุญชุม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เปรมจิตต์ ขจรภัย ลาร์เซ่น. (26 มีนาคม 2563). **สะเต็มศึกษา SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING AND MATHEMATICS EDUCATION (STEM EDUCATION).** สืบค้นจาก http://acad.vru.ac.th/Journal/journal%206_3/6_3_14.pdf.

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม. (2559). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).

ไพศาล วรคำ. (2558). **การวิจัยทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 7). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. **วารสารนักบริหาร, 33**(2), 49-56.

พรรณพิลาศ เกิดวิชัย. (2559). **การพัฒนารูปแบบสภาพแวดล้อมเชิงสร้างสรรค์ออนไลน์ตามแนวคิดหุ้นส่วนภาคเอกชนที่เสริมสร้างพฤติกรรมการสร้างนวัตกรรมของครูปฐมวัย.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

พรรณี สวนเพลง. (2552). **เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมสำหรับการจัดการความรู้.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พีชญาณ์ พานะกิจ. (2558). **การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ. (2560). **การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวยด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).

บรรณานุกรม (ต่อ)

พรทิพย์ ไชยโส. (2558). **การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการประเมินการเรียนรู้ของนิสิตครู.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิชญา กล้าหาญ. (2563). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ, มนัสนันท์ น้ำสมบูรณ์, เพ็ญพนอ พ่วงแพ และ วิสูตร โพธิ์เงิน. (2564). การพัฒนาความสามารถการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมในสาระภูมิศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **Journal of Roi Kaensarn Academi. 2564**, 10: 78-93.

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ. (2560). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์. (2559). **การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยสำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ภัทรา อุ่นทินกร และ มาเรียม นิลพันธ์. (2564). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2556). **สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.),** 42, 185.

เมษ์ ศรีพัฒนาสกุล. (17 มีนาคม 2565). **Design Thinking ไม่ใช่เครื่องมือวิเศษ"– เข้าใจแก่น Design Thinking.** สืบค้นจาก https://www.the101.world/design-thinking/

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี. (2561). **หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี** (พิมพ์ครั้งที่ 1). ปทุมธานี: กลุ่มบริหารวิชาการ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

รักษพล ธนานุวงศ์. (17 มีนาคม 2563). **รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education.** สืบค้นจาก http://www.slideshare.net/focusphysics /stemworkshopsummary

วรากร หงษ์โต. (2553). **การพัฒนารูปแบบชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้กระบวนการสร้างความรู้เพื่อการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). **วิธีวิทยาการวิจัย.** กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.

วาทินี บรรจง. (เมษายน-มิถุนายน 2561). นักออกแบบตัวน้อย : การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านประสบการณ์ศิลปะสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ. **วารสารครุศาสตร์, 46**(2), 330-347).

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.

_____. (2562). **เข้าใจสมรรถนะอย่างง่าย ๆ ฉบับประชาชน ครู ผู้บริหาร และบุคลากรทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2562). **แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และ วรางคณา ทองนพคุณ. (17 เมษายน 2565). **ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความท้าทายในอนาคต 21st Century Skills: The Challenges Ahead.** สืบค้นจาก https://issuu.com/phubatelouimsai/docs/21.

ศศิพิมล ประพินพงศกร. (2560). **การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามทฤษฎีกิจกรรมโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมห้องสมุดสำหรับนิสิตวิชาชีพสารสนเทศ.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). **คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา.** กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC). (17 มีนาคม 2564). **DESIGN THINKIN LEARNING BY DOING การคิดเชิงออกแบบเรียนรู้ด้วยการลงมือทำ.** สืบค้นจาก http://resource.tcdc.or.th/ebook/Design.Thingking.Learning by Doing pdf.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุคนธ์ทิพย์ มงคลเจริญ. (2555). **อิทธิพลของรูปแบบความคิดสร้างสรรค์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสร้างนวัตกรรมของพนักงานในงานธุรกิจสื่อไดเร็คทอรี่แห่งหนึ่ง.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง).

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. **วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.),** 42(185), 10-13.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). **สะเต็มศึกษา STEM Education. วารสารศึกษาศาสตร มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17**(2), 201-207.

สรรค์ชัย เตียวประเสริฐกุล. (17 มีนาคม 2563). **การสร้างนวัตกรรม.** สืบค้นจาก http://www.brandage.com/Modules/DesktopModules/Article/ArticleDetail.aspx?tabID=7&ArticleID=550&ModuleID=701&GroupID=296

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564).** กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ). (2563). **สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563.** กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). **กรอบสมรรถนะหลักผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2562). **เข้าใจสมรรถนะอย่างง่าย ๆ สำหรับประชาชน เข้าใจหลักสูตรสมรรถนะอย่างง่าย ๆ ฉบับ ครู ผู้บริหาร และบุคลากรทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2562). **แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2559). **Academic Focus (สะเต็มศึกษา).** กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สำนักเลขาธิการขององค์การยูเนสโกและหน่วยกำกับดูแล. (2018) **กำเนิดยูเนสโก: วิสัยทัศน์เพื่อโลกใบใหม่ที่ก่อร่างจากกองธุลี.** กรุงเทพฯ: ยูเนสโก ประเทศไทย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักพัฒนานวัตกรรมและการจัดการศึกษา. (2562). **การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นนักประดิษฐ์ จากบทเรียนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สร้างนักประดิษฐ์ประกอบภาพยนตร์สั้น** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: หจก.เอ็น. 60 รัตนเทรดดิ้ง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2562). **ผลการประเมิน PISA 2018.** กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.

_____. (2557). **ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2563). **ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (มกราคม-ธันวาคม 2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตสาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. **สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19**, 15-18.

องอาจ นัยพัฒน์. (2551). **การออกแบบการวิจัย : วิธีการเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และผสมผสานวิธีการ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2556). **เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. นิตยสารสสวท, 42**(185), 35-37.

Carroll et al. (2010). Destination, imagination and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. **International Journal of Art & Design Education, 29**(1), 37-53.

De Jong. (2022, 16, March). **Individual Innovation: The connection between Leadership and Employee Innovative Work Behavior.** Retrieved from : http://ideas.repec.org/p/eim/papers/r200604html..

Jeongmin L., Yeonji J., and Seonghye Y. (2021, 17 March.). **Fostering group creativity through Design thinking projects.** Retrieved from : https://doi.org/10.34105/j.kmel.2019.11.020.

Judy M. and Cara W. (2021, 17 March). **Design and Design Thinking in Business and Management Higher Education.** Retrieved from : https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1238637.pdf.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Hopkins Public School. (2016, 31, July). **STEM Curriculum.** Retrieved from : https://www.hopkinsschools.org/servicesdepartments/teaching-learningassessment/curriculum-areas/stem-curriculum.

Keneilwe M. (2021, 17 March. **DESIGN THINKING: A METHODOLOGY TOWARDS SUSTAINABLE PROBLEM SOLVING IN HIGHER EDUCATION IN SOUTH AFRICA.** Retrieved from : https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED571612.pdf.

Kanokrat J., & Namon J. (2021, 17 March). **The Design of an Instructional Model Based on Connectivism and Constructivism to Create Innovation in Real World Experience.** Retrieved from : https://eric.ed.gov/?id=EJ1172128.

Kelly and Littman. (2005). **The ten faces of innovation. IDEO's strategies for beating the devil's advocate & driving creativity throughout your organization.** New Yok: Curreycy/Doubleday.

Messmann, G., & Mulder, R. H. (2014). Exploring the role of target specificity in the facilitation of vocational teachers' innovative work Behavior**. Journal of Occupational and Organizational Psychology, 87**(1), 80–101.

O'Neil, T. L., et al. (2012). **Teaching STEM Means Teacher Learning. Phi Delta Kappan, 94**(1), 36–40.

Rece Herboldsheimer, Paige Gordon. (2013, 15 February). **Curriculum Development Course at a Glance Planning For STEM.** Sample Curriculum – Posted

Tada Ratchagit. (2022, 16, March.). **Design Thinking. [online]. Retrieved from :** https://th.hrnote.asia/orgdevelopment/190702-design-thinking/

Tim Brown. (2022, 16 March.). **กระบวนการคิดเชิงออกแบบ.** Available from: https://bangkokgraphic.com.

_____. (2008), Design thinking. **Harv Bus Rev, 86**(6), 84.

Steven S., and Mehmet T. (2021, 17 March). **The Effects of Blended Learning on STEM Achievement of Elementary School Students.** Retrieved from **:** https://eric.ed.gov/?id=EJ1231349.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Sevcan Candan H., and Ismail H. (2021, 17 March). **An Interdisciplinary Environmental Education Approach: Determining the Effects of E-STEM Activity on Environmental Awareness.** Retrieved from : https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1204636.pdf.

Von Stamm, Bettina. (2008). **Managing Innovation, Design and Creativity.** Chichester: John Wiley & Sons.

Yaki Akawo A., Rohaida Mohd S. and Renuka V. (2021, 17 March). **PREPARATION AND VALIDATION OF AN INTEGRATED STEM INSTRUCTIONAL MATERIAL FOR GENETIC INSTRUCTION AMONG YEAR 11 SCIENCE STUDENTS.** Retrieved from : https://eric.ed.gov/?id=EJ1213992.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์	อาจารย์ประจำสาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. ดร.เสาวณีย์ บัวโทน	ครู ชำนาญการ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษารังสิต
3. ดร.สุนันทา รักพงษ์	ศึกษานิเทศก์ ชำนาญพิเศษ หัวหน้ากลุ่มงานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และกระบวนการเรียนรู้ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1
4. ดร.ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข	ผู้อำนวยการ ชำนาญการ โรงเรียนนารายณ์คำผงวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33
5. ดร.แสงรุ้ง พูลสุวรรณ	ที่ปรึกษาสายงานวิชาการ บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โทร. ๐๒ ๕๔๙๓๒๐๗
ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๓๕ **วันที่** ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์

เนื่องด้วย นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยมีผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๒๐.๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.เสาวณีย์ บัวโทน

เนื่องด้วย นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยมีผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา
โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๗
โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๒๐.๓

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุนันทา รักพงษ์

เนื่องด้วย นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยมีผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา
โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๗
โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๒๐.๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ศักดิ์อนันต์ อนันตสุข

เนื่องด้วย นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยมีผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา
โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๗
โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๒๐

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.แสงรุ้ง พูลสุวรรณ

เนื่องด้วย นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยมีผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา
โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๗
โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE)
- แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
ปีการศึกษา
2564
วิชา วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
จัดทำโดย นางสาวจิตรลัดดา มะล้ยทอง
โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงลัพธ์	
กิจกรรมที่ 1.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่าหนึ่งแรง	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงเสียดทาน	25
กิจกรรมที่ 2.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุกับพื้นผิวสัมผัส	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แรงพยุงของของเหลว	46
กิจกรรมที่ 3.1 แรงพยุงของของเหลว	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รายวิชา ว 15101

วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เวลาเรียน 9 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์ เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

---

1. **สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ**
2. **มาตรฐานการเรียนรู้**

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. **ตัวชี้วัด**

ว 2.2 ป.5/1 อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.2 ป.5/2 เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

ว 2.2 ป.5/3 ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ

4. **สาระสำคัญ**

แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกัน แต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ สามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

5. **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. นักเรียนอธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้ (K)
2. นักเรียนอธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุได้ (K)
3. นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกัน (P)

4. นักเรียนคำนวณหาค่าการออกแรงมากกว่า 1 แรง ที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกับหรือทิศทางตรงกันข้ามได้ (P)

5. นักเรียนอภิปรายผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในหลายทิศทาง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

6. สาระการเรียนรู้

- สาระความรู้
  1. ความหมายของแรง
  2. แรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้
  3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ
- สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
  1. ความสามารถในการสื่อสาร
  2. ความสามารถในการคิด
  3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ทักษะ / กระบวนการ
  1. การสืบค้นข้อมูล
  2. ทักษะการคิด การตัดสินใจและการแก้ปัญหา
  3. การนำเสนอข้อมูล
- คุณลักษณะอันพึงประสงค์
  1. มีวินัย
  2. ใฝ่เรียนรู้
  3. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ให้นักเรียนฟังว่า “หากมีตู้ 1 หลังอยู่ในห้องเรียน และนักเรียนต้องการเคลื่อนที่ให้ตู้ออกจากห้องไปยังอีกมุมหนึ่งของห้อง นักเรียนจะมีวิธีการเคลื่อนย้ายอย่างไรให้สะดวกและรวดเร็วที่สุด” จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยครูตั้งคำถาม ดังนี้

1.1 ถ้านักเรียนพาเพื่อน ๆ ไปย้ายตู้ นักเรียนจะให้เพื่อนช่วยดำเนินการอย่างไร

(แนวตอบ : ช่วยกันออกแรงผลักและดึงตู้ให้เคลื่อนที่)

1.2 นักเรียนจะมีวิธีการออกแรงอย่างไรให้เคลื่อนตู้ได้เร็วขึ้น

(แนวตอบ : ช่วยกันออกแรงผลักหรือดึงไปในทางเดียวกัน)

1.3 นักเรียนสังเกตเห็นการออกแรงและการเคลื่อนที่ของตู้นั้นเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : แรงที่กระทำและทิศทางการเคลื่อนที่ของตู้ไปในทิศทางเดียวกัน)

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน

2. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน คละเพศ และคละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน (หรือจะแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการต่าง ๆ เพิ่มเติมได้) โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาวิธีทำและปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่าหนึ่งแรง ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ทบทวนบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มว่าต้องทำหน้าที่อย่างไรบ้างในการดำเนินการด้วยกระบวนการทำงานกลุ่ม เช่น หัวหน้ากลุ่ม มีหน้าที่ ..... ผู้จดบันทึก มีหน้าที่ ..... ผู้เสนอรายงาน มีหน้าที่ ..... ผู้จดบันทึก มีหน้าที่ .....

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

2.2.1 คำถามสำคัญในการทำกิจกรรมคืออะไร

(แนวคำตอบ : ผลรวมของแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันหลายแรงเท่ากับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุหรือไม่)

2.2.2 สมมติฐานในการทำกิจกรรมคืออะไร

(แนวคำตอบ : ผลรวมของแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันหลายแรงมีค่าเท่ากับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ)

2.2.3 ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันนำดินน้ำมัน 2 ก้อน ใส่ถุงพลาสติกหูหิ้ว สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคาดคะเนและบันทึกว่า เมื่อนำถุงพลาสติกหูหิ้วที่มีก้อนดินน้ำมันมาเกี่ยวที่ตะขอของเครื่องชั่งสปริงในแนวดิ่ง ผลจะเป็นอย่างไร

2.2.4 ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบผลจากการคาดคะเน อ่านค่าผลของแรงและบันทึกผลการทำกิจกรรม

2.2.5 ชั่งน้ำหนักดินน้ำมัน 2 ก้อน อีกครั้งหนึ่งแต่ครั้งนี้ให้ใช้เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง โดยนำหูหิ้วของถุงพลาสติกเกี่ยวตะขอของเครื่องชั่งข้างละหู และให้ถือเครื่องชั่งในแนวดิ่ง เพื่ออ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งทั้ง 2 เครื่อง

2.2.6 บันทึกผลค่าของแรงที่อ่านได้ จากนั้นนำข้อมูลมาเขียนแผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ลงในกิจกรรม

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป

3. นำเสนอผลการทดลองสมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย และสรุปผลจากการทำกิจกรรมภายในกลุ่ม

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการหาแรงลัพธ์ จากการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่า 1 แรง หน้าชั้นเรียน

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการทดลองจนได้ข้อสรุปว่า “การใช้เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง ชั่งสิ่งของจะเท่ากับหรือใกล้เคียงกับผลรวมค่าของแรงที่อ่านได้จากการใช้เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง ชั่งสิ่งของ ดังนั้น แรง 2 แรง ที่มีทิศทางเดียวกัน จะมีแรงลัพธ์เพียงแรงเดียว ซึ่งเป็นผลรวมของแรงทั้งสองแรง”

6. นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม จนได้ข้อสรุปว่า “แรงลัพธ์ คือ ผลรวมของแรงตั้งแต่ 2 แรงขึ้นไป ที่ร่วมกันกระทำต่อวัตถุเดียวกัน จึงมีผลทำให้วัตถุนั้นเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ไปตามผลของแรงลัพธ์”

7. ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับแรงลัพธ์ วิธีการหาแรงลัพธ์ และการใช้ประโยชน์จากแรงลัพธ์จากกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่าหนึ่งแรง

8. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลมาอภิปรายและร่วมกันสรุปภายในชั้นเรียน โดยให้ครูคอยอธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเนื้อหาที่ขาดหายไป

9. ครูอธิบายเสริมให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มเติมว่า “ในการวัดแรงนั้น นักเรียนสามารถใช้เครื่องชั่งสปริงวัดค่าของแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งมีหน่วยเป็นนิวตัน (โดยมีการเรียกหน่วยของแรงตามชื่อของเซอร์ ไอแซก นิวตัน)”

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน จำนวน 2 อัน
2. ดินน้ำมัน จำนวน 2 ก้อน
3. ถุงพลาสติกที่มีหูหิ้ว จำนวน 5 ใบ
4. โต๊ะเรียน จำนวน 1 ตัว
5. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำ
6. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง แรงลัพธ์
7. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

9. การวัดและประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
1. นักเรียนอธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้ (K)	1. การทดสอบ เรื่อง แรงลัพธ์	1. แบบทดสอบ เรื่อง แรงลัพธ์	ผู้เรียนสามารถตอบคำถามในแบบทดสอบร้อยละ 60% จากแบบทดสอบทั้งหมด ถือว่าผ่านเกณฑ์
2. นักเรียนอธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุได้ ได้ (K)	2. การทดสอบ เรื่อง แรงลัพธ์	2. แบบทดสอบ เรื่อง แรงลัพธ์	ผู้เรียนสามารถตอบคำถามในแบบทดสอบร้อยละ 60% จากแบบทดสอบทั้งหมด ถือว่าผ่านเกณฑ์
3. นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกัน (P)	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล	ผ่านการประเมินระดับคุณภาพดีขึ้นไป
4. นักเรียนคำนวณหาค่าการออกแรงมากกว่า 1 แรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงกันข้ามได้ (P)	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล	ผ่านการประเมินระดับคุณภาพดีขึ้นไป
5. นักเรียนอภิปรายผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในหลายทิศทาง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (A)	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานและทักษะการทดลอง	ผ่านการประเมินระดับคุณภาพดีขึ้นไป

ข้อเสนอแนะจากรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.ต้องลักษณ์ บุญธรรม)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่...../...../.....

ข้อเสนอแนะจากผู้อำนวยการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายนิติ วิทยวิโรจน์)

รักษาการผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วันที่...../...../.....

บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้/ บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข/ แนวทางการพัฒนา/ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ครูผู้สอน

(นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง)

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

ใบความรู้ที่ 1.1

เรื่อง แรงลัพธ์

คำชี้แจง **ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้นี้แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม**

ในชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับแรงอยู่เสมอ เช่น การออกแรงเปิด-ปิดประตู การออกแรงตีกลอง การออกแรงพับกระดาษเป็นรูปร่างต่าง ๆ และการออกแรงเคลื่อนย้ายสิ่งของต่าง ๆ ดังนั้น การเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับแรงจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การเคลื่อนที่ คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

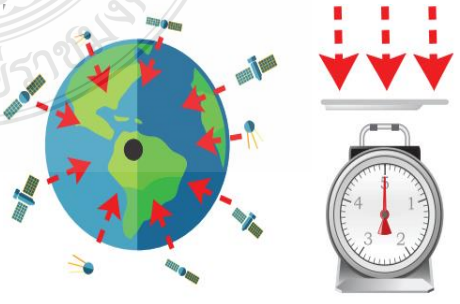
แรง ทำให้วัตถุนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง โดยอาจจะเคลื่อนที่หยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุ โดยตัวอย่างของแรงที่เด็ก ๆ กระทำในแต่ละวัน เช่น

แรงดึง (Pull) คือ แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เข้าหาตัวเรา เช่น การดึงเชือก ลากอวน เป็นต้น

แรงผลัก (Push) คือ แรงที่ทำให้วัตถุ เคลื่อนที่ออกไปจากตัวเรา เช่น ผลักประตู เข็นรถเข็น เป็นต้น

แรงโน้มถ่วง วัตถุต่าง ๆ ที่ปล่อยจากที่สูงจะตกลงสู่ผิวโลกเสมอ เพราะโลกและวัตถุต่าง ๆ นั้นจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน จึงเรียกแรงดึงดูดที่โลกดึงดูดวัตถุนี้ว่า แรงโน้มถ่วงของโลก หรือแรงดึงดูดของโลก (Gravitational force)

น้ำหนักของวัตถุ คือ แรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อวัตถุ มีทิศทางดิ่งลงสู่จุดศูนย์กลางของโลก แรงที่กระทำต่อมวลขนาด 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 9.83 นิวตัน (N) มวลขนาด1 กิโลกรัม หนัก 9.83 นิวตัน (N)



รูปที่ 1 น้ำหนักของวัตถุ

เราสามารถเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุได้โดยใช้ลูกศร ซึ่งกำหนดให้หัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ซึ่งถ้าออกแรงมากลูกศรก็จะยาวแต่ถ้าออกแรงน้อยลูกศรก็จะสั้น เช่น การออกแรงดึงรถของเล่นด้วยแรงน้อย และการออกแรงเข็นรถยนต์ด้วยแรงมาก เป็นต้น

การออกแรงดึงรถของเล่นด้วยแรงน้อย

การออกแรงเข็นรถยนต์ด้วยแรงมาก

รูปที่ 2 การเขียนลูกศรแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ

แรงไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ แต่เราสามารถบอกหรือกำหนดแรง โดยพิจารณาผลที่เกิดจากแรงได้

ตัวอย่าง เช่น เมื่อเราออกแรงกระทำต่อสปริงจะทำให้สปริงยืดออก ถ้าเรายิ่งเพิ่มแรงมากขึ้น สปริงก็จะยืดตัวออกได้มากขึ้น และเมื่อเราหยุดออกแรงกระทำต่อสปริง สปริงก็จะหดตัวกลับสู่สภาพปกติ ในทำนองเดียวกัน เมื่อเราออกแรงกดทำให้สปริงหดตัว และเมื่อเราหยุดออกแรงกดสปริง สปริงก็จะยืดตัวกลับสู่สภาพปกติ ความสามารถในการยืดตัวและหดตัวของสปริงนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้เป็นเครื่องมือวัดแรง เครื่องมือวัดแรงที่รู้จักในปัจจุบัน ได้แก่ เครื่องชั่งสปริง เครื่องชั่งสปริงประกอบด้วยสปริงอยู่ภายใน โดยมีจุดคงที่ติดตรึงไว้กับตัวสปริง เมื่อเราแขวนวัตถุที่ขอเกี่ยวหรือวางวัตถุบนจานรองวัตถุจะออกแรงกระทำต่อสปริง ทำให้สปริงยืดหรือหดตัว จุดคงที่และเข็มชี้ที่ติดตรึงไว้กับตัวสปริงก็จะเคลื่อนที่บนสเกล (มาตรวัด) ที่กำหนดไว้ หน่วยที่ใช้วัดแรง คือ นิวตัน (Newton: N) ตามชื่อของเซอร์ ไอแซก นิวตัน ผู้ทำการศึกษาเรื่องแรงและผู้ค้นพบทฤษฎีแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งนิวตันเป็นหน่วยการวัดในระบบเอสไอ (SI)

รูปที่ 3 เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน ใช้สมบัติการยืดตัวของขดลวดสปริง

รูปที่ 4 เครื่องชั่งสปริงที่นิยมใช้ในครัวเรือน ใช้สมบัติการหดตัวของขดลวด

แรงลัพธ์

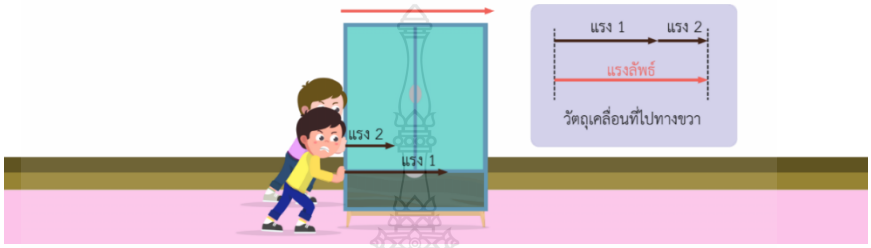
ในชีวิตประจำวันของเรา เราต้องออกแรงกระทำต่อวัตถุใดวัตถุหนึ่งซึ่งไม่จำเป็นต้องมีแรงที่กระทำเพียงแรงเดียว แต่อาจมีแรงหลายแรงมากระทำต่อวัตถุนั้น โดยแรงทั้งหมดจะรวมกันเหมือนเป็นแรงแรงเดียว เรียกว่า แรงลัพธ์

ความหมายแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ คือ ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ด้วยแรงหลายแรง ซึ่งผลของแรงนี้จะมีเพียงแรงเดียว ซึ่งจะเรียกว่า แรงลัพธ์

ผลของแรงลัพธ์ สามารถเกิดขึ้นได้ 3 กรณี ดังนี้

1. แรงสองแรงขึ้นไป มีทิศทางเดียวกันมากระทำต่อวัตถุเดียวกัน ค่าของแรงลัพธ์จะเท่ากับผลรวมของแรงทั้งหมด และแรงลัพธ์จะมีทิศทางเดียวกับแรงที่มากระทำต่อวัตถุ



รูปที่ 5 แรงสองแรงขึ้นไป มีทิศทางเดียวกันมากระทำต่อวัตถุเดียวกัน

ผลของแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ (F3) = (F1) + (F2) มีค่ามากกว่า 0 วัตถุจึงเคลื่อนที่ไม่หยุดนิ่ง

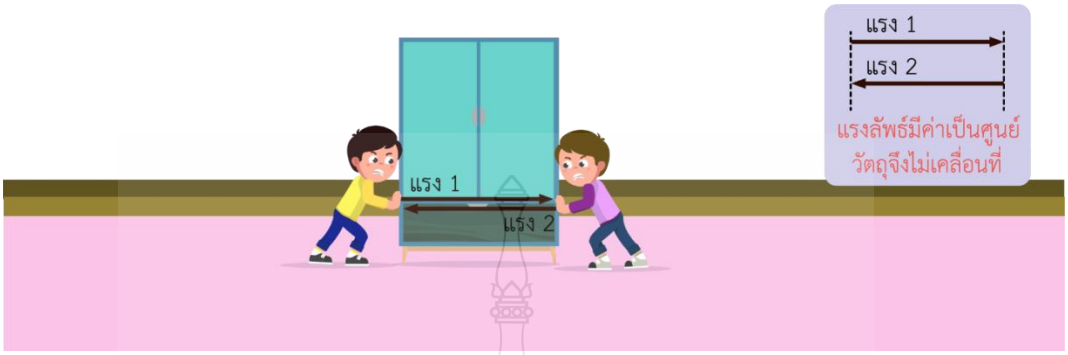
2. แรงสองแรง ที่มีขนาดไม่เท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน มากระทำต่อวัตถุเดียวกัน แรงลัพธ์จะได้จากการหักล้างกันของแรงทั้งสองบางส่วน โดยแรงลัพธ์จะมีทิศทางเดียวกันกับทิศทางของแรงที่มีมากกว่า

รูปที่ 6 แรงสองแรง ที่มีขนาดไม่เท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน

ผลของแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ (F3) = (F1) - (F2) โดยค่าใดที่มากกว่าแรงลัพธ์จะเคลื่อนไปทางทิศนั้น

3. แรงสองแรงที่มีขนาดเท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน มากระทำต่อวัตถุเดียวกัน แรงจะหักล้างกันจนหมด และแรงลัพธ์จะมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะหยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนที่



รูปที่ 7 แรงสองแรง ที่มีขนาดเท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน

ผลของแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ (F3) = (F1) - (F2) = 0 วัตถุจึงหยุดนิ่ง

ประโยชน์ของแรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน

1. แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ออกแรงในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ สุนัขลากเลื่อน อาศัยแรงของสุนัขหลายตัวเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ในทิศทางเดียวกัน เพื่อทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างรวดเร็ว

2. แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยออกแรงในทิศทางตรงกันข้าม ได้แก่ รอกยกของเราอาศัยรอกในการออกแรงตรงกันข้ามกับแรงตกลงของวัตถุ (น้ำหนัก) เมื่อเราออกแรงมากกว่าแรงโน้มถ่วงหรือน้ำหนักของวัตถุ ก็จะสามารถเคลื่อนที่วัตถุนั้นได้

3. แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุหยุดนิ่ง ได้แก่ สะพานแขวน หรือกระถางแขวน จะต้องอาศัยแรงดึงจากลวด ยึดติดกับสะพานเพื่อรับน้ำหนักของสะพานและรถ หรือน้ำหนักของต้นไม้ได้ ซึ่งเป็นการออกแรงในทิศตรงกันข้ามเพื่อให้วัตถุหยุดนิ่งไม่เคลื่อน

แบบบันทึกกิจกรรมสำหรับปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แรงลัพธ์

กิจกรรมที่ 1.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่าหนึ่งแรง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมจากการทดลองต่อไปนี้

วัสดุ/อุปกรณ์

ลำดับที่	รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1	เครื่องชั่งสปริง	2 อัน
2	ดินน้ำมัน	2 ก้อน
3	ถุงพลาสติกที่มีหูหิ้ว	1 ใบ
4	โต๊ะเรียน	1 ตัว

วิธีทำ

1. ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันนำดินน้ำมัน 2 ก้อน ใส่ถุงพลาสติกหูหิ้ว สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคาดคะเนและบันทึกว่า เมื่อนำถุงพลาสติกหูหิ้วที่มีก้อนดินน้ำมันมาเกี่ยวที่ตะขอของเครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง ในแนวดิ่งผลจะเป็นอย่างไร
2. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบผลจากการคาดคะเน อ่านค่าผลของแรง และบันทึกผลการทำกิจกรรม
3. ชั่งน้ำหนักดินน้ำมัน 2 ก้อน อีกครั้งหนึ่งแต่ครั้งนี้ให้ใช้เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง โดยนำหูหิ้วของถุงพลาสติกเกี่ยวตะขอของเครื่องชั่งข้างละหูและให้ถือเครื่องชั่งในแนวดิ่ง เพื่ออ่านค่าของแรงจากเครื่องชั่งทั้ง 2 เครื่อง
4. บันทึกผลค่าของแรงที่อ่านได้ จากนั้นนำข้อมูลมาเขียนแผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ลงในกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่าหนึ่งแรง
5. นำเสนอผลการทดลอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปผลภายในชั้นเรียน

ใบรายงานผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่าหนึ่งแรง

สมาชิกภายในกลุ่ม

1. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำถามก่อนการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 : **สังเกตการใช้เครื่องชั่งสปริงชั่งดินน้ำมันในแนวดิ่ง**

1. คำถามสำคัญในการทำกิจกรรมคืออะไร.....

.....

2. สมมติฐานในการทำกิจกรรมคืออะไร.....

.....

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ขนาดและทิศทางของแรง เมื่อนำดินน้ำมันใส่ลงในถุงพลาสติกนำมาแขวนกับเครื่องชั่งสปริง

ผลการชั่ง	ค่าของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง (นิวตัน)	ค่าของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง (นิวตัน)		
		เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	รวม
การคาดคะเน				
ผลการทดลอง				

แผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง	แผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง

บันทึกผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

คำถามก่อนการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 สังเกตการผลักโต๊ะเรียน

1. คำถามสำคัญในการทำกิจกรรมคืออะไร.....

.....

2. สมมติฐานในการทำกิจกรรมคืออะไร.....

.....

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง การออกแรงผลักโต๊ะเรียนไปข้างหน้าในทิศทางเดียวกัน

ลักษณะการเคลื่อนที่ของโต๊ะเรียน	ผลการทดลอง
การเคลื่อนที่	☐ มีการเคลื่อนที่ ☐ ไม่มีการเคลื่อนที่
ทิศทางการเคลื่อนที่	....

แผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อโต๊ะเรียน

บันทึกผลการทำกิจกรรม

.....

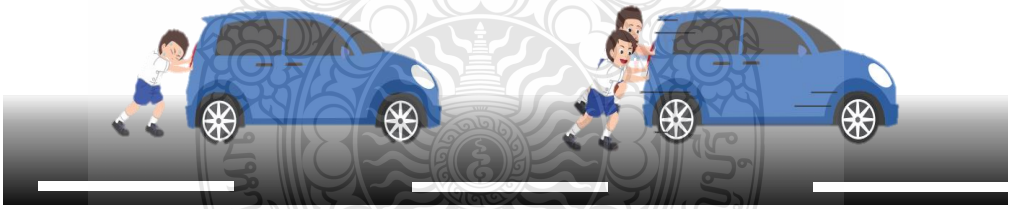
.....

.....

.....

คำถามหลังการทำกิจกรรม

1. พิจารณารูปที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้



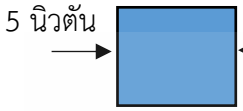
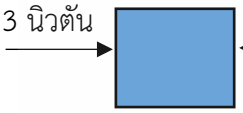
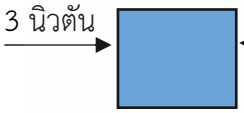
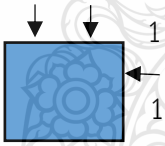
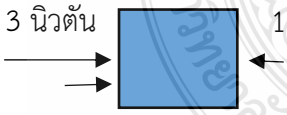
การเคลื่อนที่ของรถที่นักเรียน 1 คน กำลังผลักรถที่ไปข้างหน้า เหมือนหรือแตกต่างกับการเคลื่อนที่ของรถที่มีนักเรียน 2 คน ผลักรถไปข้างหน้า เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนสังเกตภาพ แล้วบอกขนาดของแรงลัพธ์และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ภาพ	ขนาดของแรงลัพธ์และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ
1. 	.....
2. 	.....
3. 	.....
4. 	.....
5. 	.....

3. ให้นักเรียนวาดภาพและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากแรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน

1 ตัวอย่าง

เฉลยใบรายงานผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำมากกว่าหนึ่งแรง

สมาชิกภายในกลุ่ม

1. ชื่อ-นามสกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ชื่อ-นามสกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ชื่อ-นามสกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ชื่อ-นามสกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ชื่อ-นามสกุล .....ชั้น ..... เลขที่ .....

คำถามก่อนการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 : สังเกตการใช้เครื่องชั่งสปริงชั่งดินน้ำมันในแนวดิ่ง

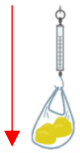
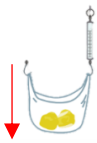
1. คำถามสำคัญในการทำกิจกรรมคืออะไร ผลรวมของแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันหลายแรงเท่ากับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุหรือไม่

2. สมมติฐานในการทำกิจกรรมคืออะไร ผลรวมของแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันหลายแรงมีค่าเท่ากับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ขนาดและทิศทางของแรง เมื่อนำดินน้ำมันใส่ลงในถุงพลาสติกนำมาแขวนกับเครื่องชั่งสปริง

ผลการชั่ง	ค่าของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง (นิวตัน)	ค่าของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง (นิวตัน)		
		เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	รวม
การคาดคะเน	(ตัวอย่าง) 7	6	3	9
ผลการทดลอง	(ตัวอย่าง) 5	2.5	2.5	5

ผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง	แผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง
ตัวอย่าง แรง 1 = 5 N  แรงลัพธ์ = 5 N	ตัวอย่าง แรงลัพธ์ = 5 N แรง 1 = 2.5 N  แรง 2 = 2.5 N

บันทึกผลการทำกิจกรรม

จากการทำกิจกรรมพบว่า ค่าของแรงที่อ่านจากเครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง มีค่าเท่ากับผลรวมของค่าแรง อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริง 2 เครื่อง แสดงว่า แรงที่อยู่ในแนวเดียวกันหลายแรงมีค่าเท่ากับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

คำถามก่อนการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 : **สังเกตการแรงผลักโต๊ะเรียน**

1. คำถามสำคัญในการทำกิจกรรมคืออะไร วัตถุจะเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงลัพธ์หรือไม่

2.. สมมติฐานในการทำกิจกรรมคืออะไร วัตถุจะเคลื่อนที่ตามแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันหลายแรงหรือแรงลัพธ์

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง การออกแรงผลักโต๊ะเรียนไปข้างหน้าในทิศทางเดียวกัน

ลักษณะการเคลื่อนที่ของโต๊ะเรียน	ผลการทดลอง
การเคลื่อนที่	☑ มีการเคลื่อนที่ ☐ ไม่มีการเคลื่อนที่
ทิศทางการเคลื่อนที่	โต๊ะเรียนเคลื่อนที่ไปข้างหน้าในทิศทางเดียวกันกับทิศทางที่ตัวแทนกลุ่มทั้ง 2 คน ออกแรงผลัก

แผนภาพแสดงแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อโต๊ะเรียน

(ตัวอย่าง)

บันทึกผลการทำกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า โต๊ะเรียนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและทิศทางตามแรงผลักของนักเรียนทั้ง 2 คน แสดงว่า วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

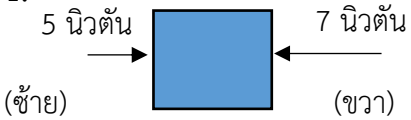
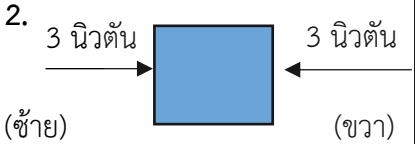
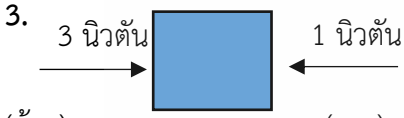
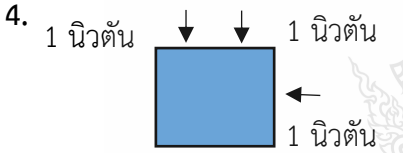
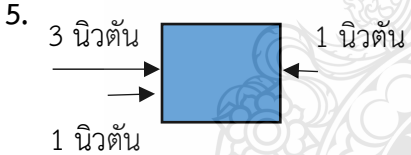
คำถามหลังการทำกิจกรรม

1. พิจารณารูปที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้

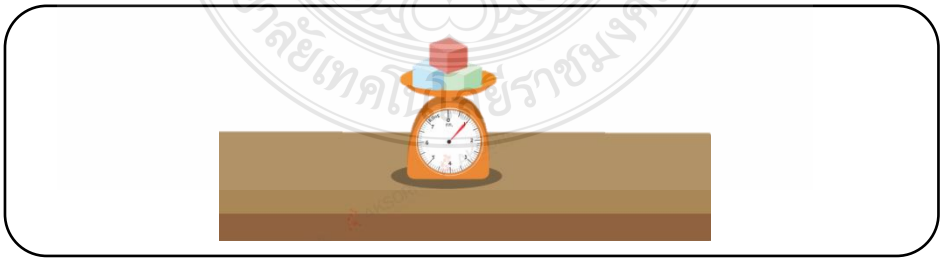
การเคลื่อนที่ของรถที่นักเรียน 1 คน กำลังผลักรถที่ไปข้างหน้า เหมือนหรือแตกต่างกับการเคลื่อนที่ของรถที่มีนักเรียน 2 คน ผลักรถไปข้างหน้า เพราะเหตุใด

แตกต่างกัน โดยรถที่นักเรียนทั้ง 2 คนกำลังผลักจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า หรือง่ายกว่ารถที่นักเรียน 1 คน กำลังผลัก เพราะการออกแรงของนักเรียน 2 คนที่กระทำต่อรถในทิศทางเดียวกันมากกว่า แรงของนักเรียน 1 คน ที่กระทำต่อวัตถุ

2. ให้นักเรียนสังเกตภาพ แล้วบอกขนาดของแรงลัพธ์และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ภาพ	ขนาดของแรงลัพธ์และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ
1. 	..... วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้าย ด้วยแรงลัพธ์ 2 นิวตัน .....
2. 	..... วัตถุไม่เคลื่อนที่ แรงลัพธ์เท่ากับ 0 นิวตัน .....
3. 	..... วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยแรงลัพธ์เท่ากับ 2 นิวตัน .....
4. 	..... วัตถุเคลื่อนที่ไปทางด้านล่าง ด้วยแรงลัพธ์เท่ากับ 3 นิวตัน .....
5. 	..... วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา ด้วยแรงลัพธ์เท่ากับ 3 นิวตัน .....

3. ให้นักเรียนวาดภาพและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากแรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน 1 ตัวอย่าง



การวัดน้ำหนักของ วัตถุหลายชิ้นโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก เป็นการใช้ประโยชน์จากแรงลัพธ์ของแต่ละชิ้น หรือก็คือ การชั่งน้ำหนัก เป็นการอ่านค่าของแรงลัพธ์หรือผลรวมของน้ำหนักของวัตถุที่นำมาชั่งน้ำหนักของวัตถุ

การจัดการเรียนการสอน แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE)

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แนวคิดของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เป็นการสร้างความเข้าใจหลักการเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้สัมพันธ์กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม/ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ โดยมีมนุษย์เป็นศูนย์กลาง เน้นการลงมือปฏิบัติและการเรียนรู้จากการทำงานซึ่งมีลักษณะกระบวนการทำงานวนซ้ำจากการสร้างความเข้าใจมนุษย์ ใช้การคิดสร้างสรรค์ และมีการทดสอบคัดเลือกไอเดียเพื่อแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย หลาย ๆ ครั้ง เกิดให้สามารถพัฒนาความคิดและทางออกใหม่ที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ มุ่งส่งเสริมการทำงานร่วมกันของสมาชิกในทีมซึ่งมีพื้นฐานความรู้ความชำนาญในศาสตร์ที่แตกต่างหลากหลาย และเปลี่ยนขอบเขตของการใช้การคิดเชิงออกแบบซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนาระบบการหรือผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการกับชีวิตจริงและการทำงาน

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ พัฒนากระบวนการคิด และสร้างผลผลิตใหม่ได้อย่างเหมาะสม
2. เพื่อให้นักเรียนรู้และเข้าใจกระบวนการคิด ทักษะการแก้ไขปัญหา ทักษะการออกแบบ และขั้นตอนทางวิศวกรรมที่เป็นลำดับขั้นตอน และการทำงานอย่างเป็นระบบให้สามารถประยุกต์ใช้ได้
3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการคิดวิเคราะห์บนพื้นฐานข้อมูลที่มีหลากหลาย เพื่อเลือกทางเลือกที่ดีและเหมาะสมกับสถานการณ์ในชีวิตจริงนอกห้องเรียนได้
4. มองเห็นปัญหาหรืออุปสรรคหรือแนวทางพัฒนาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่สามารถนำมากำหนดเป็นเป้าหมายในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาได้

ผลที่ผู้เรียนได้รับการเรียน

1. บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ในปัจจุบัน
2. ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ มีการคิดหลากหลายซึ่งเป็นพื้นฐานในการฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่ดีและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21
3. สามารถนำเครื่องมือการคิดเชิงออกแบบมาประยุกต์ใช้ในงานเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมแบบใหม่

การจัดการเรียนการสอน แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE)

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. **ระบุปัญหาและการเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize and Problem Identification)** นักเรียนการตั้งคำถาม ระบุปัญหา ทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาที่ชัดเจน

2. **ทิ้งโจทย์การอบที่ชัดเจน (Define)** นักเรียนสร้างแนวคิดเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ที่ค้นคว้า โดยการเขียนข้อความลงในกระดาษ (Post it) ให้ได้มากที่สุด จัดเรียงลำดับความสำคัญและหมวดหมู่ เพื่อเลือกประเด็นปัญหาเชิงลึกเป็นแนวทางในการพัฒนานวัตกรรม

3. **รวบรวมแนวคิดและสร้างความคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Ideate and Related Information Search)** รวบรวมข้อมูลจากการสืบค้นที่เกี่ยวข้อง 4 ช่องทางการ จัดเรียงความสำคัญของแนวคิดโดยใช้เกณฑ์การให้คุณค่า พิจารณาจากความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดี และข้อด้อย และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา

4. **ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)** การนำข้อมูลและแนวคิดที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การสร้างภาพร่าง และออกแบบชิ้นงานนวัตกรรม (Prototype)

5. **วางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาและการสร้างต้นแบบ (Planning Development and Prototype)** สร้างต้นแบบและพัฒนาชิ้นงาน (Prototype) นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆในการวางแผนรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน

6. **การทดสอบต้นแบบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Testing Evaluation Design Improvement and Presentation)** ทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบการแก้ปัญหา จดบันทึกผลที่ได้จากการทดสอบแล้วก็นำเอาปัญหาหรือข้อดีข้อเสียที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานหลายครั้งเพื่อให้มีประสิทธิภาพ

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับ
การคิดเชิงออกแบบ (EDISTE)
วิชา วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ปีการศึกษา
2564
จัดทำโดย
นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง
โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ
เรื่อง
หน้า
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงลัพธ์
กิจกรรมที่ 1.1 นั่งร้านจอมอลเวง
1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงเสียดทาน
กิจกรรมที่ 2.1 รถฟอร์มูล่ามังประลองความเร็ว
43
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แรงพยุง
กิจกรรมที่ 3.1 เรือสินค้าพาตะลุย
87

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เวลาเรียน 9 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์ (นั่งร้านจอมอลเวง) เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

---

1. สาระสำคัญ

แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกัน แต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ สามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

2. จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

2.1 จุดประสงค์ทั่วไปเชิงสมรรถนะ

1. นักเรียนเข้าใจแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
2. นักเรียนมีทักษะในการสร้างชิ้นงานจากแรงลัพธ์ได้
3. นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับแรงลัพธ์ได้

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้พฤติกรรมเชิงสมรรถนะ

1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับแรงลัพธ์

2. นักเรียนสร้างแนวคิดที่เหมาะสมไปใช้ในการพัฒนาชิ้นงาน โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คุณค่าและความเป็นไปได้

3. นักเรียนอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงลัพธ์เป็นพื้นฐานที่นำมาใช้ในการสร้างนั่งร้านจอมอลเวงที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

4. นักเรียนเลือกใช้วัสดุในการสร้างนั่งร้านจอมอลเวงพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน

5. นักเรียนคำนวณต้นทุนการสร้างนั่งร้านจอมอลเวงได้

6. นักเรียนวางแผนการทำงานในการสร้างชิ้นงานภายในกลุ่ม โดยอาจเขียนแผนภาพร่างใน 2-3 มิติแล้วสร้างนั่งร้านจอมอลเวงตามที่ได้ออกแบบไว้

7. นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพนั่งร้านที่สร้างขึ้นวิเคราะห์สาเหตุหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

8. นักเรียนนำเสนอผลงานและถ่ายทอดแนวคิดในการออกแบบนั่งร้านจอมอลเวง เพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

3. สมรรถนะหลัก

1. ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม
2. ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม
3. ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม

4. สมรรถนะย่อย

1. ระบุประเด็นปัญหาต้องการศึกษา
2. การสร้างแนวคิด และวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ในการพัฒนานวัตกรรม
3. วางแผน ออกแบบ และสร้างชิ้นงานนวัตกรรม
4. ความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ
5. คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม

5. ตัวบ่งชี้

1. วิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อระบุประเด็นปัญหาการปฏิบัตินั่งร้านจอมอลเวงบนที่สูง
2. จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา โดยจัดกลุ่มให้เป็นหมวดหมู่
3. สร้างแนวคิดไปใช้ในการพัฒนาชิ้นงาน โดยใช้เกณฑ์การให้คุณค่าและความเป็นไปได้
4. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงลัพธ์เป็นพื้นฐานในการสร้างนั่งร้านจอมอลเวง
5. วางแผนการทำงานในการสร้างชิ้นงาน เขียนแผนภาพร่างใน 2-3 มิติได้
6. คำนวณต้นทุนการสร้างนั่งร้านจอมอลเวงได้
7. ทดสอบประสิทธิภาพนั่งร้านจอมอลเวงที่สร้างขึ้น วิเคราะห์สาเหตุหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

8. ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด

9. เสนอวิธีการสร้างแนวคิด วิธีการ หรือเครื่องมือชิ้นงานนวัตกรรมที่แปลกใหม่หรือพัฒนาต่อยอดจากแนวคิดเดิม

10. นำเสนอผลงานและถ่ายทอดแนวคิดในการออกแบบ เพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

11. นักเรียนเลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม

12. แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

13. เลือกใช้วัสดุในการสร้างนั่งร้านจอมอลเวงพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน

14. อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

6. เนื้อหาสาระ

ความรู้ ทักษะ คุณลักษณะที่ผู้เรียนต้องมี หรือต้องใช้		
Knowledge/ความรู้	Skill/Practice/การปฏิบัติ	Attitude เจตคติคุณลักษณะ/
1. หลักการพื้นฐานแรงลัพธ์ แรงที่กระทำต่อวัตถุ ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ การรับน้ำหนัก ประโยชน์ของแรงลัพธ์ 2. หลักการประมาณ รูปร่างทางเรขาคณิต พื้นที่ สมมาตร 3. หลักการคำนวณต้นทุน การวัด การชั่งน้ำหนัก การคำนวณน้ำหนัก	1. วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุประเด็นปัญหา 2. การจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา 3. การสร้างแนวคิด เสนอแนะแนวทางแก้ไข 4. การออกแบบและสร้างแบบจำลอง 5. คำนวณน้ำหนัก ต้นทุน 6. การทดสอบ การประเมินและการปรับปรุงผลงาน 7. ความคิดสร้างสรรค์ 8. การทำงานเป็นทีม	1. การเห็นคุณค่าความสำคัญและเพิ่มความสนใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 2. การเห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 4. การมุ่งมั่นในการทำงานใฝ่เรียนรู้

7. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-3 วันที่สอน ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (EDISTE)	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
1. การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้งและระบุปัญหา (Empathize and Problem Identification)	1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในหัวข้อ “นั่งร้านในการก่อสร้าง” โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้ 1.1 นั่งร้านคืออะไร 1.2 นั่งร้านมีประโยชน์อย่างไร 2. โดยยกตัวอย่างภาพนั่งร้านที่เห็นในชีวิตประจำวันและร่วมอภิปรายกับผู้เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า นั่งร้านเป็นโครงสร้างชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างหรือซ่อมแซมเพื่อให้ช่างใช้เป็นฐานในการทำงานบนที่สูง ซึ่งนั่งร้านจะถูกรื้อถอนออกภายหลังจากเสร็จการก่อสร้างหรือซ่อมแซมงาน 3. ครูยกตัวอย่างภาพการปฏิบัติงานบนนั่งร้าน และข่าวสารที่คนงานก่อสร้างพลัดตกลงบนที่สูงจากวิธีการทำงานที่ไม่ปลอดภัย และอภิปรายกับนักเรียนทราบถึงกฎหมายที่เกี่ยวกับงานก่อสร้าง ซึ่งกำหนดไว้ว่าการทำงานก่อสร้างซึ่งมีความสูงตั้งแต่ 2.00 เมตรขึ้นไป นายจ้างต้องจัดให้มีนั่งร้านสำหรับการก่อสร้างงานนั้น 4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน คละเพศ คละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน 5. ทบทวนบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มว่าต้องทำหน้าที่อย่างไรบ้างในการดำเนินการด้วยกระบวนการทำงานกลุ่ม เช่น หัวหน้ากลุ่ม มีหน้าที่..... ผู้จดบันทึก มีหน้าที่..... ผู้เสนอรายงาน มีหน้าที่ ..... อื่น ๆ..... 6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมศึกษารายละเอียดในการทำกิจกรรมที่ 1 1.เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้	5 นาที 10 นาที

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (EDISTE)	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
	สถานการณ์ “ในการสร้างตึกที่มีขนาดสูง ๆ โครงสร้างชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างหรือซ่อมแซมเพื่อให้เป็นฐานในการทำงานบนที่สูง ซึ่งนั่งร้านจะถูกรื้อถอนออกภายหลังจากเสร็จการก่อสร้างหรือซ่อมแซมงาน ดังนั้นเพื่อหาวิธีที่จะสร้างนั่งร้านที่ใช้ในงานก่อสร้างซ่อมแซมเพื่อให้เป็นฐานในการทำงาน ผู้รับผิดชอบจะต้องออกแบบนั่งร้านที่มีความแข็งแรงและรองรับน้ำหนักช่างในการก่อสร้างได้” **โจทย์ / ท้าทาย (Challenge)** ภารกิจของเราในวันนี้ นักเรียนสวมบทบาทเป็นวิศวกรออกแบบและทดสอบนั่งร้านเพื่อให้ช่างใช้งานซ่อมแซมและทาสีอาคารเรียนของตึก 3 ชั้น (15 เซนติเมตร) โดยนั่งร้านที่สร้างขึ้นจะต้องมี 3 ระดับ เพื่อให้ทำงาน และนั่งร้านจะต้องมีความแข็งแรง คนทน สามารถรับน้ำหนักที่ชั้นบนสุดได้อย่างน้อย 300 กรัม (ดินน้ำมัน 2 ก้อน) โดยที่นั่งร้านไม่ยุบตัวและพังทลายลง โดยมีงบประมาณไม่เกิน 200 บาท และสามารถจัดซื้อวัสดุเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขชิ้นงาน 100 บาท 7. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจบริบทจากสถานการณ์ เช่น การศึกษาเอกสาร การสังเกต การสัมภาษณ์ 8. นำข้อมูลประเด็นปัญหามาเขียนลงในกระดาษ (Post it) ให้ได้มากที่สุด การวิเคราะห์เงื่อนไข และข้อกำจัดต่าง ๆ 6. ครูชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างนวัตกรรม โดยมีหัวข้อในการพิจารณา 3 หัวข้อ คือ 1. ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2. ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม การนำเสนอ/ 3. ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม	

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (EDISTE)	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
2. ตั้งโจทย์กรอบที่ชัดเจน (Define; D)	10. นักเรียนรวบรวมประเด็นปัญหาที่หลากหลายจากความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม มาวิเคราะห์เพื่อคัดกรองข้อมูล 11. นักเรียนนำกระดาษ (Post it) ประเด็นปัญหาที่ผ่านการคัดกรองและไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วนมาจัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบ โดยนำลักษณะของประเด็นปัญหาที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจัดอยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน 12. ครูให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มเลือกประเด็นปัญหาเพียง 1 ประเด็น (Insights) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่การสร้างชิ้นงานนวัตกรรมต่อไป	10 นาที
3. รวบรวมแนวคิดและสร้างความคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search and Ideate ; I)	12. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้นั่งร้านจอมอลเวง สามารถรองรับน้ำหนักได้มากที่สุด จากใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง เช่น แรงลัพธ์ รูปทรงทางเรขาคณิต ความสมดุลของนั่งร้าน การรับน้ำหนัก สมบัติของวัสดุ หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เช่น อินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับหลักการทาง 4 สหวิทยาการ (ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี) 13. นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองเขียนลงบนกระดาษ (Post it) ให้ได้มากที่สุด 14. นักเรียนนำกระดาษ (Post it) ของตนเองส่งให้กับเพื่อน โดยเพื่อนแต่ละคนจะต้องช่วยกันต่อยอดแนวคิดเพื่อส่งเสริมกันให้เกิดแนวคิดที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น 15. นักเรียนพิจาณาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาจากสมาชิกทั้งหมดที่สามารถแก้ปัญหาได้	15 นาที

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (EDISTE)	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
	16. ครูให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่มจัดเรียงลำดับความสำคัญของแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาลงในแผนภาพ โดยมีเกณฑ์การให้คุณค่าดังนี้ ง่าย (Easy) | แนวคิดใหม่ (New Idea) ยากเกินไป (Too Hard) | น่าเบื่อ (Boring)	
4. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design; S)	17. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบชิ้นงานโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลและการอภิปรายร่วมกัน โดยให้นักเรียนออกแบบภาพร่างใน 2 - 3 มิติ ตามเงื่อนไขที่กำหนดจากการวิเคราะห์สถานการณ์ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง 18. นักเรียนเขียนใบรายการสั่งซื้อวัสดุและจำนวนที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานนวัตกรรมลงในใบกิจกรรม เพื่อทำการสั่งซื้อสินค้า 19. นักเรียนคำนวณต้นทุนทั้งหมดในการเลือกซื้อวัสดุ โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ คงทน แข็งแรง ความคุ้มค่าและข้อดีและข้อด้อยสำหรับนำไปสร้างเป็นชิ้นงานจริง 20. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ โดยเริ่มจากนักเรียนมีปัญหาหรือความต้องการอะไร แล้วมีแนวคิดในการสร้างชิ้นงานภายในกลุ่มอย่างไร ซึ่งประกอบด้วยร่างภาพนั่งร้านจอมพลัง และเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์พร้อมทั้งต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน	15 นาที

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (EDISTE)	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
5. วางแผน ดำเนินการแก้ปัญหาและการสร้างต้นแบบ (Planning Development and Prototype; P)	21. แต่ละกลุ่มเขียนสรุปลำดับขั้นตอนกลุ่มวางแผนการทำงานก่อนลงมือสร้างนั่งร้านจอมอลเวงตามที่ได้ออกแบบไว้ 22. นักเรียนสร้างนั่งร้านโดยใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบภายในเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งนี้นักเรียนทุกกลุ่มต้องเก็บเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อนำไปประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ใช้ไป	50 นาที
6. การทดสอบต้นแบบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Testing Evaluation Design Improvement and Presentation;E)	23. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบผลของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ว่านั่งร้านสามารถรับน้ำหนักของดินน้ำมันขนาด 300 กรัมได้หรือไม่ จากนั้นบันทึกผลการทดสอบลงในตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม 24. ในกรณีที่นั่งร้านยังไม่สามารถรองรับน้ำหนักของดินน้ำมันขนาด 300 กรัมได้ ให้นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขลงในแบบบันทึกผลการทำกิจกรรม และนำชิ้นงานมาทดสอบใหม่อีกครั้ง 25. ครูจัดแข่งขันนั่งร้านจอมอลเวงขึ้น โดยนั่งร้านของนักเรียนกลุ่มใดสามารถรับน้ำหนักของดินน้ำมันได้มากที่สุดกลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ 26. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานนวัตกรรมที่สร้างขึ้นการปรับปรุงนั่งร้านจนได้รูปแบบดังกล่าว โดยมีหัวข้อในการอภิปรายถึงแนวทางการสร้างนั่งร้านที่มีประสิทธิผล ดังนี้ - แนวคิดในการสร้างนั่งร้าน - รูปแบบของโครงสร้างความสำเร็จของชิ้นงาน - การปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพ	20 นาที 15 นาที

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ดินน้ำมัน จำนวน 15 ก้อน
2. ไม้จิ้มฟัน จำนวน 5 กระปุก
3. โฟม จำนวน 5 แผ่น
4. กระดาษแข็ง จำนวน 5 แผ่น
5. หลอดดูดน้ำ จำนวน 1 แพ็ค
6. ไม้เสียบลูกชิ้น จำนวน 1 แพ็ค
7. หนังยางรัดของ จำนวน 1 แพ็ค
8. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง
9. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง แรงลัพธ์ (resultant force)
10. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

9. การวัดและการประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
จุดประสงค์การเรียนรู้พฤติกรรมเชิงสมรรถนะ			
1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับแรงลัพธ์ 2. นักเรียนสร้างแนวคิดที่เหมาะสมไปใช้ในการพัฒนาชิ้นงาน โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คุณค่าและความเป็นไปได้	1. การตรวจแบบทดสอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง 2. การประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม 3. การสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม	1. แบบทดสอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง 2. แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม 3. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม	1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubric) ผ่านระดับดีขึ้นไป 2. เกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล
3. นักเรียนอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแรงลัพธ์เป็นพื้นฐานที่นำมาใช้ในการสร้างนั่งร้านจอมอลเวงที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด 4. นักเรียนเลือกใช้วัสดุในการสร้างนั่งร้าน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลสนับสนุน 5. นักเรียนคำนวณต้นทุนการสร้างนั่งร้านจอมอลเวงได้ 6. นักเรียนวางแผนการทำงานในการสร้างชิ้นงานภายในกลุ่ม โดยอาจเขียนภาพร่างใน 2-3 มิติแล้วสร้างนั่งร้านตามที่ได้ออกแบบไว้ 7. นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพนั่งร้านที่สร้างขึ้นวิเคราะห์สาเหตุหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข 8. นักเรียนนำเสนอผลงานและถ่ายทอดแนวคิดในการออกแบบนั่งร้านเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ			

แบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด

ระดับ 4 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก

ระดับ 3 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง

ระดับ 2 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย

ระดับ 1 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม						
1	ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไข หรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา					
2	จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่					
3	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย					
4	เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม					
5	ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม					
6	เขียนแผนภาพร่างใน 2-3 มิติ ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน (Prototype)					

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
7	ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข					
8	ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด					
ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ						
1	เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา					
2	นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ					
3	เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม					
ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม						
1	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา					
2	เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์					
3	อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม					
รวม						
คะแนนรวม						
ค่าเฉลี่ย						
คิดเป็นร้อยละ						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

สรุปผลการประเมิน

- ○ 4.51 - 5.00 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด
- ○ 3.51 - 4.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก
- ○ 2.51 - 3.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง
- ○ 1.51 - 2.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย
- ○ 1.00 - 1.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

(ลงชื่อ) ..... ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (Rubrics)

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ : ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. การระบุประเด็นปัญหาเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	ระบุประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้และอธิบายสาเหตุเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน ครอบคลุมข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นในการพิจารณาได้โดยวิเคราะห์สาเหตุหลากหลายตั้งแต่ 4-5 ประเด็นขึ้นไป	ระบุประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้และอธิบายสาเหตุเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน ครอบคลุมโดยวิเคราะห์สาเหตุหลากหลายตั้งแต่ 3 ประเด็น	ระบุประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ และอธิบายสาเหตุ เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ค่อนข้างชัดเจนโดยวิเคราะห์สาเหตุตั้งแต่ 2 ประเด็น	ระบุประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ แต่ยังอธิบายสาเหตุเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ไม่ชัดเจน โดยวิเคราะห์สาเหตุตั้งแต่ 1 ประเด็น	ไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาและอธิบายสาเหตุเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
2. การจัดจำแนกความสำคัญของประเด็นปัญหาโดยใช้การคุณค่าเป็นเกณฑ์	จัดจำแนก แยกประเภท หรือเรียงลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ได้อย่างชัดเจนครบถ้วนสมบูรณ์ เข้าใจง่ายและตรงประเด็น	จัดจำแนก แยกประเภท หรือเรียงลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย	จัดจำแนก แยกประเภทหรือเรียงลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ได้ค่อนข้างชัดเจน	จัดจำแนก แยกประเภท หรือเรียงลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา ได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ได้เพียงบางส่วน	จัดจำแนก แยกประเภท หรือเรียงลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา ไม่เหมาะสมกับเกณฑ์ที่ใช้
3. การสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาและมองเห็นแนวทางที่จะนำไปสร้างสรรค์เป็นนวัตกรรมได้ตั้งแต่ 5 แนวคิดขึ้นไป	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาและมองเห็นแนวทางที่จะนำไปสร้างสรรค์เป็นนวัตกรรมได้ตั้งแต่ 3-4 แนวคิด	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาและมองเห็นแนวทางที่จะนำไปสร้างสรรค์เป็นนวัตกรรมได้ตั้งแต่ 2 แนวคิด	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาและมองเห็นแนวทางที่จะนำไปสร้างสรรค์เป็นนวัตกรรมได้ตั้งแต่ 1 แนวคิด	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ไม่สามารถมองเห็นแนวทางที่จะนำไปสร้างสรรค์เป็นนวัตกรรมได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
4. การเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม โดยพิจารณาจากข้อดี ข้อดีที่เป็นไปได้	เลือกแนวคิดที่จะนำไปสร้างเป็นนวัตกรรมได้ โดยแสดงให้เห็นถึงเหตุผลในการเลือกด้วยการระบุข้อดี ข้อจำกัดอย่างสมเหตุสมผล ชัดเจน สมบูรณ์ และแสดงให้เห็นถึงข้อดีมากกว่าข้อจำกัด	เลือกแนวคิดที่จะนำไปสร้างเป็นนวัตกรรมได้ โดยแสดงให้เห็นถึงเหตุผลในการเลือกด้วยการระบุข้อดี ข้อจำกัดอย่างสมเหตุสมผล ค่อนข้างชัดเจน และแสดงให้เห็นถึงข้อดีและข้อจำกัดเท่าๆ กัน	เลือกแนวคิดที่จะนำไปสร้างเป็นนวัตกรรมได้ แต่แสดงให้เห็นถึงเหตุผลในการเลือกยังไม่ชัดเจนและไม่สมเหตุ สมผล โดยแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดมากกว่าข้อดี	เลือกแนวคิดที่จะนำไปสร้างเป็นนวัตกรรมได้ แต่ไม่สามารถระบุเหตุผลในการเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุ สมผล	ไม่สามารถเลือกแนวคิดและระบุเหตุผลในการเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาได้
5. การใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม และมีความเข้าใจที่ถูกต้องในการพิจารณาในรายละเอียด	มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ในประเด็นที่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน และมีความเข้าใจที่ถูกต้องพร้อมมีการพิจารณาในรายละเอียด	ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ในประเด็นที่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน และมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ยังขาดการพิจารณาในรายละเอียด	มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ในประเด็นที่สำคัญของการพัฒนาชิ้นงาน แต่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	มีร่องรอยการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์แต่เป็นการใช้ในประเด็นที่ไม่สำคัญกับการพัฒนาชิ้นงาน	ไม่มีร่องรอยการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
6. การออกแบบนวัตกรรมเป็นไปตามแนวคิด ทฤษฎี หลักการ 4 สหวิทยาการ ในการสร้างภาพร่าง 2-3 มิติ สร้างชิ้นงาน และแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไข	มีการออกแบบนวัตกรรม หรือมีการออกแบบนวัตกรรมเป็นไปตามแนวคิด ทฤษฎีและหลักการทาง 4 สหวิทยาการในการสร้างภาพร่าง 3 มิติ และมีการเขียนลำดับขั้นตอนสร้างชิ้นงานที่กำหนดไว้และอย่างเป็นขั้นตอนชัดเจน และมีประสิทธิภาพ	มีการออกแบบนวัตกรรม หรือมีการออกแบบนวัตกรรมแต่ไม่เป็นไปตามแนวคิด ทฤษฎีและหลักการทาง 4 สหวิทยาการ ในการสร้างภาพร่าง 3 มิติ และมีการเขียนลำดับขั้นตอนสร้างชิ้นงานเพียงบางส่วน	มีการออกแบบนวัตกรรม หรือมีการออกแบบนวัตกรรมแต่ไม่เป็นไปตามแนวคิด ทฤษฎีและหลักการทาง 4 สหวิทยาการ ในการสร้างภาพร่าง 2 มิติ ไม่มีการเขียนลำดับขั้นตอนสร้างชิ้นงาน	มีการออกแบบนวัตกรรม หรือมีการออกแบบนวัตกรรมแต่ไม่เป็นไปตามแนวคิด ทฤษฎีและหลักการทาง 4 สหวิทยาการในการสร้างภาพร่าง 2 มิติ	ไม่มีการออกแบบนวัตกรรม และไม่เป็นไปตามแนวคิด ทฤษฎีและหลักการทาง 4 สหวิทยาการในการสร้างภาพร่าง 2 มิติ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
7. ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานและดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานได้ มีการวิเคราะห์ผลข้อดีข้อเสีย และนำผลการวิเคราะห์มาใช้พัฒนาชิ้นงาน	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานและดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานได้ มีการวิเคราะห์ผลแต่ไม่ได้นำผลการวิเคราะห์มาใช้พัฒนาชิ้นงาน	มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานและดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานแต่ไม่มีการวิเคราะห์ผลและนำผลการวิเคราะห์มาใช้พัฒนาชิ้นงาน	ไม่มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน แต่มีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน	ไม่มีการออกแบบวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน
8. การประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรม	สามารถทำงานสำเร็จและเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด ภายในเวลาที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จและเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด แต่ใช้เวลาเกินเวลาที่กำหนดเล็กน้อย	สามารถทำงานสำเร็จแต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมด โดยใช้เวลาตามที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จแต่ไม่เป็นตามเงื่อนไขทั้งหมด และใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด	ไม่สามารถดำเนินการพัฒนานวัตกรรมได้เสร็จสิ้นตามเวลา

แบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (Rubrics)

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ : ด้านความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. เสนอวิธีการสร้างแนวทาง แนวคิด วิธีการ หรือเครื่องมือชิ้นงานนวัตกรรมที่แปลกใหม่ หรือพัฒนาต่อยอดจากเดิม	เสนอวิธีการสร้างแนวทาง แนวคิด วิธีการเครื่องมือที่คิดค้นขึ้นใหม่ ไม่เคยมีหรือปรากฏมาก่อนมีประสิทธิภาพสูงและได้ผลดีเยี่ยม	เสนอวิธีการสร้างแนวทาง แนวคิดวิธีการเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นใหม่ มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างชัดเจนและได้ผลดี	เสนอวิธีการสร้างแนวทาง แนวคิด วิธีการ เครื่องมือที่มีอยู่แล้ว แต่นำมาปรับปรุงหรือพัฒนาและได้ผลดี	เสนอวิธีการสร้างแนวทาง แนวคิด วิธีการ เครื่องมือที่มีอยู่แล้ว แต่นำมาปรับปรุงหรือพัฒนาบางส่วนและได้ผลดี	เสนอวิธีการสร้างแนวทาง แนวคิด วิธีการ เครื่องมือที่มีอยู่แล้วสามารถพบเห็นได้ทั่วไปหรือทำตามแบบแผนเดิมหรือลอกเลียนแบบ
2. การนำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ	บรรยายถึงข้อมูลหลักการ ผลการทดสอบและอธิบายให้เหตุผลประกอบอย่างชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	บรรยายถึงข้อมูลหลักการ ผลการทดสอบและอธิบายให้เหตุผลประกอบอย่างชัดเจน กระชับ	บรรยายถึงข้อมูลหลักการ ผลการทดสอบและอธิบายให้เหตุผลประกอบได้อย่างชัดเจน กระชับ	บรรยายถึงข้อมูลหลักการ ผลการทดสอบและอธิบายให้เหตุผลประกอบไม่ชัดเจน ไม่กระชับ ไม่	บรรยายถึงข้อมูลหลักการ ผลการทดสอบ และอธิบายให้เหตุผลประกอบไม่ชัดเจน ไม่มีความ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
2. การนำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ (ต่อ)	มีความพร้อมในการนำเสนอและนำเสนอได้ภายในเวลาที่กำหนด	เข้าใจง่าย มีความพร้อมในการนำเสนอและนำเสนอได้เกินเวลาที่กำหนดเล็กน้อย	เข้าใจง่ายใช้ มีความพร้อมในการนำเสนอและนำเสนอได้เกินเวลาที่กำหนด 2-3 นาที	มีความพร้อมในการนำเสนอ และนำเสนอน้อยกว่า หรือเกินเวลาที่กำหนดมากกว่า 5 นาที	พร้อมในการนำเสนอและนำเสนอได้น้อยกว่าเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนเลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม	การนำเสนองานใช้สื่อมีความทันสมัย น่าสนใจ สามารถแสดงข้อมูลและสื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ คลิปวีดิทัศน์ มีการโต้ตอบระหว่างผู้ฟังกับผู้นำเสนออย่างต่อเนื่อง	การนำเสนองานใช้สื่อมีความทันสมัย น่าสนใจ สามารถแสดงข้อมูลและสื่อประกอบต่าง ๆ เช่น ภาพ กราฟ คลิปวีดิทัศน์ มีการโต้ตอบระหว่างผู้ฟังกับผู้นำเสนอ แต่ยังขาดความต่อเนื่อง	การนำเสนองานใช้สื่อมีความน่าสนใจ ก่อให้เกิดติดตาม การนำเสนองานแต่ยังขาดระบบการนำเสนอ	การนำเสนองานยังใช้สื่อที่ไม่เร้าความสนใจ แต่กระตุ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ฟังและผู้นำเสนอได้	การนำเสนองานยังใช้สื่อที่ไม่เร้าความสนใจ ขาดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ฟังและผู้นำเสนอ

แบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (Rubrics)

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ : ด้านความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษา	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาถูกต้องครบถ้วนทุกประการ และการแก้ปัญหามีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เกิดประโยชน์สามารถต่อยอดหรือพัฒนาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้ครบถ้วน และการแก้ปัญหามีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพที่สุด	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้บางประการและการแก้ปัญหายังไม่เหมาะสม	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้แต่มีการติดขัดและแก้ปัญหาบางอย่างยังไม่สามารถสรุปได้	ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
2. การเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์	ประยุกต์ใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้เหมาะสมและประหยัด คุ้มค่าต้นทุนการผลิตต่ำ วัสดุคงทน แข็งแรง และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้เหมาะสม คุ้มค่า ต้นทุนการผลิตต่ำ วัสดุคงทน แข็งแรงสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้เหมาะสมค่อนข้างคุ้มค่าต้นทุนการผลิตต่ำ วัสดุคงทนแข็งแรงสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้ค่อนข้างเหมาะสม แต่ไม่คุ้มค่า มีต้นทุนการผลิตสูง วัสดุค่อนข้างคงทน แข็งแรง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุในการพัฒนานวัตกรรมอย่างไม่คุ้มค่า ต้นทุนการผลิตสูง วัสดุไม่คงทน แข็งแรง
3. อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรมต่อการนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานใช้ได้ง่าย สะดวก และมีขั้นตอนการใช้ไม่ซับซ้อน ปลอดภัย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมได้ดี	ชิ้นงานใช้ได้ง่ายสะดวกและมีขั้นตอนการใช้ไม่ซับซ้อนปลอดภัย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างดี	ชิ้นงานใช้ได้ง่ายแม้ขั้นตอนการใช้ค่อนข้างซับซ้อนมีเงื่อนไข และข้อจำกัด	ชิ้นงานใช้ได้ลำบาก มีขั้นตอนการนำไปใช้ที่ซับซ้อน มีเงื่อนไขและข้อจำกัดจำนวนมาก	ชิ้นงานไม่สามารถใช้งานได้

แบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (Rubrics)

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ : ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษา	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาถูกต้องครบถ้วนทุกประการ และการแก้ปัญหามีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด เกิดประโยชน์สามารถต่อยอดหรือพัฒนาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้ครบถ้วน และการแก้ปัญหามีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้บางประการ และการแก้ปัญหายังไม่เหมาะสม	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้ แต่มีการติดขัดและแก้ปัญหาบางอย่างยังไม่สามารถสรุปได้	ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ศึกษาได้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
2. การเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์	ประยุกต์ใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้เหมาะสมและประหยัด คุ้มค่า ต้นทุนการผลิตต่ำ วัสดุคงทน แข็งแรง และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้ เหมาะสม คุ้มค่า ต้นทุนการผลิตต่ำ วัสดุคงทน แข็งแรง สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้เหมาะสมค่อนข้าง คุ้มค่า ต้นทุนการผลิตต่ำ วัสดุคงทน แข็งแรง สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์และสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในการพัฒนานวัตกรรมได้ค่อนข้างเหมาะสม แต่ไม่คุ้มค่า มีต้นทุนการผลิตสูง วัสดุค่อนข้างคงทนแข็งแรง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุได้	เลือกใช้วัสดุในการพัฒนานวัตกรรมอย่างไม่คุ้มค่า ต้นทุนการผลิตสูง วัสดุไม่คงทนแข็งแรง
3. อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรมต่อการนำไปใช้ประโยชน์	ชิ้นงานใช้งานง่าย สะดวก และมีขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน ปลอดภัย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมได้ดีมาก	ชิ้นงานใช้ได้งานง่าย สะดวก และมีขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน ปลอดภัย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างดี	ชิ้นงานใช้งานได้ง่าย แม้ขั้นตอนการใช้งานค่อนข้างซับซ้อน มีเงื่อนไข และข้อจำกัด	ชิ้นงานใช้งานได้ลำบาก มีขั้นตอนการนำไปใช้ที่ซับซ้อน มีเงื่อนไข และข้อจำกัดจำนวนมาก	ชิ้นงานไม่สามารถใช้งานได้

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	**ระดับคุณภาพ**
26 – 30	ดีมาก
21 – 25	ดี
16 – 20	ปานกลาง
11 – 15	พอใช้
6 – 10	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพดีขึ้นไป

สรุป ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ข้อเสนอแนะจากรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.ต้องลักษณ์ บุญธรรม)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่...../...../.....

ข้อเสนอแนะจากผู้อำนวยการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายนิติ วิทยวิโรจน์

รักษาการผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วันที่...../...../.....

บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้/ บันทึกหลังการสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข/ แนวทางการพัฒนา/ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ครูผู้สอน

(นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

ใบความรู้ที่ 1.1 แรงลัพธ์ (resultant force)

รูปที่ 1 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์

ในชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับแรงอยู่เสมอ เช่น การออกแรงเปิด-ปิดประตู การออกแรงตีกลอง การออกแรงพับกระดาษเป็นรูปร่างต่าง ๆ และการออกแรงเคลื่อนย้ายสิ่งของต่าง ๆ ดังนั้น การเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับแรงจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การเคลื่อนที่ คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

แรง ทำให้วัตถุนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง โดยอาจจะเคลื่อนที่หยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุ โดยตัวอย่างของแรงที่เด็ก ๆ กระทำในแต่ละวัน เช่น

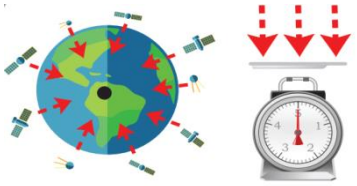
แรงดึง (Pull) คือ แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เข้าหาตัวเรา เช่น การดึงเชือก ลากอวน เป็นต้น

แรงผลัก (Push) คือ แรงที่ทำให้วัตถุ เคลื่อนที่ออกไปจากตัวเรา เช่น ผลักประตู เข็นรถเข็น เป็นต้น

แรงโน้มถ่วง วัตถุต่าง ๆ ที่ปล่อยจากที่สูงจะตกลงสู่ผิวโลกเสมอ เพราะโลกและวัตถุต่าง ๆ นั้นจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน จึงเรียกแรงดึงดูดที่โลกดึงดูดวัตถุนี้ว่า แรงโน้มถ่วงของโลก หรือแรงดึงดูดของโลก(Gravitational force)

น้ำหนักของวัตถุ **คือ แรงโน้มถ่วงที่โลกกระทำต่อวัตถุมีทิศทางดิ่งลงสู่จุดศูนย์กลางของโลก แรงที่กระทำต่อมวลขนาด 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 9.83 นิวตัน (N)**

มวลขนาด 1 กิโลกรัม หนัก 9.83 นิวตัน (N)



แรงลัพธ์

ในชีวิตประจำวันของเรา เราต้องออกแรงกระทำต่อวัตถุใดวัตถุหนึ่งซึ่งไม่จำเป็นต้องมีแรงที่กระทำเพียงแรงเดียว แต่อาจมีแรงหลายแรงมากระทำต่อวัตถุนั้น โดยแรงทั้งหมดจะรวมกันเหมือนเป็นแรงแรงเดียว เรียกว่า แรงลัพธ์

ความหมายแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ คือ ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ด้วยแรงหลายแรง ซึ่งผลของแรงนี้จะมีเพียงแรงเดียว ซึ่งจะเรียกว่าแรงลัพธ์

ตัวอย่าง เช่น เมื่อเราออกแรงกระทำต่อสปริงจะทำให้สปริงยืดออก ถ้าเรายิ่งเพิ่มแรงมากขึ้น สปริงก็จะยืดตัวออกได้มากขึ้น และเมื่อเราหยุดออกแรงกระทำต่อสปริง ปริงก็จะหดตัวกลับสู่สภาพปกติ ในทำนองเดียวกัน เมื่อเราออกแรงกดทำให้สปริงหดตัว และเมื่อเราหยุดออกแรงกดสปริง สปริงก็จะยืดตัวกลับสู่สภาพปกติ ความสามารถในการยืดตัวและหดตัวของสปริงนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้เป็นเครื่องมือวัดแรง เครื่องมือวัดแรงที่รู้จักในปัจจุบัน ได้แก่ เครื่องชั่งสปริง เครื่องชั่งสปริงประกอบด้วยสปริงอยู่ภายใน โดยมีจุดคงที่ติดตรึงไว้กับตัวสปริง เมื่อเราแขวนวัตถุที่ขอเกี่ยวหรือวางวัตถุบนจานรอง วัตถุจะออกแรงกระทำต่อสปริง ทำให้สปริงยืดหรือหดตัว จุดคงที่และเข็มชี้ที่ติดตรึงไว้กับตัวสปริงก็จะเคลื่อนที่บนสเกล (มาตรวัด) ที่กำหนดไว้ หน่วยที่ใช้วัดแรง คือ นิวตัน (Newton: N) ตามชื่อของ เซอร์ ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) ผู้ทำการศึกษาเรื่องแรงและผู้ค้นพบทฤษฎีแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งนิวตันเป็นหน่วยการวัดในระบบเอสไอ (SI)

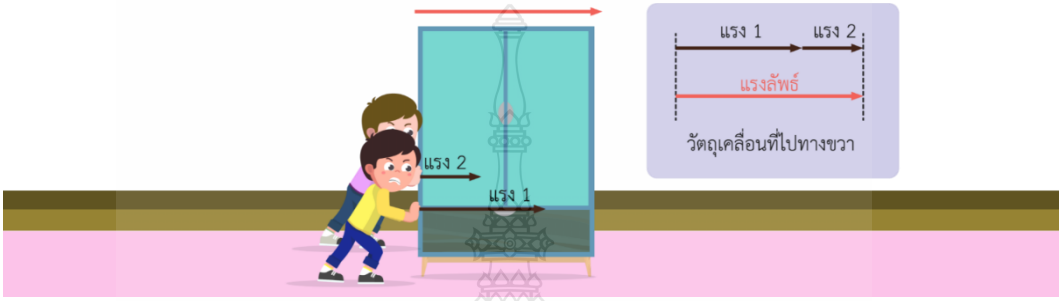
รูปที่ 2 เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน
ใช้สมบัติการยืดตัวของขดลวด

รูปที่ 3 เครื่องชั่งสปริงที่นิยมใช้ในครัวเรือน
ใช้สมบัติการหดตัวของขดลวด

ผลของแรงลัพธ์

สามารถเกิดขึ้นได้ 3 กรณี ดังนี้

1. แรงสองแรงขึ้นไป มีทิศทางเดียวกันมากระทำต่อวัตถุเดียวกัน ค่าของแรงลัพธ์จะเท่ากับผลรวมของแรงทั้งหมด และแรงลัพธ์จะมีทิศทางเดียวกับแรงที่มากระทำต่อวัตถุ



รูปที่ 4 แรงสองแรงขึ้นไป มีทิศทางเดียวกันมากระทำต่อวัตถุเดียวกัน

ผลของแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ (F3) = (F1) + (F2) มีค่ามากกว่า 0 วัตถุจึงเคลื่อนที่ไม่หยุดนิ่ง

2. แรงสองแรง ที่มีขนาดไม่เท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน มากระทำต่อวัตถุเดียวกัน แรงลัพธ์จะได้จากการหักล้างกันของแรงทั้งสองบางส่วน โดยแรงลัพธ์จะมีทิศทางเดียวกันกับทิศทางของแรงที่มีมากกว่า

รูปที่ 5 แรงสองแรง ที่มีขนาดไม่เท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน

ผลของแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ (F3) = (F1) - (F2) โดยค่าใดที่มากกว่าแรงลัพธ์จะเคลื่อนไปทางทิศนั้น

3. แรงสองแรง ที่มีขนาดเท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน มากระทำต่อวัตถุเดียวกัน แรงจะหักล้างกันจนหมด และแรงลัพธ์จะมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะหยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนที่

รูปที่ 7 แรงสองแรง ที่มีขนาดเท่ากัน มีทิศทางตรงข้ามกัน

ผลของแรงลัพธ์

แรงลัพธ์ (F3) = (F1) - (F2) = 0 วัตถุจึงหยุดนิ่ง

1. แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ออกแรงในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ สุนัขลากเลื่อน อาศัยแรงของสุนัขหลายตัวเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ในทิศทางเดียวกัน เพื่อทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างรวดเร็ว

2. แรงลัพธ์ ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่โดยออกแรงในทิศทางตรงกันข้าม ได้แก่ รอกยกของ เราอาศัยรอกในการออกแรงตรงกันข้ามกับแรงตกลงของวัตถุ (น้ำหนัก) เมื่อเราออกแรงมากกว่าแรงโน้มถ่วงหรือน้ำหนักของวัตถุ ก็จะสามารถเคลื่อนที่วัตถุนั้นได้

3. แรงลัพธ์ที่ทำให้วัตถุหยุดนิ่ง ได้แก่ สะพานแขวน หรือกระถางแขวน จะต้องอาศัยแรงดึงจากลวด ยึดติดกับสะพานเพื่อรับน้ำหนักของสะพานและรถ หรือน้ำหนักของต้นไม้ได้ ซึ่งเป็นการออกแรงในทิศตรงกันข้ามเพื่อให้วัตถุหยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว

ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของแต่ละวัน เราทุกคนต้องออกแรงกระทำต่อวัตถุต่าง ๆ ด้วยตัวเอง แต่อาจมีบางกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมาก จึงจำเป็นต้องอาศัยแรงจากหลาย ๆ คน เข้ามาช่วย เพื่อเคลื่อนย้ายวัตถุหรือทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ เช่น การพายเรือแคนูในน้ำ การปั่นจักรยานพ่วง นอกจากนี้เรายังนำประโยชน์จากแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น

1. การประดิษฐ์กระถางแบบแขวน โดยใช้ลวด 3 เส้น ช่วยยึดกระถางเอาไว้ ลวด 3 เส้น ใช้แทนแรง 3 แรง ทำให้เกิดแรงลัพธ์ 1 แรง ในแนวเดียวกันกับตะขอที่ใช้แขวน จึงทำให้เกิดความสมดุล กระถางแบบแขวนจึงไม่เอียง

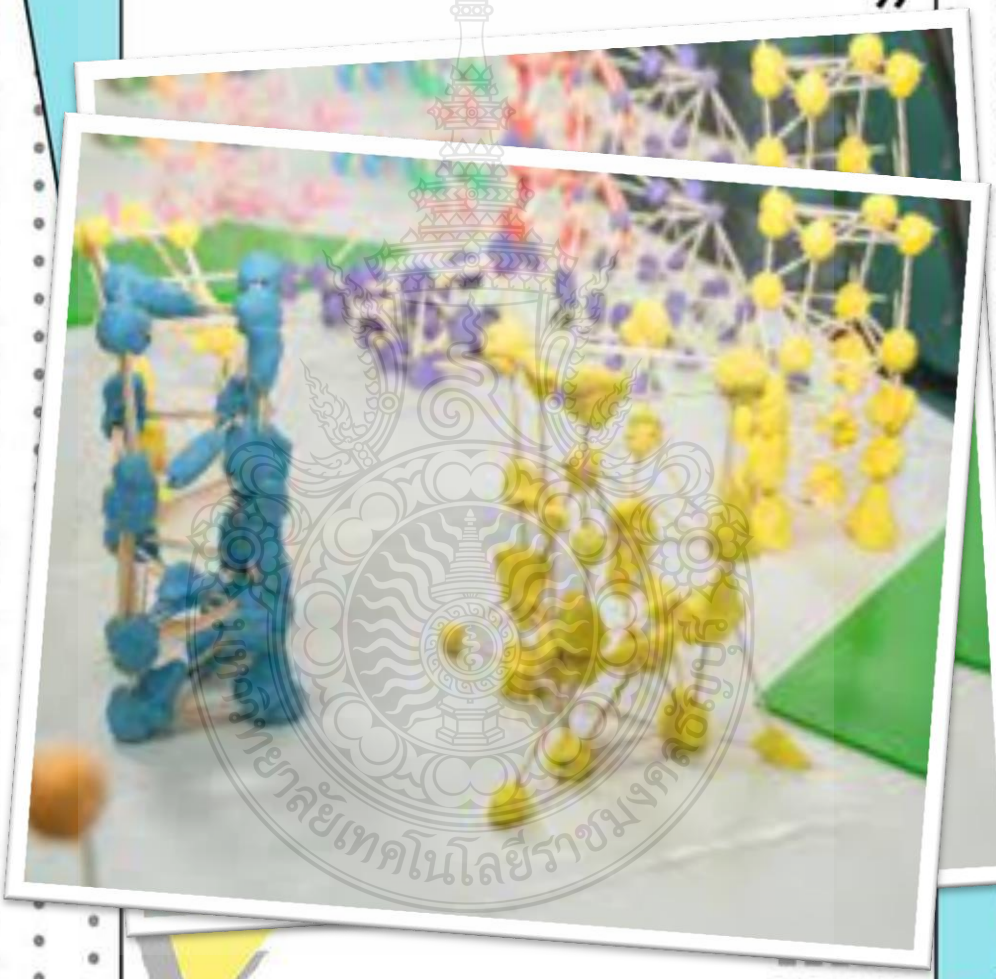
รูปที่ 8 กระถางแขวน

2. การคมนาคมในสมัยก่อนจะใช้สัตว์ต่าง ๆ เช่น ควาย วัว ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป มาช่วยกันออกแรงลากเกวียนให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ ทำให้การเดินทางหรือขนส่งสิ่งของทำได้ง่ายมากขึ้น

รูปที่ 9 การใช้วัวลากเกวียน

กิจกรรมที่ 1.1

“นั่งร้านจอมอลเวง”



แบบบันทึกผลการทำกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง “นั่งร้านจอมอลเวง”

สมาชิกภายในกลุ่ม

ชื่อ
กลุ่ม.....

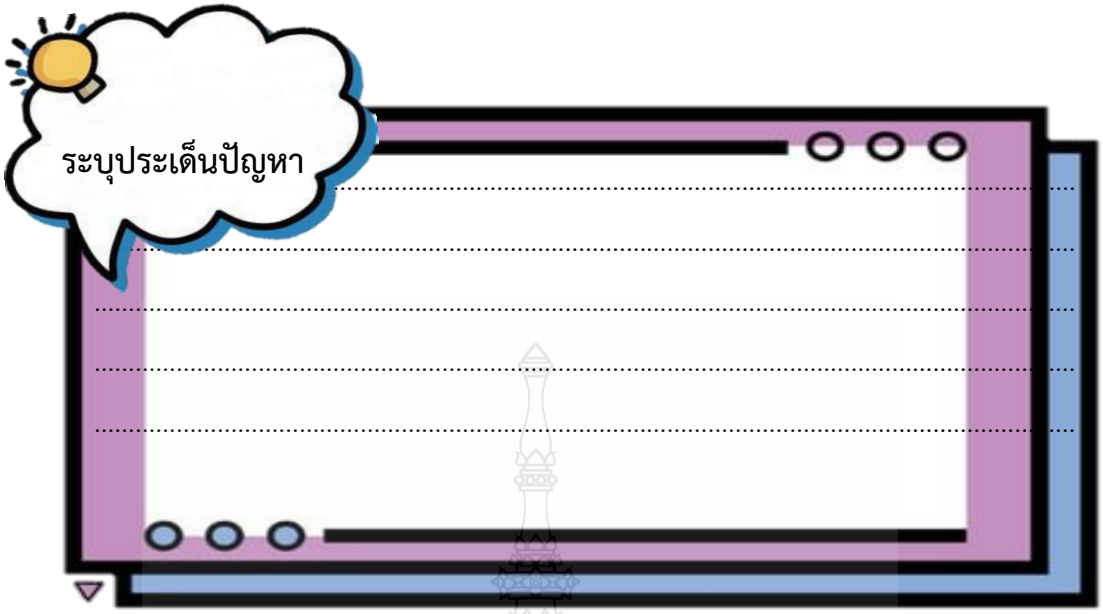
1. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ชื่อ-นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้และระบุแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

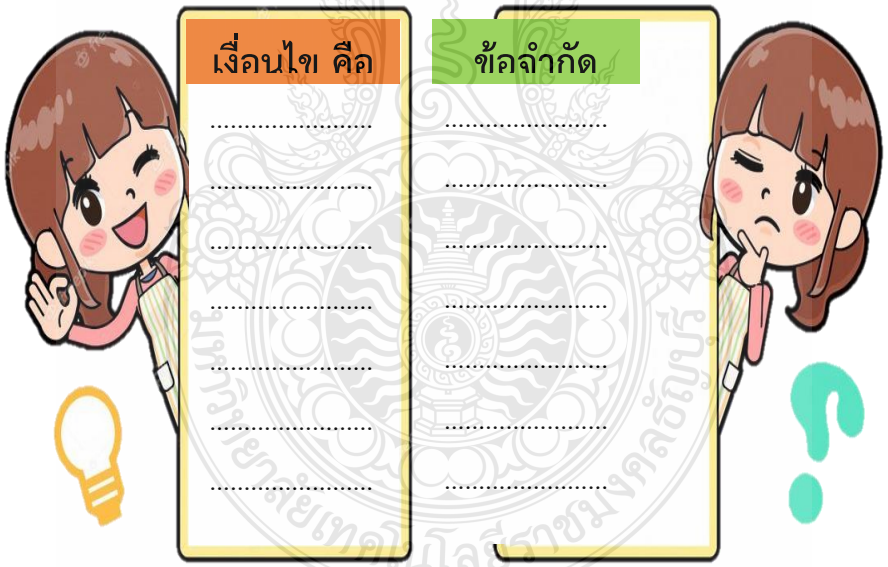
“ในการสร้างตึกที่มีขนาดสูง ๆ โครงสร้างชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างหรือซ่อมแซมเพื่อให้เป็นฐานในการทำงานบนที่สูง ซึ่งนั่งร้านจะถูกรื้อถอนออกภายหลังจากเสร็จการก่อสร้างหรือซ่อมแซมงาน ดังนั้นเพื่อหาวิธีที่จะสร้างนั่งร้านที่ใช้ในงานก่อสร้างซ่อมแซมเพื่อให้เป็นฐานในการทำงานผู้รับผิดชอบจะต้องออกแบบนั่งร้านที่มีความแข็งแรงและรองรับน้ำหนักช่างในการก่อสร้างได้

โจทย์ / ท้าทาย (Challenge)

ภารกิจของเราในวันนี้ นักเรียนสวมบทบาทเป็นวิศวกรออกแบบและทดสอบนั่งร้านเพื่อให้ช่างใช้งานซ่อมแซมและทาสีอาคารเรียนของตึก 3 ชั้น (15 เซนติเมตร) โดยนั่งร้านที่สร้างขึ้นจะต้องมี 3 ระดับ เพื่อให้ทำงาน และนั่งร้านจะต้องมีความแข็งแรง คนทน สามารถรับน้ำหนักที่ชั้นบนสุดได้อย่างน้อย 300 กรัม (ดินน้ำมัน 2 ก้อน) โดยที่นั่งร้านไม่ยุบตัว และพังทลายลง โดยมีงบประมาณไม่เกิน 200 บาท และสามารถจัดซื้อวัสดุเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขชิ้นงาน 100 บาท



จากสถานการณ์ เรื่อง นั่งร้านจอมอลเวง มีเงื่อนไขและข้อจำกัดอะไรบ้าง



รวบรวมแนวคิดและสร้างความคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนคิดว่าต้องศึกษาข้อมูลอะไรบ้างจึงจะสามารถแก้ปัญหานี้ได้

แรงลัพธ์

☐ วิทยาศาสตร์ ☐ คณิตศาสตร์ ☐ วิศวกรรมศาสตร์ ☐ เทคโนโลยี

SCIENCE

.....

.....

.....

.....

MATHEMATICS

.....

.....

.....

.....

ภารกิจ “นั่งร้านจอมอลเวง”

TECHNOLOGY

.....

.....

.....

.....

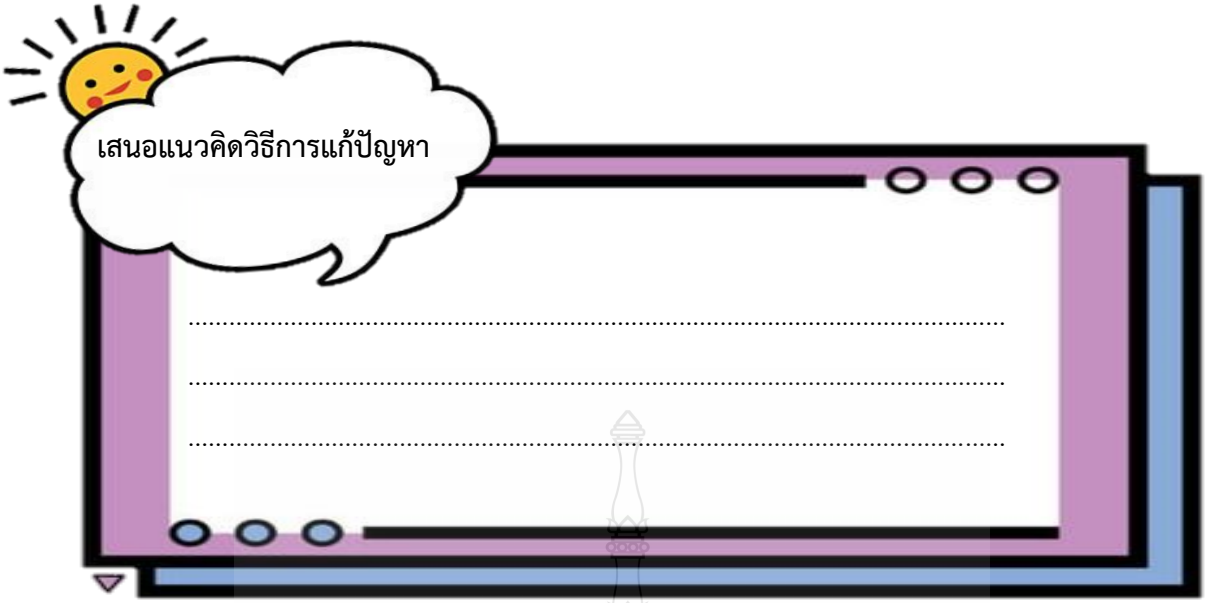
ENGINEERING

.....

.....

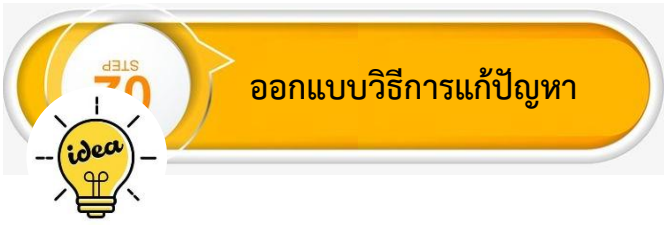
.....

.....



ให้นักเรียนพิจารณาต่อยอดแนวคิดเพื่อส่งเสริมให้เกิดแนวคิดที่สมบูรณ์ และสามารถแก้ปัญหาได้ จากนั้นจัดเรียงลำดับความสำคัญของแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาลงในแผนภาพ โดยมีเกณฑ์การให้คุณค่าดังนี้

ง่าย (Easy)	แนวคิดใหม่ (New Idea)
ยากเกินไป (Too Hard)	น่าเบื่อ (Boring)


STEP
02
idea
ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

วัสด/

1. ดินน้ำมัน
2. โฟม
3. หลอดดูดน้ำ
4. หนังยางรัดของ
5. ไม้จิ้มฟัน
6. กระดาษแข็ง
7. ไม้เสียบลูกชิ้น

รายการวัสดุ/อุปกรณ์ และต้นทุนการในสร้างนวัตกรรม

ให้นักเรียนเลือกใช้วัสดุ/อุปกรณ์ จากรายการในตาราง คำนวณต้นทุน จากงบประมาณที่ใช้จำนวน 200 บาท ต่อการสร้างนั่งร้านจอมอลเวง จำนวน 1 ชิ้นงาน หรือแต่ละกลุ่มเลือกใช้วัสดุ/อุปกรณ์เพื่อปรับปรุงเพิ่มเติมได้ แต่วงเงินที่ใช้ต้องไม่เกิน 100 บาท

ลำดับที่	รายการ	ราคาต่อหน่วย	จำนวน	ราคาต้นทุนรวม (ราคาต่อหน่วย X จำนวน)	ราคาที่ปรับปรุงแก้ไข (ราคาต่อหน่วย X จำนวน)
1	ดินน้ำมัน	50			
2	แผ่นโฟม	30			
3	หลอดดูดน้ำ	15			
4	หนังยางรัดของ	5			
5	ไม้จิ้มฟัน	5			
6	กระดาษแข็ง	20			
7	ไม้เสียบลูกชิ้น	5			
รวมราคาที่ใช้ก่อนและหลังปรับปรุงแก้ไข(บาท)					
สรุปรวมราคาที่ใช้ทั้งสิ้น (บาท)					

งบประมาณต้นทุนที่ใช้สร้างนั่งร้านจอมอลเวง ราคารวม.....บาท

วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอนแล้วตรวจสอบการดำเนินการ

ขั้นตอนในการทำงาน	ผู้รับผิดชอบ	ผลการดำเนินงาน
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนบันทึกรายละเอียดของชิ้นงานแล้วทดสอบเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน

จุดเด่น

จุดด้อย

บันทึกผลการทดสอบหอคอยหรรษา

ตาราง ผลของแรงลัพธ์จากการวางดินน้ำมันแต่ละก้อนที่มีผลต่อการรับน้ำหนักของหอคอยหรรษา

ครั้งที่	ผลของแรงลัพธ์ที่มีผลต่อการรับน้ำหนักของหอคอยหรรษา	
	จำนวนดินน้ำมันที่สามารถรับน้ำหนักได้ (ก้อน)	ระยะเวลาในการรับน้ำหนัก (วินาที)
1		
2		
3		

แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

วิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

EDISTE for Life

สิ่งที่นักเรียนได้ทำในกิจกรรมนี้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันอย่างไรบาง

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

เรื่อง แรงลัพธ์ (นั่งร้านอลเวง) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร. ธัญบุรี

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด

ระดับ 4 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก

ระดับ 3 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง

ระดับ 2 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย

ระดับ 1 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม						
1	ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา					
2	จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่					
3	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย					
4	เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม					
5	ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม					
6	เขียนแบบภาพร่าง 2 มิติ ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน (Prototype)					
7	ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข					
8	ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด					

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม						
1	เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา					
2	นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ					
3	เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม					
ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม						
1	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา					
2	เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์					
3	อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม					
รวม						
คะแนนรวม						
ค่าเฉลี่ย						
คิดเป็นร้อยละ						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

สรุปผลการประเมิน

- ○ 4.51 - 5.00 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด
- ○ 3.51 – 4.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก
- ○ 2.51 – 3.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง
- ○ 1.51 – 2.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย
- ○ 1.00 – 1.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

(ลงชื่อ) ..... ผู้ประเมิน

(.....)

แบบทดสอบวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

เรื่อง แรงเสียดทาน (ฟอร์มูล่ามังประลองความเร็ว) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร. ธัญบุรี

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด
ระดับ 4 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก
ระดับ 3 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง
ระดับ 2 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย
ระดับ 1 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม						
1	ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา					
2	จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่					
3	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย					
4	เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม					
5	ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม					
6	เขียนแบบภาพร่าง 2 มิติ ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน (Prototype)					
7	ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข					
8	ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด					

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม						
1	เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา					
2	นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ					
3	เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม					
ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม						
1	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา					
2	เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์					
3	อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม					
รวม						
คะแนนรวม						
ค่าเฉลี่ย						
คิดเป็นร้อยละ						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

สรุปผลการประเมิน

- ○ 4.51 - 5.00 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด
- ○ 3.51 – 4.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก
- ○ 2.51 – 3.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง
- ○ 1.51 – 2.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย
- ○ 1.00 – 1.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

(ลงชื่อ) ..... ผู้ประเมิน

(.....)

แบบทดสอบวัดสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

เรื่อง แรงพยุงของของเหลว (เรือบรรทุกสินค้าพาตะลุย) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร. ธัญบุรี

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด
ระดับ 4 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก
ระดับ 3 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง
ระดับ 2 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย
ระดับ 1 คะแนน นักเรียนมีสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม						
1	ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา					
2	จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่					
3	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย					
4	เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม					
5	ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม					
6	เขียนแบบภาพร่าง 2 มิติ ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน (Prototype)					
7	ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข					
8	ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด					

ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม				
		5	4	3	2	1
ความสามารถด้านความเป็นนวัตกรรม						
1	เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา					
2	นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ					
3	เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม					
ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม						
1	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา					
2	เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่า และสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์					
3	อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม					
รวม						
คะแนนรวม						
ค่าเฉลี่ย						
คิดเป็นร้อยละ						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

สรุปผลการประเมิน

- ○ 4.51 - 5.00 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมากที่สุด
- ○ 3.51 – 4.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมมาก
- ○ 2.51 – 3.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมปานกลาง
- ○ 1.51 – 2.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อย
- ○ 1.00 – 1.50 หมายถึง สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมน้อยที่สุด

(ลงชื่อ) ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ
- ผลการประเมินความสอดคล้องแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงลัพธ์								
1	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	-1	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
3	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
12	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงลัพธ์								
13	ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบตามขั้นตอนการสอนแบบปกติ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	การวัดผลประเมินผลสามารถประมาณตัวแปรตามเราได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	มีรูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่าย	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
20	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้สามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข/แนวทางการพัฒนา เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงเสียดทาน								
1	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	0	+1	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้
3	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงเสียดทาน								
13	ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบตามขั้นตอนการสอนแบบปกติ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
15	การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
17	การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	การวัดผลประเมินผลสามารถประมาณตัวแปรตามเราได้	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
19	มีรูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่าย	+1	0	0	+1	+1	0.60	ใช้ได้
20	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
21	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้สามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข/แนวทางการพัฒนา เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงพยุง								
1	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	0	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงเสียดทาน								
13	ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบตามขั้นตอนการสอนแบบปกติ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
15	การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	การวัดผลประเมินผลสามารถประมาณตัวแปรตามเราได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	มีรูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมครบถ้วน	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
21	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้สามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข/แนวทางการพัฒนา เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงลัพธ์ (นั่งร้านจอมอลเวง)								
1	สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	คลอบคลุมสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	คลอบคลุมสมรรถนะประจำหน่วยจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	ระบุสมรรถนะหลักได้ครอบคลุมหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	ระบุสมรรถนะย่อยสอดคล้องกับสมรรถนะหลัก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	ระบุตัวบ่งชี้ได้ครอบคลุมความสามารถตามสมรรถนะ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	สอดคล้องกับสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	สอดคล้องกับสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงลัพธ์ (นั่งร้านจอมอลเวง)								
16	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตามสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะและสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนสอนสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
23	การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรงลัพธ์ (นั่งร้านจอมอลเวง)								
26	การวัดและประเมินผลสามารถประเมินตัวแปรตามเราได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	มีรูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้สามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข/แนวทางการพัฒนา เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงเสียดทาน (ฟอร์มูล่าม้งประลองความเร็ว)								
1	สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	ครอบคลุมสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	ครอบคลุมสมรรถนะประจำหน่วย/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	ระบุสมรรถนะหลักได้ครอบคลุมหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	ระบุสมรรถย่อยสอดคล้องกับสมรรถนะหลัก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	ระบุตัวบ่งชี้ได้ครอบคลุมความสามารถตามสมรรถนะ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงเสียดทาน (ฟอร์มูล่าม้งประลองความเร็ว)								
8	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	สอดคล้องกับสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	สอดคล้องกับสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตามสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะและสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนสอนสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงเสียดทาน (ฟอร์มูล่าม้งประลองความเร็ว)								
22	ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
23	การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	การวัดและประเมินผลสามารถประเมินตัวแปรตามเราได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	มีรูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
28	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้สามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข/แนวทางการพัฒนา เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แรงพยุง (เรือบรรทุกสินค้าพาตะลุย)								
1	สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	ครอบคลุมสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	ครอบคลุมสมรรถนะประจำหน่วย/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	ระบุสมรรถนะหลักได้ครอบคลุมหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	ระบุสมรรถย่อยสอดคล้องกับสมรรถนะหลัก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	ระบุตัวบ่งชี้ได้ครอบคลุมความสามารถตามสมรรถนะ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	สอดคล้องกับสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	สอดคล้องกับสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แรงพยุง (เรือบรรทุกสินค้าพาตะลุย)								
17	ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตามสมรรถนะประจำหน่วย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงสมรรถนะและสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนสอนสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ (EDISTE)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
23	การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	การวัดและประเมินผลสามารถประเมินตัวแปรตามเราได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แรงพยุง (เรือบรรทุกสินค้าพาตะลุย)								
27	มีรูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	รูปแบบการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้สามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข/แนวทางการพัฒนา เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
ด้านสมรรถนะหลัก : ความสามารถด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม **สมรรถนะย่อย : 1. ระบุประเด็นปัญหาต้องการศึกษา**								
1	ระบุประเด็นปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่ต้องการศึกษา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาให้เป็นหมวดหมู่	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาจากประเด็นที่ศึกษาได้อย่างหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	เลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	ใช้แนวคิดหรือทฤษฎีเป็นพื้นฐานในการพัฒนานวัตกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	เขียนแบบภาพร่าง 2-3 มิติ ออกแบบและสร้างชิ้นงาน (Prototype)	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานนวัตกรรมและแนวทางแก้ไข	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	ประเมินผลชิ้นงานนวัตกรรมตามข้อกำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ด้านสมรรถนะหลัก : ความสามารถด้านความเป็นวัตกรรม/การนำเสนอ **สมรรถนะย่อย : 1. ความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ**								
1	เสนอวิธีการพัฒนาชิ้นงานเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้
2	นำเสนอผลงานในชั้นเรียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ลำดับ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า ioc	ความหมาย
		1	2	3	4	5		
ด้านสมรรถนะหลัก : ความสามารถด้านความเป็นวัตกรรม/การนำเสนอ **สมรรถนะย่อย : 1. ความเป็นนวัตกรรม/การนำเสนอ**								
3	เลือกใช้สื่อในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ด้านสมรรถนะหลัก : ความสามารถด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม **สมรรถนะย่อย : 1. คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม**								
1	แก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	เลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ประหยัด คุ้มค่าและสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	อธิบายขั้นตอนการใช้งานชิ้นงานนวัตกรรม	+1	+1	+1	0	+1	0.80	ใช้ได้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวจิตรลัดดา มะลัยทอง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 23 ธันวาคม 2534
ที่อยู่	29 หมู่ที่ 3 ตำบลกระออม อำเภอสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์ 32170
การศึกษา	ปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ประสบการณ์ทำงาน	
พ.ศ. 2558 – 2560	โรงเรียนวัดป่างิ้ว องค์การบริหารส่วนจังหวัดปทุมธานี อำเภอ สามโคก จังหวัด ปทุมธานี
พ.ศ. 2560 – ปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
โทรศัพท์	085-4496722
อีเมล	jitladda_M@rmutt.ac.th