



โครงการและกิจกรรม ทางวิทยาศาสตร์

Science Project and Activity

ปีการศึกษา 2568

ผศ.ดร.ภาวิณี รัตนคอน
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

Science Project and Activity

ผศ.ดร. ภาวิณี รัตนคอน

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

หนังสือ โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
Science Project and Activity

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2567

พิมพ์ครั้งที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2568

ห้ามไม่ให้ผู้ใดนำส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของหนังสือเล่มนี้ทำการคัดลอกเพื่อนำไปแจกจ่ายต่อในเชิงพาณิชย์ โดยขอสงวนสิทธิ์ตามกฎหมาย

จัดทำโดย ภาวิณี รัตนคอน
อาคาร 11 อาคารกรรมการณิพัฒน์ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
เลขที่ 1 ถนนอุทงนอก เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

237 หน้า

คำนำ

ตำรา โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เล่มนี้ ผู้เขียนมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ นักศึกษาวิชาชีพรูวิทยาศาสตร์ได้ใช้ในการเรียนวิชา GSI3304 โครงการและกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยมุ่งเน้นให้นักศึกษาเข้าใจหลักการ ของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา การนำการเล่น/ของเล่นที่เป็นภูมิปัญญา ท้องถิ่นมาเชื่อมโยงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ แล้วประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

ตำราเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 10 บท โดยบทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญของโครงการและ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ บทที่ 2-3 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เช่น การจัดมุม วิทยาศาสตร์ การแสดงทางวิทยาศาสตร์ การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ บทที่ 4 การนำแนวคิดวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับของเล่นภูมิปัญญาไทย บทที่ 5 โครงการ วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ บทที่ 6 การทำโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม บทที่ 7 การจัดแสดงโครงการและนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่ หลากหลาย บทที่ 8 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน บทที่ 9 การวัดและ ประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน และบทที่ 10 การนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ โครงการเป็นฐานไปประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในระดับต่าง ๆ ซึ่งผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าตำราเล่มนี้จะ ช่วยเพิ่มความรู้ ความเข้าใจต่อผู้เรียนในรายวิชา GSI3304 โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นอย่างดี

ผู้เขียนขอขอบพระคุณทุกท่านที่เป็นเจ้าของความรู้ ตำรา เอกสาร ตลอดจนตารางและ ภาพประกอบที่ได้นำมาใช้ประกอบเป็นแนวทางและอ้างอิงในการเรียบเรียงเอกสารประกอบการเรียนนี้ เป็นอย่างสูง หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับด้วยความขอบคุณยิ่งและพร้อมที่จะ นำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เอกสารประกอบการเรียนนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป

ภาวิณี รัตนคอน

ตุลาคม 2568

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 ความสำคัญของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	1
บทนำ	1
1.1 ความรู้เบื้องต้นของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	3
1.2 ประโยชน์ของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	7
1.3 โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียน	8
1.4 โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน	13
1.5 โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล	15
บทสรุป	19
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1	21
เอกสารอ้างอิง	22
บทที่ 2 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์	25
บทนำ	25
2.1 กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์	25
2.2 การจัดบอร์ดหรือป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์	30
2.3 การจัดมุมวิทยาศาสตร์	33
2.4 การจัดทัศนศึกษา	34
2.5 การโต้วาทีทางวิทยาศาสตร์	38
2.6 การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	39
2.7 การแสดงทางวิทยาศาสตร์	39
บทสรุป	40
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2	42
เอกสารอ้างอิง	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์	45
บทนำ	45
3.1 ค่ายวิทยาศาสตร์	45
3.2 การทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์	54
3.3 ข้อกำหนดในการนำผู้เรียนไปค่ายและทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์นอกสถานศึกษา	60
3.4 การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และทัศนศึกษาออนไลน์	62
บทสรุป	65
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3	66
เอกสารอ้างอิง	67
บทที่ 4 วิทยาศาสตร์ในของเล่นภูมิปัญญาไทย	69
บทนำ	69
4.1 วัสดุธรรมชาติที่ใช้ทำของเล่น	69
4.2 ของเล่นด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นภูมิปัญญาไทย	70
4.3 ของเล่นวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน	77
4.4 การนำความรู้เรื่องของเล่นไปใช้จัดการชั้นเรียน	78
บทสรุป	86
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4	88
เอกสารอ้างอิง	89
บทที่ 5 โครงการวิทยาศาสตร์	91
บทนำ	91
5.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์	91
5.2 ประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์	92
5.3 ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์	93
5.4 ขั้นตอนการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์	96
5.5 การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์	100
บทสรุป	104
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5	107
เอกสารอ้างอิง	108

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 โครงการวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรม	110
บทนำ	110
6.1 การพัฒนาของโครงการวิทยาศาสตร์	110
6.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	112
6.3 โครงการวิทยาศาสตร์ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	116
6.4 ประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	121
บทสรุป	122
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6	124
เอกสารอ้างอิง	125
บทที่ 7 การจัดแสดงโครงการและนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์	127
บทนำ	127
7.1 การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์	127
7.2 การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยแผ่นจัดแสดงโครงการ	129
7.3 การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยโปสเตอร์	133
7.4 การพูดนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์	134
7.5 การจัดแสดงนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	136
บทสรุป	141
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7	143
เอกสารอ้างอิง	144
บทที่ 8 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	146
บทนำ	146
8.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับโครงงานเป็นฐาน	146
8.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	148
8.3 รูปแบบวิธีการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	149
8.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	159
8.5 บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	165
บทสรุป	168

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8	170
เอกสารอ้างอิง	171
บทที่ 9 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	173
บทนำ	173
9.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	173
9.2 หลักการประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	175
9.3 วิธีการประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	178
9.4 ผู้ทำหน้าที่ประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	182
บทสรุป	196
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9	197
เอกสารอ้างอิง	198
บทที่ 10 การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	200
บทนำ	200
10.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับปฐมวัย	200
10.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับประถมศึกษา	204
10.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับมัธยมศึกษา	207
10.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับอุดมศึกษา	210
บทสรุป	213
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10	214
เอกสารอ้างอิง	215
บรรณานุกรม	217
ดัชนีค้นคำ	230
ประวัติผู้เขียน	236

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
4.1	ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ระดับประถมศึกษา	79
4.2	ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ระดับมัธยมศึกษา	83
8.1	การจัดเวลาในการทำกิจกรรมหลังเรียนเนื้อหาครบทุกหน่วยการเรียนรู้	153
8.2	การจัดเวลาในการทำกิจกรรมระหว่างเรียนเนื้อหา	154
8.3	การจัดเวลาในการทำกิจกรรมเฉพาะหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งในรายวิชา	156
8.4	การจัดเวลาในการทำกิจกรรมหลายหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องในรายวิชา	157
9.1	ความเหมือนและความแตกต่างของการประเมินความก้าวหน้าและการประเมินผลสรุปรวม	175
9.2	เปรียบเทียบการประเมินแบบเดิมและการประเมินผลตามสภาพจริง	179
9.3	ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน รายบุคคล	180
9.4	ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน รายกลุ่ม	181
9.5	ตัวอย่างแบบประเมินโครงการสำหรับผู้เรียนการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย	183
9.6	ตัวอย่างแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา (แบบที่ 1)	185
9.7	ตัวอย่างแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา (แบบที่ 2)	188

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์	6
1.2 ตัวอย่างการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์	6
1.3 กิจกรรมเสียดวงล้อเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนระดับปฐมวัย	9
1.4 กิจกรรมหัดสารละลายไอโอดีนลงบนกระดาษของโครงการ เรื่อง กระดาษหัด	9
1.5 โครงการตามรูปแบบการสืบเสาะอิสระ เรื่อง เชื้อรา อยู่ไหนนะ	10
1.6 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เล็กหรือใหญ่ ไคร่ไหนเร็วกว่ากัน	11
1.7 กิจกรรมทัศนศึกษาป่าชายเลน	11
1.8 การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา เรื่อง การศึกษาผลการ เสริมรำละเอียดและปลายข้าวในวัสดุเพาะที่มีความเหมาะสมต่อผลผลิต ของเห็ดหูหนู	12
1.9 การศึกษาประสิทธิภาพของตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี (UVC)	13
1.10 เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) 17 เป้าหมาย	17
1.11 กิจกรรมทัศนศึกษาโรงเรียนตรุณสิกขาลัย	17
1.12 กิจกรรม ThinkCycle Bank	18
2.1 ชุมนุมนักกีฏวิทยารุ่นเยาว์	29
2.2 ชุมนุมนักดาราศาสตร์รุ่นเยาว์ โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม	29
2.3 กิจกรรม การทดลองสุดมัทศจรรย์ โรงเรียนอนุบาลยะรัง	30
2.4 บอร์ดวิทยาศาสตร์โรงเรียนพระจำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล	31
2.5 สถานที่จัดแสดงนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์	32
2.6 ตัวอย่างการจัดนิทรรศการชั่วคราว	32
2.7 ตัวอย่างการจัดนิทรรศการเคลื่อนที่	33
2.8 การจัดมุมวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย	34
2.9 ตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	35
2.10 ทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ โรงเรียนวัดประเจียด	36
2.11 ขั้นตอนขออนุญาตพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา	37
2.12 การประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	39
2.13 การแสดงทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา	40

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า	
3.1	ค่ายวิทยาศาสตร์ 1 วัน สำหรับเด็กและเยาวชนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-ม.3) ของ สวทช. เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)	47
3.2	ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน (ค่าย ธรณีวิทยา)	48
3.3	ค่ายวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน (ค่ายสะเต็มศึกษา)	48
3.4	พิพิธภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับ กรุงเทพฯ	56
3.5	สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดปัตตานี	56
3.6	ค่ายวิทยาศาสตร์เสมือนจริง	63
3.7	ตัวอย่าง VFT แหล่งภูน้ำหยด จ.เพชรบูรณ์	64
4.1	วัสดุธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ทำของเล่น	70
4.2	ของเล่นนกไม้ไผ่ และควายกินหญ้า	72
4.3	หนูกะลา	72
4.4	รถหลอดด้าย	73
4.5	ของเล่นประเภทเสียง	74
4.6	กิ้งหั้นหมูน	75
4.7	คอปเตอร์ไม้ไผ่	76
4.8	บ้องถบหรืออโปี๊ะ	77
4.9	ชุดการทดลองพลังงานลม	77
4.10	ชุดการทดลองระบบไฟฟ้า	78
5.1	โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองศึกษาหาน้ำตาลในน้ำอัดลม	94
5.2	ชิ้นงานประเภทสิ่งประดิษฐ์	95
5.3	ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์	100
5.4	ตัวอย่างปกนอกโครงการวิทยาศาสตร์	102
6.1	ทักษะที่ผู้เรียนควรมีในศตวรรษที่ 21	110
6.2	ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	111
6.3	ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	114
6.4	ระยะการดำเนินงาน โครงการโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	118
6.5	โคมไฟจากกะลามะพร้าว	120

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า	
7.1	การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์	129
7.2	ขนาดแผ่นจัดแสดงโครงการ	129
7.3	การจัดวางองค์ประกอบของแผ่นจัดแสดงโครงการ	131
7.4	การจัดนิทรรศการประกอบแผ่นการจัดแสดงโครงการ	132
7.5	การทำแผ่นพับโครงการวิทยาศาสตร์	132
7.6	การจัดวางองค์ประกอบในแผ่นพับโครงการ	133
7.7	โปสเตอร์โครงการวิทยาศาสตร์	134
7.8	สถานที่จัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์	136
7.9	สถานที่จัดแสดงนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	137
7.10	นิทรรศการชั่วคราว	137
7.11	นิทรรศการหมุนเวียน	138
8.1	แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน	147
8.2	โครงการประเภทผู้สอนนำทาง	150
8.3	โครงการประเภทผู้สอนลดการนำทาง - เพิ่มบทบาทผู้เรียน	151
8.4	โครงการประเภทที่ผู้เรียนนำทางเอง - ผู้สอนไม่ต้องนำทาง	152
8.5	แสดงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานทั้งรายวิชา	155
8.6	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานเฉพาะบางหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชา	158
8.7	รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน	162
8.8	วงจรการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน	164
8.9	บทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	166
9.1	บรรยากาศในการประเมินโครงการ	177
9.2	การประเมินโดยผู้สนใจ	183
10.1	การจัดการเรียนรู้แบบโครงการระดับปฐมวัย โรงเรียนมัธยมวิทยา ลำปาง	203
10.2	การนำเสนอโครงการระดับประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาลคุ้มหนองคู	206
10.3	โครงการประเภสิ่งประดิษฐ์ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนธงธานี	209
10.4	การนำเสนอโครงการรูปแบบโปสเตอร์ในระดับอุดมศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	212

บทที่ 1

ความสำคัญของโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ปัจจุบันแตกต่างจากในอดีตอย่างมาก ภาพจำ การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบที่หลายคนคุ้นเคยมักจะมีแต่การนั่งฟังผู้สอนอธิบายหรือบรรยายเนื้อหา เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจแล้วให้ท่องจำสูตร หรือสมการยาก ๆ เมื่อถึงเวลาสอบวัดผลก็นำความรู้จากการท่องจำนั้นมาสอบ ซึ่งไม่เชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่เราเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนมองว่าการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยากและน่าเบื่อ หลายครั้งจึงเกิดการตั้งคำถามว่า “เราจะเรียนวิทยาศาสตร์ ไปเพื่ออะไร” เพราะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาหรือใช้ในชีวิตประจำวันไม่ได้ แต่เมื่อสถานการณ์โลกก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ที่มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่เน้นการป้อนความรู้จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียวไม่สามารถ พัฒนาให้ผู้เรียนรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นได้

การจัดการเรียนรู้จึงเปลี่ยนแปลงไปรวมทั้งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากผู้สอนที่มี บทบาทหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ถูกปรับเปลี่ยนบทบาทกลายเป็นผู้ชี้แนะ และให้วิธีการค้นคว้า หาความรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถแสวงหาความรู้และประยุกต์ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการสร้างความเข้าใจด้วยตัวเอง (กมล โปธิเย็น, 2564) ดังจะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ในหมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ที่เน้นและให้ความสำคัญกับ “กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ” และมาตรา 24 ที่ส่งเสริมให้จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยจัดกระบวนการ เรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ให้ผู้เรียน ได้พัฒนากระบวนการคิดที่หลากหลายและสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ หรือ ความถนัดจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

การเรียนรู้เชิงรุก (active learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้ ในปัจจุบันได้ดี เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน สร้างปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก สร้างแรงบันดาลใจ ดูแลให้คำปรึกษา แสวงหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ที่ หลากหลายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย ทั้งนี้การเรียนรู้เชิงรุก เป็นแนวการจัดการเรียนรู้ที่มี

พื้นฐานจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ที่มาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวาน์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และวัฒนธรรม สังคม และภาษาของไวทสกี้ (Vygotsky) ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองและอย่างมีความหมายจากประสบการณ์ โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ด้วยการนำไปประกอบเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมในอดีต จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน สร้างองค์ความรู้ที่สามารถจัดระบบการเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติ เกิดกระบวนการคิดในระดับสูงทั้งการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งกิจกรรมที่เป็นการเรียนรู้เชิงรุกจะมีลักษณะดังต่อไปนี้ (หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2562)

- กระบวนการเรียนรู้ที่ลดบทบาทการสอนและการให้ความรู้โดยตรงจากผู้สอน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
- กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจ ไปประยุกต์ใช้ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ พัฒนาไปสู่กระบวนการคิดระดับที่สูงขึ้น
- กิจกรรมเชื่อมโยงกับตัวผู้เรียน สภาพแวดล้อม ชุมชน สังคม หรือประเทศชาติ
- กิจกรรมเป็นการนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ หรือใช้ในสถานการณ์ใหม่
- กิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล ร่วมกันอภิปรายและนำเสนอผลที่ได้
- กิจกรรมเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน

จึงกล่าวได้ว่าลักษณะกิจกรรมที่เป็นการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ คิดสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมใกล้ตัว ปัญหาของชุมชน หรือสังคม เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างมีเหตุผล ได้แสดงความคิด อภิปราย และนำเสนอผลงาน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้เชิงรุก ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นอย่างดี เนื่องจากผู้เรียนได้แสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการกำหนดปัญหา การวางแผน ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นำความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา และสรุปผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากปัญหาที่เจอในสภาพแวดล้อมรอบตัวหรือในห้องเรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษา มีการอภิปราย แสดงความคิดเห็น และนำเสนอผลการศึกษาเพื่อให้ผู้อื่นได้รับรู้ข้อค้นพบนั้น กิจกรรมโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทุกขั้นตอน ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสังเกต ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความซื่อสัตย์และมีความละเอียดรอบคอบ เกิดเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนและเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ได้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้

โดยใช้โครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เกิดประสิทธิภาพตามที่คาดหวัง ผู้สอนจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ รูปแบบกิจกรรม ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการวัดประเมินผลของผู้เรียนในการทำโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี หนังสือเล่มนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนเกิดความเข้าใจในโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ เกิดทักษะที่สำคัญ และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ได้

1.1 ความรู้เบื้องต้นของโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

การทำโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และได้ทำการทดลองที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จได้ โครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ ความเข้าใจ ส่งเสริมให้เกิดทักษะวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนช่วยพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการสื่อสาร และทักษะการนำเสนอข้อมูลได้เป็นอย่างดี ประกอบกับการศึกษาวิทยาศาสตร์แค่เพียงในตำราหรือในหนังสือเรียนยังไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเพียงพอ ทำให้สถานศึกษาต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษามีการนำโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาใช้ส่งเสริมความรู้ ทักษะวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยนำมาใช้เป็นกิจกรรมในหลักสูตร และกิจกรรมเสริมหลักสูตรภายในโรงเรียนที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ความสนใจด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้สอนวิทยาศาสตร์เห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และมองเห็นความเหมือนและความแตกต่างของการจัดกิจกรรมทั้ง 2 รูปแบบมากขึ้น ในบทนี้จึงกล่าวถึงข้อมูลพื้นฐานด้านความเหมือนและความแตกต่างของโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1.1.1 หลักการจัดโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

การจัดโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน มีหลักการพื้นฐานที่ผู้สอนในระดับชั้นต่าง ๆ ต้องตระหนักถึงก่อนการทำกิจกรรม ขณะทำกิจกรรม และหลังการทำกิจกรรม (ชุตินา วัฒนะศิริ, 2536) ดังนี้

1. กิจกรรมต้องมีจุดมุ่งหมายชัดเจน โดยคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลาง และหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อเป็นการกำหนดแนวทาง และขอบเขตในการทำงาน
2. กิจกรรมควรมุ่งพัฒนาผู้เรียนตามความสนใจ หรือความสามารถของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยทั่วถึง และด้วยความสมัครใจ

3. กิจกรรมตรวจสอบคลังหรือสนับสนุนการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน และเหมาะสมกับสภาพโรงเรียน และชุมชน
4. กิจกรรมควรอยู่ภายใต้การดูแลควบคุมของผู้สอน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ให้คำปรึกษา เสนอแนะ และสร้างกำลังใจให้ผู้เรียนตลอดการทำกิจกรรม
5. กิจกรรมต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นหลัก โดยเหมาะสมกับวัยและพัฒนาการในการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. ใช้งบประมาณเหมาะสมในการจัดกิจกรรม โดยอาจได้รับการสนับสนุนจากสถานศึกษา หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจให้ผู้เรียนมีส่วนช่วยในการจัดหางบประมาณด้วย
7. กิจกรรมก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนทั้งในด้านการเสริมความรู้ การสร้างทักษะ วิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. เมื่อกิจกรรมเสร็จสิ้น มีการวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อวัดความรู้ ความสามารถ และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับ ให้ผู้เรียนว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมหรือมีพัฒนาการของการเรียนรู้หรือไม่

ในการวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมอาจใช้วิธีประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง การประเมินผลด้านความสามารถ หรือการประเมินผลโดยใช้แฟ้มผลงาน ซึ่งรูปแบบการประเมินแต่ละประเภท จะใช้ประเมินผู้เรียนในโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสมที่แตกต่างกัน ดังนี้ (จิรนนท์ ปุมพิมาย, 2562 และกมลวรรณ ตังธนกานนท์, 2565)

- การประเมินผลตามสภาพจริง (authentic assessment) เป็นการประเมินผลที่คำนึงว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพในการทำกิจกรรมแตกต่างกัน ทำให้คุณภาพของชิ้นงานและ ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานแตกต่างกันออกไป โดย สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงให้มีประสิทธิภาพ คือ ผู้สอน ต้องมีการประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่องตลอดการทำกิจกรรมโครงการและกิจกรรม ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอที่จะสะท้อนความสามารถของผู้เรียนได้ ตัวอย่างการประเมินผลกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง เช่น การสังเกต พฤติกรรมระหว่างการทำงาน การวัดความรู้ด้วยการซักถาม
- การประเมินผลด้านความสามารถหรือการประเมินภาคปฏิบัติ (performance assessment) การประเมินผลด้านความสามารถของผู้เรียนจะประเมินได้จากการ แสดงออกโดยตรงจากการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน การคิด และคุณภาพผลงานที่ได้ การประเมิน

รูปแบบนี้จะทำไปพร้อมกับการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ โดยผู้สอนต้องกำหนดเงื่อนไขหรือองค์ประกอบในการวัดให้ชัดเจน เช่น วิธีการทำงาน เกณฑ์การให้คะแนน

- การประเมินผลโดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment) เป็นสิ่งที่รวบรวมหลักฐานที่แสดงถึงกระบวนการ ผลงานที่ผลิต การรวบรวมข้อมูล เช่น แฟ้มโครงการงานวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยภาพของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และขั้นตอนการดำเนินงานจนได้ผลิตภัณฑ์

จากหลักการจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า เป็นกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และการนำเสนอข้อมูล ทั้งนี้หลักการจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจุดมุ่งหมายชัดเจน สอดคล้องกับหลักสูตร ความสนใจของผู้เรียน และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ผู้สอนต้องสนับสนุนและดูแลกิจกรรมเพื่อความปลอดภัยของผู้เรียน มีการใช้ปริมาณเหมาะสม และกิจกรรมต้องช่วยเสริมทักษะวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ โดยการประเมินผลอาจใช้วิธีต่าง ๆ เช่น การประเมินผลตามสภาพจริง การประเมินภาคปฏิบัติ หรือการใช้แฟ้มผลงาน

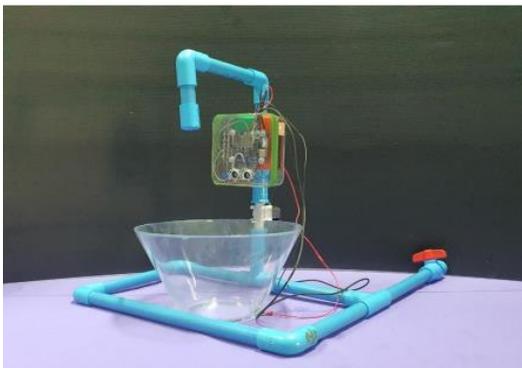
1.1.2 วัตถุประสงค์ในการจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

การจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างสถานการณ์หรือปัญหา โดยผู้สอนทำหน้าที่ตั้งคำถามกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดปัญหาความสงสัย หรือปัญหาที่เกิดจากความสงสัยของผู้เรียน แล้วนำไปสู่การลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยสามารถจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียนได้ตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงระดับอุดมศึกษา ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปเพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนต้องได้รับและความสนใจของผู้เรียน ทั้งนี้วัตถุประสงค์พื้นฐานในการจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (ชุดิมา วัฒนศิริ, 2536)

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะ เจตคติ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกัน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. ส่งเสริมให้มีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างเพื่อนและครูในการทำกิจกรรมด้วยกัน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา ทักษะกระบวนการ เจตคติ และการมีแนวคิดการแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์ที่เหมือนกัน แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของเป้าหมาย และรูปแบบของโครงการวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์พบว่า

- เป้าหมายของโครงการวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าปัญหาหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์รอบด้าน ส่วนกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะ หรือได้เสริมสร้างทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน
- รูปแบบโครงการวิทยาศาสตร์ต้องมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน เช่น มีการกำหนดปัญหา สมมติฐาน ทดลอง และสรุปผล ส่วนกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นการทดลองสั้น ๆ การเล่นเกม หรือการสาธิตที่เกี่ยวข้องกับความรู้หรือทักษะด้านวิทยาศาสตร์
- เวลาที่ใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อาจใช้เวลานานเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือน ในขณะที่กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะใช้เวลาสั้นเป็นนาที ชั่วโมง หรือวัน แล้วแต่กิจกรรม
- เนื้อหาที่ใช้ในโครงการวิทยาศาสตร์มีความลึกและละเอียด มุ่งเน้นการค้นคว้า สร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ ส่วนกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการหรือได้ฝึกทักษะเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์
- ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์จะอยู่ในรูปแบบการจัดทำรายงาน สิ่งประดิษฐ์ หรือนำเสนอโครงการเพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบถึงข้อค้นพบที่ได้ ส่วนกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ ความรู้ หรือได้ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์

หมายเหตุ: จาก โครงการวิทยาศาสตร์ (ประเภทโครงการประดิษฐ์) เรื่อง ก๊อคน้ำอัจฉริยะ การออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design). โดย ธรรมชาติ เลียบทวี, เลขานุการณ์ ผลิตฉาย และ ธนภัทร สุขจร, 2565, (<https://www.princess-it.org/kidbrightforall>).



ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: จาก กิจกรรมสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. โดย โรงเรียนแหลมบัววิทยา, 2566, (http://laembua.ac.th/gallery-detail_102335).

จากความเหมือนและความแตกต่างเบื้องต้นของโครงการวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ความเข้าใจในรายละเอียดของรูปแบบการจัดกิจกรรมทั้ง 2 รูปแบบเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการกิจกรรม และการวัดประเมินผลของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในบทต่อไป

1.2 ประโยชน์ของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

จากการที่โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม สืบค้นความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือจากการได้ศึกษา สังเกต เปรียบเทียบ ทดลอง และสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ การทำโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์ในด้านต่าง ๆ (ชุตินา วัฒนะศิริ, 2536) ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง จากการได้ลงมือทำจริงทั้งกระบวนการกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น

2. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้เรียนรู้ประโยชน์และโทษที่เกิดจากการนำมาใช้ ทำให้สามารถใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

3. ผู้เรียนได้ฝึกการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ทำให้ได้เรียนรู้ของจริง สามารถนำความรู้ที่มีไปใช้แก้ปัญหาได้จริง นอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน

4. ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเองในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการช่วยส่งเสริมให้นักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

5. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่ทำให้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21

6. ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งเพื่อน ครู หรือผู้รู้ในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา ทำให้ได้เรียนรู้บทบาทหน้าที่ การเป็นผู้นำหรือผู้ตามที่ดี เคารพการตัดสินใจของผู้อื่น ตลอดจนได้เรียนรู้การโต้แย้งโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

7. ผู้เรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ ได้ฝึกความรับผิดชอบของตนเองและหมู่คณะ

การจัดกิจกรรมโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน หรือเพื่อเสริมเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สร้างทักษะและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนในระดับชั้นต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน ล้วนส่งผลให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์ที่สามารถนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตได้ สถานศึกษา

ในระดับชั้นต่าง ๆ จึงมีการจัดกิจกรรมโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในโรงเรียน ให้กับ ผู้เรียนตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงระดับอุดมศึกษา

1.3 โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียน

การจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนระดับชั้นต่าง ๆ ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของรูปแบบกิจกรรมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ดังตัวอย่างการจัดโครงการและ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 การจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับปฐมวัย

การจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย มุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการจัดประสบการณ์ทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือค้นหาคำตอบจากเรื่องที่ต้องการศึกษา ได้ยืนยันในสิ่งที่ เป็นความจริงให้กับผู้เรียน ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และช่วยพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา ตัวอย่างกิจกรรมเสริมประสบการณ์ทดลองที่จัดให้เด็กปฐมวัย ผู้สอนสามารถจัดให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ เช่น สาระการเรียนรู้ ธรรมชาติรอบตัวเด็ก ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เสริมประสบการณ์ทดลอง เช่น กิจกรรมสังเกตการละลายของ น้ำตาล การรวมกันของแม่สี และศึกษาสมบัติของอากาศที่มีน้ำหนักซึ่งทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนพัฒนาความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจากสิ่งที่อยู่รอบตัวได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- การจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กระดับปฐมวัย เพื่อพัฒนาทักษะการคิด วิเคราะห์ ของอาจารย์ บัณฑิต ชุตทำทนายประสาทสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 ที่ มุ่งพัฒนาทักษะการสังเกตและการคิดวิเคราะห์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ เด็กได้ลงมือปฏิบัติ เช่น กิจกรรมเสียงหรรษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - นักเรียนสามารถบอกแหล่งกำเนิดเสียงได้
 - นักเรียนสามารถเปรียบเทียบเสียงที่ฟังได้
 - นักเรียนสามารถอธิบายหลักการทดลองอย่างง่าย ๆ ได้



ภาพที่ 1.3 กิจกรรมเสียงธรรมชาติเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนระดับปฐมวัย

หมายเหตุ: จาก กิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นอนุบาลปีที่ 2. โดย อาจารย์ บัวหลวง, 2561,
(https://www.kroobannok.com/news_file/p78936870922.pdf)

- โครงการ เรื่อง กระดาษทราย ตามโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย ปีการศึกษา 2566

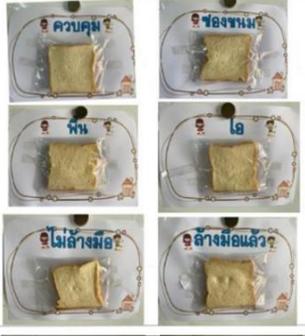


ภาพที่ 1.4 กิจกรรมหัดสารละลายไอโอดีนลงบนกระดาษของโครงการ เรื่อง กระดาษทราย
หมายเหตุ: จาก โครงการเรื่อง กระดาษทราย ตามโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย
ปีการศึกษา 2566. โดย โรงเรียนบ้านทุ่งนางนงหрок “เพื่อชาติอุปลัมภ์”, 2566.
(<https://kansandbox.org/wp-content/uploads/2022/06/2566-โครงการบ้านวิทยน้อย.pdf>).

1.3.2 การจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับ ประถมศึกษา

ผู้เรียนในระดับประถมศึกษา เป็นวัยที่ชอบตั้งคำถาม ชอบการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ มีพัฒนาการทางด้านสังคม ชอบการทำงานเป็นกลุ่ม และได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ทั้ง 4 กลุ่มสาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และเทคโนโลยี ดังนั้น การจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและส่งเสริมทักษะวิทยาศาสตร์ในขั้นพื้นฐานได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์วิทยาของ กมลวรรณ มิตรกระจ่าง (2565) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
- การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องพลังงานแสง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของ นรตน์ชนก โสภา (2561) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
- การทำโครงงานตามรูปแบบการสืบเสาะอิสระ เรื่อง เชื้อรา อยู่ไหนนะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านซอยสอง (อภิชาตราชภัฏอุปถัมภ์) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 โดยทำการศึกษาการพบเชื้อราบนขนมปังในสถานการณ์ต่าง ๆ

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน/ปี	สิ่งที่ศึกษา	ผลการสังเกต		รูปภาพ
			มีการเปลี่ยนแปลง	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	
2 (10-16 มีนาคม 66)	10 มีนาคม 66	1. ควบคุม 2. ของขนม 3. บนพื้น 4. ไอ/จาม 5. ไม่ล้างมือ 6. ล้างมือ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	14 มีนาคม 66	1. ควบคุม 2. ของขนม 3. บนพื้น 4. ไอ/จาม 5. ไม่ล้างมือ 6. ล้างมือ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

ภาพที่ 1.5 โครงงานตามรูปแบบการสืบเสาะอิสระ เรื่อง เชื้อรา อยู่ไหนนะ

หมายเหตุ: จาก โครงงานตามรูปแบบการสืบเสาะอิสระ เรื่อง เชื้อรา อยู่ไหนนะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. โดย โรงเรียนบ้านซอยสอง (อภิชาตราชภัฏอุปถัมภ์), 2565, (<https://www.chan1.net/story/1299?openExternalBrowser=1>).

1.3.3 การจัดโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้นกับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความแตกต่างกัน เช่น ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เน้นให้เข้าใจเนื้อหา และหลักการวิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม และการทดลองเบื้องต้น ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเนื้อหาวิทยาศาสตร์เจาะลึกในแต่ละสาขา และมีแนวคิดที่ซับซ้อน เช่น การเรียนฟิสิกส์ที่เน้นการคำนวณซับซ้อน เคมีที่เน้นการเกิดปฏิกิริยา และชีววิทยาที่เน้นกระบวนการทำงานของร่างกายและพันธุกรรม การเรียนและกิจกรรมจึงเน้นการคิดเชิงวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูง สำหรับการจัดโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา นอกจากจะจัดให้

สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียนแล้ว ผู้สอนยังสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา และส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้อีกด้วย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- การจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ ของสำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เรื่อง เล็กหรือใหญ่ ใครหมุนเร็วกว่ากัน ที่เน้นการใช้บริบทชีวิตจริงของผู้เรียนและชุมชนเป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ
 - นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และนิยามเชิงปฏิบัติการได้
 - นักเรียนออกแบบการทดลองเกี่ยวกับผลของขนาดของก้านลมที่มีต่ออัตราเร็วของการหมุนได้



ภาพที่ 1.6 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เล็กหรือใหญ่ ใครหมุนเร็วกว่ากัน

หมายเหตุ: จาก ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. โดย สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, ม.ป.ป, (http://academic.obec.go.th/images/document/1649057845_d_1.pdf).

- กิจกรรมทัศนศึกษาป่าชายเลน ณ ศูนย์อนุรักษ์ป่าชายเลน คลองโคน จังหวัดเพชรบุรี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



ภาพที่ 1.7 กิจกรรมทัศนศึกษาป่าชายเลน

หมายเหตุ: จาก โครงการทัศนศึกษา “รักษ์ป่าชายเลน” โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. โดย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2561, (<https://sd.ssru.ac.th/attachment>).

- โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาคุณภาพของข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำพื้นบ้าน จังหวัดสงขลาผสมข้าวเหนียวขาวพันธุ์เขียวงูตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - ศึกษาเรียนรู้เทคนิคในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์บนพื้นอาหาร
 - ผลิตข้าวหมากเพื่อให้ได้มาตรฐานตามผลิตภัณฑ์ชุมชน
 - ศึกษาปริมาณความหวานและค่าความเป็นกรด-ด่างในข้าวหมาก
 - อนุรักษ์สืบสานอาหารพื้นบ้านไทย

1.3.4 การจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียน ระดับอุดมศึกษา และอาชีวศึกษา

การศึกษาในระดับอุดมศึกษา เป็นการศึกษาวิชาการชั้นสูงในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ส่วนในระดับอาชีวศึกษา เป็นการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เป็นวัยที่มีความสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติ มีทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ และการคิดเป็นระบบได้ รูปแบบโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับอุดมศึกษา จึงมีการบูรณาการความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับสาขาวิชาที่มีความซับซ้อนและใช้เทคนิคการสร้างสรรค์ชิ้นงานในระดับสูง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- โครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา เรื่อง การศึกษาผลการเสริมร่ำละเอียดและปลายข้าวในวัสดุเพาะที่มีความเหมาะสมต่อผลผลิตของเห็ดหูหนู ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคสองแคว โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ
 - ศึกษาเปรียบเทียบอัตราส่วนของร่ำละเอียดและปลายข้าวที่ใช้เป็นอาหารเสริมที่มีผลต่อผลผลิตของเห็ดหูหนู
 - ศึกษาการยอมรับคุณภาพดอกเห็ดหูหนูของผู้บริโภคที่มี เพศ และสถานภาพแตกต่างกัน



ภาพที่ 1.8 การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา เรื่อง การศึกษาผลการเสริมร่ำละเอียดและปลายข้าวในวัสดุเพาะที่มีความเหมาะสมต่อ ผลผลิตของเห็ดหูหนู
 หมายเหตุ: จาก โครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษาระดับภาคเหนือครั้งที่ 31. โดย ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคเหนือ, 2565, http://www.nsdv.go.th/www2019/attachments/413_science.pdf.

- โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาอนุกรมวิธานของไบรโอไฟต์ในพื้นที่ป่าปลูก ของสถานีวิวัฒนวิจัย ตำบลบ้านแยง อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ของ ภูวดล เชนงกุล มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - สำนวความหลากหลายและจัดทำรูปวิธานของพืชกลุ่มไบรโอไฟต์ในบริเวณพื้นที่ป่าปลูก ของสถานีวิวัฒนวิจัย ตำบลบ้านแยง อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก
- โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี (UVC) ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยการอาชีพดอนตาล อาศึกษาจังหวัดมุกดาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - ศึกษาประสิทธิภาพของตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี สำหรับใช้อบฆ่าเชื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์
 - ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี



ภาพที่ 1.9 การศึกษาประสิทธิภาพของตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี (UVC)

หมายเหตุ: จาก รายงานโครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี (UVC). โดย วรพัฒน์ ศรีวิทยารัตน์, จูติพงศ นาคสวัสดิ์ และณภัทร นาคสวัสดิ์, 2565, (http://dtic.ac.th/files_school/1349036601/news/1349036601_1_20220725-113907.pdf).

จากลักษณะและตัวอย่างการจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น จึงกล่าวได้ว่าการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตได้

1.4 โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

จากความสำคัญและประโยชน์ของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ทำให้สถานศึกษาต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ กำหนดให้โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่อยู่

หลักสูตรของสถานศึกษา และนำมาใช้จัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนอย่างกว้างขวาง ดังตัวอย่างการนำไปใช้ต่อไปนี้

โรงเรียนหอวังระบุดีให้รายวิชาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิชา ของเล่น ของใช้ ที่ให้ผู้เรียนศึกษาของเล่น ของใช้ และความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการพัฒนาของเล่นของใช้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาการทำงานของเครื่องกล เพื่อง รอ ล้อและเพลลา และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่สะท้อนวิถีชีวิตในท้องถิ่น (โรงเรียนหอวัง, 2565)

โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ ระบุดีให้หลักสูตรโรงเรียน พุทธศักราช 2566 กำหนดให้มีวิชา วิศวกรรมวิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรของโรงเรียน โดยให้ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรียนวิชาวิศวกรรมวิทยาศาสตร์ ในกลุ่มรายวิชาพื้นฐาน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะการเป็นนักวิจัย และนวัตกรรม และกำหนดให้มีกิจกรรม STEM ในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์, 2566)

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ปทุมธานี กำหนดให้หลักสูตรโรงเรียนพุทธศักราช 2566 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 เรียนวิชาโครงการ เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล วางแผนการดำเนินงานการเก็บข้อมูลอย่างเที่ยงตรง แม่นยำ ดำเนินการทดลองอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์ผลการทดลอง และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบรายงานหรือการบรรยาย ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำหนดให้เรียนวิชาชุมนุมนักวิทยาศาสตร์น้อย ที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียบเรียงจัดทำบทความทางวิชาการและโปสเตอร์ตามหัวข้อโครงการ อภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่างชุมชน นักวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ อย่างมีเหตุผล รวมถึงเห็นประโยชน์และคุณค่าในการสร้างสรรค์งานและถ่ายทอดสิ่งที่เรียนรู้ต่อสาธารณชนได้ (โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย, 2563)

กระทรวงศึกษาธิการของประเทศสิงคโปร์เห็นความสำคัญของการส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทักษะการจัดระเบียบข้อมูล ทักษะการเรียนรู้ ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะทางสังคม (Boo Hong Kwen & Daniel Tan Kim Chwee, 2000) จึงได้กำหนดให้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีการประเมินด้านโครงการวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทุกคนต้องทำโครงการวิทยาศาสตร์ร่วมกัน และนำเสนอโครงการเพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน ในด้านการนำเสนอ และการตอบคำถาม และในปัจจุบันโรงเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ เช่น โรงเรียน Shanghai Singapore International school มีการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยมีหลักสูตรที่ให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ผ่านการทำกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตร หรือทำโครงการที่เกิดจากปัญหาหรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนระดับประถมศึกษาได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การสืบค้น และการคิดวิเคราะห์ เพื่อช่วยทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ จากการเลือกวัสดุ ออกแบบ และนำเสนอการทดลอง ที่สามารถนำไปต่อยอดความรู้ในขั้นสูงต่อไปได้ (Shanghai Singapore International school, 2022)

โรงเรียน Alexander D. Henderson University School ใน Florida ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นโรงเรียนที่เปิดสอนระดับประถมถึงมัธยมต้น เห็นความสำคัญของการทำโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ จึงมีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการวิจัยทางการศึกษา การสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยี โดยมุ่งส่งเสริมหลักสูตร STEM ให้ผู้เรียนในทุกระดับชั้น เช่นเดียวกับโรงเรียน Australian Science and Mathematics School (ASMS) ในเมืองเบตฟอร์ดพาร์ก ประเทศออสเตรเลีย ที่เป็นโรงเรียนเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีหลักสูตรแบบสหวิทยาการได้ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์และโครงการที่เข้มข้น ผ่านการบูรณาการที่เชื่อมโยงกับหลากหลายสาขาวิชา (Australian Science & Mathematics School, n.d.)

จากการที่สถานศึกษาต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ เห็นความสำคัญของโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยนำโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ไปบรรจุอยู่ในหลักสูตรของสถานศึกษาในระดับชั้นต่าง ๆ จึงเป็นหลักฐานยืนยันได้ว่า การนำโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และผู้เกี่ยวข้องภายในสถานศึกษาจึงควรศึกษารายละเอียดและข้อกำหนดต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้โครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.5 โครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 ทำให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลและสื่อการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย ส่งผลโดยตรงต่อโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงในห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่สามารถขยายไปสู่โลกดิจิทัลที่เอื้อต่อการเรียนรู้แบบเปิดกว้าง โครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัลจึงเน้นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมากขึ้น ดังตัวอย่างโครงงานต่อไปนี้

- โครงงานสถานีวัดสภาพอากาศแบบ Real time ที่ชุดอุปกรณ์ประกอบไปด้วย เซนเซอร์วัดฝุ่น pm2.5 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์วัดคาร์บอนไดออกไซด์ และมีโมดูล GPS จากนั้นทำการส่งข้อมูลทั้งหมดผ่านโครงข่าย LoRaWAN ของ กรวิษณุ ประเสริฐดี (2566)
- โครงการประยุกต์ใช้อุปกรณ์สัญญาณไร้สาย IoT ในการบันทึกข้อมูลดิจิทัลอัตโนมัติ ไฟฟ้า โดยการทำการเชื่อมต่อแบบไร้สายระหว่างคอมพิวเตอร์กับ ดิจิทัลมิเตอร์ไฟฟ้า ผ่านอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ XBee ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผงบอร์ด Arduino

ที่สามารถทำงานรับ-ส่งข้อมูลได้เป็นทอด ๆ แบบเครือข่ายซึ่งมีประสิทธิภาพได้ของ ภัทรเชษฐ์ สุจิรานนท์ และศุภวิชญ์ สถิตวาณิช (2562)

- โครงการเรื่อง สมาร์ทโฮม (Smart Home) ที่ศึกษาระบบการรดน้ำอัตโนมัติ ระบบเปิด-ปิด ไฟอัตโนมัติ เปิด-ปิดพัดลมอัตโนมัติ และโซลาร์เซลล์ติดตามแสงอาทิตย์ของ โดยใช้ เซ็นเซอร์วัดความสว่างความเข้มแสง LDR Photoresistor Sensor ของชินดนัย แก้ววิเศษ วารินทร์ แจ่มน้อย และพงศ์ปรกรณ์ ศิริจันโท (2566)

นอกจากนี้ในปัจจุบันจากการที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดเป้าหมายให้ประเทศสมาชิก สหประชาชาติในการทำข้อตกลงร่วมกันพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งจะบรรลุเป้าหมายในการพัฒนาปี พ.ศ. 2573 ในด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม) โดยมี เป้าหมายการพัฒนาทั้งหมด 17 ข้อ ตามแนวโน้มในการพัฒนาของโลกในอนาคต (มานะ สินธุวานานนท์, นัฐยา บุญกองแสน และกชกร หวังเติมกลาง, 2566 อ้างถึง สวอช, 2564) ดังนี้

- เป้าหมายที่ 1 การขจัดความยากจน
- เป้าหมายที่ 2 การขจัดความหิวโหย
- เป้าหมายที่ 3 การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ดี
- เป้าหมายที่ 4 การได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพ
- เป้าหมายที่ 5 ความเท่าเทียมเพศ
- เป้าหมายที่ 6 การมีน้ำสะอาดและการมีสุขอนามัยที่ดี
- เป้าหมายที่ 7 การมีพลังงานที่สะอาดและราคาถูกลง
- เป้าหมายที่ 8 ส่งเสริมงานที่มีคุณภาพและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ
- เป้าหมายที่ 9 การส่งเสริมอุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน
- เป้าหมายที่ 10 ลดความเหลื่อมล้ำ
- เป้าหมายที่ 11 การพัฒนาเมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน
- เป้าหมายที่ 12 มีการบริโภคและการผลิตอย่างยั่งยืน
- เป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- เป้าหมายที่ 14 การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทะเลและชายฝั่งอย่างยั่งยืน
- เป้าหมายที่ 15 การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบก
- เป้าหมายที่ 16 การสร้างสังคมสันติสุข
- เป้าหมายที่ 17 การมีส่วนร่วมของประชาชนในเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน



ภาพที่ 1.10 เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) 17 เป้าหมาย

หมายเหตุ: จาก รูปภาพของ UN Thailand. โดย สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI), 2560, (<https://tdri.or.th/2017/07/interviews-sdgs-goal-16>).

ส่งผลให้กิจกรรมและโครงการวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัลเชื่อมโยงเข้ากับ SDGs มากขึ้น ดังตัวอย่าง

- การจัดกิจกรรมทัศนศึกษา ณ บางกระเจ้าฟาร์ม จังหวัดสมุทรปราการ ของโรงเรียนดรุณสิกขาลัย โรงเรียนนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ให้กับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ได้สัมผัสและเรียนรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และแนวคิด Zero Waste ที่เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ลดขยะ และนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (โรงเรียนดรุณสิกขาลัย โรงเรียนนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ มจร., 2568)



ภาพที่ 1.12 กิจกรรมทัศนศึกษาโรงเรียนดรุณสิกขาลัย

หมายเหตุ: จาก ทัศนศึกษาบางกระเจ้าฟาร์ม: เรียนรู้ธรรมชาติและแนวคิด Zero Waste. โดย โรงเรียนดรุณสิกขาลัย โรงเรียนนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ มจร., 2568, (<https://www.facebook.com/dsil.kmutt>)

- การจัดกิจกรรมทัศนศึกษา ของสถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา ในหัวข้อโครงการทัศนศึกษา : เมืองยั่งยืนกรุงเทพมหานคร ของนักศึกษาที่เรียนวิชาหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และวิชาสังคมและวัฒนธรรมไทยในโลกาภิวัตน์ ไปทัศนศึกษาทางการเดินเรือไฟฟ้าจาก คลองผดุงกรุงเกษมไปยังคลองบางลำพู สิ้นสุดที่ป้อมพระสุเมรุ เพื่อศึกษาชุมชนย่านเมืองเก่า เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของเมือง เกิดความเข้าใจเรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืนและเป็นการสร้างเสริมทักษะประสบการณ์นอกชั้นเรียน (สถาบันเทคโนโลยี จิตรลดา, 2568)
- การจัดกิจกรรมของ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) ร่วมกับ มหาวิทยาลัยมหิดลในโครงการธนาคาร ทิ้ง-ไซเคิล ที่เป็นรูปแบบธนาคารขยะ เพื่อส่งเสริมการแก้ไขปัญหาขยะในประเทศ โดยมุ่งเน้นให้เยาวชนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดเก็บ และการคัดแยกขยะที่ถูกต้อง เพื่อสามารถนำไปรีไซเคิลได้ ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) , 2564)



ภาพที่ 1.3 กิจกรรม ThinkCycle Bank

หมายเหตุ: จาก โครงการ ThinkCycle Bank ทิ้งแบบหมุนเวียนเพื่อเปลี่ยนโลก. โดย บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน), 2564, (<https://sustainability.pttggroup.com/th/projects/27/โครงการ-thinkcycle-bank>)

จากตัวอย่างโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัลจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีและสื่อสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในการจัดกิจกรรมภายในและภายนอกสถานศึกษามากขึ้น มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลายในทุกระดับของผู้เรียน รวมทั้งมีการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเข้าใจและตระหนักถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อให้สอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาของโลกในอนาคต ซึ่งเป็นอีกแนวทางที่สถานศึกษาต่างๆ นิยมในปัจจุบัน

บทสรุป

โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้การเรียนรู้เชิงรุกที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติ โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ด้วยการนำไปประกอบเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมในอดีต โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทุกขั้นตอน ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสังเกต การคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมใกล้ตัว ปัญหาของชุมชน หรือสังคม เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างมีเหตุผล ได้แสดงความคิด อภิปราย และนำเสนอผลงาน จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการสื่อสาร และทักษะการนำเสนอข้อมูลได้เป็นอย่างดี

หลักการจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้สอนต้องตระหนักถึง ได้แก่

1. มีจุดมุ่งหมายชัดเจนสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษา
2. มุ่งพัฒนาผู้เรียนตามความสนใจหรือความสามารถของผู้เรียน
3. สอดคล้องหรือสนับสนุนการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์
4. อยู่ภายใต้การดูแลควบคุมของผู้สอนที่ทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน ให้คำปรึกษา
5. คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียน
6. ใช้งบประมาณเหมาะสม
7. ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนในหลายด้าน
8. มีการวัดประเมินผลที่หลากหลาย เช่น ประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง การประเมินผล

ด้านความสามารถ หรือการประเมินผลโดยใช้แฟ้มผลงาน

ทั้งนี้วัตถุประสงค์พื้นฐานของโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มีความเหมือนกัน คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหา ทักษะกระบวนการ เจตคติ มีแนวความคิดแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์ และได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยเป้าหมายของการจัดโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าปัญหา ใช้การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์รอบด้าน มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน มุ่งเน้นการค้นคว้า สร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา จึงเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมนาน และผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นการทำโครงการวิทยาศาสตร์จะอยู่ในรูปแบบการจัดทำรายงาน สิ่งประดิษฐ์ หรือนำเสนอโครงการเพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบถึงข้อค้นพบที่ได้ ส่วนเป้าหมายของการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะ หรือได้เสริมสร้างทักษะที่

เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการหรือได้ฝึกทักษะเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาสั้น ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ ความรู้ หรือได้ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์

โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ จึงมีประโยชน์ต่อผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แสดงความสามารถทางวิทยาศาสตร์ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และเป็นการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ ทำให้โครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงถูกจัดเป็นวิชาหรือกิจกรรมในสถานศึกษาหรือในโรงเรียนต่าง ๆ ทุกระดับ ตั้งแต่ระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และอาชีวศึกษา ซึ่งในปัจจุบันแนวทางการจัดโครงการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี และการพัฒนาที่ยั่งยืนมากขึ้น เพื่อให้ทันการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ผู้สอนจึงต้องเรียนรู้และติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับโครงการและการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากโครงงานวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
2. เพราะเหตุใดจึงกล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ใดบ้าง
4. ยกตัวอย่างวิธีการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) ในการประเมินผู้เรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์
5. การจัดกิจกรรมโครงงานหรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนระดับปฐมวัยต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง
6. เพราะเหตุใดกิจกรรมโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถส่งเสริมการคิดขั้นสูงของผู้เรียนได้
7. กิจกรรมโครงงานและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้หรือไม่ เพราะอะไร
8. ยกตัวอย่างกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา
9. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหรือการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางหรือไม่ เพราะอะไร
10. กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์สามารถบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นได้อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

เอกสารอ้างอิง

- กมล โพธิเย็น. (2564). Active Learning: การจัดการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 19(1), 11-28.
- กมลวรรณ ตังธนากานนท์. (2565). *การประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง: แนวทางที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนในยุคชีวิตวิถีใหม่*. https://registrar.ku.ac.th/wp-content/uploads/2022/06/กมลวรรณ_ประเมินตามจริง64.pdf
- กมลวรรณ มิตรกระจ่าง. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์วิทยา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ*. 6(1), 67-81.
- กรวิชญ์ ประเสริฐดี. (2566). *สถานีวัดสภาพอากาศแบบ Real Time*. <https://kip.kmitl.ac.th/projects/cllwc3fts000oqnt7enwlq3d1>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (2561). *โครงการทัศนศึกษา “รักษป่าชายเลน” โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*. <https://sd.ssru.ac.th/attachment/178/201806210bc81730bfd81dc05b792dedb4a43cbd24c03f0d351>
- จิรนนท์ ปุ่มพิมาย. (2562). *โครงการวิทยาศาสตร์และการประเมินอย่างเป็นรูปธรรม*. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 25(1): 3-15.
- ซินดนัย แก้ววิเศษ วารินทร์ แจ่มน้อย และพงศ์ปรกรณ์ ศิริจันโท. (2566). *โครงการ เรื่อง สมาร์ทโฮม (Smart Home)*. https://princess-it.org/wp-content/uploads/2023/11/สมาร์ทโฮม-ธนากร-ไชยยะ.pdf?utm_source=chatgpt.com
- ชุติมา วัฒนาศิริ. (2536). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.<http://thesis.swu.ac.th/swuebook/h155468.pdf>
- ธราดล เลียบทวี, เจษฎาภรณ์ เฉิดฉาย และธนภัทร สุขจร. (2565). *โครงการวิทยาศาสตร์ (ประเภทโครงการประดิษฐ์) เรื่อง ก๊อมน้ำอัจฉริยะ การออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design)*. โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดนนทบุรี. <https://www.princess-it.org/kidbrightforall/images/activity/2022/project-it-disableds/kidbrightforall/12-1.pdf>

- บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน). (2564). โครงการ ThinkCycle Bank ทิ้งแบบ
หมุนเวียนเพื่อเปลี่ยนโลก. <https://sustainability.pttggroup.com/th/projects/27/>
โครงการ-thinkcycle-bank
- ภัทรเชษฐ์ สุจิรานนท์ และศุภวิชญ์ สติวานิช. (2562). โครงการการประยุกต์ใช้อุปกรณ์สัญญาณไร้
สาย IoT ในการบันทึกข้อมูลดิจิทัลอุณหภูมิเตอร์ไฟฟ้า. [https://ie.eng.cmu.ac.th/old
/downloads/2020_05/1175/19-Report.pdf?utm_source=chatgpt.com](https://ie.eng.cmu.ac.th/old/downloads/2020_05/1175/19-Report.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- มานะ สินธุวงษานนท์, นัฐยา บุญกองแสน และกชกร หวังเติมกลาง. (2566). การศึกษาเกี่ยวกับเป้าหมาย
การพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs). *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี*, 6(5): 527-544.
- โรงเรียนดรุณสิกขาลัย โรงเรียนนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ มจร. (2568). *ทัศนศึกษาบางกระเจ้าฟาร์ม:
เรียนรู้ธรรมชาติและแนวคิด Zero Waste*. <https://www.facebook.com/dsil.kmutt>
- โรงเรียนบ้านขอยสอง (อภิชาติราษฎร์อุปถัมภ์). (2565). *โครงการตามรูปแบบการสืบเสาะอิสระ เรื่อง
เข็มนา อยู่ไหนนะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ. <https://www.chan1.net/story/1299?openExternalBrowser=1>
- โรงเรียนบ้านทุ่งนางหอรก “เพ็ญชาติอุปถัมภ์” (2566). *โครงการ เรื่อง กระดาษหรรษา ตาม
โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย ปีการศึกษา 2566*. [https://kansandbox.org/
wp-content/uploads/2022/06/2566-โครงการบ้านวิทย์น้อย.pdf](https://kansandbox.org/wp-content/uploads/2022/06/2566-โครงการบ้านวิทย์น้อย.pdf)
- โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์. (2566). *หลักสูตรโรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ พุทธศักราช 2566*.
<https://www.mwit.ac.th/curriculum/>
- โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย. (2563). *หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2554 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561)*.
<http://www.pccm.ac.th/2020/home/article/100248/course-primary-2554-2561>
- โรงเรียนหอวัง. (2565). *งานพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหอวัง*. [https://sites.google.com/
horwang.ac.th/hw-curriculum/home](https://sites.google.com/horwang.ac.th/hw-curriculum/home)
- โรงเรียนแหลมบัววิทยา. (2566). *กิจกรรมสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ*. [http://laembua.ac.th
/gallery-detail_102335](http://laembua.ac.th/gallery-detail_102335)
- วรพัฒน์ ศรีวิทยารัตน, ฐิติพงศ นาคสวัสดิ์ และณภัทร นาคสวัสดิ์. (2565). *รายงานโครงการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี (UVC)*. [http://dtic.ac.th
/_files_school/1349036601/news/1349036601_1_20220725-113907.pdf](http://dtic.ac.th/_files_school/1349036601/news/1349036601_1_20220725-113907.pdf)
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาภาคเหนือ. (2565). *โครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา ระดับภาคเหนือ
ครั้งที่ 31*. http://www.nsdv.go.th/www2019/attachments/413_science.pdf

- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI). (2560). *เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) 17*
เป้าหมาย. <https://tdri.or.th/2017/07/interviews-sdgs-goal-16>
- สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา. (2568). *สจด. ร่วมกิจกรรมโครงการทัศนศึกษา: เมืองยั่งยืน*
กรุงเทพมหานคร. <https://www.cdti.ac.th/content/108335/>
- สำนักงานโครงการสวนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยาม
 บรมราชกุมารี. (ม.ป.ป.). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) กลุ่มสาระการเรียนรู้*
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
http://academic.obec.go.th/images/document/1649057845_d_1.pdf
- หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *แนวทางการนิเทศเพื่อ*
พัฒนาส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่ม
เวลารู้. http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf
- อาจารย์ บัวหลวง. (2561). *กิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของ*
นักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2. https://www.kroobannok.com/news_file/p78936870922.pdf
- Australian Science & Mathematics School. (n.d.). The Australian Curriculum.
<https://asms.sa.edu.au/>
- Boo Hong Kwen & Daniel Tan Kim Chwee. (2000). Science project work in Singapore:
 Some case-studies. *ERA-AME-AMIC Joint Conference, Singapore, 4-6*
 September 2000. 446-452.
- Shanghai Singapore International school. (2022). Primary School. <https://www.ssis.asia/academics/primary-school/>

บทที่ 2

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ทั้งทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการของผู้เรียนตั้งแต่ระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา ทำให้มีความหลากหลายรูปแบบกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไป เช่น กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ การจัดบอร์ดหรือป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ การจัดมุมวิทยาศาสตร์ การจัดทัศนศึกษา การโต้วาที และการแสดงทางวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน นอกจากผู้สอนต้องคำนึงถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจะได้รับ และความเหมาะสมของกิจกรรมที่มีต่อระดับพัฒนาการของผู้เรียนแล้ว สิ่งสำคัญคือต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนด้วย ดังนั้น การเข้าใจหลักการ ขั้นตอน และแนวทางการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนต้องมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง

2.1 กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เป็นกิจกรรมในรูปแบบชุมนุมนอกหลักสูตร ที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ จึงเป็นที่รวมของผู้เรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์มาร่วมกันศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่สนใจภายใต้คำแนะนำของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งโดยทั่วไปกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ซึ่งนอกจากจะพิจารณาความรู้ตามทฤษฎีแล้ว ยังต้องพิจารณาด้านความประพฤติ พฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมที่เน้นทักษะและการปฏิบัติต่าง ๆ ด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลายตามสภาพจริง เช่น ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมครบตามเวลาที่กำหนดหรือไม่ หรือมีผลงาน/ชิ้นงานได้ตามคุณภาพที่สถานศึกษากำหนดหรือไม่ โดยกำหนดผลการประเมินเป็น “ผ่าน” และ “ไม่ผ่าน”

ในการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียนให้ประสบความสำเร็จ ผู้สอนและผู้เรียนควรมีบทบาทหน้าที่ต่าง ๆ (สุวรรณณี พรหมประสิทธิ์, 2559) ดังนี้

บทบาทผู้สอน

1. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัดและศักยภาพของผู้เรียน
2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ และจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้สถานที่จริง
3. สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่ เมื่อเกิดปัญหาให้ร่วมกับนักเรียนในการแก้ปัญหาอย่างเต็มความสามารถ เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้และทักษะการคิด
4. เตรียมสื่อ แหล่งเรียนรู้/แหล่งข้อมูลทั้งที่เป็นวัสดุ อุปกรณ์ เว็บไซต์ สื่อเทคโนโลยี หรือสถานที่ และบุคคลที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน พยายามให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้สถานที่จริง
6. หมั่นพาผู้เรียนที่สนใจลงพื้นที่แหล่งเรียนรู้ธรรมชาตินอกห้องเรียนสม่ำเสมอ โดยมีการขออนุญาตสถานศึกษา ผู้ปกครอง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดูแลความปลอดภัยของผู้เรียนตลอดระยะเวลาการทำกิจกรรม
7. กรณีผู้เรียนออกไปเรียนรู้นอกห้องเรียน ควรกำหนดจุดประสงค์และวางแผนเก็บข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกับผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อใช้เวลาให้เกิดประโยชน์สูงสุด
8. ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้กับชุมชนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ดังนั้น จึงควรจัดเวลาให้ผู้เรียนเข้าปรึกษาอย่างเหมาะสมทั้งในเวลาและนอกเวลา รวมทั้งคอยสังเกตพฤติกรรม คุณลักษณะผู้เรียนขณะปฏิบัติงานเป็นรายบุคคล

บทบาทของผู้เรียน

1. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจ ความถนัด และตามศักยภาพของตนเอง
2. ตั้งใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้
3. ร่วมกันแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และโต้แย้งโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่เชื่อถือได้
4. แบ่งเวลาในการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพราะบางกิจกรรมผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน จึงควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมไม่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาในชั้นเรียน
5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี เช่น ร่วมจัดประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้สอน ผู้เรียนคนอื่น หรือปราชญ์ชุมชน และผู้เกี่ยวข้องอย่างสร้างสรรค์
6. ใช้ทักษะการสื่อสารและเทคโนโลยีอย่างถูกต้องในการสืบค้นข้อมูล และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
7. มีจริยธรรมในการสืบค้นรวบรวมข้อมูล ไม่นำข้อมูลหรือข้อค้นพบของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตนเอง และการนำข้อมูลผู้อื่นมาอ้างอิงหรือเสริมการค้นพบควรมีการอ้างอิงที่มาของข้อมูลนั้นทุกครั้ง

2.1.1 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์

ตัวอย่าง กิจกรรมชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ จัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากแหล่งใกล้ตัว โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน โดยแบ่งประเภทของ กิจกรรมชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทชีวภาพและประเภทกายภาพ ได้ดังนี้ (สุวรรณณี พรหมประสิทธิ์, 2559)

- ประเภทชีวภาพ ประกอบด้วยชุมนุมย่อย
 - ชุมนุมนักกีฏวิทยารุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักนิเวศวิทยารุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักปักษีวิทยารุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักพฤกษศาสตร์รุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักสัตววิทยารุ่นเยาว์
- ประเภทกายภาพ ประกอบด้วยชุมนุมย่อย
 - ชุมนุมนักเคมีรุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักธรณีวิทยารุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักดาราศาสตร์รุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักฟิสิกส์รุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักสิ่งแวดล้อมรุ่นเยาว์
 - ชุมนุมนักอวกาศวิทยารุ่นเยาว์

ทั้งนี้ได้เสนอแนะกระบวนการ/ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เน้นกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์

ขั้นที่ 1 สืบค้น ศึกษา สืบเสาะหาปัญหา ให้ผู้เรียนศึกษา สืบค้น รวบรวมสภาพปัญหาที่ สนใจทั้งในโรงเรียน นอกโรงเรียน หรือชุมชน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดเรียงตามลำดับความสำคัญหรือ ตามความสนใจ เพื่อกำหนดเรื่อง/ปัญหาการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 สืบเสาะ รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต ข้อมูล โดยกำหนดเวลาและจำนวนครั้งในการสังเกตอย่างเหมาะสมตามบริบทของสิ่งที่ต้องสังเกต เพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ครอบคลุมและน่าเชื่อถือ และเลือกวิธีการบันทึก ตามสถานการณ์ที่เหมาะสม

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์สาเหตุ และสืบค้นความเป็นมา ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อน ผู้สอน หรือปราชญ์ชุมชน และผู้เชี่ยวชาญอื่น ๆ เพื่อกำหนดแนวทางในการเรียนรู้ กำหนดชื่อเรื่อง/ปัญหา ระบุสาเหตุ เพื่อออกแบบการสำรวจหรือการทดลองที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 ตั้งปัญหา สรรค์สร้างออกแบบการสำรวจ/ทดลอง ผู้เรียนกำหนดชื่อเรื่อง/ปัญหา และออกแบบการสำรวจหรือการทดลองให้สอดคล้องกับปัญหา วัสดุ อุปกรณ์ เวลา งบประมาณ และสถานที่ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงาน เมื่อผู้เรียนได้ลองปฏิบัติตามวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ แล้วจึงปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสมยิ่งขึ้นโดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ผู้สอน และผู้เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมพร้อมก่อนการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 5 สำรวจ ทดลอง บันทึก เก็บรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนสำรวจ ทดลองตามวิธีที่ได้ออกแบบไว้ อย่างรอบคอบ โดยต้องบันทึกผลการสำรวจ/ทดลองลงในสมุดบันทึกอย่างเป็นระบบ สังเกตข้อเท็จจริงอย่างละเอียด เพื่อนำไปใช้สรุปและอภิปรายผล

ขั้นที่ 6 เพิ่มพูนสร้างสรรค์ประสบการณ์ ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการสำรวจ/ทดลอง เพื่อใช้ประกอบการอ้างอิง โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

ขั้นที่ 7 ผลงานวิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลความหมาย นำเสนอข้อมูล: เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลความหมาย เพื่อเตรียมนำเสนอข้อมูลในรูปแบบรายงาน และรูปแบบกิจกรรมที่นำเสนอต่อผู้สนใจ

ขั้นที่ 8 สรุปผล ประโยชน์และทักษะต่าง ๆ จัดทำรายงาน โดยนำข้อมูลจากการสืบค้นสำรวจ ทดลองมาสรุปให้ชัดเจนให้สอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งสรุปประโยชน์และทักษะต่าง ๆ ที่ได้รับ แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาเรียบเรียงจัดทำเป็นรายงานตามแบบฟอร์ม

ขั้นที่ 9 จัดนิทรรศการ/แลกเปลี่ยนเรียนรู้/ขยายผลสู่ท้องถิ่น หลังจัดทำรายงานเสร็จสิ้น ผู้เรียนจัดนิทรรศการเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือแบ่งปันความรู้สู่ผู้ที่สนใจด้วยเทคนิคการสื่อสารที่ดี มีการสื่อความหมายและใช้สื่อประกอบที่น่าสนใจ โดยมีการสาธิตหรือจัดทำตัวอย่างของสิ่งที่ต้องการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 10 ประเมินผลการเรียนรู้ มีการประเมินผลอย่างหลากหลายตามสภาพจริงทั้งจากนักเรียน เพื่อน ผู้สอน และผู้เกี่ยวข้อง ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนตามประเด็นของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 2.1 ชุมนุมนักชีววิทยารุ่นเยาว์

หมายเหตุ: จาก รูปภาพของชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์. โดย โรงเรียนพนมอดุลวิทยา, 2566, (<https://www.facebook.com/p/ชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์-โรงเรียนพนมอดุลวิทยา-100057622502088/>).



ภาพที่ 2.2 ชุมนุมนักดาราศาสตร์รุ่นเยาว์ โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม

หมายเหตุ: จาก รายงานผลการปฏิบัติที่เป็นเลิศของสถานศึกษา (Best Practice) กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเปิดฟ้า ส่องโลก ดาราศาสตร์ เปิดโอกาสการเรียนรู้ทั่วหล้า. โดย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม, 2566, (https://mpk.ac.th/Best_practice/M01/Best%20Practice%20กลุ่มสาระฯ_วิทยาศาสตร์ฯ.pdf).

ตัวอย่าง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมชุมนุม โรงเรียนอนุบาลยะรัง กิจกรรมชุมนุม FUN WITH SCIENCE (สนุกกับวิทยาศาสตร์) ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลยะรัง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปัตตานี เขต 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ที่เสริมจากการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติ (โรงเรียนอนุบาลยะรัง, 2558)



ภาพที่ 2.3 กิจกรรมการทดลองสุดมหัศจรรย์ โรงเรียนอนุบาลยะรัง

หมายเหตุ: จาก การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุม FUN WITH SCIENCE. โดย โรงเรียนอนุบาลยะรัง, 2558, (<https://www.anubanyarang.ac.th/web/nwyarang/download/Best%20Practice%20Nisainee.pdf>).

สรุปได้ว่ากิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมนอกหลักสูตรที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษาและใช้การประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง ผู้สอนมีบทบาทในการวางแผน จัดกิจกรรม สนับสนุนการเรียนรู้ และดูแลความปลอดภัย ส่วนผู้เรียนต้องมีความกระตือรือร้น รู้จักแบ่งเวลา ใช้ข้อมูลอย่างมีจริยธรรม และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ตัวอย่างการจัดกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ โดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งได้เสนอแนะกระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เช่น สำรวจปัญหา รวบรวมข้อมูล ทดลอง วิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลความหมาย และนำเสนอผลการเรียนรู้ผ่านนิทรรศการหรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

2.2 การจัดบอร์ดหรือป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์

การจัดบอร์ดวิทยาศาสตร์หรือป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ภายในห้องเรียนหรือภายในสถานศึกษา เป็นกิจกรรมที่ผู้สอนต้องการนำเสนอความรู้หรือผลงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้เรียนได้รับรู้ โดยผู้สอนอาจเป็นผู้หาข้อมูลมาจัดบอร์ดหรือให้ผู้เรียนแบ่งเวรรับผิดชอบในการจัดหาข้อมูลข่าวสารเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาจัดบอร์ด ซึ่งนอกจากจะนำเสนอข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้ว อาจจัดเพื่อให้ความรู้เพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน หรือให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นได้ โดยสอดคล้องกับระดับชั้นการเรียนรู้ของผู้เรียน



ภาพที่ 2.4 บอร์ดวิทยาศาสตร์โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล

หมายเหตุ: จาก การจัดป้ายนิเทศให้ความรู้. โดย ห้องสมุดโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบมหามงคล, 2560, <https://www.facebook.com/100079902986551/posts/1410675925694611/>.

การจัดบอร์ดวิทยาศาสตร์หรือป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในชั้นการเข้าสู่บทเรียน ชั้นสอนเนื้อหา และชั้นสรุปบทเรียน เพื่อให้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่าย ซึ่งนอกจากจะจัดไว้บริเวณหน้าห้องเรียน ห้องสมุด หรือบริเวณสถานที่ที่โรงเรียนจัดให้แล้ว ยังสามารถนำผลงานของผู้เรียนมาจัดเป็นนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อกระตุ้นความสนใจและเพิ่มการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ซึ่งการจัดแสดงนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการให้ข้อมูลหรือประเด็นสาระทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปยังผู้เรียน โดยการผสมผสานนำศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการในบรรยากาศที่สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ เพื่อรับรู้ เข้าใจ และสนใจสิ่งที่น่าสนใจ ทั้งนี้การจัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสถานศึกษาต่าง ๆ สามารถจำแนกได้หลายประเภท ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจัด เช่น นิทรรศการจำแนกตามขนาด นิทรรศการจำแนกตามวัตถุประสงค์ ในการจัด นิทรรศการจำแนกตามระยะเวลาในการจัด และนิทรรศการจำแนกตามสถานที่ที่ใช้ในการจัด โดยจะยกตัวอย่างประเภทของนิทรรศการที่จำแนกตามระยะเวลาในการจัด ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือ นิทรรศการถาวร นิทรรศการชั่วคราว และนิทรรศการเคลื่อนที่ (บริษัท 168 เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2559)

2.2.1 ประเภทของนิทรรศการ

1. นิทรรศการถาวร (permanent exhibition) เป็นการจัดแสดงข้อมูลหรือผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการจัดประจำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลายาวนาน มีการออกแบบและลงทุนสูง อาจใช้พื้นที่กลางแจ้งหรือในอาคาร วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาจัดแสดงเป็นวัตถุที่คงทน ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของพิพิธภัณฑ์ เช่น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.)



ภาพที่ 2.5 สถานที่จัดแสดงนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: จาก พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์. โดย องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.), 2564,
(<https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/3320>).

2. นิทรรศการชั่วคราว (non-permanent exhibition) เป็นการแสดงผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นครั้งคราว ตามความเหมาะสม อาจใช้เวลา 2-10 วัน ขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการจัด นอกจากนี้ นิทรรศการชั่วคราวอาจจัดขึ้นเพื่อส่งเสริมงานประชาสัมพันธ์ นิทรรศการแบบถาวร เนื่องจากช่วยสร้างความสนใจ เชิญชวนให้คนที่สนใจเข้ามาชมพิพิธภัณฑ์ได้อีกด้วย ตัวอย่างนิทรรศการชั่วคราว เช่น นิทรรศการหกขามาโซว์: The Insect Circus ของพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา



(ก) นิทรรศการหกขามาโซว์ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา (ข) นิทรรศการ SDGs เพื่อประชาชน: นวัตกรรมเพื่อชีวิต – สร้างอนาคตที่ยั่งยืน

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการจัดนิทรรศการชั่วคราว

หมายเหตุ: (ก) จาก นิทรรศการหกขามาโซว์: The Insect Circus. โดย พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา, 2565,
(<https://web2.nsm.or.th/temporary-exhibitions.html>).

(ข) จาก ธรรมศาสตร์ เดินหน้าเปลี่ยนโครงสร้างสังคม-เศรษฐกิจ หนุน 30 นวัตกรรม SDGs สร้างอนาคตยั่งยืน โดย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2568,
(<https://tu.ac.th/thammasat-210768-sdgs-innovation-for-life>)

3. นิทรรศการเคลื่อนที่ (traveling exhibition) เป็นนิทรรศการที่ผู้จัดทำทำเป็นชุดสำเร็จรูปสามารถเคลื่อนย้ายไปแสดงในที่ต่าง ๆ หมุนเวียนสลับกันไป อาจใช้เวลาแสดงเพียงครึ่งวันหรือหนึ่งวัน เช่น วิทยาศาสตร์สัญจรสู่สถานศึกษา จัดโดย ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาพระนครศรีอยุธยา และคาราวานวิทยาศาสตร์ขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) ที่จัดนิทรรศการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการจัดนิทรรศการเคลื่อนที่

หมายเหตุ: จาก คาราวานวิทยาศาสตร์ อพวช. (สายสีชมพู). โดย องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.), 2565, (<https://www.nsm.or.th/nsm/th/event/external-activities/science-caravan.html>).

2.3 การจัดมุมวิทยาศาสตร์

มุมวิทยาศาสตร์เป็นมุมที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้ เช่น การสังเกต เปรียบเทียบ จัดจำแนก จัดหมวดหมู่ เพื่อทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติรอบตัว ผ่านการเล่น ทดลอง ง่าย ๆ ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นิยมจัดเป็นมุมเสริมประสบการณ์ที่เหมาะสมกับเด็กปฐมวัย โดยการแบ่งพื้นที่ในห้องเรียนเพื่อให้เด็กปฐมวัยได้เรียนรู้อย่างอิสระ หรือเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่ได้จัดเตรียมไว้ ทั้งนี้ สิ่งที่ผู้สอนต้องคำนึงถึงในการจัดมุมวิทยาศาสตร์ (ศุภลักษณ์ ศรีดอกไม้, 2551) มีดังต่อไปนี้

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดมุมวิทยาศาสตร์

1. **พื้นที่** มุมวิทยาศาสตร์ต้องจัดพื้นที่สำหรับทำกิจกรรม โดยมีโต๊ะที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย สามารถเข้าถึงเครื่องมือและวัสดุที่จำเป็นได้ง่าย และมีแสงสว่างเพียงพอ ในกรณีที่มีอุปกรณ์หรือวัตถุทดลองควรจัดพื้นที่ให้สะดวกต่อการใช้งาน และมีพื้นที่เก็บอุปกรณ์อย่างเป็นสัดส่วน มีชั้นวางสำหรับเก็บวัสดุหรือเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และอาจตกแต่งบริเวณพื้นที่ด้วยโปสเตอร์หรือภาพประกอบเกี่ยวกับแนวคิดหลัก ๆ ของวิทยาศาสตร์ เช่น วัฏจักรของสิ่งมีชีวิต ระบบโลก หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. สื่อและอุปกรณ์ สื่อและอุปกรณ์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ควรจัดไว้ในมุมวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- ประเภทอุปกรณ์ เช่น แวนชยาย กล้องจุลทรรศน์ขนาดเล็ก แม่เหล็ก
- ประเภทสื่อจำลอง เช่น โมเดลส่วนประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ พื้นที่จำลองที่อยู่อาศัยของสัตว์ ภูเขาไฟจำลอง
- ประเภทสื่อของจริง เช่น ปลาขนาดเล็ก พืชพันธุ์ไม้ ก้อนหิน
- ประเภทหนังสือ วารสาร หรือรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น หนังสือเกี่ยวกับสัตว์ ธรรมชาติ หนังสือปรากฏการณ์ธรรมชาติ หนังสือการทดลองต่าง ๆ และหนังสือพจนานุกรมภาพ



ภาพที่ 2.8 การจัดมุมวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย

หมายเหตุ: จาก ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ลพบุรี. โดย เทใจดอทคอม, 2562, (<https://taejai.com/th/project/highscope /timeline>).

2.4 การจัดทัศนศึกษา

การจัดทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ผ่านการเรียนรู้นอกห้องเรียน ทำให้ได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง และการลงมือปฏิบัติจริง จึงเป็นการใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ ทั้งนี้ การพาผู้เรียนไปทัศนศึกษาที่ถูกต้องตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 (ฉบับที่ 2) นั้น ต้องมีหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่หัวหน้าสถานศึกษามอบหมายทำหน้าที่พาผู้เรียนไป ซึ่งการพาผู้เรียนไปทัศนศึกษาต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ

ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องในการพาผู้เรียนไปทัศนศึกษานอกสถานศึกษาจึงต้องดำเนินการด้านเอกสาร ข้อกำหนด และขั้นตอนในการขออนุญาตอย่างละเอียด (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ, 2565)

เอกสารหลักฐานประกอบการขออนุญาตพาผู้เรียนไปทัศนศึกษานอกสถานศึกษา ได้แก่

- หนังสือนำส่งของโรงเรียน
- โครงการไปทัศนศึกษา
- คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมการเดินทาง
- รายชื่อผู้เรียนและครูผู้ควบคุม
- กำหนดการกิจกรรมประจำวันและแผนที่การเดินทางพอสังเขป
- เอกสารขออนุญาตผู้ปกครอง
- เอกสารกรมธรรม์ประกันภัย
- กรณีจ้างเหมารถโดยสาร ต้องมีเอกสารของพนักงานขับรถ เช่น ใบขออนุญาตขับขี่รถยนต์ และทะเบียนบ้านของพนักงานขับรถ



(ก) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา
ท้องฟ้าจำลอง กรุงเทพฯ



(ข) พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติธรณี
วิทยาเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดปทุมธานี

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หมายเหตุ: (ก) จาก ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา (ท้องฟ้าจำลอง). โดย องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน), 2563, (<https://cbtthailand.dasta.or.th/webapp/relattraction/content/3002/>).

(ข) จาก พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติธรณีวิทยาเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดปทุมธานี. โดย ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน), 2564, (<https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/1264>).

2.4.1 ข้อควรปฏิบัติในการพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา

- ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการเดินทางและการพักผ่อนของผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ต้องได้รับอนุญาตจากผู้มีอำนาจพิจารณาอนุมัติโครงการก่อนพาผู้เรียนออกนอกสถานศึกษา

- ให้หัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย จำนวน 1 คน เป็นผู้ควบคุม และจะต้องมีครูหรือบุคคลที่ได้รับมอบหมาย จำนวน 1 คน ต่อผู้เรียนไม่เกิน 30 คนเป็นผู้ช่วยผู้ควบคุม กรณีมีผู้เรียนและเป็นผู้หญิงไปด้วย จำเป็นต้องให้มีครูผู้หญิงควบคุมไปด้วยตามความเหมาะสม
- ให้หัวหน้าสถานศึกษาเป็นผู้พิจารณาเลือกเส้นทางที่จะเดินทาง และยานพาหนะที่จะใช้ในการเดินทาง ซึ่งต้องอยู่ในสภาพมั่นคงแข็งแรง รวมถึงพนักงานขับรถหรือผู้ควบคุมยานพาหนะที่มีความรู้ความชำนาญด้วย
- ในการเดินทางให้พิจารณาขอความร่วมมือไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอคำแนะนำหรือขอความร่วมมืออื่น ๆ เท่าที่จำเป็น รวมทั้งให้มีป้ายระบุโครงการ กิจกรรม และสถานศึกษาแสดงให้เห็นเด่นชัดติดที่ข้างรถ มีหมายเลขกำกับติดที่ด้านหน้าและด้านหลังรถในตำแหน่งที่ชัดเจน
- กรณีการพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษาโดยใช้รถโดยสารไม่ต่ำกว่า 40 ที่นั่ง จำนวน 3 คันขึ้นไป ควรจัดให้มีรถนำขบวน สำหรับการใช้รถโดยสารต่ำกว่า 40 ที่นั่ง จำนวน 3 คันขึ้นไป ให้หัวหน้าสถานศึกษาพิจารณาตามความเหมาะสม
- จัดให้มีอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้นประจำรถ และดูแลผู้เรียนที่มีโรคประจำตัว
- ให้สถานศึกษาจัดให้มีการประกันภัยการเดินทางแก่ผู้เรียน เว้นแต่สถานศึกษาได้จัดให้มีการประกันภัยที่คุ้มครองกรณีดังกล่าวอยู่ก่อนแล้ว



ภาพที่ 2.10 ที่ศนศึกษาแหล่งเรียนรู้

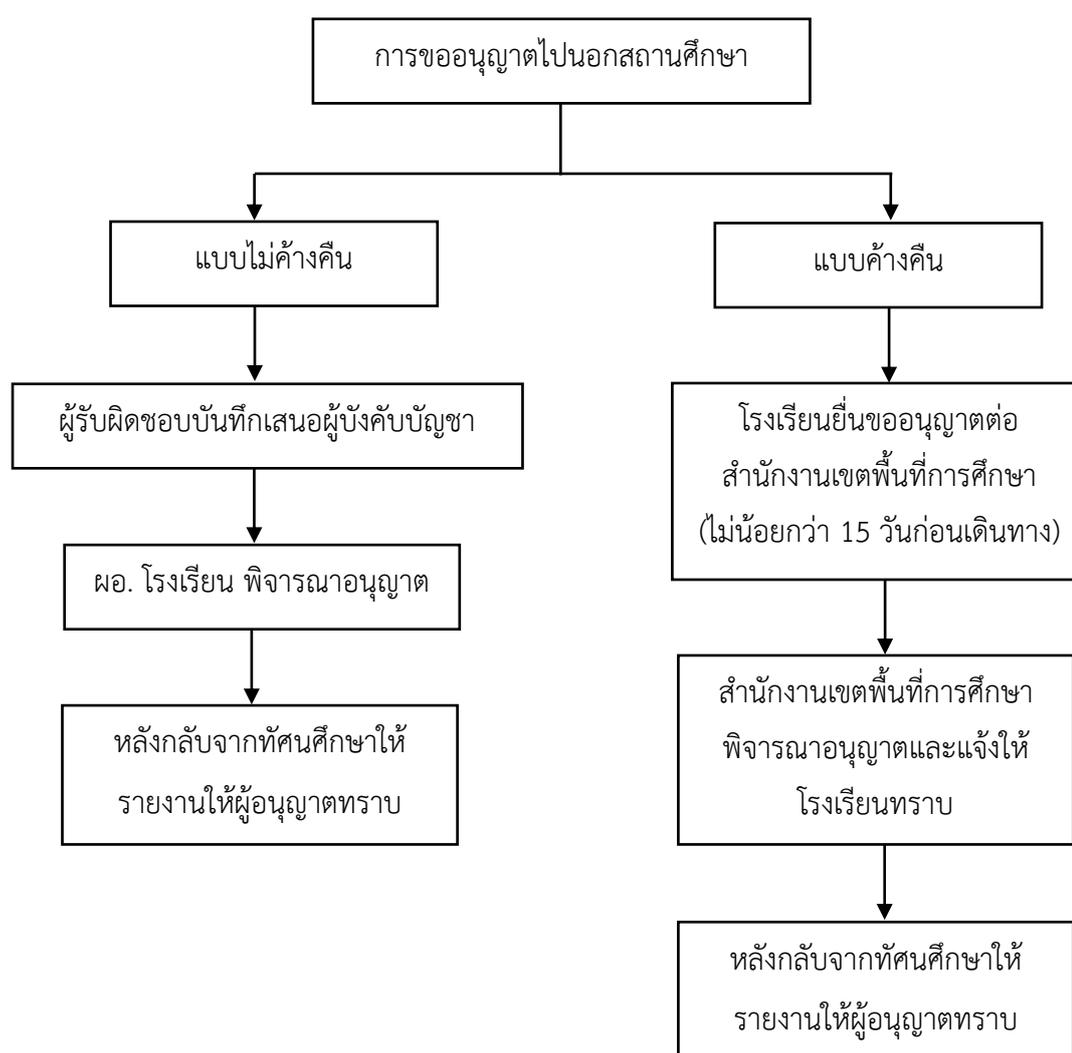
หมายเหตุ: จาก โครงการที่ศนศึกษาแหล่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. โดย โรงเรียนมหิศราธิบดี, 2566, (http://mtd.ac.th/gallery-detail_104151).

2.4.2 ขั้นตอนการขออนุญาตพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา

ในการขออนุญาตพาผู้เรียนออกไปนอกสถานศึกษา ในกรณีแบบไม่ค้างคืน ผู้รับผิดชอบโครงการต้องทำบันทึกเสนอต่อผู้บังคับบัญชา และผู้อำนวยการโรงเรียนเป็นลำดับ แต่ถ้าในกรณีแบบค้างคืน ให้สถานศึกษายื่นแบบขออนุญาตการพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา พร้อมเอกสารที่เกี่ยวข้องมายัง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ก่อนวันเดินทางไม่น้อยกว่า 15 วัน หลังจากที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรวจสอบเอกสารหลักฐาน ถ้าสถานศึกษาส่งหลักฐานไม่ครบถ้วน จะแจ้งกลับให้สถานศึกษานำเอกสารมาประกอบให้ครบถ้วน จึงดำเนินการเสนอผู้บังคับบัญชาตามลำดับเพื่อพิจารณาอนุญาต และแจ้งให้สถานศึกษาทราบต่อไป

ขั้นตอนการขออนุญาตพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา



ภาพที่ 2.11 ขั้นตอนขออนุญาตพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา

หมายเหตุ: จาก คู่มือการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา. โดย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร. 2565. (<https://www.sesaomuk.go.th/wp-content/uploads/2022/07/คู่มือการพานักเรียนไปนอกสถานศึกษาQR.pdf>).

2.5 การไต่สวนทางวิทยาศาสตร์

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ได้ให้ความหมายของ “ไต่สวน” ไว้ว่า เป็นการแสดงกรรมโดยมีฝ่ายเสนอและฝ่ายค้าน การพูดไต่สวนที่ จึงเป็นการใช้คำพูดโต้ตอบของบุคคล 2 ฝ่ายที่ใช้เหตุผลประกอบ เพื่อหักล้างเหตุผลของอีกฝ่ายหนึ่ง และพยายามใช้คำพูดเพื่อโน้มน้าวให้ผู้ฟังคล้อยตามจากความหมายของการพูดไต่สวนที่ข้างต้น การไต่สวนทางวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง การลงความเห็นในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ของบุคคล 2 ฝ่าย ที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยใช้ข้อกล่าวอ้าง เหตุผลในการสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ที่เชื่อถือได้ ซึ่งการไต่สวนในแต่ละครั้งจะมีองค์ประกอบ ดังนี้ (มูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2566)

- ผู้คดี หรือหัวข้อในการไต่สวนที่ เป็นประเด็นหรือหัวข้อที่เป็นผู้คัดกลาง ๆ ที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ ทำให้ฝ่ายเสนอและฝ่ายค้านไม่ได้เปรียบหรือเสียเปรียบกันมากนัก เช่น ผู้คัดค้านธรรมชาติกับ GMOs อะไรจะไวกว่ากัน ผู้คัดค้านโคลนมนุษย์ก่อให้เกิดปัญหาสังคมจริงหรือหลอก
- คณะบุคคลที่ดำเนินการไต่สวนที่ ประกอบด้วย
 - ประธานหรือผู้ดำเนินการไต่สวนที่ มีหน้าที่กล่าวเปิด แจ้งผู้คดี ระเบียบการ และกล่าวแนะนำผู้โต้ทั้งสองฝ่าย
 - ผู้ไต่สวนที่ ซึ่งประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายเสนอข้อมูล และฝ่ายค้าน โดยแต่ละฝ่ายประกอบด้วยหัวหน้าและผู้สนับสนุน 2-3 คน
 - กรรมการตัดสิน เป็นผู้มีความสามารถเข้าใจในการไต่สวนที่เป็นอย่างดี
- ผู้ฟัง ทำหน้าที่ตั้งใจฟังข้อมูลของฝ่ายเสนอและฝ่ายค้าน

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการไต่สวนที่ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน เช่น จากการศึกษางานวิจัยของ ภาวิณี รัตนคอน (2561) เรื่อง การศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนไต่สวนที่ทางวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหาร GMOs มีข้อดีมากกว่าข้อเสีย และ เรื่อง ป่า-เขื่อน ประโยชน์ที่สวนทาง โดยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์มาอภิปราย โต้แย้งกัน ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรม พบว่าผู้เรียนสามารถนำแนวคิดวิทยาศาสตร์มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือนำมาโต้แย้งได้ ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจแก่นทัศน์ มีทักษะการโต้แย้ง และมีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้

2.6 การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific innovation) เป็นนวัตกรรมหรือเครื่องมือเครื่องใช้ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ตามหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรืออาจประดิษฐ์ พัฒนาต่อยอดจากสิ่งเดิมให้มีประโยชน์กว่า สะดวกกว่า การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีข้อดีต่อผู้เรียนหลายด้าน เช่น กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดค้นคว้าและผลิตสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมขึ้นพื้นฐาน ช่วยให้เกิดความร่วมมือในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีเหตุผลและได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาต่าง ๆ มักแสดงร่วมกับการจัดบอร์ดหรือป้ายนิเทศหรือจัดในงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้งานนิทรรศการน่าสนใจมากขึ้น



ภาพที่ 2.12 การประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

หมายเหตุ: จาก การประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ม.ต้น ในงานนิทรรศการวันวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2565 ในหัวข้อ “Science for every Generation”. โดย โรงเรียนลิ้นฟ้าพิทยาคม, 2565, (<https://www.lppk.ac.th/?p=60>).

2.7 การแสดงทางวิทยาศาสตร์

การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (science show) เป็นกิจกรรมแสดงทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้สื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ มาผสมผสานประกอบการแสดง ทำให้ผู้ชมเกิดความสุขสนุกสนาน คล้อยตาม มีลักษณะเฉพาะตัวคล้ายการเล่นมายากล แต่สามารถใช้ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อธิบายได้ การแสดงจะเน้นไปในทางการแสดงเชิงสาธิตการทดลองที่จะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ทำให้การแสดงวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และสร้างความประทับใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนในทุกๆระดับได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 2.13 การแสดงทางวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: จาก ผลการแข่งขันศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ 70 ปีการศึกษา 2565 ระดับเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร. โดย โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย, 2565, (<https://www.wattana.ac.th/wattana/students-news/ผลการแข่งขันศิลปหัตถกรรม/>).

กล่าวโดยสรุป กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร ที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ความสนใจวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมกิจกรรมหรือไม่ตามความสนใจ การจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาบทเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเอง จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

บทสรุป

กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ในรูปแบบชุมนุมนอกหลักสูตร ที่ผู้เรียนสามารถเลือกกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ตามความสนใจหรือตามศักยภาพของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลายทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนและกิจกรรมนอกห้องเรียน สนับสนุนด้านสื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำแก่ผู้เรียน ในขณะที่ผู้เรียนต้องแบ่งเวลาในการทำกิจกรรมอย่างเหมาะสมเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการศึกษา กระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ใช้ทักษะการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีอย่างถูกต้อง และมีจริยธรรมในการรวบรวมข้อมูล

2. การจัดบอร์ดหรือป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ผู้สอนต้องการนำเสนอความรู้หรือผลงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้เรียนได้รับรู้

โดยนำข้อมูลความรู้ข่าวสารที่ได้มาจัดเป็นบอร์ดหรือป้ายนิเทศ ซึ่งสามารถจัดไว้บริเวณหน้าห้องเรียน ห้องสมุด หรือบริเวณสถานที่ต่าง ๆ ในโรงเรียน หรืออาจนำผลงานของผู้เรียนมาจัดเป็นนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อกระตุ้นความสนใจและเพิ่มการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ซึ่งการจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น นิทรรศการถาวร นิทรรศการชั่วคราว และนิทรรศการเคลื่อนที่

3. การจัดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นมุมภายในห้องเรียนที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ ในการศึกษาหาความรู้ เช่น การสังเกต เปรียบเทียบ จัดจำแนก จัดหมวดหมู่ผ่านการเล่น หรือการทดลองอย่างง่าย ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง จึงนิยมจัดเป็นมุมเสริมประสบการณ์ที่เหมาะสมกับเด็กปฐมวัย ทั้งนี้การจัดมุมวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่ สื่อและอุปกรณ์ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

4. การจัดทัศนศึกษา เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ผ่านการเรียนรู้ นอกห้องเรียน ทำให้ได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง และการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งการพาผู้เรียนไปทัศนศึกษา ต้องเป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษา พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 (ฉบับที่ 2) ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องในการพาผู้เรียนไปทัศนศึกษานอกสถานศึกษาต้องดำเนินการด้านเอกสารข้อกำหนด และขั้นตอนในการขออนุญาตอย่างละเอียด โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ

5. การโต้วาทีทางวิทยาศาสตร์ เป็นการลงความเห็นในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ของบุคคล 2 ฝ่าย ที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยใช้ข้อกล่าวอ้างและเหตุผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เชื่อถือได้ ในการโต้วาทีทางวิทยาศาสตร์ จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) ผู้ตัดสินหรือหัวข้อในการโต้วาทีที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2) คณะบุคคลที่ดำเนินการโต้วาที ได้แก่ ผู้ดำเนินการโต้วาที ผู้โต้วาทีฝ่ายเสนอและฝ่ายค้าน และผู้ฟัง

6. การจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการประกวดนวัตกรรมหรือเครื่องมือเครื่องใช้ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ตามหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการประดิษฐ์ พัฒนา ต่อยอดจากสิ่งเดิมให้มีประโยชน์กว่า สะดวกกว่า จึงเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดค้นคว้าและผลิตสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่วยให้เกิดการร่วมมือในการทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

7. การแสดงทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ใช้สื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ มาผสมผสานประกอบการแสดง ทำให้ผู้ชมเกิดความสนุกสนาน คล้อยตาม กิจกรรมที่นำมาแสดงสามารถใช้ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อธิบายได้ โดยเน้นไปในทางการแสดงเชิงสาธิตการทดลองที่จะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจ แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ และสร้างเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ทำให้การแสดงวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และสร้างความประทับใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนในทุกๆระดับ

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างไร
2. การจัดบอร์ดหรือป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างไร
3. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดมุมวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษามีอะไรบ้าง
4. การจัดทำศนศึกษาแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกโรงเรียนมีข้อดีและข้อเสียต่อผู้เรียนอย่างไร
5. การได้วาทีทางวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมทักษะของผู้เรียนในด้านใดบ้าง
6. ถ้าต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง และการลงความเห็นจากข้อมูล ควรจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ประเภทใด
7. ยกตัวอย่างการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยเสริมการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 2 ตัวอย่าง
8. เอกสารหลักฐานประกอบการขออนุญาตพาผู้เรียนไปทัศนศึกษานอกสถานศึกษามีอะไรบ้าง
9. ยกตัวอย่างสื่อและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการจัดมุมวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับปฐมวัย
10. ยกตัวอย่างกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา จำนวน 2 ตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม. (2566). รายงานผลการปฏิบัติที่เป็นเลิศของสถานศึกษา (Best Practice) กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเปิดฟ้า ส่องโลก ดาราศาสตร์ เปิดโอกาสการเรียนรู้ทั่วโลก. https://mpk.ac.th/Best_practice/M01/Best%20Practice%20กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ฯ.pdf
- ชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ โรงเรียนพนมอดุลวิทยา. (2566). <https://www.facebook.com/p/ชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์-โรงเรียนพนมอดุลวิทยา-100057622502088/>
- เทใจดอทคอม. (2562). ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก สพบบุรี. <https://taejai.com/th/project/highscope/timeline>
- บริษัท 168 เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. (2559). ประเภทของนิทรรศการ. http://www.digitalschool.club/digitalschool/art/art3_2/more/item5.2.3.php.
- พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา. (2565). นิทรรศการหกขามาโซว: *The Insect Circus*. องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). <https://web2.nsm.or.th/temporary-exhibitions.html>
- ภาวิณี รัตนคอน. (2561). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. [วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. <https://intanin.lib.ku.ac.th/>
- มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2568). ธรรมศาสตร์ เดินหน้าเปลี่ยนโครงสร้างสังคม-เศรษฐกิจ หนุน 30 นวัตกรรม SDGs สร้างอนาคตยั่งยืน. <https://tu.ac.th/thammasat-210768-sdgs-innovation-for-life>
- มูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2566). ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การโต้วาที. <https://dltv.ac.th/teachplan/episode/60566>
- โรงเรียนมหิศราธิบดี. (2566). โครงการทัศนศึกษาแหล่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. http://mtd.ac.th/gallery-detail_104151/กิจกรรมของโรงเรียน/ทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้-2/
- โรงเรียนลิ้นฟ้าพิทยาคม. (2565). การประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ม.ต้น ในงานนิทรรศการวันวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2565 ในหัวข้อ “Science for every Generation”. <https://www.lppk.ac.th/?p=60>
- โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย. (2565). ผลการแข่งขันศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ 70 ปีการศึกษา 2565 ระดับเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร. <https://www.wattana.ac.th/wattana/students-news/ผลการแข่งขันศิลปหัตถกรรม/>
- โรงเรียนอนุบาลยะรัง. (2558). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุม FUN WITH SCIENCE. <https://www.anubanyarang.ac.th/web/nwyarang/download>

/Best%20Practice%20Nisainee.pdf

ศุภลักษณ์ ศรีดอกไม้. (2551). ผลการใช้มุมประสบการณ์ในห้องเรียนที่มีต่อความมีระเบียบวินัยของเด็กปฐมวัย. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ear_Chi_Ed/Supluk_S.pdf

ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน). (2564). พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติธรณีวิทยาเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดปทุมธานี. <https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/1264>

สุวรรณี พรหมประสิทธิ์. (2559). เทคนิค กระบวนการ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุมชนนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย.

https://www.scisoc.or.th/old/images/stories/youngscientist/k_3213.pdf

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). คู่มือการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา.

<https://www.sesaomuk.go.th/wp-content/uploads/2022/07/คู่มือการพานักเรียนไปนอกสถานศึกษาQR.pdf>

ห้องสมุดโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล. (2560).

<https://www.facebook.com/100079902986551/posts/1410675925694611/>

องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน). (2563). ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา (ท้องฟ้าจำลอง). <https://cbtthailand.dasta.or.th/webapp/relattraction/content/3002/>

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). (2564). พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์.

<https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/3320>

_____. (2565). คาราวานวิทยาศาสตร์ อพวช. (สายสีชมพู).

<https://www.nsm.or.th/nsm/th/event/external-activities/science-caravan.html>

บทที่ 3

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

กิจกรรมเสริมหลักสูตรผู้เรียนในสถานศึกษา นอกจากจะจัดขึ้นภายในสถานศึกษาแล้ว ผู้สอนยังสามารถส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้โดยการทำกิจกรรมนอกสถานศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง และสามารถเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับสิ่งรอบตัวได้ ทั้งนี้ การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์นอกสถานศึกษาให้กับนักเรียน สิ่งสำคัญอย่างแรกที่ครูผู้จัดค่ายวิทยาศาสตร์ต้องตระหนักถึง คือ ความปลอดภัยของผู้เรียนในการเดินทาง และขณะทำกิจกรรม จึงเป็นกิจกรรมที่ต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีการดูแลผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้ การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรนอกสถานศึกษา เช่น การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการนำผู้เรียนไปทัศนศึกษา นอกสถานศึกษา ซึ่งในการจัดกิจกรรมเสริมประสบการณ์เรียนรู้ ผู้สอน ผู้บริหาร และผู้เกี่ยวข้อง ในสถานศึกษา ควรทำความรู้ความเข้าใจในหลักการและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรม ดังต่อไปนี้

3.1 ค่ายวิทยาศาสตร์

ค่ายวิทยาศาสตร์ (science camp) เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ภายนอกสถานศึกษารูปแบบหนึ่ง ที่ช่วยเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับผู้เรียนได้ ซึ่งมีการจัดกิจกรรมในรูปแบบที่หลากหลาย ข้อดีของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์นอกจากผู้เรียนจะได้รับความรู้แล้ว ยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน สามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปวิเคราะห์แก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการฝึกทักษะกระบวนการคิด การทดลอง การทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้มารวมกลุ่ม เรียนรู้ร่วมกันในแหล่งเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการสังเกต สำรวจ และรวบรวมข้อมูล เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติในท้องถิ่นและชุมชน และยัง

เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความสามารถในการตัดสินใจ

สถานศึกษาสามารถจัดค่ายวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้ตั้งแต่ในระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษา ซึ่งกิจกรรมที่จัดขึ้นในค่ายจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะ และช่วงอายุของผู้เรียน แต่โดยรวมแล้ววัตถุประสงค์ของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับชั้นจะสอดคล้องกัน ดังนี้

3.1.1 วัตถุประสงค์ของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์

1. เพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการ ส่งเสริมประสบการณ์ตรงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ปลุกฝังเจตคติต่อการเป็นนักวิทยาศาสตร์ และผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกการอยู่ร่วมกัน การทำงานเป็นทีม มีความสามัคคี มีมนุษยสัมพันธ์

4. ส่งเสริมให้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. ได้มีโอกาสใช้แหล่งเรียนรู้และวิทยากรที่มีความรู้เฉพาะด้านภายนอกห้องเรียน

เพื่อให้การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนสูงสุด ผู้จัดจึงควรกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมให้ชัดเจน โดยสามารถแบ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมตามระยะเวลาในการจัด และตามเนื้อหาของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ต้องการจัดได้ ดังนี้

3.1.2 รูปแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์

1. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์แบ่งตามระยะเวลาการเรียนรู้ออกเป็น 2 แบบ คือ แบบค่าย 1 วัน และค่ายค้างคืน ดังตัวอย่างการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) ที่ได้จัดค่ายวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กและเยาวชน ซึ่งประกอบไปด้วย

- ค่าย 1 วัน เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นสร้างความตระหนัก จุดประกาย และสร้างแรงบันดาลใจทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับเด็กและเยาวชน ระดับประถมศึกษาตอนปลาย – มัธยมศึกษาตอนปลาย
- ค่ายค้างคืน เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำมาสร้างสรรค์นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการลงมือทดลองในห้องปฏิบัติการ และการฟังบรรยายจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา



ภาพที่ 3.1 ค่ายวิทยาศาสตร์ 1 วัน สำหรับเด็กและเยาวชนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1 – ม.3) ของ สวทช. เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 หมายเหตุ: จาก สวทช. พัฒนาค่ายสะเต็มแนวใหม่ผ่านกิจกรรม “อลิซในดินแดนวิทยาศาสตร์มหัศจรรย์” เพื่อเสริมสมรรถนะและฝึกทักษะสำคัญในโลกอนาคตให้เยาวชน. โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), 2566, (https://www.nstda.or.th/home/news_post/aliceinscience/).

2. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์แบ่งตามเนื้อหาการเรียนรู้

- ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน เช่น
 - ค่ายวิทยาศาสตร์ที่เน้นการทดลองเฉพาะด้านในสาขาต่าง ๆ เช่น การทดลองทางเคมี ชีววิทยา จุลชีววิทยา เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลองจริง โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์
 - ค่ายดาราศาสตร์ที่เน้นให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโลก ดวงจันทร์ ดวงดาว ดวงอาทิตย์ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนท้องฟ้า โดยผู้เรียนจะได้ดูดาวจริงผ่านกล้องโทรทรรศน์ กล้องสองตา และการใช้แผนที่ดาวช่วยในการดูดาว
 - ค่ายธรณีวิทยา ที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจเกี่ยวกับแร่ หิน แผนที่ทางธรณีวิทยา และภูมิประเทศ
- ค่ายวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน จัดขึ้นเพื่อบูรณาการกับความรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เช่น
 - ค่ายวิทยาศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ที่ให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษในการทำกิจกรรม
 - ค่ายสะเต็ม ที่นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
 - ค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้สร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยใช้กระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา



ภาพที่ 3.2 ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน (ค่าย ธรรมวิทยา)

หมายเหตุ: จาก กิจกรรม ค่ายธรรมวิทยา ปี 2565. โดย
โรงเรียนสาธิตหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2565,
(<https://cmud.edu.cmu.ac.th/news/4024-bl81lqzgw2hjwtuehy3>).



ภาพที่ 3.3 ค่ายวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน
(ค่ายสะเต็มศึกษา)

หมายเหตุ: จาก กิจกรรมโรงเรียนสะเต็มศึกษา. โดย
โรงเรียนทาชุมเงินวิทยาคาร, 2564,
(http://tk-lp.ac.th/gallery-detail_48318).

3.1.3 ขั้นตอนการจัดค่ายวิทยาศาสตร์

ในกรณีที่สถานศึกษาเป็นผู้จัดค่ายวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนของตนเองโดยใช้สถานที่ในสถานศึกษาเองหรือใช้สถานที่อื่น ๆ ในชุมชน เพื่อสร้างประสบการณ์โดยตรงให้กับผู้เรียนต้องมีการดำเนินการเตรียมความพร้อม ดังต่อไปนี้ (ชุตินา วัฒนาศิริ, 2536)

1. **ขั้นเตรียมการ** ควรมีระยะเวลาในการเตรียมการล่วงหน้าอย่างน้อยไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ซึ่งเวลาในขั้นนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกิจกรรม และระยะเวลาที่จัดค่าย โดยเริ่มจาก

1.1 จัดทำโครงการค่ายวิทยาศาสตร์ และแต่งตั้งคณะกรรมการฝ่ายต่าง ๆ กำหนดหลักการ และเหตุผล วัตถุประสงค์ในการจัดค่าย กิจกรรมในค่าย งบประมาณการใช้จ่าย ระยะเวลา และผลที่คาดว่าจะได้รับจากการจัดค่ายนั้น ๆ

1.2 กำหนดกลุ่มผู้เรียนในการเข้าค่าย โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกให้ชัดเจนและเหมาะสม

1.3 เตรียมเนื้อหาและกิจกรรมที่ระบุตามโครงการ ทั้งด้านงานวิชาการและด้านนันทนาการ ซึ่งมีความแตกต่างกัน ดังนี้

- **กิจกรรมด้านวิชาการ**

กิจกรรมด้านวิชาการในค่าย เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมหลักสูตรปกติที่เรียนในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งควรเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถจัดได้หรือจัดได้ยากในชั้นเรียนปกติ เช่น

- การศึกษาคูงานในหน่วยงานหรือสถานที่ต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้ เช่น พิพิธภัณฑสถานทางวิทยาศาสตร์ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา และ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติทางธรณีวิทยา
- การศึกษาและสำรวจธรรมชาติ เป็นการพาผู้เรียนไปศึกษาระบบนิเวศในธรรมชาติ หรือสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ เช่น ค่ายอนุรักษ์ทะเล ค่ายอนุรักษ์ป่าชายเลน
- การฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ หรือฝึกทักษะการคิดขั้นสูง เช่น ค่ายทักษะนักวิทยาศาสตร์ ค่ายพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- การเข้าฟังบรรยายทางวิชาการจากบุคคลที่มีผลงานหรือมีชื่อเสียงด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ค่ายวิทย์-เศรษฐกิจพอเพียง ค่ายวิทยาศาสตร์เกษตรจากผู้รู้ในท้องถิ่น หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ

- กิจกรรมนันทนาการ

กิจกรรมนันทนาการเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการแสดงออก การทำงานเป็นทีม และสร้างเจตคติที่ดีของผู้เรียน เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาสั้น เพื่อผ่อนคลายความเครียด กิจกรรมนันทนาการในค่ายวิทยาศาสตร์มักมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมด้านวิชาการ หรือสัมพันธ์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เช่น การแข่งขันตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การเล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์

1.4 ติดต่อประสานงานด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ที่พัก อาหาร ยารักษาโรค และความปลอดภัย

1.5 ทำหนังสือขออนุญาตผู้ปกครองในการนำเด็กมาเข้าค่าย

2. **ขั้นตอนการ** เป็นขั้นที่ครูผู้จัดค่ายดำเนินการตามที่วางแผนไว้ ดังนี้

2.1 ประชุมคณะกรรมการก่อนจัดกิจกรรมเพื่อสรุปขั้นตอนการเตรียมการ และทบทวนความพร้อมของกิจกรรม

2.2 ดูแลผู้เรียนตลอดระยะเวลาในการทำกิจกรรมทั้งด้านเนื้อหาวิชาการที่ได้รับ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และความปลอดภัยในขณะทำกิจกรรม

3. **ขั้นประเมินผล** ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ มักมีการประเมินผลการทำค่าย 2 แบบ คือ

- การประเมินประจำวัน ในกรณีการจัดค่ายที่มากกว่า 1 วัน หรือเป็นรูปแบบค่ายค้างคืน โดยการประชุมประเมินผลการทำกิจกรรมระหว่างคณะกรรมการค่าย เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องของกิจกรรมในวันนั้น และปรับปรุงแก้ไข
- การประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเข้าค่าย เป็นการประเมินผลความพึงพอใจในแต่ละด้านของกิจกรรมค่าย ทั้งด้านวิชาการและด้านนันทนาการ ตลอดจนการจัดการต่าง ๆ ภายในค่าย ซึ่งมักเป็นการประเมินผลโดยผู้เรียนหรือผู้ที่เข้าร่วมการเข้าค่าย เพื่อประโยชน์ในการนำไปปรับปรุงแก้ไขในการจัดค่ายครั้งต่อไป

3.1.4 ตัวอย่างการทำโครงการค่ายวิทยาศาสตร์

ชื่อโครงการ : ค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสอดคล้องตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) : มาตรฐานที่ 3

ความสอดคล้องตามนโยบายของสพฐ. : ด้าน 3

ความสอดคล้องกับกลยุทธ์ของโรงเรียน : กลยุทธ์ที่ 5

ผู้รับผิดชอบโครงการ : นายวิทยา สอนเก่ง และครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาดำเนินการ : 7 - 8 กรกฎาคม 2567

1. หลักการและเหตุผล

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยี และเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญในการค้นหาความรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้วิทยาศาสตร์พัฒนาเจริญก้าวหน้ามากขึ้นได้ในปัจจุบัน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรส่งเสริมสร้างให้แก่ผู้เรียนในทุกระดับ เพราะผู้ที่มีความรู้วิทยาศาสตร์และมีทักษะด้านเทคโนโลยี จะเป็นผู้ที่มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ และคิดวิเคราะห์ที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาได้ แต่การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากการเรียนในห้องเรียนเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ และทำให้ไม่ได้รับประสบการณ์จริงในการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวทางจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่มุ่งเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว อาจไม่ทำให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่วางไว้

กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมเสริมความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยเสริมความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้จากการเรียนรู้ในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง และการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะดังกล่าว และได้รับประสบการณ์ตรง ทางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้จัดทำโครงการค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะด้านเทคโนโลยี และเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้จากการเข้าค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาได้

3. เป้าหมาย

เชิงคุณภาพ

1. ผู้เรียนร้อยละ 90 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แก้ปัญหาผ่านกระบวนการและกิจกรรมจัดการเรียนรู้
2. ครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร้อยละ 90 ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

เชิงปริมาณ

1. ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คน
2. ครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 คน

4. วิธีดำเนินการและระยะเวลาดำเนินการ

ขั้น PLAN

1. ประชุมวางแผนการจัดโครงการค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. นำเสนอโครงการต่อผู้บริหาร
3. แต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน

ขั้น DO

1. ออกแบบ คัดเลือกกิจกรรมในค่าย
2. ประชาสัมพันธ์นักเรียนและผู้ปกครอง
3. ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
4. จัดเตรียมอุปกรณ์
5. ดำเนินกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้น CHECK

1. นิเทศ ติดตามการดำเนินงานตามโครงการ
2. สอบถามความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง

ขั้น ACTION

1. วัดและประเมินผลการดำเนินงานและความพึงพอใจของผู้เรียน
2. จัดทำรายงานการดำเนินโครงการนำเสนอต่อผู้บริหาร และนำไปปรับใช้ในการดำเนินโครงการครั้งต่อไป

5. ระยะเวลาดำเนินการ

ที่	ขั้นตอนการดำเนินการ	ระยะเวลาดำเนินการ							
		พ.ศ. 2567							
		พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.	ประชุมวางแผนขออนุมัติโครงการ	↔							
2.	แต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน		↔						
3.	ออกแบบคัดเลือกกิจกรรม		↔						
4.	ประชาสัมพันธ์โครงการ		↔						
5.	ดำเนินกิจกรรมตามแผน			↔					
6.	ติดตาม สอบถามการดำเนินโครงการ			↔					
7.	วัดและประเมินผลการทำกิจกรรม			↔					
8.	สรุปและรายงานผล				↔				

6. งบประมาณดำเนินการ

ใช้งบประมาณทั้งสิ้น 37,375 บาท มีรายละเอียด ดังนี้

- เงินอุดหนุนรายหัว-..... บาท
- เงินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 37,375 บาท
- อื่น ๆ

ที่	รายการ	จำนวนหน่วย	ราคา (บาท)
1.	ค่ารถโดยสาร 2 วัน	1 คัน	16,000
2.	เบี้ยเลี้ยงครู	5 คน	1,200
3.	ค่าป้ายไวเนลโครงการ	1 แผ่น	400
4.	ค่าวัสดุ-อุปกรณ์ และเอกสาร 15 บาท/ชุด	35 ชุด	525
5.	ค่าที่พัก 1 คืน ๆ ละ 300 / คน	35 คน	10,500
6.	ค่าอาหาร มื้อละ 50 บาท จำนวน 4 มื้อ	35 คน	7,000
7.	ค่าวิทยากร/ค่าเข้าชม 35 คน ๆ ละ 50 บาท	35 คน	1,750
	รวม		37,375. -

7. สถานที่ดำเนินโครงการ

อาคารบ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร สวทช. จ.ปทุมธานี

8. การประเมินผล

- การสังเกต/ การร่วมกิจกรรม
- ผลงานและความสามารถของนักเรียน
- แบบประเมินความพึงพอใจต่อโครงการ

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่อดำเนินโครงการเรียบร้อยแล้ว คาดว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คนที่เข้าร่วมโครงการ มีคุณภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามเป้าหมายที่กำหนด ครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไม่ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด

ลงชื่อ.....ผู้เสนอโครงการ
(นายวิทยา สอนเก่ง)

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ
()

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ
()

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติโครงการ
()

ผู้อำนวยการโรงเรียน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

3.2 การทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ได้ให้ความหมายของ “ทัศนศึกษา” ว่าเป็น การท่องเที่ยวเพื่อแสวงหาความรู้นอกสถานที่ การจัดการเรียนรู้โดยการไปทัศนศึกษา (Field Trip) จึงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นำผู้เรียนออกไปศึกษาเรียนรู้ ณ สถานที่ที่เป็นแหล่งความรู้ในเรื่องนั้น การจัดทัศนศึกษาให้กับผู้เรียนจึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนได้

การทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ (science trip) เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ที่มีการจัดประสบการณ์เรียนรู้นอกห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการลงมือปฏิบัติจริงกับสถานที่ บุคคล และสื่อต่าง ๆ ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ได้รวดเร็ว วัตถุประสงค์หลักของการจัดทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเป็นการทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ประสบการณ์นอกห้องเรียน และได้เชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้ในห้องเรียนกับสภาพความเป็นจริงแล้ว การทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ยังมีวัตถุประสงค์แฝง ดังนี้

- เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำงานเป็นทีม ฝึกความสามัคคี เกิดทักษะการวางแผน และการประสานงาน
- เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักการสังเกต การทดลอง และพัฒนาความคิด
- เป็นการเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนตื่นตัว สนใจ และสนุกสนานกับการเรียนรู้
- ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรและแหล่งเรียนรู้ในชุมชนและท้องถิ่นให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้
- ช่วยสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนด้วยกันเอง และสถานศึกษากับชุมชน

3.2.1 แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน

กรีซติคักดี เชียมตะคุ (2566) ได้ศึกษาความหมายของแหล่งเรียนรู้และสรุปไว้ว่า แหล่งเรียนรู้ หมายถึง แหล่งที่ให้ข้อมูลข่าวสารความรู้ที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ได้แก่ บุคคล สถานที่ สถาบันต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ การเมือง วัฒนธรรม และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ตรง และยังสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ นอกจากนี้ แหล่งเรียนรู้ยังหมายถึง แหล่ง สถานที่ พื้นที่ทางกายภาพ และพื้นที่เสมือนจริงที่รวบรวมข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศ ความรู้ ประวัติศาสตร์ อารยธรรม ภูมิปัญญา ปรากฏการณ์ชาวบ้าน และประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้น โดยจะถูกเก็บรวบรวมไว้ในสถานที่ใดที่หนึ่ง ให้ผู้ที่สนใจสามารถเข้าไปแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง (ชไมพร ดิสภาพร และคณะ, 2564)

การจัดทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ตามแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยตรง โดยสามารถแบ่งแหล่งเรียนรู้่ออกได้ 3 ประเภท (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2561)

ประเภทของแหล่งเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้จากสถานที่จริง เช่น อุทยานแห่งชาติ สวนพฤกษชาติ และแหล่งตามธรรมชาติต่าง ๆ
2. แหล่งเรียนรู้ที่จัดหรือสร้างขึ้นอาจเป็นภายในหรือภายนอกสถานศึกษา
 - ภายในสถานศึกษา เช่น ห้องสมุด สนามในโรงเรียน ห้องโสตทัศนศึกษา
 - ภายนอกสถานศึกษา เช่น พิพิธภัณฑ์ สวนสัตว์ ห้องสมุดประชาชน สถาบันค้นคว้าวิจัย
3. แหล่งเรียนรู้ที่เป็นทรัพยากรบุคคล เช่น ปราชญ์ชาวบ้าน และบุคคลที่เป็นภูมิปัญญาในสาขาอาชีพ

นอกจากแหล่งเรียนรู้ประเภทต่าง ๆ ข้างต้น แหล่งเรียนรู้ที่สำคัญอีกประเภทหนึ่ง คือ “แหล่งเรียนรู้ในชุมชน” ที่นอกจากจะให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้แล้ว ยังทำให้ผู้เรียนเข้าใจสภาพชุมชนของตนเองอีกด้วย เนื่องจากเป็นแหล่งที่เชื่อมโยงให้สถานศึกษาและชุมชนมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน ทำให้ชุมชนมีส่วนร่วมในสถานศึกษา ซึ่งในแต่ละภูมิภาคจะมีแหล่งเรียนรู้ในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ผู้เรียนไปทัศนศึกษาแตกต่างกันออกไป เช่น

- กรุงเทพมหานครและภาคตะวันออก
 - พิพิธภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับ
 - ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ
 - ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (จังหวัดจันทบุรี)
 - สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลบางแสน (จังหวัดชลบุรี)
 - อุทยานแห่งชาติปางสีดา (จังหวัดสระแก้ว)
- ภาคกลาง
 - หอดูดาวเกิดแก้ว (จังหวัดกาญจนบุรี)
 - ศูนย์ภูมิรักษ์ธรรมชาติ (จังหวัดนครนายก)
 - พิพิธภัณฑ์และศูนย์ฝึกอบรมการแพทย์แผนไทย (จังหวัดนนทบุรี)
 - พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ (จังหวัดปทุมธานี)
 - อุทยานทางวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ (จังหวัดประจวบคีรีขันธ์)

- ภาคเหนือ
 - ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูงดอยตุง (จังหวัดเชียงราย)
 - หอดูดาวสิรินธร (จังหวัดเชียงใหม่)
 - ศูนย์วิจัยพืชสวนแพร่ (จังหวัดแพร่)
 - อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว (จังหวัดอุตรดิตถ์)
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
 - ศูนย์ศึกษาวิจัยและพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูกุ้มข้าว (จังหวัดกาฬสินธุ์)
 - อุทยานแห่งชาติภูแล้งคา (จังหวัดนครพนม)
 - ศูนย์วิทยาศาสตร์โรงเรียนบ้านค้อ (จังหวัดหนองบัวลำภู)
- ภาคใต้
 - ศูนย์วิจัยและศึกษาธรรมชาติป่าพรุสิรินธร (จังหวัดนราธิวาส)
 - สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (จังหวัดปัตตานี)
 - ศูนย์วิจัยการยาง (จังหวัดสงขลา)
 - อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะเภตรา (จังหวัดตรัง)



ภาพที่ 3.4 พิพิธภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับ
กรุงเทพฯ

หมายเหตุ: จาก พิพิธภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับ.
โดย ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร
(องค์การมหาชน), 2564,
(<https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/65>).



ภาพที่ 3.5 ศูนย์วิจัยและศึกษาธรรมชาติป่าพรุ
สิรินธร (ป่าพรุโต๊ะแดง) จังหวัดนราธิวาส

หมายเหตุ: จาก ป่าพรุโต๊ะแดง. โดย องค์การ
บริหารส่วนตำบลบูโยะ, 2560,
(<https://www.puyok.go.th/2015-05-20-04-22-08/218-ป่าพรุโต๊ะแดง.html>).

3.2.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน สามารถทำได้ดังนี้

1. ขั้นวางแผน

- 1.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ หัวข้อ หรือเรื่องประเด็นที่ต้องการเรียนรู้
- 1.2 สืบค้นแหล่งเรียนรู้ประเภทต่าง ๆ จากการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ สืบค้น
- 1.3 คัดเลือกแหล่งเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหัวเรื่องหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการเรียน
- 1.4 ประสานขอความร่วมมือ และรับทราบข้อกำหนดของแหล่งเรียนรู้ในการพาผู้เรียนไปทัศนศึกษา
- 1.5 กำหนดกรอบเนื้อหา ประเด็นที่จะศึกษา และวิธีการศึกษา โดยมอบหมายหน้าที่ให้ผู้เรียนแต่ละคนอาจทำเป็นใบงานเดี่ยวหรือ กิจกรรมกลุ่มที่เหมาะสมต่อกิจกรรมในแหล่งเรียนรู้

- 1.6 กำหนดวัน เวลา วิธีการเดินทาง และค่าใช้จ่าย (ถ้ามี)

2. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1 ผู้สอนนำผู้เรียนไปแหล่งเรียนรู้ตามที่กำหนด โดยเน้นเรื่องความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ และในขณะที่ทำกิจกรรมควรสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน และให้คำแนะนำตามความเหมาะสม
- 2.2 ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ตามที่วางแผนไว้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การคิดวิเคราะห์ และการจดบันทึก เพื่อให้ได้ข้อมูลมากที่สุด โดยผู้สอนคอยดูแลอย่างใกล้ชิด

3. ขั้นสรุปผลการทำกิจกรรม

- 3.1 เมื่อมีโอกาสควรให้ผู้เรียนรายงานข้อมูลที่รวบรวมได้ ณ แหล่งเรียนรู้หลังเสร็จกิจกรรมทันที เพราะจะทำให้ข้อมูลที่ได้อ่านง่ายขึ้น
- 3.2 เมื่อกลับถึงสถานศึกษา ควรให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ โดยการจัดให้มีการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งผู้สอนควรดูแลและสรุปในประเด็นที่ผู้เรียนอาจลืมรายงาน โดยควรสรุปให้ครอบคลุมประเด็นการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ เจตคติ และทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้

3.2.3 ตัวอย่างการทำโครงการพานักเรียนไปทัศนศึกษา

โครงการ : ศึกษาแหล่งเรียนรู้นอกสถานศึกษา

กิจกรรม : ทัศนศึกษาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี

ความสอดคล้องกับกลยุทธ์ของโรงเรียน : กลยุทธ์ที่ 3

ผู้รับผิดชอบโครงการ : นายวิทยา สอนเก่ง และครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาดำเนินการ : 1 มิถุนายน พ.ศ. 2567

1. หลักการและเหตุผล

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในปัจจุบัน มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ประสบการณ์ในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง มีการผสมผสานความรู้ต่าง ๆ อย่างสมดุล ทั้งด้านความรู้ คุณธรรม จริยธรรม การศึกษานอกสถานที่จึงเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญต่อผู้เรียนอย่างมาก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ได้รับความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาอย่างแท้จริง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เห็นความสำคัญของการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ดังกล่าวจากการเรียนรู้ในสถานที่จริง จึงจัดทำโครงการนี้ขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และได้บูรณาการความรู้ ซึ่งเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ มีทักษะด้านวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร และพัฒนาสู่เกณฑ์มาตรฐานในปีการศึกษาต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ประสบการณ์ตรงจากการเข้าร่วมกิจกรรมการศึกษาแหล่งเรียนรู้ นอกสถานที่ที่กำหนด
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักนำความรู้จากแหล่งเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์และแก้ปัญหาได้
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการศึกษานอกสถานที่

3. เป้าหมาย

เชิงคุณภาพ

ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ และนำความรู้จากแหล่งเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

เชิงปริมาณ

ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าร่วมโครงการจำนวน 120 คน

4. ระยะเวลาดำเนินการ

ที่	ขั้นตอนการดำเนินการ	ระยะเวลาดำเนินการ							
		พ.ศ. 2567							
		พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.	ขออนุมัติโครงการ	↔							
2.	แต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน	↔							
3.	ดำเนินกิจกรรม		↔						
4.	สรุปและรายงานผล			↔					

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะจากประสบการณ์ตรงและนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. งบประมาณดำเนินการ

- ใช้งบประมาณทั้งสิ้น 45,000 บาท
 - ค่าตอบแทน – บาท
 - ค่าวัสดุ – บาท
- รวมงบประมาณทั้งโครงการ 45,000 บาท

7. สถานที่ดำเนินโครงการ

ทัศนศึกษาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี

8. การประเมินผล

- การสังเกต
- การสัมภาษณ์
- การทำแบบสอบถาม

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เรียนเกิดทักษะแนวคิดที่ดีเกี่ยวกับแหล่งเรียนรู้
2. ผู้เรียนได้รับความรู้ และประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น
3. ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจและทักษะไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ลงชื่อ.....ผู้เสนอโครงการ

(นายวิทยา สอนเก่ง)

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ

()

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ

()

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติโครงการ

()

ผู้อำนวยการโรงเรียน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

3.3 ข้อกำหนดในการนำผู้เรียนไปค่ายและทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์นอกสถานศึกษา

การนำนักเรียนและนักศึกษาไปค่ายและทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในกรณีเป็นแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดระเบียบในการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา พ.ศ. 2562 และระเบียบการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2563 ในราชกิจจานุเบกษาไว้ โดยมีสาระสำคัญดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563)

สาระสำคัญ คือ การปรับปรุงระเบียบให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา จำแนกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การพาไปนอกสถานศึกษาไม่พักแรม
2. การพาไปนอกสถานศึกษาพักแรม
3. การพาไปนอกราชอาณาจักร

ทั้งนี้ การพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษาจะต้องเป็นไปตามความสมัครใจของนักเรียนและนักศึกษาโดยความยินยอมของผู้ปกครอง ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการเดินทาง และการพักผ่อนเป็นอันดับแรก

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ภายนอกสถานศึกษา จะต้องได้รับอนุญาตจากผู้มีอำนาจ ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2561)

- กรณีการพาไปนอกสถานศึกษาไม่พักแรม ต้องได้รับอนุญาตจากหัวหน้าสถานศึกษา
- กรณีการพาไปนอกสถานศึกษาพักแรม ต้องได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ผู้อนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยโรงเรียนเอกชน ผู้มีอำนาจเหนือสถานศึกษาขึ้นไปอีกชั้นหนึ่ง หรือผู้ได้รับมอบหมายแล้วแต่กรณี
- กรณีพาไปนอกราชอาณาจักร ต้องได้รับอนุญาตจากหัวหน้าส่วนราชการหรือผู้ได้รับมอบหมายสำหรับโรงเรียนเอกชน ประเภทโรงเรียนในระบบตามกฎหมายว่าด้วยโรงเรียนเอกชน การพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษาต้องได้รับอนุญาตจากผู้มีอำนาจ ดังนี้
 - กรณีการพาไปนอกสถานศึกษาไม่พักแรม ต้องได้รับอนุญาตจากหัวหน้าสถานศึกษา
 - กรณีการพาไปนอกสถานศึกษาพักแรม ต้องได้รับอนุญาตจากผู้รับใบอนุญาต
 - กรณีพาไปนอกราชอาณาจักร ต้องได้รับอนุญาตจากผู้รับใบอนุญาต โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการการบริหารโรงเรียน

3.3.1 ขั้นตอนการขออนุญาตนำนักเรียนไปทัศนศึกษานอกสถานที่

1. สถานศึกษาต้องยื่นขออนุญาตนำนักเรียนไปทัศนศึกษานอกสถานที่ พร้อมเอกสารที่เกี่ยวข้องมายังสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ก่อนวันเดินทางไม่น้อยกว่า 15 วัน เพื่อตรวจสอบหลักฐานการขออนุญาต

2. หลักฐานประกอบด้วย

- หนังสือคำสั่งของโรงเรียน
- โครงการ
- คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมการเดินทาง
- รายชื่อครูผู้ควบคุมและนักเรียน
- ตารางการจัดกิจกรรมประจำวันและแผนการเดินทางพอสังเขป
- สำเนาหนังสือขออนุญาตผู้ปกครอง
- สำเนากรมธรรม์ประกันภัย

- กรณีจ้างเหมารถโดยสาร ต้องมีหลักฐานสำเนาทะเบียนบ้านของพนักงานขับรถ และสำเนาใบขับขี่ตามประเภทของรถ

3. เมื่อหลักฐานที่สถานศึกษาจัดส่งครบถ้วน จะดำเนินการเสนอผู้บังคับบัญชาตามลำดับเพื่อพิจารณาอนุญาตต่อไป

4. แจ้งสถานศึกษาให้สามารถพานักเรียนออกไปนอกสถานศึกษาได้ โดยเมื่อเสร็จสิ้นโครงการสถานศึกษาต้องรายงานผลให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาทราบ

3.3.2 ข้อจำกัดของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์เป็นการนำผู้เรียนออกนอกสถานศึกษาไปยังแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปแบบ 1 วัน หรือรูปแบบค้างคืน ซึ่งมีข้อควรคำนึงถึงและข้อจำกัด ดังนี้

- มีความยุ่งยากสำหรับผู้สอนที่ยังขาดความชำนาญ เนื่องจากต้องมีการเตรียมการติดต่อประสานงาน จัดการ และรับผิดชอบงานหลายด้าน
- ผู้สอนต้องวางแผนการสอนและขั้นตอนการทำกิจกรรมอย่างรัดกุมก่อนทำกิจกรรม
- มีค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลามาก และมีความเสี่ยง เนื่องจากเป็นการนำผู้เรียนออกนอกสถานศึกษาจึงอาจเกิดอันตรายระหว่างการเดินทางได้
- หลังการจัดกิจกรรมแล้วอาจเกิดผลไม่คุ้มค่า หากการจัดการและกระบวนการศึกษาไม่ดีเท่าที่ควร
- ผู้สอนต้องดูแลขณะทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด ทั้งด้านความรู้ที่ต้องได้รับความปลอดภัยและพฤติกรรมของผู้เรียนให้เหมาะสมต่อแหล่งเรียนรู้

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียนได้ในทุกระดับ การเรียนรู้ตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงระดับอุดมศึกษา ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมดังกล่าว ทั้งนี้ ในการจัดกิจกรรมนอกจากจะต้องคำนึงถึงรูปแบบและขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นหลักทั้งในเรื่องของการเดินทาง การทำกิจกรรม และการพักผ่อน ผู้จัดค่ายจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีความชำนาญในการจัดกิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก เพื่อให้การจัดกิจกรรมประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

3.4 การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และทัศนศึกษาออนไลน์

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และทัศนศึกษาออนไลน์ เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจในปัจจุบัน ซึ่งเกิดจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สถานที่จริงหรือสถานการณ์ต่างๆ

ผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่ต้องเดินทาง จึงช่วยลดค่าใช้จ่าย และสามารถเข้าดูหรือทบทวนเนื้อหา ย้อนหลังได้ โดยสามารถอธิบายลักษณะและยกตัวอย่างการจัดค่ายวิทยาศาสตร์และทัศนศึกษา ออนไลน์ได้ดังนี้

3.4.1 ค่ายวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

ค่ายวิทยาศาสตร์เสมือนจริง (Virtual Science Camp) เป็นค่ายวิทยาศาสตร์ที่จัดในรูปแบบ ออนไลน์หรือโลกเสมือน จึงเป็นการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์แบบเรียลไทม์ ที่ให้ผู้เรียนเรียนผ่าน คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน และมีปฏิสัมพันธ์ผ่านวิดีโอ และการแชท โดยมีองค์ประกอบ คล้ายค่ายวิทยาศาสตร์จริง เน้นการปฏิบัติกิจกรรม เช่น ทำการทดลอง นำเสนอผลงาน และการทำ นิทรรศการเสมือน (Holden, L. *et al*, 2013) เช่น การจัดค่าย Pre-Olympic Science Camp โดยใช้ค่ายวิทยาศาสตร์เสมือนจริงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ความเสื่อมโทรมของป่า การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และการฟื้นฟูป่า โดยใช้ BiodiVRestorer ซึ่งใช้ AR (Augmented Reality) และ VR (Virtual Reality) ในการจัดกิจกรรม



ภาพที่ 3.6 ค่ายวิทยาศาสตร์เสมือนจริง

หมายเหตุ: จาก SIMPLE Engages Thai Students at the Pre-Olympic Science Camp, 2568, (<https://project-simple.eu/?s=SIMPLE+Engages+Thai+Students+at+the+Pre-Olympic+Science+Camp>)

3.4.2 ทัศนศึกษาเสมือนจริง

การทัศนศึกษาเสมือนจริง (Virtual Field Trip) เป็นการสำรวจสถานที่และประสบการณ์ต่างๆ ผ่าน เทคโนโลยีดิจิทัล โดยผู้เรียนไม่ต้องเดินทางไปสถานที่จริง สามารถนำเสนอประสบการณ์ที่มีความหลากหลายได้มากกว่าการเดินทางจริง ทำให้เห็นความแตกต่างของสถานที่ที่ไปเยี่ยมชม เลือกดูได้ อย่างไม่ลืมหูลืมตา (สุวิช นนทบุรี, 2559 อ้างถึง Robinson, 2009) การทัศนศึกษาเสมือนจริงจึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่โต้ตอบและมีความยืดหยุ่น ผู้เรียนสามารถสำรวจสถานที่และศึกษาเนื้อหาได้แบบเรียลไทม์ ช่วยให้ ผู้เรียนเปิดโลกการเรียนรู้เกี่ยวกับสถานที่ วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยไม่ต้องออกจากห้องเรียน

ผ่านเทคโนโลยีที่น่าสนใจ อาทิ ภาพถ่าย 360 องศา ที่เห็นมุมมองรอบด้าน, วิดีโอและการถ่ายทอดสด (Live Streaming) รับชมเหตุการณ์จริงจากระยะไกล, AR (Augmented Reality) และ VR (Virtual Reality) สร้างประสบการณ์เสมือนจริง, แพลตฟอร์มอินเทอร์เน็ตอีกทีทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสำรวจได้เอง

รูปแบบของทัศนศึกษาเสมือนจริงแบ่งออกเป็น

1. ทัศนศึกษาเสมือนจริงที่ให้ประสบการณ์แบบฝังตัว (Immersive Virtual Field Trips) ที่มีลักษณะให้ผู้เรียนมีอิสระในการสำรวจสถานที่และเลือกการเรียนรู้ที่ต้องการได้ ได้รับประสบการณ์คล้ายการออกภาคสนามจริง ใช้เทคโนโลยีล้ำสมัย เช่น VR (Virtual Reality) และ AR (Augmented Reality) ให้ผู้เรียนรู้สึกเหมือนอยู่ในสถานที่จริง โต้ตอบและสำรวจสภาพแวดล้อมได้อย่างอิสระ Google Street View มีภาพ 360 องศา ที่ช่วยให้หมุนดูรอบๆ ได้ ต่างจากภาพถ่ายหรือวิดีโอทั่วไปที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า

2. ทัศนศึกษาเสมือนจริงที่ให้ประสบการณ์ทั่วไป (Non - Immersive Virtual Field Trips) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำรวจสถานที่ต่างๆ ผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน โดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยี VR (Virtual Reality) หรือ AR (Augmented Reality) นิยมใช้ Google Earth Tours, ArcGIS Story Maps ที่ให้ภาพสวยงามเต็มไปดด้วยข้อมูล จึงอยู่ในรูปแบบที่เน้นการนำเสนอรูปภาพ วิดีโอ แผนที่ และเอกสารต่างๆ



ภาพที่ 3.7 ตัวอย่าง VFT แหล่งภูน้ำหยด จ.เพชรบูรณ์

หมายเหตุ: จาก การประยุกต์ใช้ Virtual Field Trips กับการเรียนการสอนธรณีวิทยาช่วงโควิด-19 โดย Sukonmeth Jitmahantakul, 2564, (<https://medium.com/geoscience-of-things-กับการเรียนการสอนธรณีวิทยาช่วงโควิด-19-492ede0bf4d6>)

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และทัศนศึกษาออนไลน์ จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยกระตุ้นประสาทสัมผัสของผู้เรียนให้เห็นภาพ เสียง และโต้ตอบได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีแนวโน้มในการเรียนรู้มากขึ้น และเป็นกิจกรรมที่ไม่ต้องเดินทางจึงปลอดภัย เหมาะกับผู้เรียนที่มีข้อจำกัดทางด้านร่างกาย และสุขภาพ การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และทัศนศึกษาออนไลน์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริง (Active learning)

บทสรุป

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยเป็นการทำกิจกรรมนอกสถานศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง และสามารถเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับสิ่งรอบตัวได้ โดยต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีการดูแลผู้เรียนอย่างใกล้ชิด และคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งค่ายวิทยาศาสตร์กับการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน ดังนี้

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ภายนอกสถานศึกษา ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความรู้ ประสบการณ์ตรงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นทีม เรียนรู้ร่วมกันในแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง เช่น การคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ และส่งเสริมสามารถในการตัดสินใจ รูปแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ ตามเกณฑ์ดังนี้

1. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์แบ่งตามระยะเวลาการเรียนรู้ ได้แก่ แบบค่าย 1 วัน และค่ายค้างคืน
2. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์แบ่งตามเนื้อหาการเรียนรู้ ได้แก่ ค่ายวิทยาศาสตร์เฉพาะด้านที่เน้นการทดลองเฉพาะด้านในสาขาต่าง ๆ และค่ายวิทยาศาสตร์แบบผสมผสาน จัดขึ้นเพื่อบูรณาการกับความรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

การทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้นอกห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรง จากการลงมือปฏิบัติจริงกับสถานที่ บุคคล และสื่อต่าง ๆ ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ได้รวดเร็ว

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์นอกสถานศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับผู้เรียนโดยใช้แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนซึ่งสามารถแบ่งการเรียนรู้นอกห้องเรียนได้ 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แหล่งเรียนรู้ที่จัดหรือสร้างขึ้น และ แหล่งเรียนรู้ที่เป็นทรัพยากรบุคคล ทั้งนี้การนำผู้เรียนไปค่ายวิทยาศาสตร์และทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียน และปฏิบัติตามระเบียบของกระทรวงศึกษาธิการอย่างเคร่งครัด โดยสามารถจำแนกรูปแบบการพาผู้เรียนไปนอกสถานศึกษาได้ 3 ประเภท คือ การพาไปนอกสถานศึกษาไม่พักแรม การพาไปนอกสถานศึกษาพักแรม และการพาไปนอกราชอาณาจักร

การจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสามารถทำในรูปแบบออนไลน์ได้ เพื่อลดค่าใช้จ่าย และประหยัดเวลา โดยอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลที่หลากหลาย ซึ่งการจัดค่ายวิทยาศาสตร์และการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ทั้งรูปแบบเดิมและแบบออนไลน์สามารถส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ในทุกระดับการเรียนรู้ โดยต้องคำนึงถึงรูปแบบกิจกรรม และขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ตลอดจนมีการวัดประเมินผลที่ครอบคลุมการจัดกิจกรรมและความพึงพอใจของผู้เรียนเพื่อนำผลประเมินไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. การจัดค่ายวิทยาศาสตร์มีประโยชน์หรือข้อดีต่อผู้เรียนอย่างไรบ้าง
2. การพาผู้เรียนไปทัศนศึกษานอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงแล้ว ยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านใดอีกบ้าง
3. ชุมชนหรือท้องถิ่นที่มีแหล่งเรียนรู้ที่เป็นทรัพยากรบุคคลมีข้อดีอย่างไร
4. ยกตัวอย่างหลักฐานที่ใช้ประกอบในการขออนุญาตนำนักเรียนไปทัศนศึกษานอกสถานที่
5. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์หรือการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง
6. การจัดทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในด้านใดบ้าง
7. ถ้านักศึกษาต้องจัดโครงการทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา เรื่อง หินและแร่ ควรพาผู้เรียนไปทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ใด
8. การจัดค่ายสะเต็มศึกษาให้กับผู้เรียนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะใด
9. การวัดและประเมินผลแบบใดที่เหมาะสมต่อการประเมินผลการทำโครงการค่ายวิทยาศาสตร์
10. ยกตัวอย่างแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ภายในสถานศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (29 พฤษภาคม 2563). *ราชกิจจานุเบกษา เผยแพร่ระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา*. กระทรวงศึกษาธิการ.
<https://www.moe.go.th/ราชกิจจานุเบกษา-เผยแพร่-14/>.
- กริชติศักดิ์ เขียมตะคุ. (2566). *การค้นคว้าอิสระ เรื่อง แนวทางการบริหารจัดการแหล่งเรียนรู้โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษากำแพงเพชร*. การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชไมพร ดิสถาพร, สุมลนิตย์ เกิดหนูวงศ์, กัมปนาท บริบูรณ์, มิ่งขวัญ คงเจริญ และชนันภรณ์ อารีกุล. (2564). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ศษ431 การพัฒนาแหล่งการเรียนรู้และเครือข่ายการเรียนรู้*. 221. <https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/16620/1/Edu-Book-ED431.pdf>
- ชุติมา วัฒนาศรี. (2536). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. <http://thesis.swu.ac.th/swuebook/h155468.pdf>
- โรงเรียนท่าชุมเงินวิทยาคาร. (2564). *กิจกรรมโรงเรียนส่งเสริมศึกษา*. http://tk-lp.ac.th/gallery-detail_48318
- โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2565). *กิจกรรม ค่ายธรรมวิทยา ปี 2565*.
<https://cmud.edu.cmu.ac.th/news/4024-bl81lqzgua2hjhutehy3>
- ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน). (2564). *พิพิธภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับ*.
<https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/65>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *แนวการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- สุวิช นนทบุตร. (2559). *ผลการใช้บทเรียนการศึกษานอกสถานที่เสมือนจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่มีบุคลิกภาพแตกต่างกัน*. การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2561). *บทความทางวิชาการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน (Outdoor Education)*. <https://www.vec.go.th>.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) (2566). *สวทช. พัฒนาค่ายส่งเสริมแนวใหม่ผ่านกิจกรรม “อลิซในดินแดนวิทยาศาสตร์มหัศจรรย์” เพื่อเสริมสมรรถนะและฝึกทักษะสำคัญในโลกอนาคตให้เยาวชน*. https://www.nstda.or.th/home/news_post/aliceinscience/

บทที่ 4

วิทยาศาสตร์ในของเล่นภูมิปัญญาไทย

บทนำ

ของเล่นพื้นบ้าน (local toys) ในสมัยอดีตถูกพัฒนามาจากภูมิปัญญาของคนในท้องถิ่น หรือ ภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากรุ่นสู่รุ่น ประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ของเด็ก แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงวิถีการดำรงชีวิตและวิถีการเลี้ยงดูบุตรหลาน ผ่านการประดิษฐ์ของเล่นต่าง ๆ ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ทั้งนี้แนวคิดและการประดิษฐ์ของเล่นภูมิปัญญาท้องถิ่นเกิดขึ้นจากการสังเกตสิ่งรอบตัว ทั้งสภาพธรรมชาติและทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ผสมผสานกับจินตนาการของผู้ประดิษฐ์คิดค้น จึงแฝงไปด้วยหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยเสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะในชีวิต ได้เรียนรู้ฝึกทักษะร่างกาย เสริมสร้างจินตนาการ คิดค้น แก้ปัญหาไปพร้อมกับได้รับความสนุกสนานที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านอารมณ์ของเด็กนอกเหนือไปจากการเรียนรู้ในห้องเรียน

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพพช.) ได้ทำการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และภูมิปัญญาไทยที่แฝงอยู่ในของเล่นและการทำของเล่น โดยได้ให้คำจำกัดความของ “ของเล่นภูมิปัญญาไทย” ไว้ ดังนี้

ของเล่นภูมิปัญญาไทย หมายถึง ของเล่นที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ มีการประดิษฐ์คิดค้นผ่านการเล่น และถ่ายทอดการทำในอดีต หรือเป็นของเล่นที่ทำขึ้นใหม่ตามความคิดและจินตนาการของคนทำ เพื่อให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ พัฒนาการ และความคิดสร้างสรรค์ (องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ, 2562) ทั้งนี้ ของเล่นภูมิปัญญาไทยไม่ได้เพียงแต่นำเสนอความสนุกสนานแก่ผู้เล่นเท่านั้น แต่ยังช่วยส่งเสริมให้ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากกลไกที่แฝงไว้ ซึ่งช่วยพัฒนาความคิดและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับเด็ก ๆ เป็นการเชื่อมโยงความสนุกจากการเล่นของเล่นกับความรู้อันได้เป็นอย่างดี (ผู้จัดการออนไลน์, 2557)

4.1 วัสดุธรรมชาติที่ใช้ทำของเล่น

การนำวัสดุจากธรรมชาติมาใช้ประดิษฐ์เป็นของเล่นในแต่ละท้องถิ่นจะแตกต่างกันออกไปตามแต่ชนิดพืชที่เจริญเติบโตในท้องถิ่นนั้น ๆ (ศุภนัยมานุชวิทยาสิริรินทร์, 2561) เช่น

1. กลุ่มไม้ เช่น ไม้สน ไม้ยางพารา ไม้มะค่า ไม้ชิงชัน ไม้มะขาม และไม้สัก
2. กลุ่มไม้ไผ่ เช่น ไผ่ซาง ไผ่สีสุก ไผ่บง และไผ่ไร่
3. กลุ่มผลผลิตจากต้นมะพร้าว เช่น กะลามะพร้าว ทางมะพร้าว กาบมะพร้าว และใบมะพร้าว
4. กลุ่มผลผลิตจากต้นกล้วย เช่น ลำต้นกล้วย ใบกล้วย และทางกล้วย
5. กลุ่มเมล็ดของต้นไม้ในท้องถิ่น เช่น ลูกยาง ลูกยางนา ลูกสะบ้า และลูกตีนเป็ดน้ำ



ภาพที่ 4.1 วัสดุธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ทำของเล่น

การละเล่นและของเล่นด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นภูมิปัญญาไทยมีหลายชนิด ซึ่งสามารถจัดจำแนกประเภทได้แตกต่างกันออกไป โดยอาจจำแนกตามชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์ จำแนกตามวิธีการเล่น จำแนกตามองค์ความรู้ที่ได้รับ หรือจำแนกตามเกณฑ์ที่ใช้ในการเรียนรู้

ในบทเรียนนี้จะใช้เกณฑ์การจำแนกของเล่นตามองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน แบ่งออกเป็น 6 ประเภท (องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ, 2562 และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566)

4.2 ของเล่นด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นภูมิปัญญาไทย

ของเล่นด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นภูมิปัญญาไทยในอดีตมีหลากหลายชนิด ถูกประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อเสริมสร้างพัฒนาการของเด็กในด้านต่าง ๆ แต่แฝงไปด้วยหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งเมื่อนำของเล่นมาเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. ของเล่นประเภทการหมุน จุดสมดุล
2. ของเล่นประเภทสปริง
3. ของเล่นประเภทเสียง
4. ของเล่นประเภทแรงโน้มถ่วง

5. ของเล่นประเภทความเฉื่อย
6. ของเล่นประเภทแรงและการเคลื่อนที่

1. ของเล่นประเภทการหมุนและจุดสมดุล เป็นของเล่นที่อาศัยจุดสมดุลในการเคลื่อนที่ ตัวอย่างของเล่นประเภทนี้ ได้แก่

- **ลูกข่าง** ลูกข่างมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น ลูกข่างไม้ ลูกข่างสตาจค์ ลูกข่างไว้อ ลูกข่างไม้ชาวเขา และลูกข่างสะบ้า ที่มีรูปลักษณะแตกต่างกันและทำจากวัสดุธรรมชาติประเภทไม้ ไม้ไผ่ หรือเมล็ดของต้นไม้ ที่แตกต่างกันออกไปตามทีพบในแต่ละท้องถิ่น วิธีการเล่นลูกข่าง ทำได้โดยการหมุนด้วยมือหรือเชือก เวลาเล่นจะใช้เชือกพันรอบลูกข่าง เพื่อเหวี่ยงลูกข่างให้หมุน สามารถนำไปแข่งกันในเรื่องของความเร็วในการหมุน ความนานในการหมุนได้ การเล่นลูกข่างสามารถเชื่อมโยงกับความรู้อันวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้
 - โมเมนตัมเชิงมุม การหมุนลูกข่างเกิดจากแรงที่ผู้เล่นใช้หมุนลูกข่าง ทำให้เกิดโมเมนตัมเชิงมุม โดยเกิดการหมุนรอบแกนด้วยแรงที่เท่ากันทุกทิศทาง ลูกข่างจึงหมุนได้อย่างต่อเนื่อง ตามกฎอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม ที่จะคงสภาพการหมุนจนกว่าจะมีแรงอื่นมากระทำ
 - แรงเสียดทาน และแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อลูกข่างใกล้จะหยุดหมุน แกนหมุนของลูกข่างจะเอียง ทำให้เกิดแรงต้านของอากาศ และแรงเสียดทานระหว่างแกนหมุนกับพื้นมากขึ้น ลูกข่างจะหมุนช้าลง และหยุดหมุนในที่สุด
- **เครื่องดำข้าวขนาดเล็ก** เป็นของเล่นที่จำลองมาจากครกตำข้าวโบราณที่เรียกว่าครกมอง หรือ ครกกระเดื่อง เวลาเล่นต้องใช้แรงกดจากนิ้ว เพื่อจำลองเป็นแรงกดจากเท้าที่ทำให้คานตำข้าวกระดกขึ้นลงในครกขนาดจิ๋ว เป็นการจำลองเครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือนในอดีต ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิถีชีวิตของคนสมัยก่อน ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับความรู้อันวิทยาศาสตร์ในเรื่องหลักการทำงานของคานงัดที่ช่วยผ่อนแรงและจุดหมุน
- **แมลงปอไม้ไผ่ นกไม้ไผ่ และควายกินหญ้า** เป็นของเล่นที่ออกแบบให้มีจุดหมุนสำหรับวางบนแท่นให้ทรงตัวได้ โดยไม่ตก ส่วนควายสมดุล ผู้เล่นต้องพยายามวางตำแหน่งของหญ้าและหางให้ตรงกับปากและก้นของตัวควาย เพื่อสร้างสมดุล จึงเป็นของเล่นที่นอกจากจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่อง โมเมนตัมของแรงและสมดุลแล้วยังแทรกความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิตและธรรมชาติวิทยาของสัตว์ให้ผู้เล่นอีกด้วย



ภาพที่ 4.2 ของเล่นนกไม้ไผ่ และควายกินหญ้า

หมายเหตุ: จาก แฝงวิทยาศาสตร์ไวน์ “ของเล่นภูมิปัญญาไทย”. โดย ผู้จัดการออนไลน์, 2557, (https://mgronline.com/science/detail/9570000098575#google_vignette).

2. **ของเล่นประเภทสปริง** เป็นของเล่นที่มีหนังยางทำหน้าที่เป็นสปริงอยู่ภายใน เมื่อเล่นต้องบิดหรือดึงหนังยางให้เป็นเกลียวเพื่อเก็บพลังงาน แล้วปล่อยหนังยางเพื่อคลายพลังงานออกมา ทำให้ของเล่นเคลื่อนที่ได้ตัวอย่างของเล่นประเภทนี้ ได้แก่

- **หนูกะลา ควายชนกัน รถหลอดด้าย และหนอนดิน** เป็นของเล่นที่ทำจากกะลามะพร้าว ลูกต๋นยางพารา หรือกระดาษ แล้วออกแบบให้มีรูปร่างคล้ายสัตว์ชนิดต่าง ๆ พบได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทย เมื่อต้องการให้ของเล่นนี้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าผู้เล่นจะดึงเชือกใช้หลักการทำให้หนังยางหด บิด เป็นเกลียว เพื่อทำหน้าที่เป็นสปริงในการเคลื่อนที่ และเมื่อผ่อนเชือกจะทำให้หนังยางคลายตัว ทำให้วิ่งถอยหลังได้ ของเล่นกลุ่มนี้สามารถเชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่อง
 - พลังงานศักย์-พลังงานจลน์ โดยเมื่อหนังยางบิดเป็นเกลียวจะทำหน้าที่เป็นสปริง เมื่อสปริงหดตัวจะเก็บพลังงานศักย์ไว้ และเมื่อสปริงคลายตัว พลังงานศักย์จะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ในรูปของการหมุน และการหมุนนั้นจะทำให้ล้อหมุน ของเล่นเคลื่อนที่ได้



ภาพที่ 4.3 หนูกะลา

หมายเหตุ: จาก สัตว์กะลา. โดย ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน, 2565, (https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=359).



ภาพที่ 4.4 รถหลอดด้าย

หมายเหตุ: จาก ประดิษฐ์ “รถหลอดด้าย” ของเล่นย้อนยุค. โดย Magazine online for Thai inventors, 2556, (<https://www.inventor.in.th/home/ประดิษฐ์-รถหลอดด้าย/>).

3. ของเล่นประเภทเสียง เป็นของเล่นภูมิปัญญาไทยที่มีมากกว่าของเล่นประเภทอื่น เพราะเสียงที่เกิดขึ้นจะช่วยดึงดูดความสนใจของเด็ก ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้เสียงต่าง ๆ ในธรรมชาติได้ ของเล่นประเภทเสียงบางชนิดสามารถพัฒนากลายเป็นเครื่องดนตรีได้ ทำให้นอกจากผู้เรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์แล้วยังได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องดนตรีในของจิ้งหะและโน้ตดนตรีอีกด้วย ตัวอย่างของเล่นประเภทนี้ ได้แก่

- **กบไม้** ทำมาจากไม้แกะให้เป็นรูปกบ เขียด หรืออึ่งอ่าง เมื่อใช้ไม้ครูดที่หลังกบไม้ จะทำให้เกิดเสียงก้องกังวานออกมา เพราะภายในตัวกบเป็นช่องกลวง ลักษณะของช่องว่างของกบไม้นี้จะเป็นตัวกำหนดว่าเสียงใดจะกังวานออกมา
- **จักจั่น** มีลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเล็ก ห้อยด้วยเชือก เมื่อแกว่งจักจั่น เชือกจะไปเสียดสีกับยางสนที่อยู่บริเวณปลายไม้ทำให้เกิดเสียง เสียงจะสั่นสะเทือนผ่านเชือกไปยังกระดาด และท่อดิน เกิดเป็นเสียงที่ดังออกมา
- **ปี่นกหรือนกหวีดไม้ไผ่** ทำจากไม้ไผ่ชนิดเดียวกับที่ใช้ทำเครื่องดนตรีแคน ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีพื้นบ้านของภาคอีสาน เมื่อต้องการให้เกิดเสียงผู้เล่นจะใช้ปากเป่าพร้อมกับดึงก้านชักเข้าออกเพื่อทำให้เกิดเสียงสูง เสียงต่ำที่แตกต่างกัน เหมือนเสียงของนกกบไม้ จักจั่น และปี่นก สามารถเชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่อง ดังนี้
 - การสะท้อนของเสียงและความถี่ของเสียงที่เกิดจากกบไม้ ที่ภายในลำตัวกบเป็นช่องกลวงทำให้คลื่นเสียงสะท้อนกลับไปได้ กบตัวเล็กจะมีเสียงสูงหรือมีความถี่ของเสียงมากกว่ากบตัวใหญ่
 - การสั่นพ้องของเสียง ที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของเสียงผ่านเชือกไปยังกระดาด ทำให้มีความถี่ในการสั่นของวัตถุสองชนิดเท่ากันในของเล่นจักจั่น

- การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำในปี่นก ที่ภายในท่อจะมีโพรงอากาศทำหน้าที่ขยายเสียงให้ดังขึ้น โดยเมื่อตีง่าก้านซึกให้อากาศในท่อนอกจะเกิดเป็นเสียงต่ำ แต่ถ้าตีง่าก้านซึกให้อากาศในท่อน้อยลงจะเกิดเสียงสูง



(ก) กบไม้

(ข) จักจั่น

(ค) ปี่นก

ภาพที่ 4.5 ของเล่นประเภทเสียง

หมายเหตุ: (ก) จาก วิทยาศาสตร์ภูมิปัญญาไทย. โดย องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.), 2561, (<https://web2.nsm.or.th/intellect-technology/131-wooden-frog-toys-sound-imitating-animals.html>).

(ข) จาก จักจั่น. โดย ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน, 2565, (https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=344).

(ค) จาก นกหวีดไม้ไผ่หรือปี่นก. โดย องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.), 2564, (<https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/6077>).

4. ของเล่นประเภทแรงโน้มถ่วง เป็นของเล่นที่ทำให้เด็กได้เรียนรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงของโลก ที่กระทำต่อวัตถุ ตัวอย่างของเล่นประเภทนี้ เช่น

- **นกบิน** เป็นของเล่นที่ตัวนกทำจากดินเหนียวที่ปั้นขึ้นรูปเป็นตัวนก และนำไปเผาไฟให้เนื้อดินมีความแข็ง ที่บริเวณปากนกจะเจาะรูร้อยเชือกไว้กับคันโค้งของไม้ไผ่ที่มีลักษณะเหมือนคันซึกของขอ เมื่อปล่อยให้นกตกลงมาตามแรงดึงดูดของโลก นกจะเคลื่อนที่ลงมาช้าๆ คล้ายนกกำลังบิน บางครั้งอาจพบเป็นสัตว์ชนิดอื่น เช่น ปลาที่สานด้วยใบลาน ซึ่งเมื่อปล่อยให้ปลาสานตกลงมาจะคล้ายกับปลากำลังว่ายน้ำ
- **ลูกยางชนิดต่าง ๆ** เช่น ลูกยางนา ลูกยางยุง และลูกยางกราดที่พบในภาคใต้ของประเทศไทย เมื่อเล่นต้องโยนลูกยางขึ้นไปในอากาศ แล้วสังเกตการณ์ร่วงหล่นของลูกยางตามแรงโน้มถ่วงโลก
 - นกบิน ปลาสาน และลูกยางชนิดต่าง ๆ นอกจากจะเกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงของโลกแล้วยังสามารถเชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่อง ดังนี้

- แรงเสียดทาน จากการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ของนกบินและปลาสาบลงมาตามเส้นเอ็นหรือเชือก เกิดขึ้นจากแรงเสียดทานระหว่างนกและปลาสาบกับเส้นเอ็นหรือเชือก
- พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ จากการตกของลูกยางชนิดต่าง ๆ ที่จะมีปีกหมุนเป็นเกลียวตกลงมาสู่พื้นโลกอย่างช้า ๆ เกิดจากการแบ่งพลังงานศักย์ส่วนหนึ่งให้กลายเป็นพลังงานจลน์ในการหมุน

5. ของเล่นประเภทความเฉื่อย ความเฉื่อยเป็นการรักษาสภาพสมดุลของวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่คงที่อย่างต่อเนื่องของเล่นที่เคลื่อนที่ด้วยความเฉื่อย เช่น เมื่อของเล่นหมุน ความเฉื่อยจะช่วยให้ของเล่นหมุนได้อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างของเล่นประเภทนี้ เช่น

- **กังหันหมุน** เป็นของเล่นพื้นบ้านที่เรียกชื่อตามวิธีการเล่น โดยใช้มือด้านหนึ่งจับหรือกำส่วนกระบอกเอาไว้ให้แน่น แล้วใช้มืออีกข้างดึงเชือกที่พันรอบตัวกังหันไปมาตามจังหวะที่กังหันหมุน ทำให้ตัวกังหันนั้นหมุนไปมาตามแรงและจะหวั่นที่ดึงเชือก กังหันไม้ไผ่ เป็นชื่อเรียกโดยทั่วไป หรือเรียกตามท้องถิ่นภาคเหนือได้ว่า “กำหมุน” เรียกตามท้องถิ่นภาคใต้ว่า “ลูกตัว” โดยตัวกังหันและกระบอกสำหรับบรรจุกังหันจะใช้วัสดุที่แตกต่างกันไปตามท้องถิ่น เช่น ภาคเหนือและภาคกลางทำจากไม้ไผ่และกระบอกไม้ไผ่ เรียกว่า “กำหมุนไม้ไผ่” ส่วนภาคใต้ใช้ไม้และผลของต้นยางในการทำ เรียกว่า “กำหมุนลูกยาง” การเล่นกังหันหมุน สามารถเชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์ได้ในเรื่อง ดังนี้
 - ความเฉื่อย เมื่อเราดึงเชือกที่ยึดติดกับแกนกลางใบพัด จะทำให้ใบพัดหมุนไปข้างหน้า และเมื่อปล่อยมือ ใบพัดจะหมุนกลับมาเองอย่างต่อเนื่อง เพราะความเฉื่อย และเมื่อดึงเชือกแล้วผ่อนเป็นจังหวะ ใบพัดจะหมุนตลอดเวลาไปเรื่อย ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากโมเมนต์ความเฉื่อยที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม



ภาพที่ 4.6 กังหันหมุน

หมายเหตุ: จาก กังหันหมุน. โดย ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน, 2565, (https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=342).

6. **ของเล่นประเภทแรงและการเคลื่อนที่** ของเล่นที่เคลื่อนที่ได้มีหลายรูปแบบตามทิศทางการเคลื่อนที่ เช่น การเคลื่อนที่ในแนวตั้งขึ้นลง และเคลื่อนที่ในแนวราบ ซึ่งสามารถยกตัวอย่างของเล่นที่แบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ ดังนี้

- **ของเล่นที่เคลื่อนที่จากแรงยก** เช่น คอปเตอร์ไม้ไผ่ กำหมุนบิน และวาวู ที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นสู่อากาศได้โดยคอปเตอร์ไม้ไผ่ และกำหมุนบินจะเคลื่อนที่ได้โดยแรงยกที่เกิดจากรูปทรงของใบพัด เมื่อจะเล่นผู้เล่นจะใช้มือหมุนใบพัดคอปเตอร์ไม้ไผ่ หรือใช้เชือกหมุนใบพัดกำหมุนบิน ใบพัดที่มีมีลักษณะบิดเอียงคล้ายใบพัดของเฮลิคอปเตอร์จะหมุน เมื่อใบพัดหมุนจะผลักอากาศลงด้านล่าง แรงดันใต้ใบพัดจะสูงกว่าด้านบน ทำให้เกิดแรงยกใบพัด วัตถุจึงลอยขึ้นได้
ส่วนวาวู ที่มีหลายรูปทรง เช่น วาวูจุกหา วาวูปักเป้า วาวูงู หรือวาวูกนก จะเคลื่อนที่ขึ้นสู่อากาศได้ โดยเมื่อมีลมมาปะทะด้านหลัง จะทำให้ด้านหลังตัววาวูโค้ง มีความเร็วลมมากกว่าด้านหน้า จึงเกิดแรงยกใต้ตัววาวู ทำให้วาวูลอยขึ้นสู่อากาศได้
- **ของเล่นที่เคลื่อนที่โดยใช้ล้อ** เช่น สัตว์บนล้อ ที่มีลักษณะรูปร่างเป็นสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น กวาง ม้า ช้าง ของเล่นเหล่านี้จะมีล้อเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ ด้วยวิธีการลากจูงหรือปล่อยให้วิ่งไปตามทางลาด
- **ของเล่นที่เกี่ยวกับแรงดัน** เช่น บ้องถบหรือกระบอกโพ๊ะ เป็นของเล่นที่ทำด้วยไม้ไผ่ที่อุดปลายทั้งสองข้างด้วยลูกโพ๊ะ ที่ทำมาจากลูกไม้ เช่น ลูกพลับพลาลูกปอกกระเจา หรือกระดาศชุบน้ำเป็นกระสุนยิง เมื่อเล่นผู้เล่นจะใส่ลูกกระสุนเข้าไปในกระบอกลากล้อไม้ไผ่ให้แน่น แล้วเสียบแกนเข้าไป จะเกิดแรงดันภายในกระบอก ทำให้กระสุนพุ่งออกมาด้วยแรงดันของลมในกระบอก เกิดเป็นเสียงดัง



ภาพที่ 4.7 คอปเตอร์ไม้ไผ่

หมายเหตุ: จาก คอปเตอร์ไม้ไผ่. โดย Sacit Archive, 2563,
(<https://archive.sacit.or.th/handicraft/2315>).



ภาพที่ 4.8 บ้องถบหรืออโปะะ

หมายเหตุ: จาก บ้องถบ. โดย ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน, 2565, (https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=375).

4.3 ของเล่นวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ของเล่นวิทยาศาสตร์ปัจจุบันมีกลไกและความซับซ้อนมากขึ้นจากในอดีตเป็นอย่างมาก เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และวัสดุผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายมากขึ้น ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด การสังเกต การวางแผน และการแก้ปัญหาได้ ซึ่งในปัจจุบันทั่วโลกกำลังให้ความสนใจกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

STEM เป็นคำย่อมาจาก Science : วิทยาศาสตร์, Technology : เทคโนโลยี, Engineering : วิศวกรรม และ Mathematic : คณิตศาสตร์ จึงเป็นการบูรณาการความรู้ทางวิชาการทั้ง 4 สาขาที่มีความเชื่อมโยงกัน ช่วยพัฒนาทักษะความคิดอย่างมีระบบ ความมีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา (ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร, สมศิริ สิงห์ล และเชษฐ ศิริสวัสดิ, 2565) ดังนั้น ในปัจจุบันของเล่นที่ส่งเสริมการเรียนรู้แนว STEM ศึกษาจึงได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้ง 4 ศาสตร์พร้อมกัน เกิดทักษะการคิดที่สามารถนำมาใช้เชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาได้จริง

ตัวอย่างของเล่น STEM



ภาพที่ 4.9 ชุดการทดลองพลังงานลม

หมายเหตุ: จาก ชุดการทดลองพลังงานลม (Wind Power).

โดย PADA education, ม.ป.ป.,

(https://www.padabook.com/private_folder/green/wind.pdf).

- ชุดการทดลองพลังงานลม (Wind power) ส่งเสริมการเรียนรู้ แนว STEM ดังนี้
 - Science (วิทยาศาสตร์): เข้าใจถึงการกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม
 - Technology (เทคโนโลยี): ใช้หลอดไฟ LED และมอเตอร์ในการทดลอง
 - Engineering (วิศวกรรม): การออกแบบใช้สายพานตอกันกับมอเตอร์ให้หมุนตามกัน เพื่อเพิ่มความเร็วรอบมอเตอร์ และทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า การออกแบบกังหันที่ต้องใช้ความรู้ด้านพลศาสตร์ของลม
 - Mathematic: คณิตศาสตร์ ใช้รูปเรขาคณิตในการทำกังหันและจำนวนการหมุนของมอเตอร์และการวัดขนาดต่าง ๆ ของใบพัด



ภาพที่ 4.10 ชุดการทดลองระบบไฟฟ้า

หมายเหตุ: จาก ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ารุ่น Plus โดย joonner.com, 2566, (<http://www.joonner.com/product/650/> ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ารุ่น-plus).

- ชุดการทดลองระบบไฟฟ้า (Electricity and Circuit) ส่งเสริมการเรียนรู้แนว STEM ดังนี้
 - Science (วิทยาศาสตร์): การต่อวงจรไฟฟ้า วิธีการต่อวงจรไฟฟ้า
 - Technology (เทคโนโลยี): การออกแบบการต่อวงจรไฟฟ้าและการนำเสนอ การต่อวงจรไฟฟ้า
 - Engineering (วิศวกรรม): การแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการกระบวนการเทคโนโลยี การปฏิบัติงานตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์
 - Mathematic (คณิตศาสตร์): ใช้การบวก ลบ คูณ หารในการคำนวณ

4.4 การนำความรู้เรื่องของเกมไปใช้จัดการชั้นเรียน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านของเกม สามารถนำมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนได้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยผู้สอนสามารถนำของเล่นที่เป็นภูมิปัญญาไทยหรือของเล่นวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมาใช้จัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ตั้งแต่ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นประเมิน (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้: 5E) ดังตัวอย่างแผนการสอนต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ระดับประถมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การเกิดเสียง เวลา 2 คาบ (100 นาที)	
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ป.1/1 บรรยายการเกิดเสียงและทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงจากหลักฐานเชิงประจักษ์	
สาระสำคัญ สิ่งที่ทำให้เกิดเสียง คือ แหล่งกำเนิดเสียง โดยแหล่งกำเนิดเสียงแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งกำเนิดเสียงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และแหล่งกำเนิดเสียงที่มนุษย์สร้างขึ้น	
จุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านความรู้ (K) - นักเรียนอธิบายลักษณะการเกิดเสียงได้ ด้านทักษะ (P) - นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเกิดเสียงได้ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - นักเรียนตั้งใจและมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน	สาระการเรียนรู้ - เสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ วัตถุที่ทำให้เกิดเสียงเป็นแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งมีทั้งแหล่งกำเนิดเสียงตามธรรมชาติ และแหล่งกำเนิดเสียงที่มนุษย์สร้างขึ้น เสียงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทาง
กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E)	กิจกรรม
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	1. ครูเคาะกระดิ่งให้นักเรียนฟังเสียงและสังเกตกระดิ่งว่าขณะเคาะกระดิ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร 2. ครูกดกระดิ่งและเคาะกระดิ่งไปพร้อมกันให้นักเรียนฟังเสียงและสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดิ่งว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร 3. ครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้ - ทุกครั้งที่กระดิ่งเกิดเสียง กระดิ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (แนวคำตอบ: กระดิ่งเกิดการสั่น)

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E)	กิจกรรม
	<p>- เพราะเหตุใดเวลาที่กวดกระดิ่งและเคาะกระดิ่งไปพร้อมกัน กระดิ่งจึงไม่เกิดเสียงดัง (แนวคำตอบ: เพราะเมื่อกวดกระดิ่งไว้ ทำให้กระดิ่งไม่สั่น จึงไม่เกิดเสียง)</p> <p>4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็น</p>
<p>ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)</p>	<p>1. ครูแจกอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม การกำเนิดเสียง โดยใช้ ปี่นก</p> <p>2. นักเรียนจับคู่ปฏิบัติกิจกรรม การกำเนิดเสียง โดยสังเกตว่า ปี่นก ทำให้เกิดเสียงได้อย่างไร บันทึกผลลงในใบงานตามขั้นตอน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครั้งที่ 1 ให้นักเรียนเป่าปี่นก โดยยังไม่ขยับไม้ - ครั้งที่ 2 ให้นักเรียนเป่าปี่นก พร้อมกับขยับไม้ - ครั้งที่ 3 ให้นักเรียนเป่าปี่นก พร้อมกับปิดรูตรงด้านข้างของปี่นก <p>3. ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยเดินดูรอบ ๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัย</p>
<p>ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</p>	<p>1. ให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน</p> <p>2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ขณะที่นักเรียนเป่าปี่นกพร้อมขยับไม้ มีการเกิดเสียงหรือไม่ (มีเสียง) - นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเวลาเราเป่าปี่นกพร้อมกับปิดรูด้านข้าง ปี่นกจึงไม่เกิดเสียง (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E)	กิจกรรม
	3. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เสียง เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ โดยเมื่อวัตถุสั่นสะเทือน จะทำให้เกิดการอัดตัวและขยายตัวของคลื่นเสียง ผ่านตัวกลาง เช่นอากาศมายังหูของเรา
ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ยกตัวอย่าง แหล่งกำเนิดเสียงที่มีอยู่ในธรรมชาติ และ ลักษณะของเสียงที่ได้ยิน 2. ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างเครื่องดนตรีที่เกิดเสียงได้ด้วยการสั่นของวัตถุ เช่น กีตาร์ กลอง 3. ครูเชื่อมโยงความรู้เรื่องเสียงไปยังเรื่องการเคลื่อนที่ของเสียง โดยถามนักเรียนว่า ถ้าเราไปพูดคุยในอวกาศ เราจะได้ยินเสียงการพูดคุยหรือไม่ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) 4. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เสียงเคลื่อนที่มาถึงหูของเราได้โดยผ่านอากาศ เมื่อไม่มีอากาศ เราก็จะไม่ได้ยินเสียงใด ๆ เพราะไม่มีตัวกลางของเสียงที่จะทำให้เสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงมายังหูผู้ฟังได้ เช่นเดียวกับในอวกาศที่ไม่มีอากาศนั่นเอง ดังนั้นเราจึงไม่ได้ยินเสียงใด ๆ ในอวกาศ
ขั้นประเมินผล (Evaluation)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม 2. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการให้ตอบคำถามดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - เสียงที่นักเรียนได้ยินในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน) - วัตถุเกิดเสียงได้อย่างไร (แนวคำตอบ: การสั่นของวัตถุ) - ถ้าวัตถุไม่มีการสั่นจะทำให้เกิดเสียงขึ้นหรือไม่ (แนวคำตอบ: ไม่เกิดเสียง)

การวัดและประเมินผล	
ด้านความรู้ (K) - อธิบายลักษณะของการเกิดเสียงได้	วิธีวัด - การตอบคำถามในชั้นเรียน เครื่องมือ - คำถามในชั้นเรียน เกณฑ์การวัดและประเมินผล - นักเรียนตอบคำถามได้มากกว่าร้อยละ 50 (ผ่าน) - นักเรียนตอบคำถามได้น้อยกว่าร้อยละ 50 (ไม่ผ่าน)
ด้านทักษะ (P) - ปฏิบัติกิจกรรมการกำเนิดเสียงได้	วิธีวัด - ตรวจใบงาน - การนำเสนอ เครื่องมือ - ใบงานกำเนิดเสียง - นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม เกณฑ์การวัดและประเมินผล - นักเรียนตอบคำถามได้มากกว่าร้อยละ 50 (ผ่าน) - นักเรียนตอบคำถามได้น้อยกว่าร้อยละ 50 (ไม่ผ่าน)
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - ตั้งใจและมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียน	วิธีวัด - สังเกตพฤติกรรมการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เครื่องมือ - แบบสังเกต เกณฑ์การวัดและประเมินผล - นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 (ดี) ขึ้นไป

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ระดับมัธยมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โมเมนต์ของแรง เวลา 2 คาบ (100 นาที)	
<p>มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด</p> <p>สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ</p> <p>มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p>ตัวชี้วัด</p> <p>ม. 2/10 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และคำนวณการใช้สมการ $M = FL$</p>	
<p>สาระสำคัญ</p> <p>โมเมนต์หรือโมเมนต์ของแรง หมายถึงผลคูณของแรงกับระยะทางตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนไปรอบ ๆ จุดศูนย์กลางของมวล เมื่อทราบตำแหน่งจุดหมุน ผลรวมของโมเมนต์ที่หมุนตามเข็มนาฬิกาจะเท่ากับผลรวมโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา</p>	
<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>นักเรียนสามารถอธิบายและบอกความหมายโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุนได้</p> <p>ด้านทักษะ (P)</p> <p>นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างของเล่นนักบินทดลองโมเมนต์ของแรงได้</p> <p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)</p> <p>นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>สาระการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - โมเมนต์ (moment) เป็นความสามารถของแรงในการหมุนวัตถุรอบจุดหมุน ขนาดของโมเมนต์หาได้จากแรงคูณกับระยะทางตั้งฉากจากจุดที่แรงกระทำไปยังจุดหมุน - ทิศทางของโมเมนต์ มี 2 ทิศทาง คือ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา และโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา - หลักการของโมเมนต์ถ้ามีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง แล้วทำให้วัตถุนั้นสมดุลจะได้ว่า ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา - โมเมนต์เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของเราเป็นอย่างมาก แม้แต่การเคลื่อนไหวของอวัยวะบางส่วนในร่างกาย การใช้เครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ หลายชนิด เช่น การถีบบันไดของรถจักรยาน การขันน็อต การเปิดฝาขวด การเปิดประตู

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E)	กิจกรรม
	<p>- เมื่อมีแรงขนาดต่างกันมากระทำต่อวัตถุ คนละด้านกับจุดหมุนที่ระยะห่างจากจุดหมุนต่างกัน วัตถุนั้นจะสามารถอยู่ในภาวะสมดุลได้ หลักการของโมเมนต์จึงช่วยให้เราออกแรงน้อย ๆ แต่สามารถยกน้ำหนักมาก ๆ ได้</p>
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	<p>1. ครูให้นักเรียนดูภาพการเล่นกระดานหก การเปิดฝาขวด แล้วระบุดำถามสำคัญดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ภาพที่นักเรียนเห็นมีแรงเข้ามามีเกี่ยวข้องหรือไม่ - นักเรียนคิดว่าในแต่ละภาพมีแรงชนิดใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง (นักเรียนตอบคำถามตามประสบการณ์ของตนเองและจากความรู้ที่เรียนมา)
	<p>1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน โดยนักเรียนสามารถสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2, ใบความรู้ เรื่อง โมเมนต์ของแรง และอื่น ๆ</p> <p>2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาลงใน Padlet</p> <p>3. ตัวแทนนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน</p>
ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	<p>1. ครูอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน</p> <p>2. นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์สรุปความรู้ เรื่อง โมเมนต์ของแรงลงในสมุด</p>
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<p>1. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่ค้นเกี่ยวกับการเล่น นกบิน จาก https:// YouTube/ ATNQY7aNRKc?si=Aav5cGHvkhYLTsvt</p> <p>2. นักเรียนออกแบบของเล่นนกบิน โดยใช้วัสดุต่อไปนี้ กระดาษA4 คลิปหนีบกระดาษ กรรไกร สี</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E)	กิจกรรม
	<p>3. นักเรียนทดสอบความสมดุลของเล่น<u>นกบิน</u> ของตนเอง หากนกบินไม่สมดุล ให้นักเรียนทำการหาจุดบกพร่อง และแก้ไข โดยครูช่วยให้คำแนะนำ</p> <p>4. ครูอธิบายเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงเชื่อมโยงกับของเล่น<u>นกบิน</u> โดยใช้หลักของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงกับการทรงตัวของวัตถุ</p>
ขั้นประเมินผล (Evaluation)	<p>1. ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจาก</p> <ul style="list-style-type: none"> - Padlet - สมุด - ชิ้นงานของเล่น<u>นกบิน</u> - พฤติกรรมการร่วมกิจกรรมของนักเรียน - การตอบคำถามระหว่างเรียน
การวัดและประเมินผล	
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>นักเรียนสามารถอธิบายและบอกความหมายโมเมนต์ของแรงเมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุนได้</p>	<p>วิธีวัด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม - ประเมินผลจากการส่งงานใน Padlet - ประเมินผลจากการเขียนผังมโนทัศน์สรุปความรู้ <p>เครื่องมือ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินการตอบคำถามระหว่างเรียน - Padlet - สมุด <p>เกณฑ์การวัดและประเมินผล</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 (ดี) ขึ้นไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E)	กิจกรรม
การวัดและประเมินผล	
ด้านทักษะ (P) นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างของเล่นนกบินทดลองโมเมนต์ของแรงได้	วิธีวัด - ประเมินจากชิ้นงานของนักเรียน เครื่องมือ - แบบประเมินชิ้นงาน เกณฑ์การวัดและประเมินผล - นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 (ดี) ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	วิธีวัด - สังเกตพฤติกรรมการร่วมกิจกรรม การตอบคำถาม การซักถาม และการอภิปราย เครื่องมือ - แบบประเมินชิ้นงาน เกณฑ์การวัดและประเมินผล - นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 (ดี) ขึ้นไป

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านของเล่นที่เป็นภูมิปัญญาไทย ไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขเพลิดเพลินจากการเล่นเท่านั้น แต่ยังทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์จากกลไกที่แฝงอยู่ และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบอันเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่มีการนำของเล่นที่เป็นภูมิปัญญาไทยหรือของเล่นวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมาบูรณาการกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ในวิทยาศาสตร์ จึงเป็นอีกแนวทางการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่น่าสนใจควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน

บทสรุป

ของเล่นด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นภูมิปัญญาไทย ถูกประดิษฐ์ขึ้นเพื่อเสริมสร้างพัฒนาการของเด็กในด้านต่าง ๆ ซึ่งแฝงไปด้วยหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของเล่นออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. ของเล่นประเภทการหมุนและจุดสมดุล เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง จุดสมดุลในการเคลื่อนที่ โม่หมุนตัมเชิงมุม แรงเสียดทาน ตัวอย่างของเล่น เช่น ลูกข่าง เครื่องตำข้าวขนาดเล็ก แมลงปอไม้ไผ่ และควายกินหญ้า

2. ของเล่นประเภทสปริง เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงานศักย์ยืดหยุ่น พลังงานจลน์ กฎและการอนุรักษ์พลังงาน ตัวอย่างของเล่น เช่น หนูกะลา ควายชนกัน รถหลอดด้าย และหนอนดิน

3. ของเล่นประเภทเสียง เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง การสะท้อนของเสียง และความถี่ของเสียง ตัวอย่างของเล่น เช่น กบไม้ จักจั่น และปี่นก

4. ของเล่นประเภทแรงโน้มถ่วง เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ ตัวอย่างของเล่น เช่น นกบิน และลูกยาง

5. ของเล่นประเภทความเฉื่อย เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง ความเฉื่อย ตัวอย่างของเล่น เช่น กังหันหมุน

6. ของเล่นประเภทแรงและการเคลื่อนที่ เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และเคลื่อนที่ในแนวราบ ตัวอย่างของเล่น เช่น คอปเตอร์ไม้ไผ่ กำหมุ่นบิน ว่าว สัตว์บนล้อ และบ๊องถบ

ของเล่นวิทยาศาสตร์ปัจจุบันมีกลไกและความซับซ้อนมากขึ้นกว่าในอดีตตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยี เช่น ชุดการทดลองพลังงานลม และชุดการทดลองระบบไฟฟ้า การนำการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านของเล่นมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ในทุกชั้นของการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขเพลิดเพลินจากการเล่น และได้เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์จากกลไกที่แฝงอยู่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน และเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. วัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาทำของเล่นภูมิปัญญาไทยที่ส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง
2. การเล่น “ลูกข่าง” ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง
3. ถ้าต้องการให้ผู้เรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่องโมเมนต์ของแรง ผู้สอนสามารถส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้ของเล่นภูมิปัญญาไทยชนิดใด
4. ความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่อง พลังงานศักย์-พลังงานจลน์ สามารถนำไปประดิษฐ์ของเล่นภูมิปัญญาไทยชนิดใดได้บ้าง
5. นักศึกษาสามารถนำของเล่นภูมิปัญญาไทยไปใช้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ได้ในขั้นตอนใด ยกตัวอย่างประกอบ
6. ของเล่นวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันแตกต่างจากของเล่นภูมิปัญญาไทยในอดีตอย่างไร
7. เพราะเหตุใดของเล่นภูมิปัญญาไทยในอดีตจึงไม่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน
8. ยกตัวอย่างของเล่นในปัจจุบันที่ส่งเสริมแนวคิดและทักษะทางวิทยาศาสตร์
9. ยกตัวอย่างของเล่นภูมิปัญญาไทยที่เชื่อมโยงกับความรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่
10. ของเล่นภูมิปัญญาไทยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้หรือไม่ เพราะอะไร

เอกสารอ้างอิง

- ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร, สมศิริ สิงห์ถล และเชษฐ ศิริสวัสดิ. (2565). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 20(1): 241-256.
- ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน. (2565). *กั้งหันหมุน*. https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=342
- ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน. (2565). *จักจั่น*. https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=344
- ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน. (2565). *บ้องถบ*. https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=375
- ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน. (2565). *สัตว์กะลา*. https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=359
- ผู้จัดการออนไลน์. (8 กันยายน 2557). *แฝงวิทยาศาสตร์ไว้ใน “ของเล่นภูมิปัญญาไทย”*. https://mgronline.com/science/detail/9570000098575#google_vignette.
- ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน). (2561). *ของเล่าเล่าวิถีท้องถิ่น*. <https://www.sac.or.th/portal/th/article/detail/83>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). เล่นสนุก ได้ความรู้ กับของเล่นพื้นบ้านในค่ายโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ขั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ประจำปี 2555. *องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. นิตยสาร สสวท*, 42 (185), 7-9. <https://www.scimath.org/article-science/item/12841-3-2555>
- องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). (2561). *วิทยาศาสตร์ภูมิปัญญาไทย*. <https://web2.nsm.or.th/intellect-technology/131-wooden-frog-toys-sound-imitating-animals.html>
- องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. (2562). *วิทยาศาสตร์ในของเล่นภูมิปัญญาไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 42 หน้า. <https://www.mhesi.go.th/images/STBookSeries/BS004TraditionalThaiToys.pdf>
- องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). (2564). *นกหวีดไม้ไผ่หรือปี่นำ*. <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/6077>
- Joonner.com. (2566). *ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ารุ่น Plus*. <http://www.joonner.com/product/650/ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ารุ่น-plus>.

Magazine online for Thai inventors. (2556). *ประดิษฐ์ “รถหลอดด้าย” ของเล่นย้อนยุค.*

<https://www.inventor.in.th/home/ประดิษฐ์-รถหลอดด้าย/>

PADA education. (ม.ป.ป.). *ชุดการทดลองพลังงานลม (Wind Power).*

https://www.padabook.com/private_folder/green/wind.pdf

Sacit Archive. (2563). *คอปเตอร์ไม้ไผ่.* <https://archive.sacit.or.th/handicraft/2315>

บทที่ 5

โครงการวิทยาศาสตร์

บทนำ

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งของผู้เรียน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ได้ใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาอย่างมีระบบ เป็นขั้นตอน โดยไม่เป็นเพียงแค่การรับความรู้จากผู้สอนหรือจากหนังสือเรียนเท่านั้น แต่ยังเป็นการที่ผู้เรียนจะได้ลงมือ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ได้พัฒนาความสามารถในการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง และได้พัฒนาทักษะชีวิต เช่น การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และการสื่อสาร ที่ส่งเสริมการเรียนรู้มากกว่า เนื้อหาในห้องเรียน ทำให้ในโรงเรียนส่วนใหญ่จัดให้วิชาโครงการวิทยาศาสตร์เป็นวิชาประเภท IS (independent study) ที่ให้การประเมินผลเป็นผ่านและไม่ผ่าน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง และการค้นคว้าด้วยตนเอง โดยไม่เน้นการให้คะแนนในลักษณะข้อสอบ ดังนั้น ในบทนี้จึงเป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เพื่อให้ผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในความหมายและความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน รวมถึงการเรียนรู้ประเภทต่าง ๆ ของโครงการวิทยาศาสตร์ การดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของโครงการ และวิธีการจัดทำรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนและประเมินผลการทำโครงการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการเป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีฐานความคิดมาจากปรัชญาในกลุ่ม พิพัฒน์นิยม (progressivism) ที่มีแนวคิดว่า เป้าหมายสูงสุดของการศึกษา คือ การสร้างสถานการณ์ ที่สร้างความก้าวหน้าให้ผู้เรียนให้มากที่สุด โดยผู้สอนจะทำหน้าที่แนะแนวทางให้ผู้เรียนในการทำ กิจกรรมต่าง ๆ จัดสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และมีหน้าที่ช่วยเหลือสนับสนุนผู้เรียน ในโครงการต่าง ๆ ที่ทำอยู่ (สมชาย รัตนทองคำ, 2556) ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้มีการนำ โครงการมาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ โครงการวิทยาศาสตร์และกล่าวถึงการนำโครงการมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

ศรัณยู หมื่นเดช และรุจโรจน์ แก้วอุไร (2563) อ้างถึง Panich (2012) กล่าวว่า การเรียนแบบโครงงานเป็นการสืบค้นความรู้และแก้ปัญหาอย่างหลากหลายด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และยังมีส่วนช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการที่ได้สร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง เพื่อนำเสนอและเผยแพร่สิ่งที่ค้นพบ สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2560) ที่กล่าวว่า โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษา เพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครู อาจารย์และผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา โดยที่ทั้งผู้เรียนและผู้สอนไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน ผู้สอนจะทำหน้าที่ช่วยเหลือสนับสนุนในการทำโครงงาน เช่น ร่วมวางแผนในการดำเนินงาน ให้กำลังใจ กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ในการทำงาน รวมถึงอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการทำโครงงาน (อัศววัฒน์ ศรีสวัสดิ์, ประเทืองสุข มณีล้ำ และโชคชัย ยืนยง, 2564 อ้างถึง สุกพล วังสินธุ์, 2553) และสอดคล้องกับ มัลลิกา อุทร์เกษ และอามิณห์ หล้าวงศ์ (2566) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการบูรณาการสาระความรู้ต่าง ๆ และอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์มีการนำเทคนิคผสมผสานหลายรูปแบบ เช่น กระบวนการกลุ่ม กระบวนการคิดแก้ปัญหา ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจโดยใช้กระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหาคำตอบด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้และปรับปรุงความรู้ที่ได้มาให้สมบูรณ์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติหาคำตอบจากการสืบค้นความรู้ และการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน โดยใช้การบูรณาการความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่ช่วยเหลือ กระตุ้น สนับสนุนให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยตนเอง

5.2 ประโยชน์ของโครงงานวิทยาศาสตร์

โครงงานวิทยาศาสตร์ให้ประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และต่อผู้เรียนหลายด้าน ซึ่งนอกจากผู้เรียนจะได้เรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด และการกระทำ ดังนี้ (จุฑามาศ สุขเฉลิม, 2558)

- ผู้เรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร หรือ แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในการทำโครงงาน

- ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการแสวงหาความรู้ สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ
- ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้มีความสนใจในวิทยาศาสตร์ เช่น มีความอยากรู้อยากเห็น เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือ ชื่นชมในผลงานของนักวิทยาศาสตร์ เกิดเป็นเจตคติที่ดีต่อ วิชาวิทยาศาสตร์
- ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้เกิดความคิดขั้นสูง ได้คิดวิเคราะห์ปัญหา ข้อมูล และเกิด ความคิดสร้างสรรค์ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน
- ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และเทคนิคทาง วิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ ศศิวิมล ไกรสารอง และ นิตกร อ่อนโยน (2562) อ้างถึง สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) กล่าวถึงประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรม ทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ฝึกฝนการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหารวมทั้งการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ จึงมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายด้าน ช่วยให้ผู้เรียน เกิดกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติ เกิดทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ได้

5.3 ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้อันทำให้ ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่สงสัยหรือเรื่องที่น่าสนใจด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ ยูพาพันธ์ มินวงษ์ (2558) อ้างถึง สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์ แบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. **โครงการประเภทสำรวจ (survey research project)** เป็นโครงการที่ศึกษารวบรวม ข้อมูลจากสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสนใจในสภาพธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อม หรือเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เป็นประเด็นคำถาม แล้วนำข้อมูลที่ได้อ่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างเป็นแบบแผน เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษา โครงการประเภทนี้ผู้เรียนต้องเก็บรวบรวม ข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสอบถาม การสัมภาษณ์ การสำรวจ โดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสังเกต แบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ ตัวอย่างโครงการประเภทสำรวจ เช่น

- โครงการสำรวจปริมาณฝุ่นละอองในอากาศในเขตพื้นที่การศึกษาเขต 1
- โครงการสำรวจความหลากหลายของผีเสื้อกลางคืนในอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย
- โครงการสำรวจความต้องการน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคภายในชุมชน

2. **โครงการประเภทการทดลอง (experimental research project)** เป็นโครงการที่ต้องทำการออกแบบทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรอิสระ) ที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรตาม) ซึ่งในทางทฤษฎีในการทดลองหนึ่ง ๆ อาจมีหลายตัวแปรที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อสิ่งที่ต้องการศึกษา ผู้ทดลองจึงต้องทำการกำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา (ตัวแปรอิสระ) เพียงตัวแปรเดียวก่อน แล้วกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษานั้น เป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม (ตัวแปรควบคุม) เพื่อป้องกันผลการศึกษาคาดเคลื่อน ขั้นตอนการทำโครงการประเภทนี้ จะต้องมีการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แปลผล และสรุปผลการทดลอง ตัวอย่างโครงการประเภทการทดลอง เช่น

- โครงการทดลองการเจริญเติบโตของยีสต์ในน้ำหมักชนิดต่าง ๆ
- โครงการเปรียบเทียบปริมาณแอลกอฮอล์ในผลไม้
- โครงการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้สกุลหวาย



ภาพที่ 5.1 โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองศึกษาหาน้ำตาลในน้ำอัดลม
 หมายเหตุ: จาก โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง ศึกษาหาน้ำตาลในน้ำอัดลม
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. โดย โรงเรียนบ้านหนองซอน, 2561,
 (http://nongson.ac.th/gallery-detail_100228).

3. **โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (developmental research project or invention)** เป็นโครงการที่มีการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาพัฒนาหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ชนิดต่าง ๆ อาจเป็นการพัฒนา ดัดแปลงจากของที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ค้นขึ้นมาใหม่ เพื่ออธิบายแนวคิดบางอย่างในการ

แก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์นี้จะต้องมีการกำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษาเช่นเดียวกับโครงการประเภททดลอง แต่แตกต่างจากโครงการทดลองตรงที่ผลของโครงการซึ่งนอกจากจะได้ข้อมูลที่ศึกษาแล้ว ยังได้อุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้นขึ้น จึงเป็นโครงการที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ ตัวอย่างโครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เช่น

- โครงการประดิษฐ์แผ่นกรองแยกไขมัน
- โครงการเพิ่มประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้วยกระดาษฟอยล์
- โครงการเซนเซอร์อัจฉริยะจากพลังงานสะอาด



ภาพที่ 5.2 ชิ้นงานประเภทสิ่งประดิษฐ์

หมายเหตุ: จาก โครงการวิทยาศาสตร์. โดย โรงเรียนโรจนวิทย์มาลาเปียง, 2566,
(<https://malabiang.ac.th>).

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (theoretical research project)

เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือคำอธิบาย โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกา หรือข้อตกลงนั้น ซึ่งอาจใช้กติกาและข้อตกลงเดิมมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ หรืออาจเสนอหลักการ แนวความคิด หรือจินตนาการที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน ที่ขัดแย้งหรือขยายทฤษฎีเดิม แต่จะต้องมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นมาสนับสนุนอ้างอิง การทำโครงการประเภทนี้ผู้เรียนจึงต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีจึงจะสามารถสร้างคำอธิบาย หรือสร้างทฤษฎีขึ้นมาได้ ตัวอย่างโครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เช่น

- โครงการอธิบายอวกาศแนวใหม่
- โครงการศึกษาการกำเนิดทวีปและมหาสมุทร
- โครงการศึกษากำเนิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย

ทั้งนี้การตัดสินใจเลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทใดประเภทหนึ่งนั้น ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนพิจารณาเลือกประเภทของโครงการจากปัญหาที่พบใกล้ตัวของผู้เรียน ปัญหาที่มีผลต่อการประกอบอาชีพของคนในชุมชน หรือจากการต่อยอดความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเลือกประเภทของโครงการที่เหมาะสมได้

5.4 ขั้นตอนการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์

การจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์จะมีการศึกษาอย่างเป็นระบบแบบแผนขั้นตอน เพื่อให้ได้มาซึ่งปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ แนวทางการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างขั้นตอนในการจัดทำโครงการของสุทัตตา ธรรมภักทรกุล (2563) ที่ได้ศึกษาค้นคว้าขั้นตอนในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่าขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การได้มาซึ่งปัญหา

การได้มาซึ่งปัญหาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนแรกที่จะต้องพิจารณาหรือกำหนดให้เหมาะสมและตรงต่อความต้องการของผู้ทำโครงการให้มากที่สุด การได้มาซึ่งปัญหานั้นนำไปสู่การคิดและเลือกหัวข้อในการทำโครงการ และนำไปสู่ประเภทของโครงการที่สนใจทำได้ โดยผู้สอนควรดูแลให้คำปรึกษาหรือเสนอแนะเพื่อให้ผู้เรียนมีแนวทางในการได้มาซึ่งปัญหาในการทำโครงการ ดังนี้

- สำรวจสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่เป็นปัญหา ผู้สอนควรให้ผู้เรียนสังเกตปัญหาสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน หรือปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน เนื่องจากเป็นปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียน พบเห็นได้ง่าย และเกิดผลกระทบต่อผู้เรียนโดยตรง ทำให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาได้ เช่น
 - ปัญหาการไม่คัดแยกขยะในโรงเรียน
 - ปัญหาการไม่บำบัดน้ำที่ทิ้งจากบ้าน
- สำรวจปัญหาที่เกิดกับอาชีพในท้องถิ่น การประกอบอาชีพของคนในท้องถิ่นส่วนใหญ่เป็นอาชีพด้านเกษตรกร ซึ่งมักจะพบกับปัญหาในด้านการเพิ่มผลผลิต หรือการพัฒนาผลผลิต เช่น
 - ปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูพืช
 - ปัญหาดินเสื่อมคุณภาพ
 - ปัญหาบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมทำให้ราคาพืชผลลดลง
- สำรวจความเชื่อหรือวิถีการดำรงชีวิตของคนในท้องถิ่น เพื่อนำข้อค้นพบที่ได้มาตั้งเป็นปัญหา ซึ่งการกำหนดปัญหาจากการสำรวจความเชื่อนี้ ต้องไม่ขัดกับความเชื่อ ศาสนา ประเพณี และวัฒนธรรมของคนในท้องถิ่น เช่น
 - การเชื่อว่าถ่านสามารถดับกลิ่นในตู้เย็นได้
 - การรับประทานดินเค็มจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย

- สืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น วารสาร ตำราทางวิทยาศาสตร์ นิทรรศการ และสื่อออนไลน์ต่าง ๆ ที่นำเสนอเกี่ยวกับการทำโครงการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนนำแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้มาดัดแปลง หรือพัฒนาเป็นหัวข้อโครงการได้
- สนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ กับผู้สอนและผู้รู้ในท้องถิ่น เพื่อหาแนวคิด ประเด็นต่าง ๆ ในการเลือกหัวข้อโครงการ

นอกจากนี้สิ่งสำคัญในการกำหนดปัญหาหรือหัวข้อในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้สอนควรพิจารณาเพิ่มเติม คือ

- หัวข้อโครงการต้องเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจศึกษาด้วยตนเองตามความรู้ ความสามารถ และความถนัด
- ข้อมูลที่ได้จากการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาหรือแนวทางในการแก้ปัญหาต้องเกิดประโยชน์ สามารถนำมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้จริง
- ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน เป็นโครงการแปลกใหม่ ทันสมัยที่ยังไม่มีใครทำไว้ หรือเป็นการต่อยอดความรู้เดิม
- ใช้ระยะเวลาในการทำหรือพัฒนาชิ้นงานอยู่ในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งผู้สอนควรกำหนดวันสิ้นสุดโครงการให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำหนดระยะเวลาในการทำโครงการแต่ละขั้นตอนได้
- มีค่าใช้จ่ายในการทำโครงการเหมาะสม โดยผู้ทำโครงการต้องประเมินรายจ่ายทั้งหมดในการทำโครงการก่อนตัดสินใจเลือกหัวข้อ ยึดหลักความคุ้มค่าในการทำโครงการจากการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่มากกว่าการจัดหาใหม่
- มีความปลอดภัย ผู้สอนควรกำชับให้ผู้เรียนเลือกกำหนดหัวข้อโครงการที่เหมาะสม ไม่เป็นอันตรายต่อตัวผู้เรียนหรือผู้อื่น และไม่ก่อให้เกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อม
- เป็นไปตามค่านิยมและวัฒนธรรมท้องถิ่น หลีกเลี่ยงการทำโครงการที่ขัดต่อความเชื่อ วัฒนธรรม หรือประเพณีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น

ขั้นที่ 2 การศึกษาค้นคว้าเอกสาร

การศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหาหรือหัวข้อในการทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ได้แนวคิดที่ใช้กำหนดขอบเขตของเรื่องที่จะศึกษาได้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น รวมทั้งได้ความรู้เพิ่มเติมมาประกอบเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้า ซึ่งนอกจากจะช่วยประกอบการตัดสินใจในการเลือกหัวข้อในการทำโครงการแล้ว ยังเป็นการสืบค้นว่าหัวข้อโครงการที่ผู้เรียนสนใจได้มีผู้ทำมาก่อนแล้วหรือไม่

จึงเป็นการช่วยป้องกันการทำโครงการซ้ำซ้อนกับผู้อื่นได้ และยังใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการทำโครงการอีกด้วย
ซึ่งเมื่อศึกษาแล้วควรบันทึกสรุปสาระสำคัญของเรื่องที่ศึกษา และแหล่งข้อมูลที่ศึกษาไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 การจัดทำเค้าโครงของโครงการ

การจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นโครงการเพื่อขอเสนอทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- ชื่อโครงการ การตั้งชื่อโครงการ ควรให้ตรงกับเรื่องที่ต้องการศึกษา กระชับ ระบุตัวแปรต้น และตัวแปรตามชัดเจน
- ชื่อผู้ทำโครงการ เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นว่าใครเป็นผู้รับผิดชอบโครงการ
- ชื่อที่ปรึกษาโครงการ การเขียนชื่อที่ปรึกษาโครงการ เป็นการให้เกียรติและเป็นการแสดงความขอบคุณที่ช่วยให้คำปรึกษาจนโครงการสำเร็จ ลุ่ล่งตามเป้าหมาย
- ที่มาและความสำคัญของโครงการ เป็นการบอกแนวคิดและที่มาของการทำโครงการ ที่เขียนอธิบายถึงสาเหตุของการทำโครงการ ความสำคัญของข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ ที่ได้จากโครงการ
- วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า เป็นการบอกถึงจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้เกิดขึ้นในการศึกษาค้นคว้า โดยระบุเป็นข้อ ๆ ชัดเจน เป็นการบอกขอบเขตของงานที่จะทำ และสามารถวัดได้
- สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า เป็นคำตอบของผลการศึกษา ที่ผู้ทำโครงการใช้หลักการ และเหตุผลในการคาดคะเน หรือพยากรณ์ไว้ล่วงหน้าก่อนการเก็บข้อมูล การทำโครงการ บางครั้งผู้ทำโครงการอาจไม่จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
- ขอบเขตของการทำโครงการ เป็นเงื่อนไขในการศึกษา (ขอบเขตที่จะทำ หรือไม่ทำ) ข้อกำหนดหรือข้อจำกัดในการศึกษา
- วิธีดำเนินงาน ประกอบด้วยขั้นตอนเตรียม ขั้นตอนการทำงาน และการเก็บรวบรวมข้อมูล
- แผนปฏิบัติงาน ส่วนใหญ่นิยมแสดงในรูปแบบตารางแผนงานที่สอดคล้องกับระยะเวลาที่ทำการศึกษา
- ผลที่คาดว่าจะได้รับ เป็นการคาดหวังถึงผลการดำเนินการตามโครงการ ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า
- เอกสารอ้างอิง เป็นการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่อ้างถึงในโครงการ ซึ่งอาจเป็นเอกสารทางวิชาการ หนังสือ ตำรา หรือรายงานการวิจัย

ขั้นที่ 4 การลงมือทำโครงการงาน

หลังจากผู้เรียนจัดทำเค้าโครงเพื่อเสนอขอทำโครงการต่อครูหรือผู้สอนที่ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาแล้ว ในการทำโครงการ ผู้สอนควรกำกับดูแลให้ผู้ทำโครงการดำเนินการ ดังนี้

- ทบทวนดูประเภทของโครงการอีกครั้งเพื่อจะได้มีความชัดเจนในการปฏิบัติงาน
- กำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติงานอย่างละเอียด ชัดเจน
- ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ ประหยัด กรณีเป็นโครงการประเภทการทดลอง ผู้เรียนต้องทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อให้เกิดความแน่ใจ
- มีการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้อย่างละเอียด ชัดเจน เป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปตารางบันทึก เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- ระยะเวลาของการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน ทุกขั้นตอน
- ในกรณีที่มีข้อผิดพลาด หรือมีปัญหาในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน ต้องรีบปรึกษากับกลุ่ม หรือครูที่ปรึกษาโครงการ

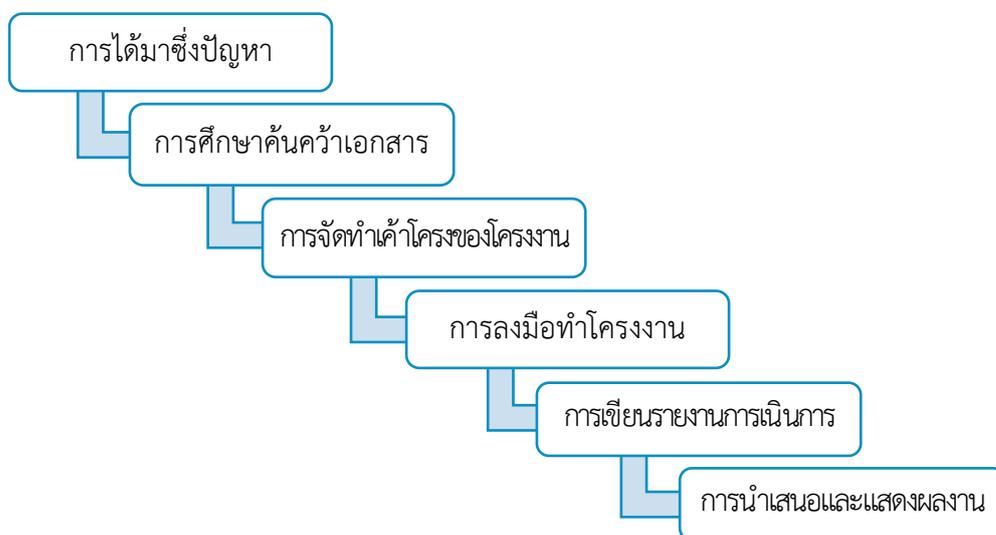
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานการดำเนินงาน

การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการเสนอผลงานการดำเนินการเป็นเอกสาร หรือลายลักษณ์อักษร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ การเขียนรายงานโครงการจึงเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนดำเนินการทำโครงการจนครบทุกขั้นตอน ได้ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และสรุปแล้ว

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและแสดงผลงาน

เป็นการนำเสนอและแสดงผลงานที่ได้จากการทำโครงการเป็นขั้นตอนที่สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การรายงานในที่ประชุม หรือการจัดนิทรรศการ ซึ่งการนำเสนอและแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์อาจจัดขึ้นภายในโรงเรียน หรือสถานที่ประชุมทางวิชาการ เป็นขั้นตอนที่ฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการนำเสนอข้อมูล

ทั้งนี้ ในหัวข้อการเขียนรายงานการดำเนินงานและการนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ จะขออธิบายรายละเอียดในหัวข้อต่อไป



ภาพที่ 5.3 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5.5 การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) กล่าวไว้ในคู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ สำหรับโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ว่า รายงานโครงการวิทยาศาสตร์เป็นรายงานเชิงวิชาการ รวบรวมข้อมูลของโครงการที่ศึกษาทั้งหมด โดยมีหลักการเขียนที่ต้องเป็นไปตามข้อเท็จจริงตามข้อมูลที่ได้มา มีการแปลผลและอภิปรายภายใต้ขอบเขตของข้อมูลโดยใช้ภาษาเขียนตามหลักวิชาการ เพื่อให้ผู้อื่นสามารถอ่านเข้าใจได้ โดยโครงสร้างรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนนำ ส่วนเนื้อเรื่อง และส่วนอ้างอิง มีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนนำ ประกอบด้วย ปกนอก ใบบรองปก ปกใน บทคัดย่อ กิตติกรรมประกาศ สารบัญ และคำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ถ้ามี) มีรายละเอียดดังนี้

- ปกนอก ใช้สีกระดาษสุภาพและพิมพ์ด้วยตัวอักษรที่มีขนาดพอเหมาะ มีข้อความกระจายตัวอย่างเป็นระเบียบ ประกอบด้วยข้อความดังนี้
 - ตราโรงเรียน
 - ชื่อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์
 - ชื่อตัวและชื่อสกุลผู้ทำโครงการ โดยระบุค่านำหน้าชื่อ และใส่คำว่า “โดย” ก่อนพิมพ์ชื่อผู้ทำโครงการ

- ข้อความที่ระบุวิชาหรือโอกาสในการทำโครงการงาน “รายงานนี้ เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา โรงเรียนภาคเรียนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ปีการศึกษา.....”
- ใบรองปก เป็นกระดาษ A4 ไม่พิมพ์ข้อความใด ๆ จำนวน 1 แผ่น
- ปกใน มีข้อความเช่นเดียวกับปกนอก จัดเรียงเป็นระเบียบ และมีชื่อตัวและชื่อสกุลของครูที่ปรึกษาโครงการงาน ซึ่งเป็นครูที่ปรึกษาภายในโรงเรียน และอาจมีครูที่ปรึกษาภายนอกโรงเรียนร่วมด้วย
- บทคัดย่อ เป็นข้อความเรียง แสดงสรุปครอบคลุมรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่สนใจ ได้ใจความอธิบายถึง จุดประสงค์ วิธีดำเนินงาน วิธีการเก็บข้อมูล สถิติที่ใช้และผลการดำเนินงาน โดยไม่มีการอ้างอิง และมีความยาวทั้งหมดประมาณ 250-300 คำ ท้ายบทคัดย่อควรมีคำสำคัญ (keyword) ที่เกี่ยวข้องกับโครงการงานมากที่สุด และมีความหมายเฉพาะ เพื่อเป็นประโยชน์ในการสืบค้นสำหรับผู้สนใจ โดยไม่ควรเกิน 5 คำ
- กิตติกรรมประกาศ เป็นส่วนที่แสดงความขอบคุณบุคคล สถาบัน หรือหน่วยงานที่ให้การช่วยเหลือในการค้นหาความรู้ หรือการดำเนินงาน โดยมีความยาวไม่เกิน 1 หน้า
- สารบัญ เป็นส่วนที่แสดงลำดับหน้าของโครงการงานทั้งฉบับ ในกรณีที่รายงานมีการแสดงตารางและภาพ ต้องมีหัวข้อสารบัญตาราง และสารบัญภาพเป็นหัวข้อย่อย
- คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ เป็นส่วนอธิบายถึงสัญลักษณ์และคำย่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำโครงการงาน เพื่อชี้แจงให้ผู้อ่านเข้าใจ เช่น สัญลักษณ์ NO แทน ไนตริกออกไซด์ หรือไนโตรเจนมอนอกไซด์ สัญลักษณ์ (+, +) แทน ความสัมพันธ์แบบพึ่งพากันในระบบนิเวศ



โครงการวิทยาศาสตร์

เรื่อง

โดย

.....

.....

.....

ครูที่ปรึกษา

.....

รายงานนี้ เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา.....

โรงเรียน.....

ภาคเรียนที่.....ชั้น..... ปีการศึกษา.....

ภาพที่ 5.4 ตัวอย่างปกนอกโครงการวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 ส่วนเนื้อเรื่อง ประกอบด้วย 5 บท ที่มีรายละเอียดแตกต่างกัน ดังนี้

- บทที่ 1 บทนำ
- บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลองหรือวิธีดำเนินงาน
- บทที่ 4 ผลการทดลองหรือผลการดำเนินงาน
- บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

บทที่ 1 บทนำ ประกอบด้วย

- ที่มาและความสำคัญของโครงการ เป็นส่วนที่กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาหรือสิ่งที่สนใจศึกษา อธิบายให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงทำโครงการนี้ โดยมีหลักฐานหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุน กรณีที่นำข้อมูลโครงการที่มีผู้อื่นเคยทำไว้มาใช้ ต้องมีการกล่าวถึงผลการทดลองนั้น และชี้ให้เห็นว่าเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล หรือทำเพิ่มเติมโดยปรับเปลี่ยนในส่วนใด การเขียนที่มาและ

ความสำคัญของโครงการมักมีการนำข้อมูลจากบทความ วารสาร หรือผลการศึกษาของผู้อื่นที่เคยทำได้มาประกอบการเขียน จึงต้องมีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลนั้นอย่างถูกต้อง

- **วัตถุประสงค์** เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้เกิดจากการทำโครงการ มีความชัดเจนสอดคล้องกับชื่อโครงการ ถ้ามีวัตถุประสงค์หลายประเด็น ให้ระบุเป็นข้อชัดเจน
- **สมมติฐาน (ถ้ามี)** เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่สนใจศึกษาอย่างมีเหตุผลตามหลักการและทฤษฎี โดยชี้แนะถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งมักระบุไว้ในโครงการประเภทการทดลอง
- **นิยามศัพท์เฉพาะ** เป็นการให้ความหมายหรือคำจำกัดความของคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
- **ขอบเขตของการดำเนินงาน** แสดงถึงช่วงเวลาที่ทำการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมที่ใช้ในการทดลอง

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยส่วนเนื้อหาหรือทฤษฎี เอกสารจากงานวิจัย หรือเอกสารจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยมีการอ้างอิงแหล่งที่มา

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลองหรือวิธีดำเนินงาน ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ได้แก่ วัสดุ/อุปกรณ์ สารเคมี และขั้นตอนการดำเนินงานโดยการเขียนขั้นตอนการดำเนินงาน ผู้เรียนต้องเขียนรายงานเรียงลำดับตามจุดประสงค์และสมมติฐานให้ครบถ้วน

บทที่ 4 ผลการทดลองหรือผลการดำเนินงาน เป็นการรายงานผลการศึกษา สํารวจ ประดิษฐ์ และทดลองที่ผู้เรียนค้นพบ รวมทั้งรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเขียนเรียงลำดับหัวข้อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินงาน อาจมีการนำเสนอข้อมูลในรูปของตาราง กราฟ หรือมีภาพประกอบ

บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

- **สรุปผล** เป็นการเขียนสรุปผลที่ได้จากการทำโครงการ โดยเขียนเรียงตามลำดับจุดประสงค์และผลการดำเนินงานที่ได้
- **อภิปรายผล** เป็นการอธิบายเหตุผลที่ได้จากการสำรวจ ประดิษฐ์ ทดลอง ตามประเด็นที่รายงานผลการทดลอง โดยมีการอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาสนับสนุน เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ

- ข้อเสนอแนะ เป็นส่วนที่เขียนแสดงให้เห็นถึงข้อควรปรับปรุงแก้ไข ปัญหา และอุปสรรค ที่พบในการทำโครงการ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้หากมีผู้ต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อไป

ส่วนที่ 3 ส่วนอ้างอิง ประกอบด้วยรายการอ้างอิง และภาคผนวก

- รายการอ้างอิง เป็นส่วนที่แสดงรายชื่อแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้ทำโครงการสืบค้นมาประกอบการทำโครงการในส่วนบทนำ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสรุปอภิปราย และข้อเสนอแนะ ที่อยู่ในเล่มรายงาน โดยใช้คำว่า เอกสารอ้างอิง (reference) แต่ถ้ามีเอกสารอื่นหรือข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องแต่ไม่ได้นำมาอ้างในโครงการ ให้ใช้คำว่า บรรณานุกรม (bibliography) ทั้งนี้การเขียนรายการอ้างอิงมีหลายระบบ ต้องศึกษาทำความเข้าใจและเขียนให้เป็นระบบเดียวกันทั้งหมด
- ภาคผนวก เป็นส่วนท้ายของรายงานที่ช่วยสนับสนุนการค้นคว้า ข้อมูลที่สามารถนำมาลงได้ในส่วนนี้ เช่น ตาราง รูปภาพ กราฟที่เกี่ยวข้อง และผลการทดลองเบื้องต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์มาประกอบ โดยผู้เรียนต้องเป็นผู้ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง และมีผู้สอนทำหน้าที่ให้คำปรึกษา ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาที่สนใจ ได้ฝึกการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล และการเขียนรายงานโครงการตามหลักวิชาการ เกิดเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง การทำโครงการวิทยาศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก

บทสรุป

โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ สร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน โดยใช้การบูรณาการความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่ช่วยเหลือ กระตุ้น สนับสนุนให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยตนเอง โครงการวิทยาศาสตร์จึงช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในเนื้อหา ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้เกิดความคิดขั้นสูง ได้ฝึกการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และได้พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่ศึกษารวบรวมข้อมูลในสภาพธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสอบถาม สัมภาษณ์ และสำรวจ

2. โครงการประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่ต้องออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรอิสระ) ที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรตาม) โดยขั้นตอนการทำโครงการประกอบด้วย การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แผลผล และสรุปผลการทดลอง

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นโครงการที่มีการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาพัฒนาหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ชนิดต่าง ๆ

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสมการ สูตร คำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือแนวความคิดที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน

ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การได้มาซึ่งปัญหา จากการสำรวจสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวของผู้เรียน หรือจากการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ โดยการกำหนดปัญหาหรือหัวข้อในการทำโครงการ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจศึกษาด้วยตนเอง และมีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ เช่น เป็นโครงการแปลกใหม่ ทันสมัย ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ใช้ระยะเวลาในการทำไม่นาน มีความปลอดภัย และเสียค่าใช้จ่ายไม่สูง

ขั้นที่ 2 การศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือหัวข้อในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนกำหนดขอบเขตของเรื่องที่จะศึกษาได้เฉพาะเจาะจง ได้ความรู้เพิ่มเติม และเป็นการสืบค้นว่าหัวข้อโครงการที่ผู้เรียนสนใจได้มีผู้ทำมาก่อนแล้วหรือไม่

ขั้นที่ 3 การจัดทำเค้าโครงของโครงการ เพื่อขอเสนอทำโครงการ โดยเค้าโครงของโครงการประกอบด้วยหัวข้อ ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่อที่ปรึกษาโครงการ ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า ขอบเขตของการทำโครงการ วิธีดำเนินงาน แผนปฏิบัติงาน ผลที่คาดว่าจะได้รับ และเอกสารอ้างอิง

ขั้นที่ 4 การลงมือทำโครงการ เป็นขั้นสืบค้น สำรวจ ประดิษฐ์ หรือพัฒนา เพื่อแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดวิธีการไว้ในเค้าโครงของโครงการ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานการดำเนินงาน เป็นการเสนอผลงานการดำเนินการเป็นเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและแสดงผลงาน เป็นการนำเสนอและแสดงผลงานที่ได้จากการทำโครงการ

การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 ส่วนนำ ประกอบด้วย ปกนอก ใบบรองปก ปกใน บทคัดย่อ กิตติกรรมประกาศ สารบัญ และคำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ถ้ามี)

- ส่วนที่ 2 ส่วนเนื้อเรื่อง ประกอบด้วย 5 บท ได้แก่

บทที่ 1 บทนำ เป็นบทที่เขียนถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ สมมติฐาน (ถ้ามี) นิยามศัพท์เฉพาะ และขอบเขตการดำเนินงาน

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยส่วนเนื้อหาหรือทฤษฎี เอกสารจากงานวิจัย หรือเอกสารจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลองหรือวิธีดำเนินงาน ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ได้แก่ วัสดุ/อุปกรณ์ สารเคมี และขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4 ผลการทดลองหรือผลการดำเนินงาน เป็นการรายงานผลการศึกษา สํารวจ ประดิษฐ์ และทดลองที่ค้นพบ รวมทั้งการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ เป็นการเขียนสรุปผลที่ได้จากการทำโครงการ การอภิปรายผลที่ได้โดยมีการอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาสนับสนุน และให้ข้อเสนอแนะ ที่แสดงถึงข้อควรปรับปรุงแก้ไข ปัญหา และอุปสรรค ที่พบในการทำโครงการ

- ส่วนที่ 3 ส่วนอ้างอิง ประกอบด้วยรายการอ้างอิง และภาคผนวก

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านใดบ้าง
2. กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับแนวคิดการให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้
อย่างไร
3. กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนปกติอย่างไร
4. ยกตัวอย่างการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ในชั้นเรียน
วิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา
5. โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทใดต้องมีการกำหนดสมมติฐานและควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
อย่างชัดเจน
6. “โครงการศึกษาความหลากหลายของผีเสื้อในชุมชน” เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทใด
7. ยกตัวอย่างวิธีการได้มาซึ่งปัญหาในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์
8. การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบอะไรบ้าง
9. ลักษณะของบทคัดย่อที่ดีในการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะอย่างไร
10. ผู้สอนควรประเมินความรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ในเรื่องใดบ้าง

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ สุขเฉลิม. (2558). *การพัฒนาความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เชิงเศรษฐกิจสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. <http://itthesisir.su.ac.th>
- พิมพ์พันธ์ เดชคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2560). *สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มัลลิกา อุทรักษ์, อามินท์ หล้าวงศ์. (2566). การตัดสินใจเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้น กรณีศึกษาโรงเรียนอนุกุลนารี. *วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*. 1(2): 44-51.
- ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. http://thesis.swu.ac.th/swudis/Sci_Ed/Yupapun_M.pdf
- โรงเรียนบ้านหนองซอน. (2561). *โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง ศึกษาหาน้ำตาลในน้ำอัดลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. http://nongson.ac.th/gallery-detail_100228
- โรงเรียนโรจนวิทย์มาลาเปียง. (2566). *โครงการวิทยาศาสตร์*. <https://malabiang.ac.th>
- ศรัณยู หมั่นเดช และจุโรจน์ แก้วอุไร. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการร่วมกับสื่อสังคม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 22(2): 182- 192.
- ศศิวิมล ไกรสารโรง และนิติกร อ่อนโยน. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการร่วมกับการโค้ชที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 14(1): 246-258
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์*. https://filesthaishchool0.com/files/uppic/16100256/document/16100256_0_20111104-091702.pdf
- สมชาย รัตน์ทองคำ. (2556). *เอกสารประกอบการสอน การสอนทางกายภาพบำบัด*. <https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/56web/1phylos56.pdf>

สุทัตตา ธรรมภัทรกุล. (2563). การพัฒนาสมรรถนะในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสอนแบบเสริมต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยประยุกต์ใช้การวิจัยอิงการออกแบบ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. <http://irithesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/1305>

อัศววัฒน์ ศรีสวัสดิ์, ประเทืองสุข มณีล้ำ, และโชคชัย ยืนยง. (2564). การจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. 11(2): 241-254.

บทที่ 6

โครงการวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรม

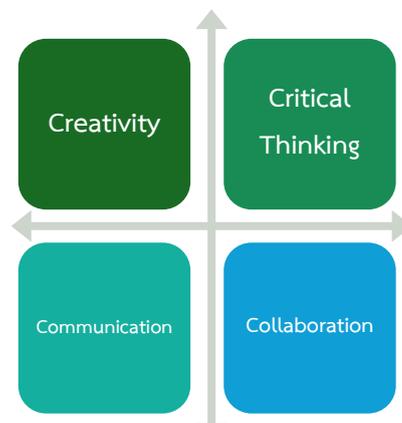
บทนำ

ธรรมชาติของโครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ และสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างมีขั้นตอน โดยใช้การบูรณาการความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้เกิดชิ้นงานหรือวิธีการที่แปลกใหม่ แต่เมื่อโลกก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ที่เป็นโลกแห่งเทคโนโลยีและนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้จึงเปลี่ยนเป็นมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ เกิดกระบวนการคิด การสร้างนวัตกรรมและการพัฒนาขึ้น การจัดการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์จึงต้องปรับเปลี่ยนไปให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง เป็นโครงการวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมที่เน้นการใช้หลักการวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ โดยผสมผสานระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิศวกรรม เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือระบบที่มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ การทำโครงการวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมจึงไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การออกแบบ การทดลอง และการปรับปรุงเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ในกระบวนการโครงการวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรม ผู้เรียนยังได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีม การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินผล และการปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ตามข้อกำหนดที่มีอยู่ ซึ่งเป็นทักษะที่มีประโยชน์ในการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ

6.1 การพัฒนาของโครงการวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการทำงานและทักษะในการดำรงชีวิตมากขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยทักษะตามที่เครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2015) ได้เสนอไว้ คือ The 4 C's ได้แก่

- ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity)



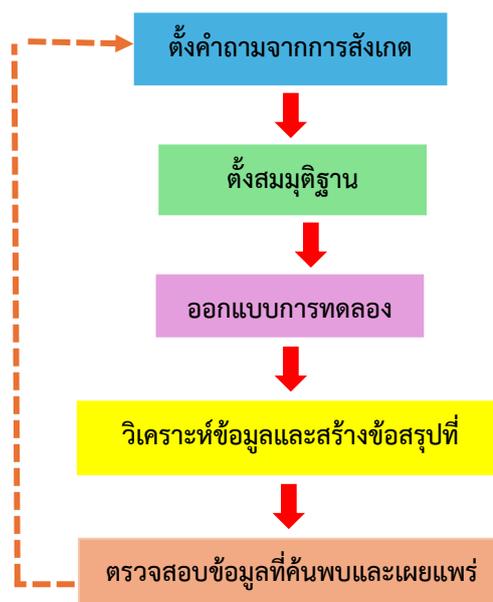
ภาพที่ 6.1 ทักษะที่ผู้เรียนควรมี
ในศตวรรษที่ 21

- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking)
- การสื่อสารและการแสดงออก (communication)
- การร่วมมือและการทำงานเป็นทีม (collaboration)

ประกอบกับวิสัยทัศน์ไทยแลนด์ 4.0 ที่ต้องการปรับเปลี่ยนให้ผู้เรียนมีทักษะด้านวิศวกรรม ความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาทักษะความเป็น “นวัตกรรม (innovator)” ที่สามารถสร้างสรรค์แนวคิด วิธีการ หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่เป็นนวัตกรรมได้ ทำให้การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงมีการเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปให้ผู้เรียนมีความเป็นนวัตกรรม ที่มีประสบการณ์ในกระบวนการพัฒนานวัตกรรม พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรม

ชติยา ปิยะรังษี, ศักดา สวาทยานันท์ น้ำผึ้ง อินทะเนตร และ อุไรวรรณ หาญวงศ์ (2565) อ้างถึง (วสันต์ สุทธาวาศ, 2560; สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2555; Dyer et al., 2015; Wagner, 2018) กล่าวว่า นวัตกรรม หมายถึง ผู้ที่ริเริ่ม ประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์ และสนับสนุนให้เกิดเทคนิควิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการ หรือผลงานที่เป็นนวัตกรรม ด้วยวิธีการแปลกใหม่และสร้างสรรค์ โดย นวัตกรรมรุ่นเยาว์จะหมายถึง ผู้ที่มีอายุช่วง 12 - 15 ปี ที่สามารถคิดริเริ่ม ประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์ หรือ สนับสนุน ให้เกิด ผลงาน หรือ เทคนิควิธีการ รูปแบบเครื่องมือ กระบวนการที่เป็นนวัตกรรม ด้วยวิธีการที่สร้างสรรค์ได้ ทั้งนี้ สำนักงานโครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2562) สรุปว่า ความเป็นนวัตกรรมของผู้เรียนจะมีลักษณะ ดังนี้

- มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีแรงบันดาลใจที่จะนำความคิดสร้างสรรค์ไปสร้างสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากเดิม มีประโยชน์ หรือมีมูลค่าสูงขึ้น
- มีความสามารถในการระบุวิธีการแก้ปัญหาที่ใหม่หรือแตกต่างไปจากเดิม โดยเป็นวิธีการที่มีประโยชน์หรือมีมูลค่าสูงขึ้น
- รู้กระบวนการพัฒนานวัตกรรม เข้าใจวิธีการและขั้นตอนการดำเนินการในการพัฒนานวัตกรรม



ภาพที่ 6.2 ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- มีความใฝ่รู้ อยากพิสูจน์ ค้นหา โดยไม่กลัวการล้มเหลว มองโลกในแง่ดี คิดว่าทุกปัญหามีทางออก
- มีความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือทำงานเป็นทีมได้
- มีลักษณะอื่น ๆ เช่น ชอบทดลอง ชอบประดิษฐ์ ชอบแก้ปัญหา

จากจุดมุ่งหมายที่ให้ผู้เรียนเกิดทักษะตามศตวรรษที่ 21 และความต้องการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นนวัตกรรมที่สามารถสร้างสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ ที่แตกต่างจากเดิม ด้วยความรู้และความคิดสร้างสรรค์ ข้างต้น การจัดการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์จึงปรับเปลี่ยนไปจากเดิมที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำพื้นฐานองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมมาศึกษาค้นคว้า ต่อยอด พัฒนาจนได้องค์ความรู้ใหม่ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ “โครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม” ซึ่งเป็นโครงงานที่มีจุดเน้นในด้านการนำแนวคิด หลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือศาสตร์จากความรู้อื่น ๆ มาบูรณาการเพื่อพัฒนานวัตกรรมในรูปแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยผ่านขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังที่ สุกัญญา ตางาม (2562) ได้อธิบายว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกระบวนการทำงานที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนคล้ายกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่จุดต่างระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คือ การออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้ววิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุด

6.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

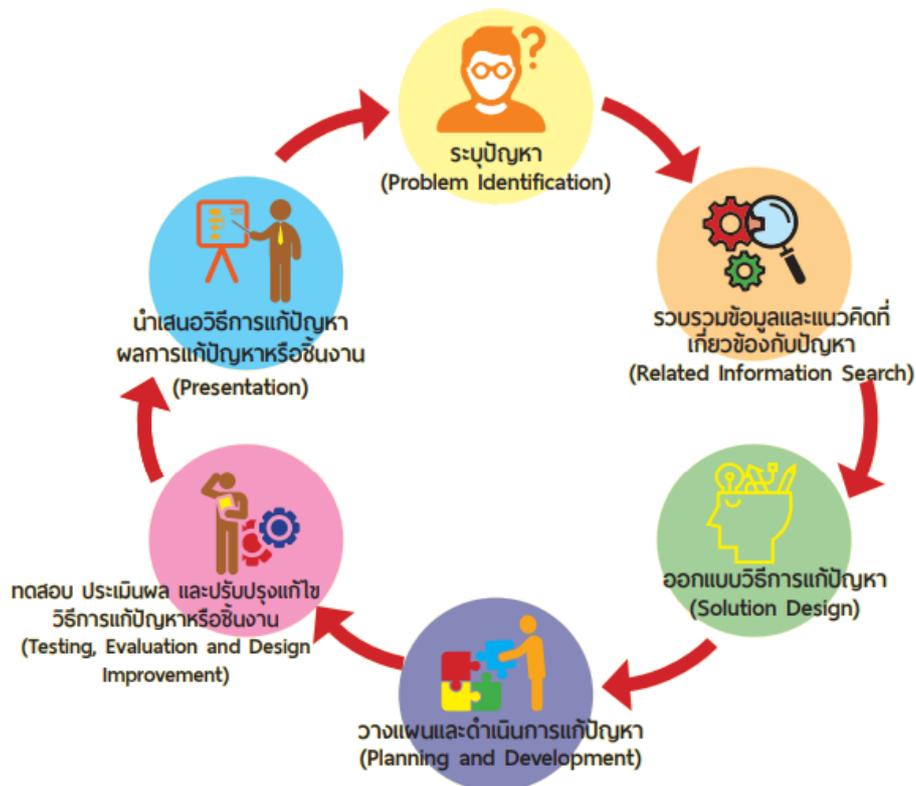
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering design process) เป็นขั้นตอนที่นำมาใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ อย่างเป็นระบบและใช้องค์ความรู้มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในบริบทจริงอย่างเป็นขั้นตอน (จักรกฤต ฤชงค์ประเวศ และพรเทพ จันทราอุกฤษณ์, 2563) สอดคล้องกับแนวความคิดของ สุธิดา การิมี่ (2560) ที่กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข มีการวางแผนและพัฒนาสิ่งของหรือวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา แล้วนำไปทดสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง และประเมินว่าสิ่งของหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ไขปัญหาก็ที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องพบว่า มีหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้อย่างหลากหลาย (กฤษลดา ชุลินคุณารุฒ, 2557) ดังนี้

- มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฉบับใหม่สำหรับประเทศ (Next Generation Science Standard: NGSS) ที่เกิดขึ้นจากการร่วมมือของสภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC) สมาคมครู

วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (the Nation Science Teachers Association: NSTA) และ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (the American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ 3 ขั้นตอน เป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับได้ ประกอบด้วย

- การกำหนดปัญหา
 - การพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา
 - การลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดของการแก้ปัญหา
- สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (International Technology and Engineering Educators Association; ITEEA) เสนอขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย
 - กำหนดปัญหาหรือความต้องการ
 - สร้างแนวทางการแก้ปัญหา
 - ลงมือปฏิบัติ
 - ทดสอบและประเมินผล
 - ศูนย์การเรียนรู้การสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ (International Technology and Engineering Educators Association's STEM ± Center for Teaching and Learning™) เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน เป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับได้ ประกอบด้วย
 - กำหนดปัญหาหรือความต้องการ
 - ค้นหาแนวคิด
 - วางแผนและพัฒนาแนวคิด
 - ทดสอบและประเมินผล
 - นำเสนอ
 - พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์บอสตันของสหรัฐอเมริกา (Museum of Science, Boston) เสนอขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย
 - ค้นหาปัญหา
 - สร้างแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด
 - วางแผนลงมือปฏิบัติ
 - ตรวจสอบ

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวถึงขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในประเทศไทยไว้ 6 ขั้นตอน (สุธิดา การมี, 2560) ดังนี้
 - ระบุปัญหา
 - รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
 - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
 - นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน



ภาพที่ 6.3 ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

หมายเหตุ: จาก การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. โดย สุธิดา การมี, 2560 *รอบรู้เทคโนโลยี*, 46(209), น. 23-27. (<https://designtechnology.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/83/2018/10/Mag-209.pdf>).

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (problem identification)

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย โดยการวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์ที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนสามารถตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ดังนี้

- Who ตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคล ปัญหาหรือความต้องการ
- What ตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ
- When ตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด
- Where ตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน
- Why ตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ
- How ตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (related information search)

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น การสืบหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยวิธีการแก้ปัญหาอาจมีได้มากกว่า 1 วิธี ซึ่งต้องประเมินความเป็นไปได้ การนำไปใช้ได้จริง ข้อดี และข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหาแต่ละวิธี เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (solution design)

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 เพื่อออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้ ขั้นตอนนี้จึงช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ และการอธิบาย

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (planning and development)

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือการแก้ปัญหา จากนั้นลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (testing, evaluation and design improvement)

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องหรือต้องแก้ไขปรับปรุงหรือไม่ แล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไข พัฒนาจนได้ชิ้นงานหรือวิธีการที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับรูปแบบที่ออกแบบไว้และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือความต้องการ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน เป็นแนวคิดที่สามารถนำมาใช้บูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิมที่มีอยู่ในชั้นเรียนได้ เช่น ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning: 5Es) ในขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (engagement) ผู้สอนสามารถนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ซึ่งเป็นการสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนโดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ กำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น สำหรับขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 5 ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถนำมาจัดอยู่ในขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) และขั้นขยายความรู้ (elaboration) ได้ และในขั้นที่ 6 ซึ่งเป็นสุดท้ายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถจัดอยู่ในขั้นการประเมินผล (evaluation) ได้

นอกจากการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนแล้ว ยังสามารถนำมาบูรณาการกับโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ โดยผู้สอนสามารถพัฒนาเป็น “โครงงานที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” ที่เน้นในการนำแนวคิด หลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อพัฒนานวัตกรรมในรูปแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

6.3 โครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อใช้แก้ปัญหา ประกอบไปด้วยระยะการดำเนินงาน 3 ระยะ (ธวัช พรหม, 2561) ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้นโครงการ

เป็นการสำรวจสถานการณ์ของปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สภาพแวดล้อมรอบโรงเรียน ชุมชน หรือปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ตลอดจนจากการสำรวจข้อมูลจากวารสาร บทความ และข่าว ซึ่งสถานการณ์ของปัญหาที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วจะพัฒนาไปเป็นหัวข้อโครงการต่อไป

ตัวอย่างสถานการณ์ของปัญหา

- ตู้ปลาในโรงเรียนไม่มีคนทำความสะอาด
- แผลงวันในโรงอาหารโรงเรียนมีจำนวนมาก
- แหล่งน้ำในชุมชนมีกลิ่นเหม็น
- ตลาดในชุมชนไม่มีการกำจัดขยะอย่างถูกวิธี

ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาโครงการ

เป็นการทำความเข้าใจกับประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างรอบด้าน เช่น สาเหตุ สาธารณะสำคัญ เหตุการณ์ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นได้ เมื่อผู้เรียนระบุปัญหาได้ จะทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกันออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา วางแผนดำเนินการ และทดสอบประเมินผลว่าชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นสามารถใช้แก้ปัญหา ได้เหมาะสมหรือไม่ ถ้าพบว่ายังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ จะต้องปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานนั้น

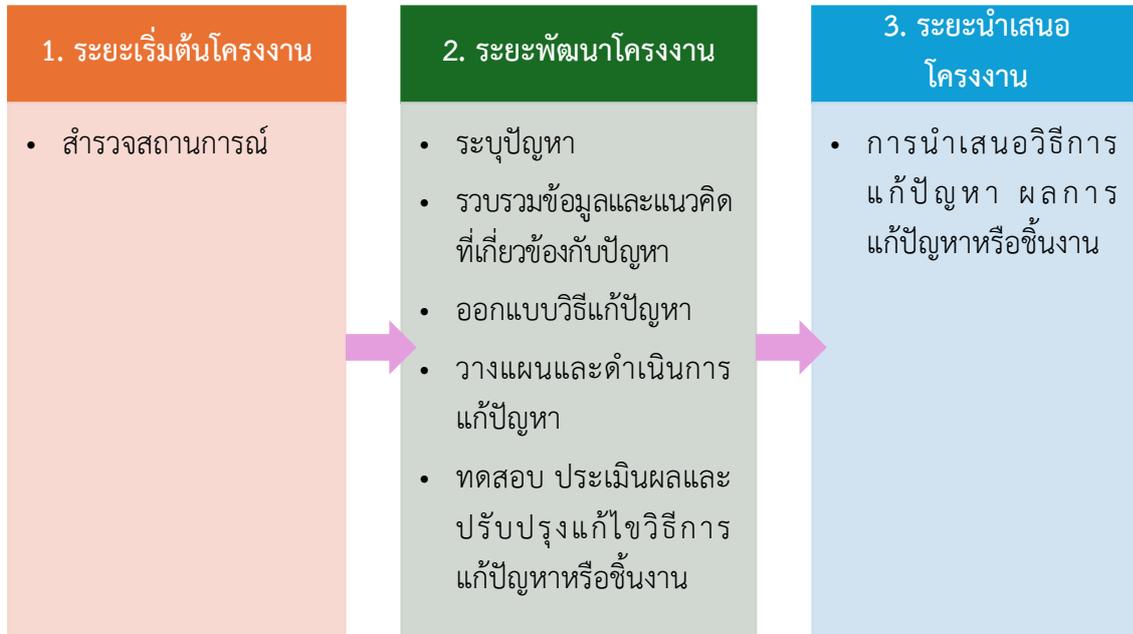
ตัวอย่าง กรณีสถานการณ์แผลงวันในโรงอาหารโรงเรียนมีจำนวนมาก สามารถระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

- โรงอาหารของโรงเรียนมีถังขยะไม่เพียงพอ
- พ่อค้าแม่ค้าในโรงอาหารไม่กำจัดขยะ
- นักเรียนที่มาใช้โรงอาหารไม่ทิ้งขยะให้เป็นที่

เมื่อนำปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์แผลงวันในโรงอาหารโรงเรียนมีจำนวนมาก มาวิเคราะห์สามารถหาข้อสรุปได้ว่า แผลงวันจำนวนมากที่อยู่ในโรงอาหารเกิดจากการจัดเก็บขยะ ไม่ถูกวิธี ทำให้มีแผลงวันมาต่อมอาหารและเศษอาหารซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ โดยปัญหา โรงอาหารมีถังขยะไม่เพียงพอเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาอื่นตามมา เช่น พ่อค้าแม่ค้าในโรงอาหาร ไม่กำจัดขยะ และนักเรียนไม่ทิ้งขยะให้เป็นที่ ดังนั้นถ้าแก้ปัญหาการมีถังขยะไม่เพียงพอได้ จะช่วยให้ ปัญหาเรื่องพ่อค้าแม่ค้าในโรงอาหารไม่กำจัดขยะ และปัญหานักเรียนไม่ทิ้งขยะให้เป็นที่ลดน้อยลงได้

ระยะที่ 3 ระยะนำเสนอโครงการ

เป็นการนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการสื่อสารในรูปแบบที่ผู้อื่นเข้าใจง่าย เช่น รูปภาพ แผนภูมิ



ภาพที่ 6.4 ระยะการดำเนินงาน โครงการโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

หมายเหตุ: จาก เทคโนโลยีน่ารู้กับครูจิวซ์. โดย ธวัช พรหมิ, 2561, (<http://www.tawat.nanoi.ac.th/?p=498>).

6.3.1 ตัวอย่าง โครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

โครงการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง โคมไฟจากกะลามะพร้าว
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้นโครงการ

ผู้เรียนสำรวจปัญหารอบตัวที่พบในชีวิตประจำวัน พบปัญหาต่อไปนี้

- แสงสว่างในห้องนอนไม่เพียงพอทำให้อ่านหนังสือไม่ได้
- ผ้าที่ตากไว้ในห้องแห้งช้าและเหม็นอับ
- ง่วงนอนในคาบเรียนตอนบ่าย
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนหายบ่อย

ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาโครงการ

เลือกประเด็นปัญหา แสงสว่างในห้องนอนไม่เพียงพอทำให้อ่านหนังสือไม่ได้

- **ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา** โดยการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ดังนี้
 - Who ใครต้องการแสงสว่างในห้องนอนมากขึ้น
 - What อะไรคือปัญหาเมื่อแสงสว่างในห้องนอนไม่เพียงพอ
 - When ต้องการเพิ่มแสงสว่างในห้องนอนที่บริเวณใดและช่วงเวลาใด
 - Why เพราะอะไรจึงต้องการเพิ่มแสงสว่างในห้องนอน
 - How เราจะมีวิธีการเพิ่มแสงสว่างในห้องนอนได้อย่างไร
- **ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา**
 - ชื่อโคมไฟมาใช้สำหรับอ่านหนังสือ
ข้อดี คือ มีความสวยงาม ข้อเสีย คือ มีราคาแพง
 - สร้างโคมไฟขึ้นเองจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
ข้อดี คือ ประหยัดค่าใช้จ่าย ข้อเสีย คือ อาจเกิดอันตรายถ้าต่อวงจรไฟฟ้าผิด
 - วัสดุในท้องถิ่นที่จะนำมาทำโคมไฟ
 - กระดาษ ข้อดี คือ มีน้ำหนักเบา มีหลายสี หาได้ง่าย ข้อเสีย คือ เมื่อได้รับความร้อนจากหลอดไฟอาจทำให้ลุกลไหม้
 - ขวดโหลพลาสติก ข้อดี คือ มีน้ำหนักเบา มีหลายสี เมื่อได้รับความร้อนจากหลอดไฟระยะหนึ่งอาจละลายได้
 - กะลามะพร้าว ข้อดี คือ ทนต่อความร้อนจากหลอดไฟ ข้อเสีย มีน้ำหนักมาก
 - หลอดไฟที่ใช้กับชิ้นงานควรเลือกแบบหลอดไส้หรือแบบหลอดตะเกียบ
 - หลอดไฟฟ้าแบบหลอดไส้ ข้อดี คือ ให้แสงสว่างมาก ข้อด้อย คือ ถ้าเปิดไว้เป็นเวลานานจะทำให้วัสดุ เช่น กระดาษ หรือพลาสติกไหม้หรือละลาย
 - หลอดไฟฟ้าแบบตะเกียบ ข้อดี คือ ให้แสงสว่างพอเหมาะ ช่วยถนอมสายตา ข้อด้อย คือ ถ้าเปิดไว้เป็นเวลานานจะทำให้วัสดุ เช่น กระดาษ หรือพลาสติกไหม้หรือละลาย และมีราคาแพง
- **ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา**
ออกแบบโคมไฟโดยใช้กะลามะพร้าว โดยร่างแบบให้โคมไฟสูง 30 เซนติเมตร ส่วนโคมไฟใช้กะลามะพร้าว และส่วนขาตั้งใช้ไม้ที่พบในท้องถิ่น
- **ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา**
สร้างโคมไฟกะลามะพร้าวตามแบบที่ร่าง และเลือกใช้หลอดไฟแบบตะเกียบ

- **ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน**

ทดสอบ เปิดปิดหลอดไฟฟ้า ความสว่าง และทดสอบความแข็งแรงของโคมไฟ

ระยะที่ 3 ระยะนำเสนอโครงการ

- **ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน**

นำเสนอปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา และชิ้นงาน โดยการอัดคลิปบรรยาย และสาธิต

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ระยะการดำเนินงานของโครงการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 3 ระยะ ในการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการนำขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอนมาใช้ในการจัดระยะเพื่อดำเนินงาน โดยปรากฏขั้นตอนของการออกแบบเชิงวิศวกรรมในระยะการดำเนินงานของโครงการระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้นโครงการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสำรวจสถานการณ์ปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หรือจากสิ่งรอบตัว ทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์สถานการณ์ที่พบเป็นปัญหา

ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาโครงการ เป็นระยะที่เริ่มตั้งแต่ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาอย่างรอบด้าน กำหนดขอบเขตของปัญหา ไปจนถึงผู้เรียนสามารถหาวิธีการแก้ปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นระยะที่รวมขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ระยะที่ 3 ระยะนำเสนอโครงการ เป็นระยะที่ผู้เรียน นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน จึงตรงกับขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยสามารถนำเสนอได้หลากหลายวิธี เช่น ในรูปแบบโปสเตอร์ แผ่นพับ คลิปวิดีโอ หรือโปรแกรมนำเสนอต่าง ๆ



ภาพที่ 6.5 โคมไฟจากกะลามะพร้าว

หมายเหตุ: จาก lamp the world save the world. โดย Patchara, 2554, (<https://lampttheworldsavetheworld.blogspot.com/2011/>).

6.4 ประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยการสร้างวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการแก้ปัญหา (สุทธิดา การิมิ, 2560) เมื่อนำมาบูรณาการกับโครงการวิทยาศาสตร์จึงทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะดังกล่าวได้เช่นกัน เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์ และการคิดเชิงวิเคราะห์ จากสถานการณ์ที่พบเห็น แล้วนำมาถ่วงน้ำหนักข้อมูล จนได้ข้อมูล วิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

จักรกฤต ภูซงศ์ประเวศ และพรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ (2563) ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดคณะกรรมการอุดมศึกษา โดยใช้กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 48 คน จัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ที่สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ Teach Engineering (2018) คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการตั้งคำถาม เป็นการทำความเข้าใจปัญหาภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสืบค้นปัญหา เป็นการหาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นจินตนาการ เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผน เป็นการเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นสร้าง เป็นการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลอง

ขั้นที่ 6 ขั้นการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพ เป็นการทดสอบผลการทำงานของต้นแบบ

ขั้นที่ 7 ขั้นปรับปรุง เป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อปรับปรุงผลงาน

ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และระหว่างเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) การอธิบายปัญหาให้ชัดเจน 2) การสำรวจแนวคิด 3) การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การดำเนินการแก้ปัญหา หลังเรียนอยู่ในระดับสูงในทุกองค์ประกอบ

งานวิจัยของ อรรถวิทย์ สุปตติ, รสริน เจริญไธสง และ พรภิรมย์ หลงทรัพย์ (2565) ที่ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผสมผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ฉัตรมงคล สีประสงค์, สรศักดิ์ นาคเอี่ยม และวิญญู ภัคดี (2023) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มต่อกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและทัศนคติต่อสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครู สาขาชีววิทยา ชั้นปีที่ 2 จำนวน 7 คน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มส่งผลให้นักศึกษามีการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ดีขึ้นตามลำดับอยู่ในระดับดีมาก

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ โครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม จะช่วยเสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยช่วยให้ผู้เรียนได้มีการฝึกทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอน เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา โดยอิงองค์ความรู้จากศาสตร์หลายด้าน เช่น ด้านวิทยาศาสตร์ และด้านคณิตศาสตร์ มีการต่อยอดความรู้เดิมให้ขยายจนเกิดเป็นความรู้ใหม่ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่อยู่รอบตัวได้อย่างครอบคลุมและถูกต้อง จนนำไปสู่การสร้างหรือพัฒนาวิธีการผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปต่อยอดในการประกอบอาชีพ การแข่งขันในเชิงธุรกิจต่อไปได้

บทสรุป

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอนที่นำมาใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนและพัฒนาสิ่งของหรือวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา แล้วนำไปทดสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง และประเมินว่าสิ่งของหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ไขปัญหานั้นที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในบริบทจริงอย่างเป็นขั้นตอน

ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในประเทศไทยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหา โดยการวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์ที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล เพื่อออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือการแก้ปัญหา และลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ ดำเนินการปรับปรุง แก้ไข พัฒนา จนได้ชิ้นงานหรือวิธีการที่มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือความต้องการ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

โครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นโครงการที่มีจุดเน้นในด้านการนำแนวคิดหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือศาสตร์จากความรู้อื่น ๆ มาบูรณาการเพื่อพัฒนานวัตกรรมในรูปแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้ววิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุด โดยผ่านขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยแบ่งระยะการดำเนินงานเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้นโครงการ เป็นการสำรวจสถานการณ์ของปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งสถานการณ์ของปัญหาที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วจะพัฒนาไปเป็นหัวข้อโครงการต่อไป

ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาโครงการ เป็นการทำความเข้าใจกับประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างรอบด้าน เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ วางแผน ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และทดสอบประเมินผลการแก้ปัญหา

ระยะที่ 3 ระยะนำเสนอโครงการ เป็นการนำเสนอชิ้นงาน วิธีการในการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการสื่อสารในรูปแบบที่ผู้อื่นเข้าใจง่าย

โครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม จึงช่วยทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยการสร้างวิธีการแก้ปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอน เกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการแก้ปัญหา สามารถต่อยอดความรู้เดิมให้ขยายจนเกิดเป็นความรู้ใหม่เพื่อใช้แก้ปัญหาที่อยู่รอบตัวได้

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. โครงการงานวิทยาศาสตร์แตกต่างจากโครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมหรือไม่ อย่างไร
3. การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความเป็น “นวัตกรรม” มากขึ้นเพื่อก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของโลก คำว่า “นวัตกรรม” หมายถึงอะไร
4. ยกตัวอย่างการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5. ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมแตกต่างจากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
6. การประเมินผลการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมแตกต่างจากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
7. บทบาทของผู้สอนในระยะเริ่มต้นของโครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมมีอะไรบ้าง
8. ยกตัวอย่างโครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา
9. การทำงานร่วมกันของผู้เรียน (Collaboration) ส่งผลต่อความสำเร็จในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมอย่างไร
10. โครงการงานวิทยาศาสตร์เชิงวิศวกรรมที่คำนึงถึงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมในขั้นตอนการออกแบบ จะส่งผลต่อชิ้นงานที่ได้อย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒ. (2557). รอบรู้เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คืออะไร?. *สารระนำรัฐสะเต็ม ศึกษา*, 42(190), 37-41. https://physics.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/2/2015/06/IPSTMag_EngineeringDesign.pdf
- ชติยา ปิยะรังษี, ศักดา สวาทนะนันท์ น้ำผึ้ง อินทะเนตร และ อุไรวรรณ หาญวงศ์. (2565). คุณลักษณะของนวัตกรรมรุ่นเยาว์. *วารสารศิลปะศาสตร์*. 22(2): 438-458.
- จักรกฤต ภูซังค์ประเวศ และพรเทพ จันทราอุกฤกษ์. (2563). ผลของการจัดการเรียนการสอน ใครงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดคณะกรรมการ อุดมศึกษา. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา OJED*. 15(2): 1-11.
- ฉัตรมงคล สีประสงศ์, สรศักดิ์ นาคเอี่ยม และวิญญู ภักดี. (2023). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ใครงานสะเต็มต่อกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและทัศนคติต่อสะเต็มศึกษาของ นักศึกษาครู สาขาชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 25(4): 139-153.
- ธวัช พรมี. (2561). *เทคโนโลยีนำรู้กับครูวัช*. <http://www.tawat.nanoi.ac.th/?p=498>
- สุกัญญา ตางาม (2562). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต]. https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/Sukanya.Tan.pdf?utm_source=chatgpt.com
- สุทธิดา การีมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างความคิดสร้างสรรค์และ ทักษะการแก้ปัญหา. *รอบรู้เทคโนโลยี*, 46(209), 23- 27. <https://designtechnology.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/83/2018/10/Mag-209.pdf>
- สำนักงานโครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติหรือ สวทช. (2562). คู่มือ “การจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะความเป็น นวัตกรรมแก่เด็กและเยาวชนไทย” โครงการโรงประลองต้นแบบทางวิศวกรรม (*Fabrication Lab*) (พิมพ์ครั้งที่ 1). กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม.

อรรถวิทย์ สุปัดติ, รสริน เจริมไธสง และ พรภิรมย์ หลงทรัพย์. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. รายงานสืบเนื่องจากการประชุม การประชุม นำเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 17.

<https://rsujournals.rsu.ac.th/index.php/rgrc/article/view/2992/2281>

Partnership for 21st Century Skills. (2015). *21st Century Learning Framework*.

<http://www.p21.org/our-work/p21-framework>.

Patchara. (2554). lamp the world save the world. <https://lamptheworld-savetheworld.blogspot.com/2011/>

Teach Engineering. (2018). *Engineering design process*. <https://www.teachengineering.org/k12engineering/why>

บทที่ 7

การจัดแสดงโครงงานและนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์หรือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งด้วยตนเอง ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้คำแนะนำของผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงผลงานที่ผู้เรียนได้ไปศึกษา ทดลอง หรือค้นหาความรู้มา โดยใช้วิธีการแสดงผลงานและการจัดนิทรรศการโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้ทราบข้อมูลหรือรับรู้และเข้าใจในผลงานของผู้เรียน การแสดงผลงานสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การบรรยาย การทำแผ่นจัดแสดงโครงงาน การจัดนิทรรศการ การทำแผ่นพับ และการทำโปสเตอร์ ซึ่งการจัดแสดงผลงานและนิทรรศการโครงงานวิทยาศาสตร์ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการนำเสนอแล้ว ยังช่วยฝึกทักษะการสื่อสาร การถ่ายทอดข้อมูล และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย นอกจากนี้ การจัดนิทรรศการโครงงานวิทยาศาสตร์ยังเป็นพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ทั้งเพื่อนที่ร่วมทำโครงงาน ผู้สอน หรือผู้ชมที่มาเยี่ยมชมงาน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับคำแนะนำและแนวคิดใหม่ ๆ ในการพัฒนาโครงงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

7.1 การจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์

การจัดแสดงข้อค้นพบหรือผลงานที่ได้จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้เรียนได้จากการทำโครงงานให้ผู้อื่นได้รับรู้ ซึ่ง “การนำเสนอ (presentation)” หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้ ความเห็น และความต้องการของผู้นำเสนอต่อผู้ฟัง โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการนำเสนอ เพื่อความเข้าใจและจูงใจให้ผู้ฟังเชื่อ และเกิดความเข้าใจในเวลาจำกัด โดยอาศัยเทคนิค สื่อ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบการนำเสนอ (ชินันัฐธา เสนาะโสตร์, 2565) สอดคล้องกับการให้ความหมายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2566) ที่ให้ความหมายของการนำเสนอไว้ว่า เป็นวิธีการหรือเครื่องมือในการติดต่อสื่อสาร ด้วยการถ่ายทอดข้อมูล แผนงาน โครงการ ข้อเสนอ จากผู้นำเสนอผลงานไปสู่ผู้พิจารณาผลงาน หรือผู้นำเสนอไปสู่บุคคลกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันให้บุคคล

กลุ่มเป้าหมาย เห็นด้วย คล้อยตาม สนับสนุนให้ดำเนินการ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบว่า ยังไม่มีผู้ให้ความหมายของการนำเสนอโครงการที่ชัดเจน แต่จากความหมายของการนำเสนอจึงกล่าวได้ว่า

การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสื่อสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษา สืบค้น ทดลอง หรือประดิษฐ์ชิ้นงาน ที่เป็นผลจากการดำเนินการและข้อสรุปของโครงการให้กับผู้ที่สนใจ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความเข้าใจ สื่อสารผลการวิจัย แสดงผลงาน ตลอดจนรับข้อเสนอแนะจากผู้ฟัง หรือผู้ประเมิน

การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ จะอยู่ในรูปแบบการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ที่สามารถทำได้ในหลายรูปแบบ เช่น จัดทำเป็นแผ่นป้ายนิทรรศการ จัดทำเป็นแผ่นจัดแสดงโครงการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงในรูปแบบการอธิบายด้วยคำพูดประกอบ ในรูปแบบของการจัดแสดงโดยไม่มี การอธิบายประกอบ หรือรูปแบบการรายงานปากเปล่า ซึ่งการแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ การจัดนิทรรศการประกอบการนำเสนอด้วยคำพูดของผู้ทำโครงการ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ผู้สังเกตหรือผู้ที่สนใจสามารถซักถามข้อสงสัย หรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ทำโครงการได้โดยตรง ซึ่งไม่ว่าจะจัดการแสดงผลงานด้วยรูปแบบใด ผู้นำเสนอควรจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญต่อไปนี้ (กนกพร เจริญรัตน์, 2560)

- ชื่อโครงการ
- ชื่อผู้ทำโครงการ
- ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
- วิธีการดำเนินการ โดยเลือกขั้นตอนที่เด่นและสำคัญ
- การสาธิตหรือแสดงผลที่ได้จากการศึกษาทดลอง
- ผลการสังเกตและข้อมูลเด่น ๆ ที่ได้จากการศึกษาทดลอง

การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ให้ประสบผลสำเร็จตามจุดประสงค์นี้นั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาข้อมูลของผู้เรียนนำเสนอแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับเวลาในการนำเสนอ บุคลิกภาพ ทักษะของผู้นำเสนอ และในการเทคนิคการตอบคำถามอีกด้วย จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้นำเสนอต้องวางแผนและเตรียมตัวในการนำเสนอเพื่อสร้างความมั่นใจ และบริหารเวลาให้พอดีกับระยะเวลาที่ต้องนำเสนอ

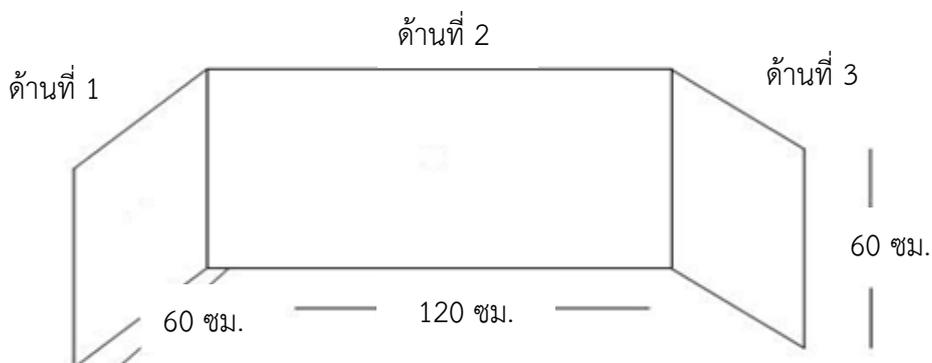


ภาพที่ 7.1 การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: จาก ภาพกิจกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประกวดโครงการคณิตศาสตร์ ประเภทคณิตศาสตร์ประยุกต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ส่วนภูมิภาค ประจำปี 2566. โดย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, 2566, (https://scitech.kpru.ac.th/prscitech/gallery_detail/?cid=10372).

7.2 การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยแผ่นจัดแสดงโครงการ

การจัดแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจะนำเสนอข้อมูลลงในแผ่นจัดแสดงโครงการหรือบอร์ดที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลจำนวน 3 แผ่น ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับโครงการในรูปแบบที่กระชับและน่าสนใจ โดยกำหนดขนาดเป็นขนาดมาตรฐาน ดังนี้



ภาพที่ 7.2 ขนาดแผ่นจัดแสดงโครงการ

แผ่นจัดแสดงโครงการ 1 ชุดประกอบด้วย 3 แผ่น คือ

- แผ่นกลางมีขนาด 60 x 120 เซนติเมตร
 - แผ่นด้านซ้ายและขวาสามารถพับเข้ามาหากันได้ มีขนาดเท่ากันที่ 60 x 60 เซนติเมตร
- ปัจจุบันวัสดุที่ใช้ทำแผ่นจัดแสดงโครงการมีหลายรูปแบบ เช่น ทำจากแผ่นไม้อัดหรือแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ที่มีความแข็งแรง

7.2.1 การนำเสนอเนื้อหาในแผ่นจัดแสดงโครงการ

แผ่นจัดแสดงโครงการ 1 ชุด เปรียบเสมือนรายงานการทำงานโครงการของผู้เรียนจำนวน 1 เล่ม ดังนั้นการนำข้อมูลมาจัดวางเพื่อนำเสนอจึงควรเน้นเฉพาะประเด็นที่สำคัญ และดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชมได้ โดยประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- ส่วนประกอบด้านที่ 1 ประกอบด้วยหัวข้อ
 - ชื่อโครงการ ควรใช้ตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ อ่านง่าย มองเห็นได้ชัดเจน กรณีโครงการมีชื่อยาวจนไม่สามารถวางที่ด้านบนของด้านที่ 1 ได้ สามารถวางไว้ด้านบนของด้านที่ 2 แทน
 - ชื่อผู้ทำโครงการ ใส่ชื่อคณะผู้ทำโครงการทั้งหมด
 - ชื่อที่ปรึกษาโครงการ กรณีโครงการมีที่ปรึกษาหลายคน พิจารณานำชื่อเฉพาะปรึกษาหลักและรองมาเท่านั้น
 - สถานศึกษา
 - บทคัดย่อ
- ส่วนประกอบด้านที่ 2 ประกอบด้วยหัวข้อ
 - ที่มาและความสำคัญในการทำโครงการ
 - วัตถุประสงค์ ที่ใช้ประดิษฐ์ชิ้นงาน หรือใช้ในการทดลองโครงการ วิทยาศาสตร์
 - วิธีดำเนินงาน อาจเป็นการทดลอง สืบค้น หรือทำสิ่งประดิษฐ์ตามลักษณะโครงการที่ทำ เป็นส่วนที่ผู้นำเสนอโครงการต้องอธิบายให้ผู้ฟังเข้าใจ ควรอธิบายแยกเป็นข้อ ๆ ถ้ามีภาพประกอบสามารถติดแทรกในส่วนนี้ได้ หรืออาจแยกติดนำเสนอเป็นกลุ่มรูปภาพที่มีคำอธิบายได้ภาพประกอบ ซึ่งต้องจัดให้ดูเหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอและมีความสวยงาม
 - ผลการทดลองหรือผลการดำเนินงาน

- ส่วนประกอบด้านที่ 3 ประกอบด้วยหัวข้อ
 - อภิปรายและสรุปผล
 - ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ
 - คำขอบคุณ หรือกิตติกรรมประกาศ โดยถ้านำเสนอในตอนต้นจะเรียกว่า กิตติกรรมประกาศ แต่ถ้านำเสนอในส่วนท้ายจะเรียกว่า คำขอบคุณ ซึ่งควรเลือกนำเสนออย่างใดอย่างหนึ่ง

ทั้งนี้หัวข้อต่าง ๆ ในแผนจัดแสดงโครงการที่กล่าวข้างต้น เป็นเพียงแนวทางหนึ่งเท่านั้น ผู้ทำโครงการควรปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับประเภทของโครงการตนเอง และใส่ภาพประกอบที่สอดคล้องกับโครงการ แผนจัดแสดงโครงการที่เสร็จสมบูรณ์แล้วจะนำไปวางบนโต๊ะที่สามารถวางและกางแผนแสดงโครงการได้ เพื่อให้ผู้เข้าชมได้เห็นรายละเอียดข้อมูลในการทำโครงการ



ภาพที่ 7.3 การจัดวางองค์ประกอบของแผนจัดแสดงโครงการ

หมายเหตุ: จาก หลักการจัดบอร์ดโครงการ, โดย ครูเชียงราย, 2561, (<https://www.kruchiangrai.net/wp-content/uploads/2018/10/การจัดบอร์ดโครงการ.png>).

7.2.2 การจัดนิทรรศการประกอบแผนการแสดงผลโครงการ

การจัดนิทรรศการประกอบแผนการแสดงผลโครงการ เหมาะกับโครงการประเภทการทดลองหรือโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้ทำโครงการสามารถสาธิตการทดลองหรือสาธิตการใช้อุปกรณ์ที่บริเวณหน้าแผนการแสดงผลโครงการของกลุ่มตนเองได้ โดยมีการจัดวางอย่างสวยงามเหมาะสมกับพื้นที่ไม่ควรวางสิ่งของต่าง ๆ แน่นจนเกินไป หรือปล่อยให้โต๊ะนิทรรศการว่างจนเกินไป และควรมีป้ายชื่อกำกับอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ไว้ด้วย แต่ถ้าหากสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำโครงการมีขนาดใหญ่ไม่สามารถตั้งบนโต๊ะนิทรรศการได้ ผู้ทำโครงการสามารถวางบนพื้นที่หน้าแผนโครงการหรือบริเวณใกล้เคียงที่ไม่กีดขวางการนำเสนอของผู้ทำโครงการ

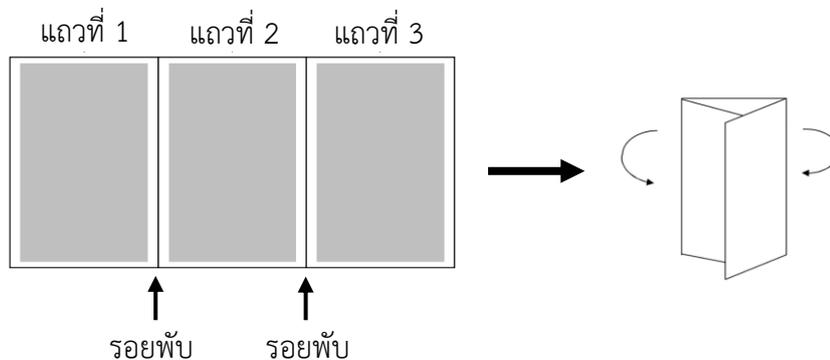


ภาพที่ 7.4 การจัดนิทรรศการประกอบแผ่นการจัดแสดงโครงการงาน

หมายเหตุ: จาก การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ระดับภาคภาคใต้ ประจำปี พ.ศ. 2558. โดย
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพัทลุง, 2558, (http://www.kasetpt.ac.th/2558_all_activity/3_5august2558_science_project/first_science_project.htm).

7.2.3 แผ่นพับประกอบแผ่นการจัดแสดงโครงการงาน

บริเวณการจัดนิทรรศการ นอกจากจะมีอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการแล้ว ผู้ทำโครงการควรจัดทำแผ่นพับที่นำเสนอรายละเอียดโครงการด้วย เพื่อให้ผู้ชมได้รับรู้ข้อมูลนอกจากการอธิบายปากเปล่าของผู้ทำโครงการ ซึ่งโดยปกติแผ่นพับ จะประกอบด้วยคอลัมน์ในการใส่เนื้อหา รายงานโครงการจำนวน 3 แถว



ภาพที่ 7.5 การทำแผ่นพับโครงการงานวิทยาศาสตร์

ข้อมูลที่ใส่ในแผ่นพับทั้งด้านหน้าและด้านหลัง เป็นข้อมูลที่ผู้ทำโครงการนำเสนอในแผ่นจัดแสดงโครงการ แต่อาจมีการปรับปรุงรายละเอียด โดยการมีปรับลดเนื้อหาให้เหมาะสมกับพื้นที่ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นพับ การจัดทำแผ่นพับนอกจากจะบอกรายละเอียดของโครงการวิทยาศาสตร์แล้ว ยังแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ของผู้ทำโครงการในการออกแบบ การเลือกใช้ตัวอักษรสีพื้นหลัง และรูปภาพประกอบ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้พบเห็น



ภาพที่ 7.6 การจัดวางองค์ประกอบในแผ่นพับโครงการงาน

หมายเหตุ: จาก แผ่นพับโครงการงาน. โดย Arphaphon Unny, 2564, (<https://pubhtml5.com/mjzi/wzrz/basic>).

7.3 การจัดแสดงโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วยโปสเตอร์

โปสเตอร์ที่ใช้สำหรับนำเสนอผลงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้ทำโครงการงานต้องการถ่ายทอดความรู้หรือรายงานให้ผู้อื่นเข้าใจ ขนาดของโปสเตอร์ที่ใช้ไม่มีรูปแบบตายตัว ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของสถานที่ในการจัดงาน การแสดงผลงานด้วยโปสเตอร์จะแตกต่างจากการนำเสนอผลงานด้วยแผ่นจัดแสดงผลงาน กล่าวคือ ผู้นำเสนอด้วยโปสเตอร์จะให้โปสเตอร์ทำหน้าที่รายงานผลการทำโครงการงาน ผู้ทำโครงการงานจะทำหน้าที่ยืนรออยู่ใกล้ ๆ แผ่นโปสเตอร์และคอยตอบคำถามหรืออธิบายเพิ่มเติมให้แก่ผู้ที่เข้ามาดูผลงาน ในกรณีที่ต้องนำเสนอ ควรสรุปเป็นคำของผู้นำเสนอ ไม่ควรอ่านโปสเตอร์ ควรเน้นที่ประเด็นหลัก ได้แก่ ความเป็นมาหรือที่มาของงาน วิธีดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน สรุป และข้อเสนอแนะ การนำเสนอโดยใช้โปสเตอร์มีเทคนิค และข้อควรคำนึงดังนี้

- มีข้อมูลที่กระชับ ชัดเจน ใช้พื้นที่ให้เหมาะสม จัดสัดส่วนให้มีพื้นที่ว่าง ไม่ใส่ข้อความหรือภาพที่แน่นจนเกินไป แสดงให้เห็นสิ่งที่ค้นพบ หรือสิ่งที่พัฒนา
- มีหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญ
- แสดงกระบวนการหรือวิธีการในการศึกษา
- เรียบเรียงให้เข้าใจง่าย ตัวหนังสืออ่านได้ชัดเจน เรียบร้อย ไม่มีคำสะกดผิด กรณีมีการใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ ไม่ควรใช้อักษรพิมพ์ใหญ่ทุกตัว เพราะจะทำให้อ่านยาก
- จัดส่วนประกอบต่าง ๆ ได้เหมาะสม มีภาพหรืองานกราฟิกประกอบ เพื่อให้ข้อมูลดูน่าสนใจ เข้าใจง่ายขึ้น
- เลือกใช้สีสันทันทีสมดุลเหมาะสม ไม่ใช้โทนสีที่ขัดกับพื้นหลังและสีของภาพ
- มีหลักฐานอ้างอิงถูกต้อง



ศึกษาศาสตร์ฉบับเบรตลินที่มีผลต่อความสดของแตงกวา

ผู้จัดทำโครงการ : น.ส.ฐิติชญา ชูเกียรติศิริ น.ส.วีราภรณ์ ภูระหงษ์ และ น.ส.แพรวผกา สุขมา*

ครูที่ปรึกษาโครงการหลัก : นายสิปปัสแสง สุขผล*



บทคัดย่อ

การศึกษาของสารจับใบเบรตลิน ที่มีต่อความสดของแตงกวา ได้รับผลตอบแทนจากการเก็บรักษาของอุณหภูมิ ความพรุนหรือ การใช้สารจับใบเบรตลินในการเก็บรักษาแตงกวาเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีผลผลิตมากและระยะเวลาในการเก็บรักษา และแตงกวาก็เป็นส่วนประกอบของอาหารหลายประเภท คณะผู้จัดทำได้ทดลองใช้สารละลายจับเบรตลินที่มีความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 600 ppm กับที่ขุนน้ำปลา แล้วดูความสดของแตงกวาถึงจุกขุนแล้ว ไล่อินทรีย์วัตถุและของแข็งรวม 1 วัน, 3 วัน, 5 วัน และ 7 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างที่ขุนน้ำปลาและจับเบรตลินที่มีความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 600 ppm กับจุกขุน (ขุนน้ำปลา) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสารจับเบรตลินไม่สามารถลดความสดของแตงกวาได้

ผลการวิจัย

ความเข้มข้น (ppm)	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7
น้ำปลา				
100				
200				
400				
600				

บทนำ

ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีผลผลิตแตงกวาจำนวนมากซึ่งการเก็บรักษาจะไม่ได้ใช้ถุงสุญญากาศหรือถุงสุญญากาศสุญญากาศเกี่ยวกับระยะเวลาการเก็บรักษาของแตงกวา ซึ่งการเก็บรักษาของแตงกวาจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเก็บรักษาของแตงกวา ซึ่งการเก็บรักษาของแตงกวาจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเก็บรักษาของแตงกวา

วิธีการทดลอง

เตรียมและวัดอุณหภูมิ สารจับเบรตลิน และแตงกวา 15 ผล (แตงกวา 1 ผล น้ำหนัก 1 กิโลกรัม) และจุกขุน (2) สำหรับจับเบรตลินมาผสมกันเป็นความเข้มข้น 100, 200, 400, 600 ppm แล้วนำแตงกวา 12 ผล ไปแช่ในสารละลายจับเบรตลินที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันไปเป็นแตงกวาที่แช่สารละลาย กับ นำมาวางไว้ในอุณหภูมิที่ปกติ 1 สัปดาห์ และสังเกตผล

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาจับเบรตลินที่มีผลต่อความสดของแตงกวาในการทดลองพบว่า แตงกวาที่ขุนน้ำปลาหรือแตงกวาที่ขุนด้วยสารละลายจับเบรตลินที่มีความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 600 ppm ไม่เกิดการทดลองคือความสด แตงกวามีความสดไม่แตกต่างกัน ที่เมื่อเป็นเพราะแตงกวาจับเบรตลินที่มีความเข้มข้น 200 และ 400 ppm สามารถลดอุณหภูมิของแตงกวาได้มากที่สุด ทั้งนี้จะเป็นเพราะแตงกวาจับเบรตลิน สารจับเบรตลินน้ำจะไม่มีผลต่อพืชที่มีผลผลิตแตงกวา แต่จะไม่มีผลต่อพืชที่มีผลผลิตแตงกวาให้สารจับเบรตลินไม่สามารถลดความสดของแตงกวาได้

คำอธิบายรูปภาพ

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องผลของจับเบรตลินที่มีต่อความสดของแตงกวา เป็นโครงการที่จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการลดความสดของพืชให้ได้นานที่สุดขึ้น ในโครงการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ได้ใช้แตงกวาในการทดลอง โดยศึกษาจากโครงการของศูนย์ศึกษาและพัฒนาชุมชน และของศูนย์ศึกษาและพัฒนาชุมชน นายสิปปัสแสง สุขผล คือผู้ที่ทำหน้าที่ศึกษาและระยะเวลา กำลังงานและกำลังใจ ที่ทำให้โครงการวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณว่า โครงการฉบับนี้สามารถนำไปพัฒนาได้ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้จัดทำไว้ในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

การศึกษาค้นคว้า: <http://www.komchadluek.net/detail/>

ภาพที่ 7.7 โปสเตอร์โครงการงานวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: จาก โปสเตอร์โครงการ. โดย สิปปัสแสง สุขผล, 2555, (<https://sipsang.wordpress.com/studentwork/โปสเตอร์โครงการ>).

7.4 การพูดนำเสนอโครงการงานวิทยาศาสตร์

การพูดนำเสนอโครงการงานวิทยาศาสตร์ (science speaking) ถือเป็นหัวใจที่สำคัญในการนำเสนอขั้นตอน ข้อค้นพบ และผลที่ได้จากการทำโครงการ ซึ่งผู้นำเสนอโครงการควรมีการเตรียมความพร้อมอย่างดีในการนำเสนอ โดยจำนวนผู้นำเสนออาจเป็นการนำเสนอเพียงแค่ 1 คน หรือ 2 คน แต่ไม่ควรเกิน 3 คน ที่มีการแบ่งบทบาทหน้าที่ในการพูดนำเสนอชัดเจน การพูดนำเสนอโดยทั่วไปควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ผู้นำเสนอ เนื้อหา และผู้ฟัง

- ผู้นำเสนอ (presenters) ควรเตรียมความพร้อม โดยการวางแผนก่อนการนำเสนอ โดยศึกษาข้อมูล กำหนดรูปแบบการนำเสนอให้สอดคล้องกับเนื้อหาโครงการ วิทยาศาสตร์ที่ต้องการนำเสนอ ฝึกบริหารเวลา โดยการฝึกซ้อมก่อนนำเสนอ พูดด้วยเสียงดัง ฟังชัด ตรงประเด็น และใช้ภาษาภายในการช่วยสื่อสาร เช่น ใช้ดวงตา ท่าทาง และการเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสม
- เนื้อหา (contents) ผู้นำเสนอควรเตรียมเนื้อหาที่จะนำเสนอให้ชัดเจน เป็นลำดับตาม โครงเรื่องที่วางแผนไว้บนแผนการจัดแสดงโครงการ หรือโปสเตอร์ มีการนำเสนอข้อมูล ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ตาราง กราฟ หรือภาพประกอบ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจข้อมูล
- ผู้ฟังหรือกลุ่มเป้าหมาย (audience) ผู้นำเสนอควรพิจารณาว่ากลุ่มผู้ฟังคือใคร เพื่อให้สามารถเตรียมเนื้อหาและภาษาให้เหมาะสมกับผู้ฟัง เช่น ผู้ฟังเป็นเด็กหรือ เพื่อนร่วมชั้นเรียน ควรใช้คำง่าย ๆ ไม่มีศัพท์เทคนิคมากเกินไป หากผู้ฟังเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้นำเสนอต้องมีความเข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี มีความมั่นใจในการพูด และตอบคำถามด้วยเหตุผลและอ้างอิงข้อมูลที่เหมาะสม

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การพูดนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- ทำความเข้าใจในขั้นตอนของการดำเนินงาน เนื้อหารายละเอียดของโครงการที่จะอธิบายเป็นอย่างดี เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลในการตอบคำถามของผู้ที่สนใจหรือ คณะกรรมการในการประเมินโครงการ
- นำเสนออย่างตรงไปตรงมา ชัดเจน และเข้าใจง่ายภายในเวลาที่กำหนด ขณะรายงานควรพูดอย่างเป็นธรรมชาติ ด้วยน้ำเสียงและท่าทางที่เหมาะสมกับระดับของผู้ฟัง ไม่ควรท่องจำ เพราะจะทำให้ดูไม่เป็นธรรมชาติ
- หลีกเลี่ยงการอ่านรายงาน โดยสามารถจดหัวข้อสำคัญ ๆ ไว้เพื่อช่วยให้การงานเป็นไปตามขั้นตอน ครบถ้วน
- ขณะพูดนำเสนอควรมองผู้ฟัง และเตรียมตัวในการตอบคำถามที่เกี่ยวข้อง
- ตอบคำถามอย่างตรงไปตรงมา และตรงกับประเด็นที่ผู้ถามตั้งคำถาม

ในการจัดแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ นอกจากจะคำนึงถึงความพร้อมของป้าย นิทรรศการ แผ่นพับ หรือโปสเตอร์โครงการวิทยาศาสตร์ และความพร้อมของผู้นำเสนอโครงการที่จะทำหน้าที่อธิบายโครงการแล้ว ยังควรคำนึงถึงความปลอดภัยในการจัดแสดง และพื้นที่ที่ใช้ในการ

จัดแสดงด้วย โดยควรเป็นสถานที่โล่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก มีพื้นที่ขนาดใหญ่เพียงพอต่อการจัดแสดง และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับผู้นำเสนอได้นำเสนอหน้าแผงนิทรรศการ ตลอดจนใช้สวิตการทำงานของอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำโครงการ และควรคำนึงถึงสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่จำเป็นต่อการจัดแสดงอีกด้วย เช่น ระบบไฟฟ้า หรือน้ำประปาที่ต้องใช้กับอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่นำเสนอ ซึ่งสามารถกล่าวโดยสรุปถึงสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

ข้อควรคำนึงถึงในการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์

- ความปลอดภัยในการจัดแสดงผลงาน
- ความเหมาะสมของพื้นที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกในพื้นที่จัดแสดง
- คำอธิบายที่ชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่สำคัญและน่าสนใจ
- จัดรูปแบบที่ดึงดูด น่าสนใจ
- กรณีที่เป็นโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ ควรเตรียมพร้อมให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์



ภาพที่ 7.8 สถานที่จัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์

หมายเหตุ: จาก คณะกรรมการจากศูนย์ประสานงานภูมิภาค ภาคใต้ โครงการ YSC 2023 ร่วมเป็น คณะกรรมการตัดสินการประกวดโครงการรอบชิงชนะเลิศ ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี. โดย ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2566, (<https://cas.wu.ac.th/archives/19633>)

7.5 การจัดแสดงนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดแสดงนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้ข้อมูลหรือประเด็นสาระทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับการถ่ายทอดไปยังผู้ฟังหรือผู้ที่สนใจ ซึ่งเมื่อแบ่งตามลักษณะของวิธีการจัดนิทรรศการจะสามารถแบ่งประเภทของนิทรรศการได้ 3 ประเภท (บริษัท 168 เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2559)

7.5.1 ประเภทของนิทรรศการ

- นิทรรศการถาวร (permanent exhibition) เป็นนิทรรศการที่จัดแสดงให้ชมเป็นเวลานาน หรือจัดแสดงเรื่องราวเดิมรูปแบบเดิม โดยไม่เปลี่ยนแปลงสถานที่จัดแสดง ของที่จัดแสดงอาจเป็นของจริง หุ่นจำลอง หรือรูปภาพที่ผู้ชมสามารถเข้าชมได้ตลอดเวลา การจัดนิทรรศการประเภทนี้มีการลงทุนสูง เนื่องจากเนื้อหาที่จัดแสดงต้องอาศัยการศึกษาค้นคว้าหลักฐานอ้างอิง วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาจัดแสดงเป็นวัตถุที่คงทน อาจจัดได้ทั้งที่ร่ม และกลางแจ้ง เช่น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ทางทะเล



ภาพที่ 7.9 สถานที่จัดแสดงนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
หมายเหตุ : จาก ความเป็นมา. โดย องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ, 2561, (<https://www.nsm.or.th/nsm/th/about-us/history>).



ภาพที่ 7.10 นิทรรศการชั่วคราว

หมายเหตุ: จาก นิทรรศการหกขามาไซร์: The Insect Circus. โดย พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา, 2565, (<https://web2.nsm.or.th/temporary-exhibitions.html>).

- นิทรรศการชั่วคราว (temporary exhibition) เป็นนิทรรศการที่จัดแสดงให้ชมสั้นกว่านิทรรศการถาวร อาจจัดแสดงเป็นเดือน สัปดาห์ หรือในวาระโอกาสเทศกาลพิเศษ เพื่อแสดงความรู้ใหม่ ๆ โดยอาจจัดแสดงอยู่ในสถานที่เดิมเป็นประจำ แต่เปลี่ยนแปลงสื่อและของที่จัดแสดง เช่น นิทรรศการที่จัดแสดงผลงานทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

- นิทรรศการเคลื่อนที่หรือนิทรรศการหมุนเวียน(traveling exhibition) เป็นนิทรรศการที่เปลี่ยนแปลงสถานที่จัดแสดง หรือเป็นนิทรรศการที่หมุนเวียนไปแสดงตามสถานที่ต่าง ๆ โดยใช้รูปแบบและสื่อหลักที่แสดงแบบเดิม เป็นนิทรรศการที่สามารถเคลื่อนที่ไปยังชุมชนต่าง ๆ เข้าถึงพื้นที่ของผู้ชมกลุ่มเป้าหมายได้ ทำให้ได้รับความสนใจจากผู้ชมมาก



ภาพที่ 7.11 นิทรรศการหมุนเวียน

หมายเหตุ: จาก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมแสดงนิทรรศการจุดประกายสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กและเยาวชนในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2565. โดย ปณณพร แซ่แพ, 2565, (<https://science.mahidol.ac.th/news/aug65-13/>).

7.5.2 การออกแบบนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดแสดงนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแต่ละประเภท จะประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายในการจัดได้ ผู้เกี่ยวข้องต้องมีการวางแผนและออกแบบอย่างเป็นระบบ ซึ่งการออกแบบนิทรรศการมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ลำดับขั้นตอน คือ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

- การพัฒนาแนวคิดนิทรรศการ เป็นการวางแผนและกรอบเพื่อวางแผนการจัดนิทรรศการและการออกแบบนิทรรศการ
- การออกแบบนิทรรศการ เป็นการวางแผนการใช้พื้นที่ สิ่งจัดแสดง และบรรยากาศโดยรวม ในการสื่อสารถ่ายทอดข้อมูลให้กับผู้ชม

การจัดแสดงนิทรรศการมีแนวทางการนำเสนอเนื้อหาสาระได้หลายรูปแบบ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการจัดนิทรรศการ และกลุ่มเป้าหมายหลักของนิทรรศการ เช่น นิทรรศการวิทยาศาสตร์ที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นเด็ก แนวคิดในการนำเสนอและรูปแบบการจัดแสดงต้องเหมาะสมกับการเรียนรู้ บรรยากาศนำเสนอช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และเน้นในเรื่องความปลอดภัย

ส่วนนิทรรศการวิทยาศาสตร์ที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นบุคคลที่สนใจทั่วไป ซึ่งมีวัยและพื้นฐานแตกต่างกัน แนวคิดในการนำเสนอและรูปแบบการจัดแสดงต้องคำนึงถึงทักษะการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมกับทุกเพศ ทุกวัย

การออกแบบนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเกี่ยวข้องกับหลายฝ่ายในการทำงาน ร่วมกัน ทั้งฝ่ายวิชาการ ฝ่ายออกแบบ และฝ่ายเทคนิค เพื่อช่วยกันกรองเนื้อหาสาระให้ถูกต้อง เหมาะสมกับกลุ่มผู้ชม และดึงดูดความสนใจ ดังนั้นการวางแผนผังนิทรรศการเพื่อจัดวางตำแหน่งของสิ่งจัดแสดงจึงเป็นสิ่งสำคัญที่มีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องคำนึงถึง เช่น

- รูปแบบแนวคิดในการนำเสนอที่เป็นเรื่องราว และรูปแบบลักษณะสิ่งจัดแสดง เช่น มีโมเดลแขวนลอย มีกิจกรรมที่ผู้ชมได้ลงมือทำ หรือเป็นรูปแบบการสาธิต
- ตำแหน่งพื้นที่ ขนาดพื้นที่ และความสูงของพื้นที่จัดแสดงนิทรรศการ
- ทิศทางการเดินชมนิทรรศการ
- ลักษณะพื้นฐานของสถานที่ เช่น การระบายอากาศ การควบคุมแสง และเสียง
- ความปลอดภัยของสิ่งจัดแสดง และความปลอดภัยของผู้ชมนิทรรศการ

ตัวอย่างแนวคิดการนำเสนอสาระในนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- การนำเสนอตัวอย่างวัตถุ เช่น หิน แร่ ฟอสซิล อุปกรณ์สื่อสารในอดีต และสัตว์สตัฟ การจัดแสดงจะให้ความสำคัญกับวัตถุที่นำมาจัดแสดง และมีป้ายข้อความสั้น ๆ อธิบายประกอบ
- การนำเสนอเรื่องราวเป็นช่วงเวลาหรือยุคสมัย เช่น วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ประวัติการบิน การออกแบบสิ่งจัดแสดงต้องทำให้ผู้ชมรับรู้ และแยกแยะสิ่งจัดแสดงในแต่ละช่วงเวลาได้ชัดเจน
- การนำเสนอสถานการณ์โดยการจำลองสถานการณ์เสมือนจริง เช่น การจำลองสถานการณ์ในห้องทดลอง เป็นการจำลองสถานการณ์เสมือนจริงให้ผู้ชมมีส่วนร่วมในเหตุการณ์นั้น การนำเสนอแบบจำลองสถานการณ์อาจทำให้สิ่งจัดแสดงมีขนาดย่อส่วน เพื่อให้ผู้ชมมองเห็นภาพกว้างได้
- การนำเสนอแบบบรรยาย เพื่อให้ผู้ชมมองเห็นและรับรู้ถึงความสัมพันธ์ของเรื่องราวที่นำเสนอ โดยควรเลือกเฉพาะเนื้อหาสำคัญ ๆ ที่ต้องการสื่อสาร ไม่ควรนำเนื้อหาหรือเรื่องราวทั้งหมดมาจัดแสดง

7.5.3 การจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

การจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์ขึ้นภายในโรงเรียนถือเป็นโครงการที่สำคัญโครงการหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีวิธีดำเนินการที่เป็นระบบและเกี่ยวข้องกับหลายด้าน (ชุตินา วัฒนาศิริ, 2536) ดังนี้

- ด้านบุคลากร ในกรณีการจัดนิทรรศการเป็นงานใหญ่ จำเป็นต้องมีการจัดทำโครงการแต่งตั้งคณะกรรมการจัดงาน ที่ประกอบไปด้วยบุคคลหลายฝ่าย เช่น ประธาน รองประธาน เลขานุการ เหรัญญิก และประชาสัมพันธ์ เพื่อให้การดำเนินการจัดนิทรรศการเป็นไปด้วยความราบรื่น
- การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เช่น สิ่งประดิษฐ์ โครงการทดลองหรือผลการศึกษา และแบบจำลองต่าง ๆ ที่เป็นผลงานของผู้เรียน ตลอดจนจัดเตรียมเนื้อหาที่เป็นประเด็นสำคัญ คำบรรยาย ภาพและแผนภูมิประกอบวัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาแสดง
- การจัดเตรียมสถานที่ในการจัดแสดง ควรเลือกสถานที่ให้เหมาะสมกับขนาดของงาน เช่น ถ้าจัดในตัวอาคารอาจเป็นห้องประชุม ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ โดยควรมีแสงสว่างพอเหมาะทั่วทั้งห้องนิทรรศการ หรือจัดนอกอาคารโดยใช้เต็นท์ เพื่อบังแดดและฝน
- การจัดผู้เรียนเฝ้ากิจกรรม โดยทำหน้าที่บรรยาย ตอบปัญหาและข้อสงสัยให้กับผู้เข้าชม นิทรรศการ โดยผู้เรียนที่ทำหน้าที่เฝ้ากิจกรรมควรเป็นผู้เรียนที่มีความรับผิดชอบ และมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะนำเสนอเป็นอย่างดี สามารถอธิบาย ทดลอง หรือสาธิตให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- การประเมินผล ผู้จัดนิทรรศการควรทำแบบสอบถาม เกี่ยวกับความพึงพอใจและความรู้ที่ได้รับจากการจัดนิทรรศการให้ผู้ชมนิทรรศการตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็น เพื่อประเมินผลการจัดงาน และนำไปปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

การจัดแสดงโครงการและนิทรรศการวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนต้องนำเสนอขั้นตอนการดำเนินงานและผลงานที่ได้ให้ผู้อื่นเข้าใจ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดแสดงโครงการและนิทรรศการวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งจะเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย และต้องมีการวางแผนงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การจัดแสดงบรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งผู้ที่มีความชำนาญจะสามารถทำได้อย่างดี ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องเข้าใจหลักการและขั้นตอนการจัดแสดงโครงการและนิทรรศการวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้

บทสรุป

การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสื่อสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษา สืบค้น ทดลอง หรือประดิษฐ์ชิ้นงาน ที่เป็นผลจากการดำเนินการ และข้อสรุปของโครงการให้กับผู้ที่สนใจ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความเข้าใจ สื่อสารผลการวิจัย ตลอดจนเพื่อรับข้อเสนอแนะจากผู้ฟัง หรือผู้ประเมิน โดยการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์จะอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น จัดทำเป็นแผ่นป้ายนิทรรศ หรือการจัดทำเป็นแผ่นจัดแสดงโครงการ ที่มีทั้งการจัดแสดงในรูปแบบการอธิบายด้วยคำพูดประกอบ การจัดแสดงโดยไม่มีคำอธิบายด้วยคำพูดประกอบ หรือรูปแบบการรายงานปากเปล่า ซึ่งการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาข้อมูล เวลาในการนำเสนอ บุคลิกภาพ ทักษะของผู้นำเสนอ และเทคนิคการตอบคำถาม จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้นำเสนอต้องวางแผนและเตรียมตัวในการนำเสนอ

การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยแผ่นจัดแสดงโครงการ โดยทั่วไปจะนำเสนอข้อมูลลงในแผ่นจัดแสดงโครงการหรือบอร์ดที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลจำนวน 3 แผ่น ที่จัดวางเนื้อหาข้อมูล 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ประกอบด้วย ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่อที่ปรึกษาโครงการ สถานศึกษา และบทคัดย่อ

ด้านที่ 2 ประกอบด้วย ที่มาและความสำคัญ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ วิธีการดำเนินงาน และผลการดำเนินงาน

ด้านที่ 3 ประกอบด้วย การอภิปรายและสรุปผล ประโยชน์ที่ได้รับในการทำโครงการ และคำขอบคุณหรือกิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

ทั้งนี้ในการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์นอกจากการนำเสนอข้อมูลด้วยแผ่นจัดแสดงโครงการแล้ว ยังสามารถจัดนิทรรศการประกอบ และมีแผ่นพับประกอบได้ โดยการจัดนิทรรศการประกอบจะเหมาะกับโครงการประเภททดลองหรือโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้เรียนมีการสาธิตการทดลองหรือสาธิตการใช้อุปกรณ์ที่บริเวณหน้าแผ่นการจัดแสดงโครงการ มีการจัดวางอย่างสวยงามเหมาะสมกับพื้นที่ ส่วนแผ่นพับประกอบจะมีข้อมูลเช่นเดียวกับข้อมูลที่นำเสนอในแผ่นจัดแสดงโครงการ แต่อาจมีการปรับปรุงรายละเอียด โดยการปรับลดเนื้อหาให้เหมาะสมกับพื้นที่ของแผ่นพับ และในการพูดนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้นำเสนอโครงการควรมีการเตรียมความพร้อมในการนำเสนอ โดยจำนวนผู้นำเสนอไม่ควรเกิน 3 คน ที่มีการแบ่งบทบาทหน้าที่ในการพูดนำเสนอชัดเจน ซึ่งต้องคำนึงถึงความเข้าใจในรายละเอียดของโครงการ นำเสนอเข้าใจง่าย ไม่นำเสนอโดยการอ่าน และเตรียมตัวในการตอบคำถามเป็นอย่างดี นอกจากการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการดังกล่าว ผู้เรียนยังสามารถจัดแสดงโครงการในรูปแบบโปสเตอร์ ที่มีข้อมูลต่าง ๆ ของโครงการที่ต้องการถ่ายทอดหรือรายงานให้ผู้อื่นเข้าใจ ซึ่งการนำเสนอด้วยโปสเตอร์จะแตกต่างจากการนำเสนอด้วยแผ่นจัด

แสดงผลงานตรงที่โปสเตอร์จะทำหน้าที่รายงานผลการทำโครงการ ส่วนผู้เรียนจะทำหน้าที่ตอบคำถามหรืออธิบายเพิ่มเติมให้แก่ผู้ที่เข้ามาดูผลงาน

การจัดแสดงนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำเสนอเนื้อหาสาระได้หลายรูปแบบ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการจัดนิทรรศการ และกลุ่มเป้าหมายหลักของนิทรรศการ โดยแบ่งประเภทของนิทรรศการได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. นิทรรศการถาวร เป็นนิทรรศการที่จัดแสดงให้ชมเป็นเวลานาน หรือจัดแสดงเรื่องราวเดิมรูปแบบเดิม โดยไม่เปลี่ยนแปลงสถานที่จัดแสดง
2. นิทรรศการชั่วคราว เป็นนิทรรศการที่จัดแสดงเป็นเดือน สัปดาห์ หรือในวาระโอกาส เทศกาล พิเศษ โดยอาจจัดแสดงอยู่ในสถานที่เดิมเป็นประจำ แต่เปลี่ยนแปลงสื่อและของที่จัดแสดง
3. นิทรรศการเคลื่อนที่หรือนิทรรศการหมุนเวียน เป็นนิทรรศการที่เปลี่ยนแปลงสถานที่จัดแสดง หรือเป็นนิทรรศการที่หมุนเวียนไปแสดงตามสถานที่ต่าง ๆ โดยใช้รูปแบบและสื่อหลักที่แสดงแบบเดิม

ในการออกแบบนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต้องใช้ความร่วมมือกันในการทำงานของหลายฝ่าย โดยต้องคำนึงถึง กลุ่มเป้าหมาย รูปแบบในการนำเสนอ พื้นที่ และความปลอดภัย การจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นภายในโรงเรียน จึงควรจัดแบ่งหน้าที่ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ และเตรียมความพร้อมให้เหมาะสม

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. การจัดแสดงโครงการหรือนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างไร
2. การจัดนิทรรศการประกอบการนำเสนอด้วยคำพูดของผู้ทำโครงการมีข้อดีอย่างไร
3. การนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยคำพูด นอกจากความถูกต้องของเนื้อหาแล้วยังมีปัจจัยใดเข้ามาเกี่ยวข้อง
4. ผู้พูดนำเสนอโครงการต้องเตรียมความพร้อมในการนำเสนออย่างไรบ้าง
5. ข้อมูลที่ใช้จัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยโปสเตอร์แตกต่างจากที่ใช้ในแผ่นจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร
6. การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยโปสเตอร์ให้น่าสนใจมีข้อควรคำนึงถึงอะไรบ้าง
7. ผู้พูดนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีการเตรียมความพร้อมในการนำเสนอมีข้อดีอย่างไร
8. การทำให้นิทรรศการวิทยาศาสตร์น่าสนใจ ผู้จัดต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง
9. การจัดวางชิ้นงานหรือการสาธิตการทำงานของชิ้นงานมีประโยชน์ต่อการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์อย่างไร
10. ผู้สอนสามารถประเมินผลการจัดแสดงโครงการของผู้เรียนได้อย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร เจริญรัตน์. (2560). *ข้อคำนึงถึงในการจัดนิทรรศการโครงการงานวิทยาศาสตร์*. โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ ภูเก็ต. https://www.swpk.ac.th/images/stories/download/doc/science/20216/ใบความรู้ที่_9.doc
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. (2566). *ภาพกิจกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประกวดโครงงานคณิตศาสตร์ ประเภทคณิตศาสตร์ประยุกต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ส่วนภูมิภาค ประจำปี 2566*. https://scitech.kpru.ac.th/prscitech/gallery_detail/?cid=10372
- ครูเชียงราย. (2561). *หลักการจัดบอร์ดโครงงาน*. <https://www.kruchiangrai.net/wp-content/uploads/2018/10/การจัดบอร์ดโครงงาน.png>
- ชุติมา วัฒนะคีรี. (2536). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. <http://thesis.swu.ac.th/swuebook/h155468.pdf>
- ชื่นฉวีสุธา เสนาะโสตร์. (11 กรกฎาคม 2565). *เกร็ดความรู้กับเทคนิคการนำเสนออย่างมีประสิทธิภาพ*. ระเบียบวรรณป็นสาระ. <https://library.wu.ac.th/km/เกร็ดความรู้กับเทคนิค/>
- บริษัท 168 เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. (2559). *ประเภทของนิทรรศการ*. http://www.digitalschool.club/digitalschool/art/art3_2/more/item5.2.3.php.
- ปิ่นนพร แซ่แพ. (2565). *คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมแสดงนิทรรศการจุดประกายสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กและเยาวชนในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2565*. <https://science.mahidol.ac.th/news/aug65-13/>.
- พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา. (2565). *นิทรรศการหกขามาโซว์: The Insect Circus*. องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). <https://web2.nsm.or.th/temporary-exhibitions.html>
- วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพัทลุง. (2558). *การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ระดับภาค ภาคใต้ ประจำปี พ.ศ. 2558*. http://www.kasetpt.ac.th/2558_all_activity/3_5august2558_science_project/first_science_project.htm
- ศูนย์บริการวิชาการ, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. (2566). <https://cas.wu.ac.th/archives/19633>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *การนำเสนอผลงาน*.

https://designtechnology.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/83/2020/01/4_06การนำเสนอผลงาน-1.pdf

สีป๋ป้แสดง สุธผล. (2555). *โปสเตอร์โครงการ*. <https://sipsang.wordpress.com>

[/studentwork/โปสเตอร์โครงการ](https://sipsang.wordpress.com/studentwork/โปสเตอร์โครงการ)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554).

หนังสือแนวทางการออกแบบนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี – Exhibition

Design. https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/exhibition-design/

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). (2561). *ความเป็นมา*.

<https://www.nsm.or.th/nsm/th/about-us/history>

Arphaphon Unny. (2564). *แผ่นพับโครงการ*. <https://pubhtml5.com/mjzi/wzzr/basic/>

http://www.digitalschool.club/digitalschool/art/art3_2/more/item5.2.3.php.

บทที่ 8

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

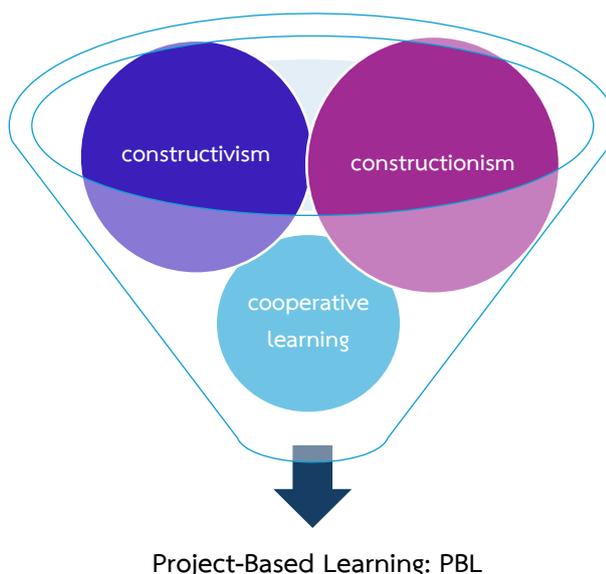
บทนำ

การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ หนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง การสืบค้นข้อมูล การสังเกต และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมถึงการพัฒนาทักษะการสื่อสาร ซึ่งล้วนเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยผู้เรียนจะได้ฝึกการตั้งคำถาม การกำหนดแนวทางการศึกษาค้นคว้า การออกแบบ การดำเนินการทดลอง และการสรุปผล ไปจนถึงการนำเสนอผลงานของตนเอง นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานยังช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะด้านความร่วมมือและการทำงานเป็นทีมอีกด้วย โดยผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้มากกว่าการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เพียงอย่างเดียว ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและสามารถพัฒนาความรู้ตามแนวทางของตนเองได้ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจึงเป็นแนวทางที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาทักษะที่สำคัญต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL) เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เริ่มพัฒนาเป็นครั้งแรกในช่วงปลายปี ค.ศ. 1969 โดยกลุ่มนักศึกษาแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของ McMaster University ประเทศแคนาดา ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 จึงขยายไปสู่หลักสูตรของสาขาต่าง ๆ (ซิโนรส กวางแก้ว, 2564 อ้างถึง กุศลภัส เทียมทิพร, 2559) รวมทั้งมีการนำมาใช้จัดการเรียนรู้ในหลายสถานศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจึงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการ

เรียนรู้ที่ได้มาจากการรับรู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองไปจนถึงการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหา และ ได้สร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด การเรียนรู้ 3 แนวคิด (วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมาน, 2564) ได้แก่



ภาพที่ 8.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

- ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) เป็นแนวคิดที่เชื่อว่าการให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง คิดเอง ผู้เรียนและผู้สอนเกิดการเรียนรู้จาก การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ต่างฝ่ายต่างแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน
- ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructionism) เป็นแนวคิดที่มีรากฐานมาจาก ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ได้ด้วยตนเอง โดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม แล้ว สร้างสรรค์ผลงาน นำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกิดเป็นเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้น
- การเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะทางสังคม การทำงานกลุ่ม และการสื่อสาร โดยผู้สอนจะ แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยที่ละความสามารถ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

จะเห็นได้ว่าแนวคิดการเรียนรู้ทั้ง 3 นี้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนเริ่มต้นจากการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา นำไปสู่การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนี้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และสามารถเก็บข้อมูลของสิ่งแวดล้อมเข้าไปเป็นโครงสร้างของสมองได้ ขณะเดียวกันก็สามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่ปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้อีกด้วย

8.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ ดังนี้

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวผู้เรียนมาทำกิจกรรมค้นหาความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ทำให้ผู้เรียนได้เพิ่มความรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ ที่มีการเขียนกระบวนการทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม (บัญชา ธรรมบุตร และคณะ, 2564 อ้างถึง ดุชฎี โยเหลา และคณะ, 2557)
- การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มจากการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนจะเป็นความรู้ที่คงทน ไม่ลืมนง่าย และการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนอีกด้วย (วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมาณ, 2564)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตั้งแต่การสำรวจ ค้นคว้า วางแผนการเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้ สร้างสรรค์ ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาก และประเมินผลงาน โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้จัดการเรียนรู้ อำนวยความสะดวก หรือให้คำแนะนำปรึกษา เพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ (ธีรพัฒน์ วงศ์คุ้มสิน และเฉลิมขวัญ สิงห์วี, 2563)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่ผู้เรียน เหมือนกับการทำงานในชีวิตจริงอย่างมีระบบ เพื่อเปิดโอกาสให้

ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ใช้วิธีการหาความรู้ความจริงอย่างมีเหตุผล ได้ออกแบบประดิษฐ์ชิ้นงาน ทำการทดลอง ทดสอบประสิทธิภาพ ด้วยตนเอง รู้จักวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนากระบวนการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง โดยมีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้น เพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวผู้เรียน มาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ โดยมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564)

จากความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของนักวิชาการและนักการศึกษา ช้างตัน กล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากการได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแสวงหาความรู้ การสังเกต สืบค้น ออกแบบ และการปฏิบัติสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา โดยมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มที่มีผู้สอนทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดขั้นสูง ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการสื่อสารที่ดีขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการทำงานที่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิต ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนในการวางแผน การควบคุมการปฏิบัติให้เป็นไปตามแผน การแก้ปัญหา การประเมินการปฏิบัติ การสื่อสารและการนำเสนอ

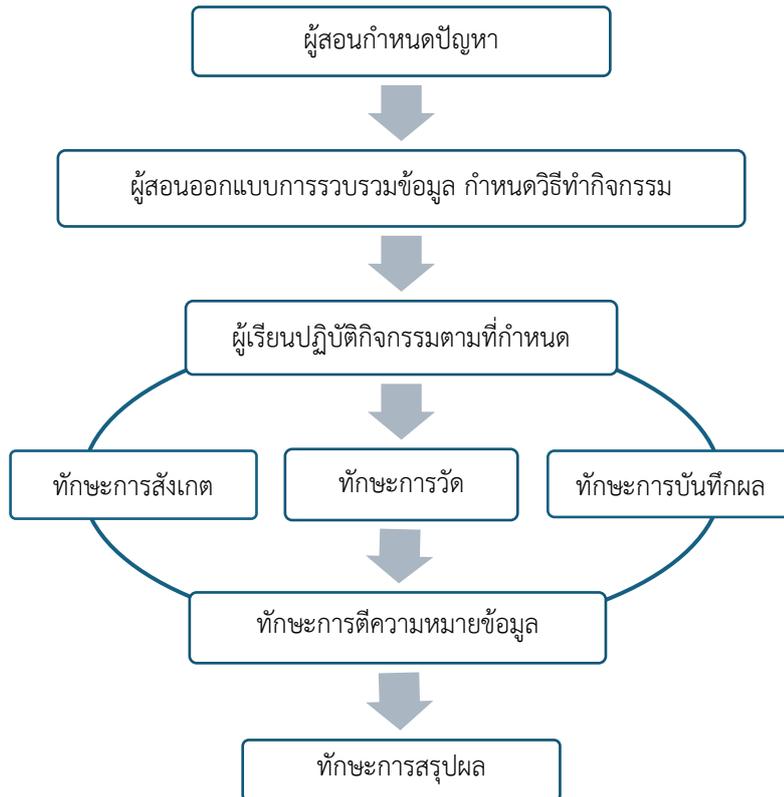
8.3 รูปแบบวิธีการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน คือ การทำกิจกรรมที่เน้นบทบาทการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา และผลิตชิ้นงานตามที่สนใจ โดยมีผู้สอนทำหน้าที่ให้คำแนะนำให้คำปรึกษาเพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการทำกิจกรรม รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถแบ่งได้หลายรูปแบบตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

8.3.1 เกณฑ์ระดับการให้คำปรึกษาของผู้สอนหรือระดับการมีบทบาทของผู้เรียนในการทำโครงงาน

การให้คำปรึกษาของผู้สอนหรือระดับการมีบทบาทของผู้เรียนในการทำโครงงาน สามารถแบ่งระดับ ได้ 3 ระดับ คือ 1) โครงงานประเภทผู้สอนนำทาง 2) โครงงานประเภทผู้สอนลดการนำทาง-เพิ่มบทบาทของผู้เรียน 3) โครงการประเภทผู้เรียนนำเอง-ผู้สอนไม่ต้องนำทาง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2563) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

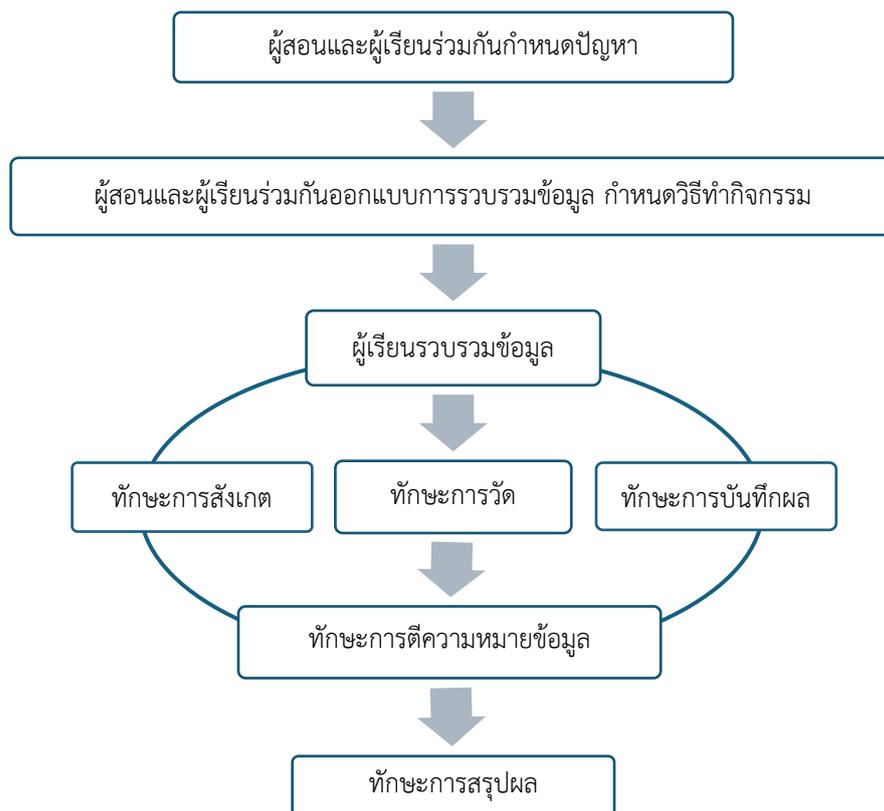
- โครงการประเภทผู้สอนนำทาง (guided project) ผู้สอนจะมีบทบาทในการกำหนดปัญหาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนด เพื่อสรุปความรู้และแก้ปัญหา จึงเหมาะสำหรับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ผู้เรียนยังไม่เคยผ่านการทำโครงการมาก่อน หรือห้องเรียนสำหรับเด็กเล็ก



ภาพที่ 8.2 โครงการประเภทผู้สอนนำทาง

หมายเหตุ: จาก แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้. โดย สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2563, (<http://academic.obec.go.th/web/document/view/143>).

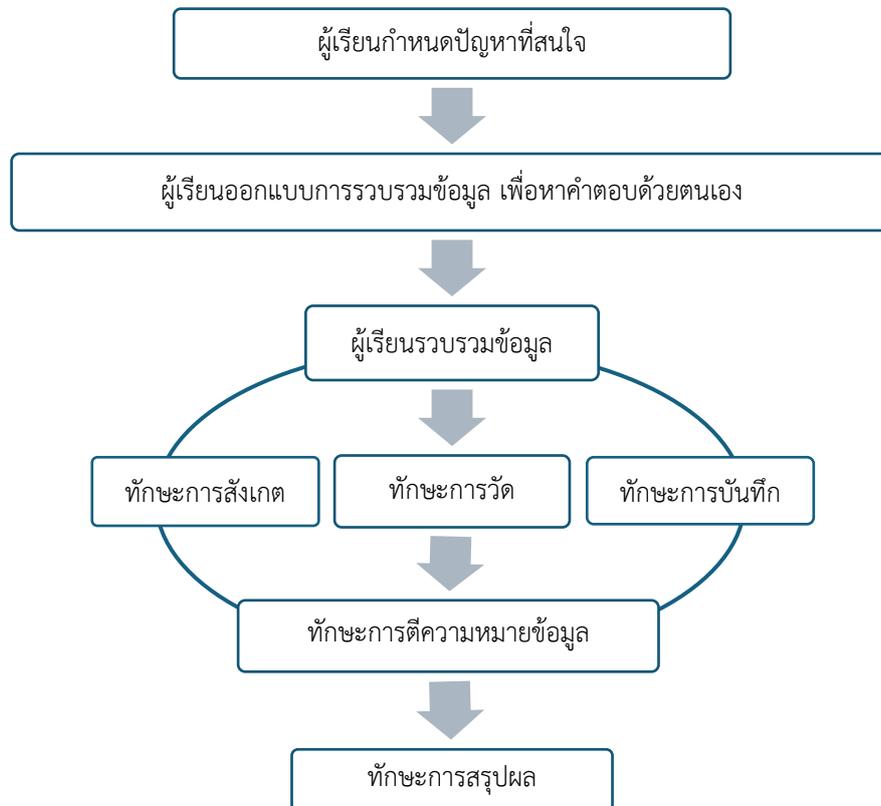
- โครงการประเภทผู้สอนลดการนำทาง - เพิ่มบทบาทผู้เรียน (less – guided project) ผู้สอนลดบทบาทหน้าที่ลง โดยจะทำหน้าที่ร่วมกับผู้เรียนในการกำหนดปัญหา ออกแบบการรวบรวมข้อมูล และวิธีการทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง



ภาพที่ 8.3 โครงการประเภทผู้สอนลดการนำทาง - เพิ่มบทบาทผู้เรียน

หมายเหตุ: จาก แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้. โดยสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2563, (<http://academic.obec.go.th/web/document/view/143>).

- โครงการประเภทที่ผู้เรียนนำทางเอง - ผู้สอนไม่ต้องนำทาง (unguided project) ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเองทั้งหมด ตั้งแต่การระบุปัญหาตามความสนใจ ออกแบบการรวบรวมข้อมูล ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จนถึงขั้นสรุปผล โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียนเท่านั้น จึงเป็นประเภทของโครงการที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา หรือผู้เรียนที่มีศักยภาพในการทำกิจกรรมเพียงพอ



ภาพที่ 8.4 โครงการประเภทที่ผู้เรียนนำทางเอง - ผู้สอนไม่ต้องนำทาง

หมายเหตุ: จาก แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้. โดยสำนักวิชาการ และมาตรฐานการศึกษา, 2563, (<http://academic.obec.go.th/web/document/view/143>).

8.3.2 เกณฑ์ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้

ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้ 2 ระดับ คือ 1) การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานทั้งรายวิชา และ 2) การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานเฉพาะบางหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชา ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการสอนในระดับอาชีวศึกษา ทั้งในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2559) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานทั้งรายวิชา เป็นการออกแบบ วางแผน การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ทั้งหมดของรายวิชาที่ได้เรียนรู้ มาบูรณาการ ในการทำโครงการ โดยผู้สอนอาจกำหนดให้ผู้เรียนใช้เวลาในการจัดทำโครงการ ในเวลาเรียน หรือนอกเวลาเรียนได้ตามลักษณะโครงการของผู้เรียน ซึ่งผู้สอน สามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ คือ
 - **ลักษณะที่ 1** เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติเนื้อหาสาระในหน่วยต่าง ๆ จนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาแล้ว ให้ผู้เรียนเสนอเค้าโครง เรื่องที่สนใจจากสิ่งที่ได้เรียนรู้ ลงมือทำโครงการ สรุปผลการดำเนินงาน และนำเสนอผลงาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับรายวิชา ที่ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนในรายวิชา มาแล้ว โดยผู้สอนทำหน้าที่วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทำ โครงการเสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนด ดังนี้

ตารางที่ 8.1 การจัดเวลาในการทำกิจกรรมหลังเรียนเนื้อหาครบทุก หน่วยการเรียนรู้

การเรียนการสอน	กิจกรรม
สัปดาห์ที่ 1-9	ผู้สอนจัดการเรียนการสอนทุกหน่วยการเรียนรู้ ให้แก่ผู้เรียน
สัปดาห์ที่ 10-17	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงเรื่อง ดำเนินงาน โครงการ และสรุปผลการดำเนินงาน
สัปดาห์ที่ 18	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน

- **ลักษณะที่ 2** ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติเนื้อหาสาระสำคัญในหน่วยการเรียนรู้ต้น ๆ ของรายวิชาเพื่อปูพื้นฐานความรู้ แล้วให้ผู้เรียนเสนอเค้าโครงเรื่องที่น่าสนใจและลงมือทำโครงงานคู่ขนานไปพร้อมกับการศึกษาเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จนจบ สรุปผลการดำเนินงานและนำเสนอ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานลักษณะนี้ ผู้สอนจะต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทำโครงงานของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการพัฒนาโครงงาน ดังนี้

ตารางที่ 8.2 การจัดเวลาในการทำกิจกรรมระหว่างเรียนเนื้อหา

การเรียนการสอน	กิจกรรม
สัปดาห์ที่ 1-6	ผู้สอนจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 ให้แก่ผู้เรียน
สัปดาห์ที่ 7-17	ผู้สอนจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 5-9 ควบคู่กับการให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงเรื่อง ดำเนินงานโครงงาน และสรุปผลการดำเนินงาน
สัปดาห์ที่ 18	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้งรายวิชา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการทำโครงงาน 3 ครั้ง หลังจากการจัดการเรียนการสอนครบตามเนื้อหาที่กำหนดของรายวิชาแล้ว ดังนี้



ภาพที่ 8.5 แสดงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้งรายวิชา
หมายเหตุ: ดัดแปลงจาก แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน. โดย สำนักงาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2559,
(<https://www.krupatom.com/wp-content/uploads/2019/07/PJBL.pdf>).

- การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเฉพาะบางหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชา เป็นการออกแบบ วางแผน การจัดการเรียนรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้หรือพัฒนาทักษะในบางหัวข้อหรือบางเรื่องที่สำคัญของรายวิชาผ่านการทำโครงงานที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้และสมรรถนะเป็นไปตามหลักสูตรรายวิชาที่กำหนด โดยผู้สอนสามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ คือ
 - **ลักษณะที่ 1** การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเฉพาะหน่วยการเรียนรู้ หน่วยใดหน่วยหนึ่งในรายวิชา โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติตามเนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้นั้น แล้วให้ผู้เรียนนำความรู้และทักษะที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในการทำโครงงาน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่ทฤษฎี การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ โครงงานที่ผู้สอนกำหนดให้ควรใช้เวลาไม่มาก มีการกำหนดเวลาในการทำโครงงานอย่างชัดเจนและสัมพันธ์กับหน่วย การเรียนรู้ ทำให้ผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาในการทำโครงงาน โดยอาจกำหนดให้เป็นงานที่ มอบหมายนอกเวลาเรียนได้ ดังนี้

ตารางที่ 8.3 การจัดเวลาในการทำกิจกรรมเฉพาะหน่วยการเรียนรู้ หน่วยใดหน่วยหนึ่งในรายวิชา

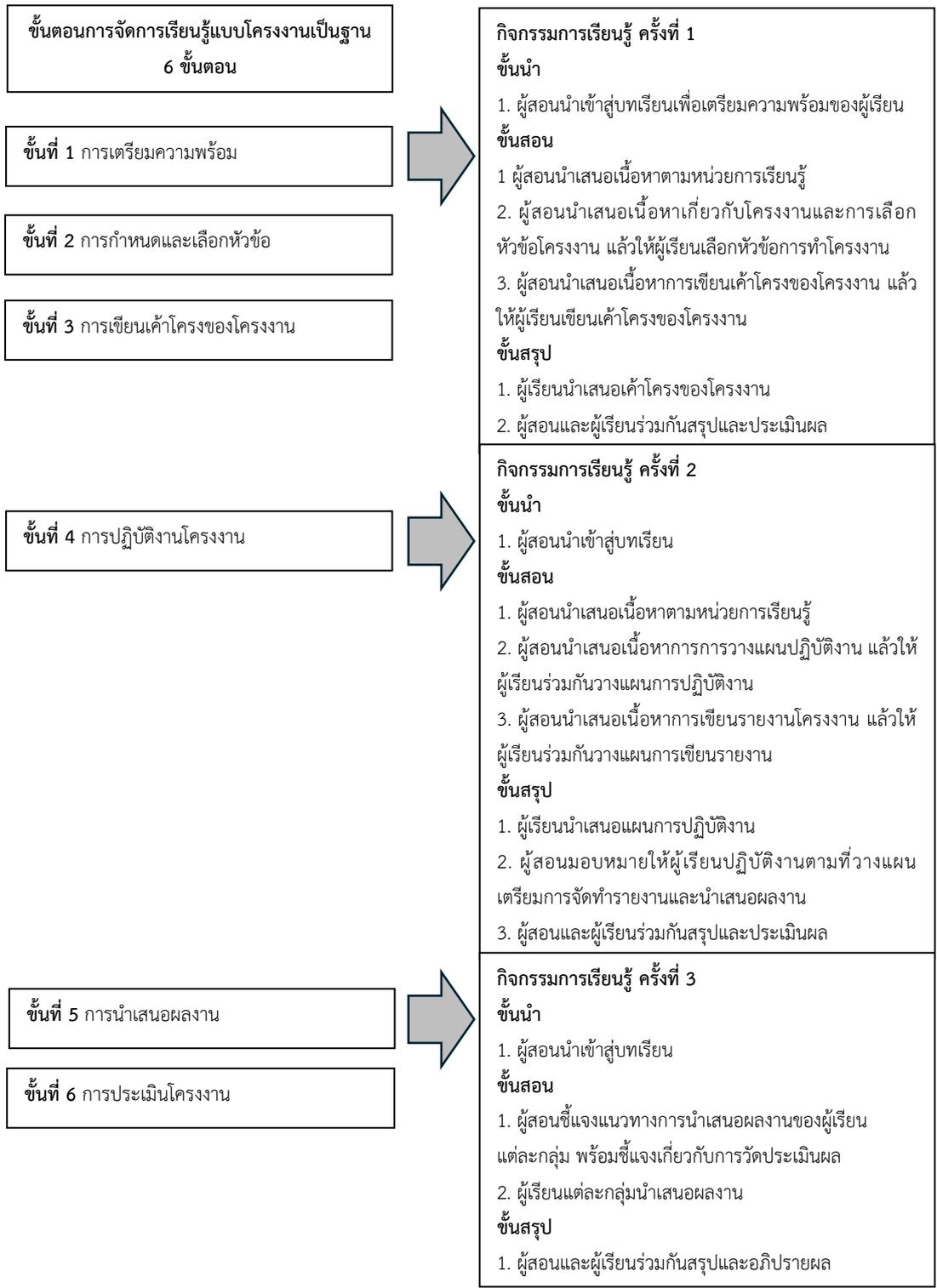
การเรียนการสอน	กิจกรรม
สัปดาห์ที่ 1-9	ผู้สอนจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-5 ให้แก่ผู้เรียน
สัปดาห์ที่ 10-12	หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงเรื่อง ดำเนินงานโครงงาน และสรุปผลการดำเนินงาน
สัปดาห์ที่ 13-18	ผู้สอนจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 7-9 ให้แก่ผู้เรียน

- **ลักษณะที่ 2** การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานหลายหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องในรายวิชา โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติตามเนื้อหาสาระ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำโครงงาน การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ผู้เรียนจะมีเวลาในการทำโครงงานมากกว่าลักษณะที่ 1 เพราะสามารถทำโครงงานโดยใช้เวลาของหน่วยการเรียนรู้หลายหน่วยที่สัมพันธ์กับการทำโครงงานได้ การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ความรู้ในการทำโครงงาน 2-3 ครั้งก่อนที่ผู้เรียนจะทำโครงงาน และต้องวางแผนให้สอดคล้อง สัมพันธ์กับเวลาที่ผู้เรียนต้องใช้ในการทำโครงงาน ดังนี้

ตารางที่ 8.4 การจัดเวลาในการทำกิจกรรมหลายหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องในรายวิชา

การเรียนการสอน	กิจกรรม
สัปดาห์ที่ 1-9	ผู้สอนจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 ให้แก่ผู้เรียน
สัปดาห์ที่ 10-13	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5-7 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเค้าโครงเรื่อง ดำเนินงานโครงงาน และสรุปผลการดำเนินงาน
สัปดาห์ที่ 14-18	ผู้สอนจัดการเรียนการสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 8-9 ให้แก่ผู้เรียน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเฉพาะบางหน่วยการเรียนรู้ของรายวิชา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการทำโครงงาน 3 ครั้ง โดยแทรกอยู่ในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาปกติ ดังนี้



ภาพที่ 8.6 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานเฉพาะบางหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชา
 หมายเหตุ: ดัดแปลงจาก แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน. โดย สำนักงาน
 คณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2559,
 (<https://www.krupatom.com/wp-content/uploads/2019/07/PJBL.pdf>).

จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานมีหลายรูปแบบตามเกณฑ์การแบ่ง เช่น แบ่งโดยใช้ระดับการให้คำปรึกษาหรือระดับการมีบทบาทของผู้เรียน แบ่งโดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ทำให้แต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้จัดการชั้นเรียนได้แตกต่างกัน การเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานรูปแบบใดไปใช้จึงควรคำนึงถึงบริบทของผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จตามที่ตั้งไว้

8.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจะมีกระบวนการและขั้นตอนแตกต่างกันไปตามแต่ละทฤษฎี ซึ่งแนวคิดที่ได้รับการยอมรับว่าเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนไทย ประกอบด้วย 3 แนวคิด (พะเยาว์ ทองแก้ว, 2566) คือ

- การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา และกระทรวงศึกษาธิการ (2564)
- การจัดการเรียนรู้ตามขั้นโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของ วิจารย์ พานิช (2555)
- การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย ของดุขฎิ โยเหลา (2557)

8.4.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการ (2564)

รูปแบบการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

- **ชั้นนำเสนอ** คือ ขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ กำหนดสถานการณ์ ศึกษาสถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือตอบคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรหรือสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงงาน เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้
- **ขั้นวางแผน** คือ ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหาข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ
- **ขั้นปฏิบัติ** คือ ขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

- ชั้นประเมินผล คือ ชั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยมีผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อนร่วมชั้นประเมินให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

8.4.2 การจัดการเรียนรู้ตามขั้นโมเดลจรรยาแห่งการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของวิจารณ์ พานิช (2557)

แนวคิดนี้ที่มีความเชื่อว่า ถ้าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ต้องเป็นการเรียนรู้ที่ได้ลงมือทำเป็นโครงการ ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่อยู่ในชีวิตจริง โดยใช้ความรู้และทักษะในการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งส่วนของวงล้อจรรยาแห่งการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 Define คือ ขั้นตอนกำหนดคำถาม ปัญหา ประเด็นความท้าทายและวัตถุประสงค์ของโครงงาน
- ขั้นที่ 2 Plan คือ ขั้นการวางแผนการทำโครงงาน การเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงงานของนักเรียน และเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประเด็นสำคัญที่ผู้เรียนมองข้าม โดยผู้สอนต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการคิดเอง แก้ปัญหาเอง
- ขั้นที่ 3 Do คือ ขั้นที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะในการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการสืบค้นข้อมูล ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมทีม โดยในขั้นนี้ผู้สอนจะมีโอกาสสังเกตผู้เรียนเป็นรายบุคคล ได้เรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็น “วาทยกร” และโค้ช
- ขั้นที่ 4 Review คือ ขั้นการทบทวนความรู้ของทีมผู้เรียน เน้นทบทวนว่ากิจกรรม งาน หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง และกำหนดวิธีทำงานใหม่ให้ถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งเหตุการณ์ระทึกใจ ประทับใจ หรือภาคภูมิใจมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
- ขั้นที่ 5 Presentation คือ ขั้นการนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เร้าใจให้อารมณ์และให้ความรู้ ทีมงานของผู้เรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น จัดทำวีดิทัศน์ หรือนำเสนอเป็นละคร

8.4.3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย ของดุष्ฎิ โยเหลา (2555)

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาจากผลการศึกษาโรงเรียนในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน คือ ขั้นที่ผู้สอนให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้ในการปฏิบัติขณะดำเนินโครงงานจริงในชั้นแสวงหาความรู้
- ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ คือ ขั้นที่ผู้สอนเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้นหรือเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนมีความสนใจต้องการจะทำ ทั้งนี้ในการกระตุ้นผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ ผ่านการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่ผู้เรียนอาศัยอยู่ หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
- ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ คือ ผู้สอนใช้กระบวนการกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มแสวงหาความรู้ในการวางแผนดำเนินกิจกรรม ซึ่งผู้เรียนร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองผ่านการระดมความคิด แบ่งหน้าที่ตามแนวทางปฏิบัติร่วมกัน
- ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้ คือ ขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงานตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ โดยผู้เรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนเองตามข้อตกลงของกลุ่ม และร่วมมือปฏิบัติกับเพื่อนในกลุ่ม โดยขอคำปรึกษาจากผู้สอนเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น แล้วกลุ่มร่วมกันเขียนรูปเล่มเพื่อจัดทำเป็นรายงานโครงงาน
- ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรมโดยใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบที่จะนำไปสู่การสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
- ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงาน คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมหรือจัดให้ผู้เรียนได้เสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ เพื่อให้ผู้อื่นได้ชมผลงาน และเรียนรู้กิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564) กล่าวว่า เมื่อนำทั้ง 3 แนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาจะทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียน 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 8.7 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

หมายเหตุ: จาก ก้าวแรกการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning PBL). โดย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2564, (<https://www.obec.go.th/archives/510216>).

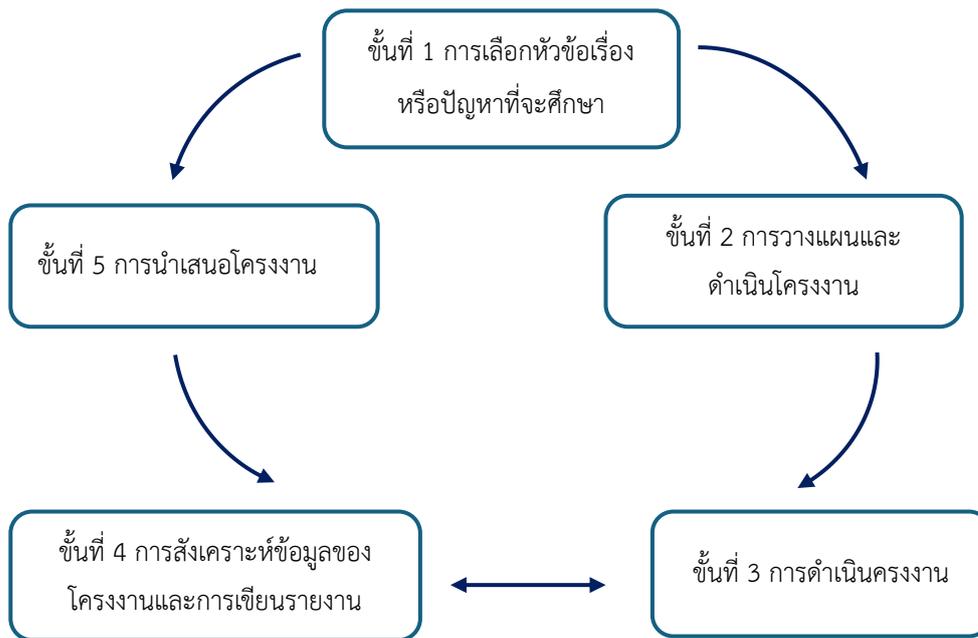
- ขั้นที่ 1 define คือ การระบุประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่ในการสร้างแรงบันดาลใจ เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนรู้ และช่วยปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับโครงงานให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปปรับใช้กับองค์ความรู้เดิม และเปลี่ยนเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ตามทฤษฎี constructivism
- ขั้นที่ 2 plan คือ การวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้และนวัตกรรมตามทฤษฎี constructionism โดยผู้เรียนจะกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ กำหนดวัตถุประสงค์ ตั้งสมมติฐาน และกำหนดตัวแปร มีการประชุมภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนข้อค้นพบ และวิธีการ ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก เป็นโค้ช หรือที่ปรึกษาให้กับผู้เรียน
- ขั้นที่ 3 do คือ การลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการออกแบบ สร้างชิ้นงาน ประดิษฐ์ชิ้นงาน ทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงาน ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และเกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนประเด็นวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาภายในกลุ่ม
- ขั้นที่ 4 review คือ การที่ผู้เรียนได้ทบทวนการเรียนรู้จากผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมา โดยการสะท้อนคิดแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน เพื่อนำไปปรับปรุง พัฒนาให้ดีขึ้น ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อกระตุ้นความก้าวหน้าในการเรียน และจัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

- ชั้นที่ 5 present คือ การนำเสนอข้อค้นพบที่ได้ โดยการเขียนบรรยายในรูปของ รายงาน บทคัดย่อ แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ร่วมกับการใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบ หรือนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมานำเสนอ ในขั้นนี้ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้วิพากษ์อย่างสร้างสรรค์ หรือจัดเวทีการประกวดโครงงาน หรือเวทีการนำเสนอผลงานของผู้เรียน
- ชั้นที่ 6 service and expand คือ การเผยแพร่ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ โครงงานต่อสังคมและชุมชน และเพิ่มเติมแนวคิดอื่น ๆ เพื่อต่อยอดนวัตกรรม ทำให้ ชิ้นงานสมบูรณ์ขึ้น นำไปสู่การเป็นนวัตกรรมของผู้เรียน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องสังเกต ทำความรู้จักและเข้าใจผู้เรียนเป็นรายบุคคล

นอกจากนี้จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานของ ชูชาติ พะยอม และศุภชัย แก้วจันทร์ (2561) ที่ศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน โดยผ่านการลงมือปฏิบัติ พบว่ามีรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ที่ผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ได้ตามลักษณะของโครงงานและความยากง่ายของเนื้อหาสาระวิชา ดังนี้

- ชั้นที่ 1 การเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา คือ ชั้นที่ผู้สอนต้องการให้ ผู้เรียนเกิดคำถามหรือปัญหาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสาระของรายวิชา เพื่อนำไปสู่ หัวข้อเรื่องของโครงงาน โดยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้คำถาม ผลการวิจัย คลิปวิดีโอ สมมติเหตุการณ์ หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์จาก แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ให้ เพื่อให้ผู้เรียนสนใจหรือรู้ปัญหาในการศึกษา โดยผู้สอน ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินกิจกรรม
- ชั้นที่ 2 การวางแผนและดำเนินโครงงาน คือ ชั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดหัวเรื่อง วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาหาคำตอบให้กับ ปัญหาหรือหัวเรื่องที่ต้องการศึกษา โดยอาจนำเสนอในลักษณะของโครงร่าง โครงงาน หรือแผนดำเนินงาน ผู้สอนจะทำหน้าที่ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดและตั้ง คำถามเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความต้องการของหัวเรื่องที่ต้องการศึกษา ความเป็นไปได้ ของวัตถุประสงค์ ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงงานของผู้เรียน และกระตุ้นให้เกิดการทำงานเป็นทีม
- ชั้นที่ 3 การดำเนินโครงงาน คือ ชั้นที่ผู้เรียนทำการศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาตอบ ปัญหาที่กลุ่มเลือก โดยผู้สอนจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้โครงการของ ผู้เรียนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ เช่น หาแหล่งข้อมูล ห้องปฏิบัติการ และจัดตาราง ให้คำปรึกษาเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อมูลเพิ่มเติม ตลอดจนตรวจสอบ ผลการดำเนินโครงงาน

- ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูลของโครงการและการเขียนรายงาน คือ ขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลของโครงการที่รวบรวมได้มาจัดหมวดหมู่ สังเคราะห์กับเพื่อนในกลุ่มตามวัตถุประสงค์และแผนการทำเนิโครงการ โดยอาจมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติหรือการบรรยายโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ แล้วจัดทำเป็นรายงานโครงการที่ต้องตามแบบฟอร์ม และสอดคล้องกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ส่วนผู้สอนจะทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล คอยเป็นที่ปรึกษาในการสังเคราะห์ข้อมูลที่ต้อง และช่วยแนะนำการเขียนรายงานให้กับผู้เรียน
- ขั้นที่ 5 การนำเสนอโครงการ คือ ขั้นที่ผู้เรียนนำความคิดรวบยอดของข้อมูลโครงการที่ได้มาสื่อสาร นำเสนอให้ผู้อื่นทราบ จึงเป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสาร และการนำเสนอข้อมูล โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวกให้กับผู้เรียน ในการนำเสนอโครงการ เช่น สถานที่ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอ รวมทั้งเป็นที่ปรึกษาด้านเทคนิควิธีการนำเสนอ



ภาพที่ 8.8 วงจรการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน

หมายเหตุ: จาก การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐานผ่านการลงมือปฏิบัติ. โดย ชูชาติ พะยอม และศุภชัย แก้วจันทร์, 2561 วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 3(2), น. 72-88.

กล่าวโดยสรุปได้ว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่เน้นผู้เรียนและกระบวนการกลุ่ม เป็นกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

- ปรับพื้นฐานให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการทำโครงการงาน
- กระตุ้นด้วยประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนสนใจ เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนทำกิจกรรม หรือเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ และพบในชีวิตประจำวัน
- ผู้เรียนแบ่งกลุ่มร่วมกันระดมสมอง ประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น วางแผนเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่สนใจ
- ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้ ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ออกแบบ สร้างชิ้นงาน ทดสอบชิ้นงาน และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน
- ผู้เรียนนำเสนอข้อค้นพบ หรือสิ่งประดิษฐ์ที่ได้โดยการเขียนบรรยายในรูปรายงาน หรือการพูดนำเสนอ

ทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอน ผู้สอนจะทำหน้าที่แนะนำ ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน หมั่นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความก้าวหน้าในการเรียน และทำหน้าที่ประเมินชิ้นงานของผู้เรียนอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปปรับปรุงต่อไป

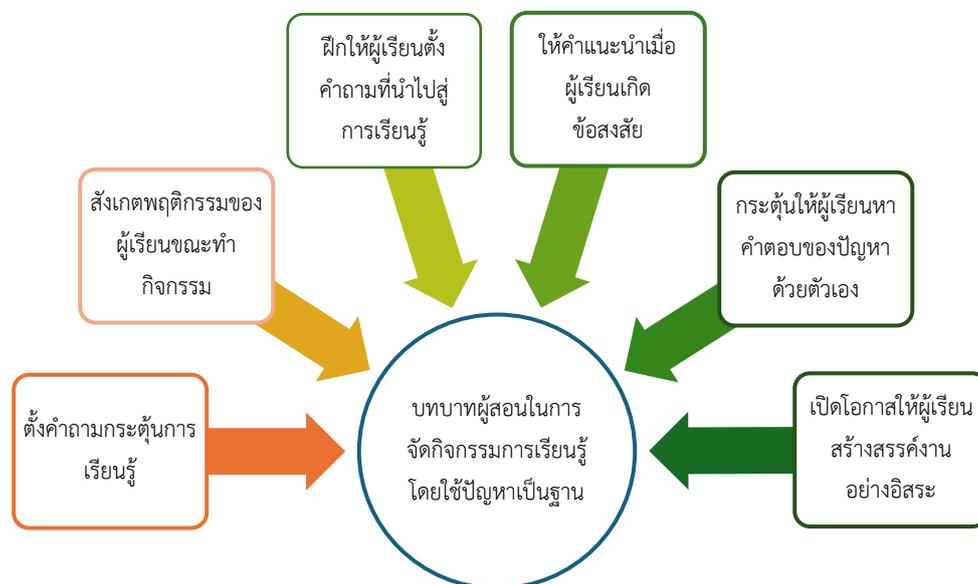
8.5 บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่น ผู้สอนต้องมีความพร้อมและมีความแม่นยำในเนื้อหาเป็นอย่างดี สามารถเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนได้ตลอดระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ ดังที่ บัญชา ธรรมบุตร, คชา ประณีตพลกรัง และพระมหาโชคชัย ฐิตขโย. (2562) อ้างถึง ดุษฎี โยเหลาและคณะ (2557) กล่าวว่า บทบาทสำคัญของผู้สอนในขณะจัดการเรียนรู้ คือ

- กระตุ้นการเรียนรู้ โดยการใช้คำถามปลายเปิดแทนการบอกกล่าว โดยคำถามที่ใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ต้องเป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด โดยขึ้นต้นว่า “ทำไม” หรือลงท้ายว่า “อย่างไรบ้าง” หรือ “เพราะอะไร” ซึ่งอาจเป็นคำถามในช่วงการนำเข้าสู่กิจกรรม กำลังลงมือปฏิบัติกิจกรรม หรือหลังการปฏิบัติกิจกรรม
- เป็นผู้สังเกต ผู้สอนต้องคอยสังเกตว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมอย่างไรบ้าง ในขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยการสังเกตต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม

- ให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยการตั้งคำถาม การฝึกให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามได้ จะทำให้ผู้เรียนรู้จักถามเพื่อค้นหาข้อมูล ได้เรียนรู้และได้มาซึ่งความรู้ที่ผู้เรียนสนใจ รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเอง
- ให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัย ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยแนะนำ ชี้แจง และให้ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ไปสู่คำตอบที่สงสัย โดยไม่บอกคำตอบแก่ผู้เรียน
- ให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สังเกต และคอยกระตุ้นด้วยคำถามให้ผู้เรียนหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยด้วยตัวเอง
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระ ตามความคิดและความสามารถของผู้เรียนอย่างเต็มที่

กล่าวโดยสรุปได้ว่าบทบาทหน้าที่ของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนั้น ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ โดยการสร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยที่จะนำมาสู่การทำโครงงาน คอยสังเกตผู้เรียน และคอยให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัย บทบาทของผู้สอนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนรู้นี้ นอกจากนี้ผู้สอนจะต้องจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการรายวิชา โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่ใกล้ตัวผู้เรียน และมีความทันสมัยมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียนอีกด้วย



ภาพที่ 8.9 บทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

หมายเหตุ: ดัดแปลงจาก แนวทางการนิเทศ เพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้. โดย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2562, (http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf).

8.5.1 แนวทางการปฏิบัติของผู้สอนที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานประสบความสำเร็จ

ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน นอกจากบทบาทของผู้สอนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างราบรื่น และประสบผลสำเร็จแล้ว การปฏิบัติตนของผู้สอนยังช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานประสบความสำเร็จได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) ดังนี้

- เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จะช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น สามารถถ่ายทอดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปสู่ผู้เรียนได้
- ได้รับความสนใจของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหา ผู้สอนต้องเตรียมตัวก่อนการสอน ใช้สื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น สนใจ และพร้อมที่จะทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อปัญหา โดยใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับตัวชีวิต และสาระการเรียนรู้
- กระตุ้นให้เห็นผู้เรียนเห็นเป้าหมาย หรือผลสำเร็จของการทำกิจกรรม หรือผลสำเร็จของการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ยึดเป็นสิ่งประเมินความสำเร็จของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาจตั้งคำถามว่าในการเรียนรู้เรื่องนี้ สิ่งที่คุณต้องการคืออะไร ควรเป็นเป้าหมายในระยะสั้นที่สามารถเกิดขึ้นได้ในเวลาจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะให้ผู้เรียนให้เกิดกำลังใจในการเรียนรู้
- ฝึกการคิดขั้นสูง เช่น ทักษะแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่สามารถจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดขั้นสูงในการทำโครงงานได้
- กระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยผู้สอนทำหน้าที่สังเกตการณ์ และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายเนื้อหา ข้อมูลต่าง ๆ ได้ตามประเด็นที่ค้นพบ
- ติดตาม ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนเมื่อเกิดปัญหา คอยดูแลผู้เรียนทั้งในขณะทำกิจกรรมเดี่ยว และกิจกรรมกลุ่ม โดยการสอบถาม ให้คำแนะนำ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้แก้ปัญหา
- ให้ข้อมูลแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้ใช้แหล่งเรียนรู้ที่อยู่ใกล้ตัว หรือในชุมชนให้เป็นประโยชน์สูงสุด และอาจหาข้อมูลมาให้ผู้เรียนศึกษาเพิ่มเติม โดยเน้นย้ำให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่สืบค้นได้

- ตั้งคำถามถามผู้เรียน เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนรู้ และเพื่อความเข้าใจในบทเรียน ทั้งนี้ผู้สอนควรเสริมแรงเมื่อผู้เรียนตอบถูก และให้กำลังใจเมื่อผู้เรียนตอบผิด
- ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อผู้เรียนจะได้ทราบว่าผลการทำกิจกรรมเป็นอย่างไร โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งด้านเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหาหรือขั้นตอน และกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ได้เรียนรู้ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับผลที่เกิดขึ้น และสามารถนำไปปรับปรุงในการเรียนครั้งต่อไป

จากบทบาทของผู้สอน และแนวทางการปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เห็นได้ว่าการทำให้การจัดการเรียนการสอนนี้ประสบความสำเร็จ ผู้สอนต้องใช้เทคนิคการสอนที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ จนได้คำตอบที่ผู้เรียนอยากรู้หรือสงสัย พร้อมทั้งต้องจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ เกิดการบูรณาการความรู้กับชีวิตจริง และสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการส่งเสริมทักษะของผู้เรียนในปัจจุบัน จึงทำให้มีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐานนี้มาประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนระดับชั้นต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก

บทสรุป

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากการได้ลงมือปฏิบัติจริง ในการแสวงหาความรู้ การสังเกต สืบค้น ออกแบบ และการปฏิบัติสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา โดยมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มที่มีผู้สอนทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ปรีกษา และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการสื่อสารที่ดีขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ 3 แนวคิด คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructionism) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning)

การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน สามารถแบ่งได้หลายรูปแบบตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. เกณฑ์ระดับการให้คำปรึกษาของผู้สอนหรือระดับการมีบทบาทของผู้เรียนในการทำโครงงาน แบ่งระดับ ได้ 3 ระดับ คือ 1) โครงงานประเภทผู้สอนนำทาง โดยผู้สอนจะมีบทบาทในการกำหนดปัญหาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแนวทางที่ผู้สอนกำหนด 2) โครงงาน

ประเภทผู้สอนลดการนำทาง-เพิ่มบทบาทของผู้เรียน ผู้สอนลดบทบาทหน้าที่ลง โดยจะทำหน้าที่ร่วมกับผู้เรียนในการกำหนดปัญหา ออกแบบการรวบรวมข้อมูล และวิธีการทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง และ 3) โครงการประเภทผู้เรียนนำเอง-ผู้สอนไม่ต้องนำทาง ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเองทั้งหมด โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. เกณฑ์ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ แบ่งได้ 2 ระดับ คือ 1) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้งรายวิชา เป็นการออกแบบ วางแผน การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ทั้งหมดของรายวิชาที่ได้เรียนรู้มาบูรณาการในการทำโครงงาน และ 2) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเฉพาะบางหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชา เป็นการออกแบบ วางแผน การจัดการเรียนรู้ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้หรือพัฒนาทักษะในบางหัวข้อหรือบางเรื่องที่สำคัญของรายวิชาผ่านการทำโครงงาน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่เน้นผู้เรียนและกระบวนการกลุ่ม เป็นกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ คือ การปรับพื้นฐานให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการทำโครงงาน กระตุ้นด้วยประเด็นปัญหาให้ผู้เรียนสนใจ จัดกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้ และผู้เรียนได้นำเสนอข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ โดยการเขียนรายงาน หรือการพูดนำเสนอ ทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอน ผู้สอนจะทำหน้าที่กระตุ้นการเรียนรู้ แนะนำ ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน หมั่นตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ ให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดความก้าวหน้าในการเรียน และทำหน้าที่ประเมินชิ้นงานของผู้เรียนอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปปรับปรุงต่อไป ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผู้สอนจึงต้องเข้าใจขั้นตอนและกระบวนการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ใด
2. ถ้าต้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในกรณีผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาที่ยังไม่เคยทำโครงงานมาก่อน ผู้สอนควรเลือกเกณฑ์ระดับการให้คำปรึกษาของผู้สอนแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
3. เพราะเหตุใดก่อนขึ้นการเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาจึงควรปรับพื้นฐานให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการทำโครงงานก่อน
4. ผู้สอนจะมีแนวทางในการแนะนำผู้เรียนในเรื่องการหาข้อมูลและการอ้างอิงข้อมูลที่นำเชื่อถืออย่างไร
5. ทักษะใดบ้างที่ควรส่งเสริมให้กับผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
6. การติดตามงาน การให้กำลังใจ หรือให้แรงเสริมในการทำงานมีความสำคัญต่อการทำโครงงานอย่างไร
7. การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอย่างไร
8. กรณีที่โครงงานไม่ประสบความสำเร็จ ผู้สอนควรปฏิบัติต่อผู้เรียนอย่างไร
9. ขณะดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมใดของผู้เรียนบ้าง
10. ยกตัวอย่างโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนจำนวน 2 โครงงาน

เอกสารอ้างอิง

- ชินอรส กวางแก้ว. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานผสมผสานกับกระบวนการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการรู้เท่าทันดิจิทัล รายวิชาเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี]. <http://repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4116/1/RMUTT-170455.pdf>
- ชูชาติ พะยอม และ ศุภชัย แก้วจันทร์. (2561). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานโดยผ่านการลงมือปฏิบัติ. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*. 3(2), 72-88.
- ดุขฎิ โยเหลา. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.
- ธีรพัฒน์ วงศ์คุ้มสิน และเฉลิมขวัญ สิงห์วี. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 46(1). 218-253.
- บัญชา ธรรมบุตร, คชา ประณีตพลกรัง และพระมหาโชคชัย ฐิตชโย. (2564). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PROJECT-BASED LEARNING). *วารสารวิชาการพระพุทธศาสนาเขตลุ่มแม่น้ำโขง*. *วารสารวิชาการพระพุทธศาสนาเขตลุ่มแม่น้ำโขง*. 3(1), 54-69. https://e-port.mbu.ac.th/file/profiles31/1497_1588233087.pdf
- พะเยาว์ ตองแก้ว. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชางานช่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้*. 6(2), 32-46.
- วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมาน. (2564). *การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน*. <http://202.44.35.29/wp-content/uploads/2021/km/project-based%20learning.pdf>
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์. <https://www.scbfoundation.com/stocks/f8/file/1387983962l83ncf8pdf/วิถีสร้างการเรียนรู้.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *แนวทางการนิเทศ เพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้*. http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). *ก้าวแรกการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning PBL)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1).

<https://www.obec.go.th/archives/510216>

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). <https://www.krupatom.com/wp-content/uploads/2019/07/PJBL.pdf>

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2563). *แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก Active Learning ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้*.

<http://academic.obec.go.th/web/document/view/143>

บทที่ 9

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

บทนำ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนจำเป็นต้องมีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อที่จะได้ทราบว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามคาดหวังหรือไม่ ผู้สอนจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในองค์ประกอบ การดำเนินการวัดผล และการประเมินผล เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าคุณค่าผลการเรียนรู้นั้นมีคุณภาพเพียงใด และเพื่อเป็นข้อมูลตอบกลับการเรียนการสอนให้ผู้เรียนไปพัฒนาตนเองได้ต่อไป ซึ่งวิธีการวัดและประเมินผลมีหลายรูปแบบตามจุดมุ่งหมายในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เช่น การประเมินเพื่อการปรับปรุงและพัฒนา และการประเมินเพื่อการสรุปผลการเรียนรู้ที่มีวิธีการวัดและประเมินหลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน

การวัดและประเมินผลมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ต้องการศึกษา และได้แก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การดูแลของผู้สอน ในการวัดและประเมินผลโครงงานจึงต้องวัดให้ครอบคลุมกิจกรรม ตั้งแต่ก่อนลงมือทำกิจกรรม ขณะปฏิบัติตามกระบวนการทำงานแผนที่วางไว้ และผลสำเร็จของผลงาน ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องร่วมกันประเมินผลว่ากิจกรรมที่ทำบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการประเมินผลมักประเมินตามจุดประสงค์และการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดผลย้อนกลับให้ผู้เรียนนำผลประเมินไปปรับปรุงพัฒนาต่อไป

9.1 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา ที่มีประโยชน์โดยตรงต่อผู้เรียน สะท้อนถึงประสิทธิภาพของผู้สอน และเป็นข้อมูลสำคัญที่สะท้อนประสิทธิภาพในการดำเนินงานของสถานศึกษาอีกด้วย การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย การวัด (measurement) และการประเมินผล (assessment) ในการเรียนการสอน การวัดประเมินผล จะหมายถึง “การวัดประเมินผลการเรียนรู้ (assessment of learning)” ซึ่งเป็น

กระบวนการรวบรวมหลักฐาน ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อตัดสินคุณค่าในการบรรลุวัตถุประสงค์ หรือผลลัพธ์ การเรียนรู้ (MCU e-Learning, 2560) ทั้งนี้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ

- เพื่อนำผลการประเมินไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน
- ทราบจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนเป็นรายบุคคล สามารถนำไปใช้วางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม
- ประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมและวิธีการสอนที่ผู้สอนใช้ในการเรียนการสอน
- ประเมินและปรับปรุงประสิทธิภาพของหลักสูตร
- ประเมินและปรับปรุงประสิทธิภาพของผู้สอน
- สื่อสารให้ผู้ปกครองและผู้เกี่ยวข้องทราบผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

เห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ คือ ทำให้ผู้สอนสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับผลการปฏิบัติของผู้เรียนมาตีความหมาย แล้วทำการตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนทั้งในส่วนการประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assessment) และการประเมินผลสรุปรวมของผู้เรียน (summative assessment) เพื่อให้ระดับผลการเรียนเมื่อสิ้นสุดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ควรประเมินทั้งความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assessment) และประเมินผลสรุปรวมของผู้เรียน (summative assessment) เพื่อให้ครอบคลุมทั้งกระบวนการและผลลัพธ์ของการเรียนรู้ อูไร ชิรัมย์ และคณะ (2563) อ้างถึง Stufflebeam และ Shinkfield (2007) กล่าวถึงความแตกต่างของการประเมินความก้าวหน้าและการประเมินผลสรุปรวมไว้ ดังนี้

ตารางที่ 9.1 ความเหมือนและความแตกต่างของการประเมินความก้าวหน้าและการประเมินผลสรุปรวม

รายการ	การประเมินความก้าวหน้า (formative assessment)	การประเมินผลสรุปรวม (summative assessment)
วัตถุประสงค์ การประเมิน	เข้าใจการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	ตรวจสอบวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล
จุดเน้น	กระบวนการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
วิธีการประเมิน	การทดสอบ การปฏิบัติงาน การประเมินคุณลักษณะ-สมรรถนะที่พึงประสงค์	การทดสอบ การปฏิบัติงาน การประเมินคุณลักษณะ-สมรรถนะที่พึงประสงค์

รายการ	การประเมินความก้าวหน้า (formative assessment)	การประเมินผลสรุปรวม (summative assessment)
สิ่งที่ประเมิน	ตามวัตถุประสงค์และเกณฑ์มาตรฐาน การเรียนรู้	ตามวัตถุประสงค์และเกณฑ์มาตรฐาน การเรียนรู้
ระยะเวลา การประเมิน	ตลอดระยะเวลาของการเรียนการสอน	เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน
บทบาทผู้ประเมิน	Prospective-proactive	retrospective-retroactive

หมายเหตุ: จาก “เทคนิคการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21”, โดย อุไร ชีรัมย์ และคณะ, 2563
วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 20(1), น. 193-206.

เมื่อนำการประเมินทั้ง 2 รูปแบบมาเชื่อมโยงกับโครงงานวิทยาศาสตร์ จึงสามารถกล่าวได้ว่า

- การประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน ใช้เพื่อประเมินผู้เรียนระหว่างกิจกรรม เพื่อให้คำแนะนำ โดยเน้นที่กระบวนการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะ
- การประเมินผลสรุปรวม ใช้เพื่อประเมินผลลัพธ์โครงงาน ความสำเร็จของโครงงาน

9.2 หลักการประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นกิจกรรมที่มุ่งส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และการประดิษฐ์คิดค้นผลงาน ซึ่งเน้นการปฏิบัติเป็นสำคัญ ดังนั้นการวัดและประเมินผลจึงแตกต่างจากการวัดและประเมินผลในการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการวัดที่เน้นด้านการปฏิบัติและผลงานเป็นสำคัญ โดยครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการ ผลผลิต และสภาพแวดล้อมในการสร้างโครงงานหรือการเรียนรู้ ดังที่ ปริญญา สีถาล้า (2563) อ้างถึง Maker and Nielson (1995) กล่าวถึงรายละเอียดการประเมินในแต่ละด้านไว้ ดังนี้

- การประเมินด้านเนื้อหา (Content) ในการจัดทำโครงงานการประเมินด้านเนื้อหา ต้องมีลักษณะที่สำคัญ คือ
 - มีความหลากหลาย มีขอบเขตเนื้อหาที่กว้างตามความสนใจและความสามารถของผู้เรียน
 - มีคุณค่าต่อการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้

- การประเมินด้านกระบวนการ (process) เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นวิธีการที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการสร้างสรรค์โครงการ หรือกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของโครงการ
- การประเมินด้านผลผลิต (products) ผลผลิตที่ได้จากการทำโครงการอาจเป็นรูปแบบรายงาน องค์ความรู้ หรือชิ้นงาน ที่ควรมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นผลผลิตที่เกิดจากการศึกษาปัญหาในสถานการณ์จริง สามารถนำไปใช้กับคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้จริงที่เกิดจากการค้นพบหรือปรับเปลี่ยนชิ้นงานเดิมให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ไม่ใช่เพียงแค่สรุปมาจากความคิดของผู้อื่นเท่านั้น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564) อ้างถึง วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมา (2557) กล่าวว่า การประเมินสภาพความสำเร็จของผู้เรียนกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน มีแนวทางในการประเมินได้ 2 แนวทาง คือ ประเมินจากการวางแผนการทำโครงการ และประเมินจากผลสำเร็จของการทำโครงการ ดังนี้

- การประเมินการวางแผนการทำโครงการของนักเรียน หัวข้อที่ควรประเมิน คือ
 - ชื่อเรื่องสัมพันธ์กับเนื้อหา
 - ชื่อเรื่องสร้างสรรค์ชวนให้ติดตาม
 - คำถามเป็นคำถามเพื่อการค้นพบ
 - สมมติฐานแสดงถึงพื้นฐานความรู้เดิม
 - การกำหนดวิธีการศึกษาเหมาะสม สามารถหาคำตอบได้
 - แหล่งข้อมูลมีความเหมาะสมกับวิธีศึกษา
- การประเมินผลสำเร็จของโครงการ หัวข้อที่ควรประเมิน คือ
 - ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - ความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการศึกษาค้นคว้า
 - ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ
 - ความถูกต้องในการสรุปผลข้อมูล โดยสรุปจากข้อมูลที่ได้จากศึกษา
 - วิธีนำเสนอผลการศึกษาสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ
 - การเขียนรายงานหรือจัดแสดงผลงานเหมาะสม
 - ความร่วมมือของกลุ่ม/ความตั้งใจในการทำงาน

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบว่า การวัดและประเมินผลโครงการ เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการทำโครงการ ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายรูปแบบ ดังนี้ (พุทธชาติ ศรีประไพ, 2564 อ้างถึง สุวรร กายจนมยุร, 2533)

- ประเมินการทำงานกลุ่ม ได้แก่ การร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มในการวางแผนอย่างรอบคอบ เป็นระบบ ดำเนินงานตามแผน สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
- ประเมินเนื้อหาของโครงการ ได้แก่ ความถูกต้องตามหลักการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ค้นหาเอกสารอ้างอิงเหมาะสม ถูกต้อง และมีการสรุปความรู้ชัดเจน
- ประเมินการจัดทำโครงการ ได้แก่ โครงการแปลกใหม่ ไม่ซ้ำเดิม และการพัฒนาวิธีการทำงานของกลุ่มตนเอง
- ประเมินการเขียนรายงานโครงการ ได้แก่ การนำเสนอในรูปแบบการเขียนตามรูปแบบที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง อภิปรายผลหรือข้อค้นพบที่ได้ได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์
- ประเมินการนำเสนอโครงการ ได้แก่ การสื่อความหมาย การอธิบายแนวคิดและวิธีการเรียนรู้ องค์ความรู้ที่ได้ ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ และการตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว



ภาพที่ 9.1 บรรยากาศในการประเมินโครงการ

หมายเหตุ: จาก คณะกรรมการจากศูนย์ประสานงานภูมิภาค ภาคใต้ โครงการYSC 2023 ร่วมเป็นคณะกรรมการตัดสินการประกวดโครงการรอบชิงชนะเลิศ ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี. โดย ศูนย์บริการวิชาการ, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, 2566, (<https://cas.wu.ac.th/archives/19633>).

การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนได้ตลอดระยะเวลาทำกิจกรรม คือ ตั้งแต่เริ่มวางแผนการทำโครงการ ขณะดำเนินกิจกรรม และประเมินจากความสำเร็จที่ได้ โดยสามารถใช้วิธีการประเมินได้หลายรูปแบบ เช่น การร่วมมือทำงานกลุ่ม

การแก้ปัญหา ความถูกต้องของหลักการวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ การเขียนรายงานโครงการ และการนำเสนอโครงการ ซึ่งถือว่าการประเมินที่ครอบคลุมทุกด้านของผู้เรียน

9.3 วิธีการประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การประเมินผลโครงงานของผู้เรียนที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างกว้างขวางคือ “การประเมินผลตามสภาพจริง (authentic assessment)” เป็นรูปแบบวิธีการประเมินที่เหมาะสมในการประเมินผลโครงงานของผู้เรียน เนื่องจากเป็นวิธีการวัดและประเมินผลไปพร้อมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ยึดพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออก และเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาตนเอง และประเมินผลตนเอง มุ่งเน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งด้านความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการวางแผน และทักษะในการแก้ปัญหา เน้นความสามารถในการคิดระดับสูง และคุณภาพของผลงานที่ได้จากการบูรณาการความรู้ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการวัดที่หลากหลายในการประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม ซึ่งมีวิธีการประเมินดังนี้ (จිරนนท์ ปุมพิมาย, 2562)

- การสังเกต ผู้สอนมักใช้วิธีการสังเกตเพื่อประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะทำโครงงาน ซึ่งเป็นวิธีการประเมินที่สามารถทำได้ทุกที่ ทุกเวลา การประเมินโดยวิธีการสังเกตนี้จะมีทั้งแบบมีเครื่องมือประเมินประกอบการสังเกต หรือแบบไม่มีเครื่องมือประกอบการสังเกต
- การสัมภาษณ์ การสอบถาม เพื่อติดตามความก้าวหน้าในการทำโครงงานของผู้เรียน อาจมีลักษณะเป็นทางการโดยมีแบบสัมภาษณ์ หรือไม่เป็นทางการโดยการสอบถาม
- การวัดความรู้ ความสามารถ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เขียนคำตอบเอง เพื่อดูความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ความเข้าใจกับสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานของผู้เรียน โดยแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินผลควรมีลักษณะดังนี้
 - ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด
 - เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับโครงงานของผู้เรียน
 - ผู้เรียนต้องใช้การบูรณาการความรู้หลายด้านและใช้การคิดวิเคราะห์ในการตอบ
 - มีเกณฑ์การให้คะแนนในการตอบที่ชัดเจน
- การทำรายงาน เป็นการให้ผู้เรียนเขียนรายงานความก้าวหน้าของการทำโครงงาน หรือเขียนประสบการณ์ในการทำโครงงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองจากสิ่งที่ได้เขียน สะท้อนความรู้ความเข้าใจ และความรู้ที่ได้จากการทำโครงงาน

- ผลงาน ชิ้นงาน เป็นการประเมินประสิทธิภาพของผลงานที่ได้จากการทำโครงการ ว่าตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ และมีประสิทธิภาพในการใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งนอกจากจะอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์แล้ว ผลงานหรือชิ้นงานอาจอยู่ในรูปของโปสเตอร์หรือการจัดนิทรรศการ
- การนำเสนอ เป็นการประเมินด้านการสื่อสาร การอธิบายกระบวนการที่ใช้ในการทำโครงการ ข้อค้นพบที่ผู้เรียนได้จากการทำโครงการ และการตอบคำถาม

สมชาย รัตนทองคำ (2554) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นวิธีการประเมินที่ออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนในสถานการณ์จริง เป็นการประเมินที่เน้นงานหรือกิจกรรมที่ผู้เรียนได้แสดงออก เน้นกระบวนการเรียนรู้ ผลผลิต และผลงาน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน จึงแตกต่างจากการประเมินแบบเดิม

ตารางที่ 9.2 เปรียบเทียบการประเมินแบบเดิมและการประเมินผลตามสภาพจริง

การประเมินแบบเดิม	การประเมินผลตามสภาพจริง
เน้นพฤติกรรมที่ไม่ซับซ้อน	เน้นพฤติกรรมและความคิดซับซ้อน และวิธีการนำความรู้ไปใช้
แยกการสอบและการประเมินออกจากวิธีการสอน	การสอบและการประเมินทำร่วมไปกับการสอน
มีข้อจำกัดในการวัด	วัดได้อย่างหลากหลาย
เชื่อถือการประเมินของผู้อื่นและผู้สอน เปรียบเสมือนผู้ประเมินภายนอก	เชื่อในการประเมินตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการประเมิน
มีความคิดเป็นเอกนัย (convergent thinking) และมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว	มีความคิดอเนกนัย (divergent thinking) มีคำตอบอย่างหลากหลาย
เน้นการประเมินแบบแยกทักษะ	เน้นการประเมินโดยการบูรณาการทักษะ
เน้นรายวิชาเดียว	เน้นสหวิทยาการ

หมายเหตุ: จาก การวัดและประเมินผลทางการศึกษา, เอกสารประกอบการสอน การสอนทางกายภาพ

บำบัด. โดย สมชาย รัตนทองคำ, 2554,

(<https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech /54/13eva.pdf>).

การสังเกตเป็นเครื่องมือวัดที่นิยมใช้กันมาก โดยการใช้ประสาทสัมผัสของผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมที่สนใจในตัวผู้ถูกวัด ความเที่ยงตรงของผลการสังเกตจึงขึ้นอยู่กับ ตัวผู้สังเกต ที่มีความตั้งใจ และมีความสามารถในการสังเกตได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีประสบการณ์ในการสังเกต

ในกรณีนี้ที่ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ทำโครงการ โดยใช้แบบประเมินการสังเกต สามารถทำการประเมินหัวข้อต่าง ๆ ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 9.3 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน รายบุคคล

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน						รวม	รวมเฉลี่ย
		มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	มีความกระตือรือร้นในการทำงาน	รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	มีขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ	ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม	ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม		
1									
2									
3									
4									
5									
...									

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้

3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้

2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้

1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน 13-15 ระดับคุณภาพ ดี

ช่วงคะแนน 8-12 ระดับคุณภาพ ปานกลาง

ช่วงคะแนน 5-7 ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

ตารางที่ 9.4 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน รายกลุ่ม

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1.	มีการปรึกษาและวางแผนก่อนทำงาน					
2.	สมาชิกให้ความร่วมมือและช่วยเหลือกัน					
3.	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
4.	ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย					
5.	มีทักษะและรูปแบบนำเสนอผลงาน					
6.	ผลงานที่ปรากฏเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด					
7.	บรรยากาศในการทำงานกลุ่ม					
8.	การอภิปรายและการแสดงเหตุผล					
9.	ความมีน้ำใจ เสียสละ					
10.	มีการแบ่งงานและกำหนดหน้าที่อย่างเหมาะสม					

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 2 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

จากการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริงเพื่อสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมของผู้เรียนที่กล่าวมาข้างต้น ในการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ผู้สอนยังต้องประเมินผู้เรียนในด้านความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำการแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ และคุณค่าของโครงการ รวมถึงการเขียนรายงานการจัดแสดงโครงการ และการนำเสนอผลงาน ดังนั้น การประเมินความสำเร็จของผู้เรียนในการทำโครงการจึงเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญและจำเป็น เพื่อประเมินว่าโครงการที่ทำมีคุณภาพในด้านต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด เพื่อพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ส่งผลให้เกิดข้อดีหลายประการ ดังนี้

- เป็นการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านความคิดขั้นสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ คิวริออซิตี และคิดแก้ปัญหา

- เป็นการประเมินการทำงานของผู้เรียนที่มีการทำงานอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น
- เป็นการประเมินที่มีเป้าหมายและเกณฑ์ชัดเจน
- เป็นการประมวลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน
- เป็นการประเมินผลพฤติกรรมที่ครอบคลุมทุกด้าน และส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสำรวจตรวจสอบ การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้

ทั้งนี้ การประเมินผลการทำงานโครงการวิทยาศาสตร์ผู้สอนควรทำการประเมินผู้เรียนตลอดระยะเวลาการทำงาน ถ้าผู้สอนทำการประเมินไม่ต่อเนื่อง โดยประเมินเฉพาะผลงานหรือผลิตภัณฑ์ของผู้เรียนที่ได้สุดท้ายเท่านั้น จะทำให้ได้ผลการประเมินไม่ครอบคลุมตามเป้าหมาย

9.4 ผู้ทำหน้าที่ประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การประเมินโครงงานแต่ละโครงงาน นอกจากผู้สอนแล้วยังมีบุคคลอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินได้โดยมีบทบาทแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ ผู้ประเมินต้องพิจารณาและวิเคราะห์โครงงานอย่างละเอียด รอบคอบ และครอบคลุมในทุกด้าน ซึ่งการประเมินโครงงานอาจดำเนินการด้วยบุคคลที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้ (นภสร ยลสุริยัน, 2563 อ้างถึง สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ, 2544)

- ผู้เรียนประเมินตนเอง เป็นการประเมินผลโครงงานโดยเจ้าของโครงงาน อาจเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มทำงาน ว่ามีความพึงพอใจต่อขั้นตอนการทำงานกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมเพียงใด หรือยังมีหัวข้อกิจกรรมที่ยังไม่ครบถ้วนหรือไม่ จึงเป็นการประเมินที่สามารถเกิดระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อให้สามารถทำโครงงานได้สำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
- เพื่อนช่วยประเมิน เป็นการประเมินโดยเพื่อนร่วมชั้นในประเด็นต่าง ๆ ของโครงงาน ในด้านความน่าสนใจ การให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม การช่วยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่เรียนรับกับผลสำเร็จของงาน เพื่อช่วยให้ผู้ทำโครงงานนำไปปรับปรุงงานของตนเองให้ดีขึ้น
- ผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาประเมิน การประเมินโดยผู้สอนเป็นการประเมินตามสภาพจริง โดยผู้สอนต้องสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนตลอดเวลาที่ทำโครงงาน คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออก ใช้ความคิดในการคิดวิเคราะห์พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยทำการประเมินหลายด้าน เช่น ด้านความสามารถเชิง

วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำการแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ และคุณค่าของโครงการ รวมถึงการเขียนรายงาน การจัดแสดงโครงการ และการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 9.2 การประเมินโดยผู้ที่สนใจ

หมายเหตุ: จาก ผลงานและความภาคภูมิใจ. โดย โรงเรียนวัฒโนทัยพายัพ, 2566, (<https://www.wattano.ac.th/news/awards/46>).

- บุคคลอื่น ๆ ที่สนใจ เช่น การให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วมการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นการเข้ามามีส่วนร่วมในลักษณะการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับผู้เรียน หรือการให้บุคคลภายนอกเข้าชมการนำเสนอผลการทำโครงการของผู้เรียนเพื่อสะท้อนสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการทำโครงการ

ตารางที่ 9.5 ตัวอย่างแบบประเมินโครงการสำหรับผู้เรียนการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
1. ส่วนประกอบของรายงาน				
1.1 ความถูกต้องตามรูปแบบ				
1.2 การใช้ภาษาถูกหลักไวยากรณ์				
1.3 การเขียนอ้างอิงบรรณานุกรม				
1.4 ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของรายงาน				
2. ความสามารถในการสื่อความหมายของรายงาน				
2.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหา				
2.2 การนำเสนอข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอน				

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
2.3 การใช้ภาษาในการสื่อความหมาย				
2.4 การใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์				
2.5 ความสมบูรณ์ของเอกสารที่เกี่ยวข้อง				
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการนำไปใช้ประโยชน์				
3.1 ความแปลกใหม่ของโครงการ				
3.2 ความแปลกใหม่ของการออกแบบโครงการ				
3.3 รูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ				
3.4 ประโยชน์ของโครงการ				
3.5 การนำโครงการไปใช้งานได้จริง				
4. ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
4.1 การกำหนดปัญหา				
4.2 การออกแบบโครงการ				
4.3 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
4.4 การแปลและสรุปผล				
4.5 การอภิปรายผล				
5. แฉงโครงการ				
5.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาในแฉงโครงการ				
5.2 การนำเสนอข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอน				
5.3 มีการใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบการแสดงโครงการที่เหมาะสม				
5.4 รูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ				
5.5 แฉงโครงการมีความประณีตสวยงาม				
5.6 การใช้แฉงโครงการตามขนาดที่กำหนด				
6. การนำเสนอด้วยวาจา				
6.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหา				
6.2 ทักษะการนำเสนอ				
6.3 การใช้ภาษาในการสื่อสาร				
6.4 การมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม				
6.5 การเสนอผลงานตามเวลาที่กำหนดให้				

รายการประเมิน	คะแนน			
	3	2	1	0
7. การตอบคำถาม				
7.1 ความถูกต้องในเนื้อหา				
7.2 ความฉับไวในการตอบคำถามและการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า				
7.3 การใช้ภาษาในการสื่อสาร				
7.4 การมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม				

หมายเหตุ: ดัดแปลงจาก หลักเกณฑ์การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษา กศน. ระดับประเทศ.

โดย ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้อชีววิทยาศาสตร์, 2561, (https://sciplanet.org/wpcontent/uploads/2018/07/2_korsonor_61_national.pdf).

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด 2 คะแนน หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อย 0 คะแนน หมายถึง ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 9.6 ตัวอย่างแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา (แบบที่ 1)

ที่	จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
1	การเขียนรายงาน (10 คะแนน)					
	1.1 บทนำ (2 คะแนน)	2	1.5	1	0.5	
	1.2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2 คะแนน)	2	1.5	1	0.5	
	1.3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า (2 คะแนน)	2	1.5	1	0.5	
	1.4 ผลการศึกษาค้นคว้า (2 คะแนน)	2	1.5	1	0	
	1.5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ (2 คะแนน)	2	1.5	1	0.5	

ที่	จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
2	การนำเสนอโครงการภาคบรรยาย (20 คะแนน)					
	2.1 ความพร้อมในการนำเสนอ (2 คะแนน)	2	1.5	1	0.5	
	2.2 เนื้อหาและสื่อที่นำเสนอ (6 คะแนน)	6	4	2	0	
	2.3 บุคลิกภาพในการนำเสนอ (3 คะแนน)	3	2.5	2	1	
	2.4 นำเสนอภายในเวลาที่กำหนด (2 คะแนน)	2	1.5	1	0	
	2.5 การตอบคำถาม (7 คะแนน)	7	5	3	1	
3	การนำเสนอโครงการภาคนิทรรศการ (20 คะแนน)					
	3.1 รูปแบบและองค์ประกอบการจัดแผน โครงการ (4 คะแนน)	4	3	2	1	
	3.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัด นิทรรศการ (4 คะแนน)	4	3	2	1	
	3.3 ความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ (5 คะแนน)	5	3	2	1	
	3.4 การตอบคำถาม (7 คะแนน)	7	5	3	1	
4	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30 คะแนน)					
	4.1 การตั้งสมมติฐาน/การตั้งโจทย์ปัญหา (6 คะแนน)	6	4.5	3	1.5	
	4.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (5 คะแนน)	5	4	3	2	

ที่	จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
	4.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (5 คะแนน)	5	4	3	2	
	4.4 การทดลอง/วิธีการศึกษาค้นคว้า (8 คะแนน)	8	6	4	2	
	4.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (6 คะแนน)	6	4.5	3	1.5	
5	คุณค่าของโครงการงาน (20 คะแนน)					
	5.1 ประโยชน์ตามจุดมุ่งหมายของโครงการงาน (5 คะแนน)	5	3	2	1	
	5.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (5 คะแนน)	5	4	3	2	
	5.3 ศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ (7 คะแนน)	7	5	3	1	
	5.4 การเผยแพร่และช่องทางการเผยแพร่ (3 คะแนน)	3	2	1.5	0.5	
	รวมคะแนนทั้งสิ้น	100 คะแนน				

หมายเหตุ: จาก คู่มือการประกวดโครงการงานวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา ประจำปีพุทธศักราช 2566.

โดย สำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา, 2566, (<https://ver.vec.go.th /ข่าว/ข่าวประชาสัมพันธ์/รายละเอียดข่าวver/ tabid/1530/ArticleId/41025/language/th-TH/-2566-46.aspx>)

ตารางที่ 9.7 ตัวอย่างแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา (แบบที่ 2)

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
1. การเขียนรายงาน (10 คะแนน)		
1.1 บทนำ (2 คะแนน)	ดีมาก (2)	การเขียนบทนำมีลักษณะครบทั้ง 5 ข้อ ต่อไปนี้ 1. แสดงที่มาและความสำคัญจำเป็นหรือปัญหาอย่างชัดเจน 2. จุดมุ่งหมายสอดคล้องกับปัญหา 3. สมมติฐานสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย 4. การระบุขอบเขตการศึกษาครอบคลุม 5. ใญ่ยามเชิงปฏิบัติการชัดเจน สามารถวัดได้
	ดี (1.5)	การเขียนบทนำมีลักษณะ 4 ข้อ
	พอใช้ (1)	การเขียนบทนำมีลักษณะ 3 ข้อ
	ปรับปรุง (0.5)	การเขียนบทนำมีลักษณะ 2 ข้อ
1.2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2 คะแนน)	ดีมาก (2)	เนื้อหาที่นำเสนอมีลักษณะดังนี้ 1. สอดคล้องและครอบคลุมเรื่องที่ศึกษา 2. ถูกต้อง ทันสมัย และมีการประยุกต์ใช้ใน การศึกษา คำนคว้า 3. แหล่งอ้างอิงเชื่อถือได้ ทั้งจากเว็บไซต์และหนังสือหรือตำรา โดยอ้างอิงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่เกิน 10 ป 4. การอ้างอิงในเนื้อหาตรงกันกับเอกสารอ้างอิง
	ดี (1.5)	เนื้อหาที่นำเสนอ มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (1)	เนื้อหาที่นำเสนอ มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (0.5)	เนื้อหาที่นำเสนอมีลักษณะ 1 ข้อ
1.3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า (2 คะแนน)	ดีมาก (2)	เมื่อดำเนินการตามประเด็นพิจารณาได้ ดังนี้ 1. วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้เหมาะสม 2. ดำเนินการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบไขหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสมกับระดับความรู้ 3. ออกแบบการทดลองถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา 4. วิธีการจัดกระทำกับข้อมูลถูกต้องเหมาะสม
	ดี (1.5)	เมื่อดำเนินการตามประเด็นพิจารณาได้ 3 ข้อ

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
	พอใช้ (1)	เมื่อดำเนินการตามประเด็นพิจารณาได้ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (0.5)	เมื่อดำเนินการตามประเด็นพิจารณาได้ 1 ข้อ
1.4 ผลการศึกษา คั่นคว่ำ (2 คะแนน)	ดีมาก (2)	ผลการศึกษาคั่นคว่ำที่นำเสนอมีลักษณะ ดังนี้ 1. ถูกต้อง ชัดเจน ตรงตามประเด็นครบ จุดมุ่งหมาย 2. รูปแบบการนำเสนอเหมาะสมกับลักษณะข้อมูล เข้าใจง่าย 3. การใช้หน่วยสัญลักษณ์ถูกต้อง 4. ลักษณะรูปภาพ กราฟ ตาราง ถูกต้อง เหมาะสม กะทัดรัด ชัดเจน ไม่นำเสนอซ้ำซ้อน
	ดี (1.5)	ผลการศึกษาคั่นคว่ำที่นำเสนอมีลักษณะตามข้อ 1 และข้ออื่น ๆ อีก 1-2 ข้อ
	พอใช้ (1)	ผลการศึกษาคั่นคว่ำที่นำเสนอมีลักษณะตามข้อ 1
	ปรับปรุง (0)	ผลการศึกษาคั่นคว่ำที่นำเสนอไม่ครบตรงตาม จุดมุ่งหมาย
1.5 สรุป อภิปราย และ ข้อเสนอแนะ (2 คะแนน)	ดีมาก (2)	1. มีการสรุปผลตรงตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา คั่นคว่ำและครอบคลุม 2. มีการอภิปรายผลการศึกษาคั่นคว่ำที่พบอย่างมี เหตุผล สร้างสรรค์โดยมีหลักทฤษฎี หรือ ผลการศึกษา คั่นคว่ำของบุคคลอื่นสนับสนุน 3. มีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ หรือ ศึกษาทดลองต่อไป
	ดี (1.5)	มีการสรุปผลตามข้อ 1 และอภิปรายผลตามข้อ 2
	พอใช้ (1)	มีเฉพาะการสรุปผลตามข้อ 1
	ปรับปรุง (0.5)	การสรุปผล อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ ไม่สัมพันธ์กับการศึกษาคั่นคว่ำ
2. การนำเสนอโครงการภาคบรรยาย (20 คะแนน)		
2.1 ความพร้อมในการ นำเสนอ (2 คะแนน)	ดีมาก (2)	ความพร้อมในการนำเสนอมีลักษณะ ครบทั้ง 4 ข้อ ดังนี้ 1. นำสื่อการนำเสนอมาบันทึกในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตามเวลาที่กำหนด พร้อมนำเสนอ

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
		2. มาถึงห้องนำเสนอตามเวลาที่กำหนด 3. มีการเตรียมสื่อมาอย่างดีและจัดลำดับการนำเสนอชัดเจนภายในเวลาที่กำหนด 4. แเบงบทบาทหน้าที่ในการนำเสนออย่างชัดเจน มีความคล่องแคล่วและมั่นใจ
	ดี (1.5)	ความพร้อมในการนำเสนอ มีลักษณะตามข้อ 1, 2 และ 3
	พอใช้ (1)	ความพร้อมในการนำเสนอ มีลักษณะตามข้อ 1 และ 2
	ปรับปรุง (0.5)	ความพร้อมในการนำเสนอ มีลักษณะตามข้อ 1
2.2 เนื้อหาและสื่อที่นำเสนอ (6 คะแนน)	ดีมาก (6)	เนื้อหาและสื่อที่นำเสนอ มีลักษณะครบทั้ง 4 ข้อ ดังนี้ 1. นำเสนอกระชับ น่าสนใจ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด 2. นำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ครอบคลุมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3. ใช้สื่อเหมาะสม เข้าใจง่าย 4. ใช้สื่อที่มีรูปภาพ อักษร ตาราง ชัดเจนและสัมพันธ์กับเนื้อหา
	ดี (4)	เนื้อหาและสื่อที่นำเสนอ มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (2)	เนื้อหาและสื่อที่นำเสนอ มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (0)	เนื้อหาและสื่อที่นำเสนอ มีลักษณะ 1 ข้อ
2.3 บุคลิกภาพในการนำเสนอ (3 คะแนน)	ดีมาก (3)	บุคลิกภาพในการนำเสนอ มีลักษณะครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. ทักทายผู้ฟังและแนะนำตนเองด้วยทาทาสุภาพ 2. การแต่งกายสะอาด สุภาพ เรียบร้อย 3. ใช้ภาษาสุภาพ เข้าใจง่าย ชัดเจน 4. มีความมั่นใจ กระตือรือร้น ยิ้มแย้มแจ่มใส
	ดี (2.5)	บุคลิกภาพในการนำเสนอ มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (2)	บุคลิกภาพในการนำเสนอ มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (1)	บุคลิกภาพในการนำเสนอ มีลักษณะ 1 ข้อ

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
2.4 นำเสนอภายในเวลาที่กำหนด (2 คะแนน)	ดีมาก (2)	นำเสนอในเวลาที่กำหนด 5 นาที
	ดี (1.5)	นำเสนอในเวลา ตั้งแต่ 5.01-5.45 นาที
	พอใช้ (1)	นำเสนอในเวลา ตั้งแต่ 5.45 -6.30 นาที
	ปรับปรุง (0)	นำเสนอในเวลา ตั้งแต่ 6.30 นาที ขึ้นไป
2.5 การตอบคำถาม (7 คะแนน)	ดีมาก (7)	การตอบคำถาม มีลักษณะครบทั้ง 4 ข้อ ดังนี้ 1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาค้นคว้า 2. ถูกต้องตามหลักวิชาการและตรงประเด็น 3. มีปฏิภาณไหวพริบ 4. มีความมั่นใจ ยิ้มแย้มแจ่มใส และสุภาพ
	ดี (5)	ตอบคำถาม มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (3)	ตอบคำถาม มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (1)	ตอบคำถาม มีลักษณะ 1 ข้อ
3. การนำเสนอโครงงานภาคนิทรรศการ (20 คะแนน)		
3.1 รูปแบบและองค์ประกอบการจัด แผนผังโครงงาน (4 คะแนน)	ดีมาก (4)	รูปแบบและองค์ประกอบการจัดแผนผังโครงงาน มีลักษณะครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. แผนผังโครงงานมีลักษณะและขนาดตามที่กำหนด 2. มีองค์ประกอบครบถ้วน และเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย 3. ตัวอักษร ภาพ ตาราง แผนภูมิ มีขนาดเหมาะสม อ่านได้ชัดเจน 4. คงทน แข็งแรง ประณีตสวยงาม น่าสนใจ
	ดี (3)	รูปแบบและองค์ประกอบการจัดแผนผังโครงงาน มีลักษณะตามข้อ 1 , 2 และ 3
	พอใช้ (2)	รูปแบบและองค์ประกอบการจัดแผนผังโครงงาน มีลักษณะตามข้อ ตามข้อ 1 และ 2
	ปรับปรุง (1)	รูปแบบและองค์ประกอบการจัดแผนผังโครงงาน มีลักษณะตามข้อ ตามข้อ 1
3.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัด นิทรรศการ (4 คะแนน)	ดีมาก (4)	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดนิทรรศการ มีลักษณะครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. มีรูปแบบการจัดนิทรรศการแปลกใหม่ น่าสนใจ 2. วัสดุวัสดุแปลกใหม่ในการจัดนิทรรศการ

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
		3. ไขวัสดุ อุปกรณ์ หลากหลายในการจัดนิทรรศการ 4. เปิดโอกาสให้ผู้ชมมีส่วนร่วม
	ดี (3)	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดนิทรรศการ มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (2)	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดนิทรรศการ มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (1)	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดนิทรรศการ มีลักษณะ 1 ข้อ
3.3 ความสามารถในการสาธิต และนำเสนอ (5 คะแนน)	ดีมาก (5)	ความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ มีลักษณะครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. นำเสนอและสาธิตเป็นลำดับขั้นตอน 2. นำเสนอและสาธิตให้ผู้ชมเข้าใจในงานที่ศึกษาค้นคว้า หรือสิ่งที่นำเสนอ 3. ไขสื่อ/อุปกรณ์/เครื่องมือประกอบได้ 4. มีความมั่นใจ กระตือรือร้น ยิ้มแย้มแจ่มใส
	ดี (3)	ความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (2)	ความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (1)	ความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ มีลักษณะ 1 ข้อ
3.4 การตอบคำถาม (7 คะแนน)	ดีมาก (7)	การตอบคำถาม มีลักษณะครบทั้ง 4 ข้อ ดังนี้ 1. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาค้นคว้า 2. ถูกต้องหลักวิชาการและตรงประเด็น 3. มีปฏิภาณไหวพริบ 4. มีความมั่นใจ ยิ้มแย้ม แจ่มใส และสุภาพ
	ดี (5)	การตอบคำถาม มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (3)	การตอบคำถาม มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (1)	การตอบคำถาม มีลักษณะ 1 ข้อ

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30 คะแนน)		
4.1 การตั้งสมมติฐาน/ การตั้งโจทย์ ปัญหา (6 คะแนน)	ดีมาก (6)	การตั้งสมมติฐาน/ตั้งโจทย์ปัญหา มีลักษณะครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. สอดคล้องกับปัญหา และจุดมุ่งหมาย ของการศึกษา ค้นคว้า 2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม 3. ตั้งสมมติฐาน/ตั้งโจทย์ปัญหาโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม 4. สามารถนำไปตรวจสอบสมมติฐาน/ตั้งโจทย์ปัญหาได้
	ดี (4.5)	การตั้งสมมติฐาน/ตั้งโจทย์ปัญหา มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (3)	การตั้งสมมติฐาน/ตั้งโจทย์ปัญหา มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (1.5)	การตั้งสมมติฐาน/ตั้งโจทย์ปัญหา มีลักษณะ 1 ข้อ
4.2 การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร (5 คะแนน)	ดีมาก (5)	การกำหนดและควบคุมตัวแปร มีลักษณะ ครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง 2. กำหนดตัวแปรควบคุมได้ครบถ้วน 3. มีการควบคุมตัวแปรต้นและตัวแปรควบคุมถูกต้อง 4. บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
	ดี (4)	การกำหนดและควบคุมตัวแปร มีลักษณะ 3 ข้อ
	พอใช้ (3)	การกำหนดและควบคุมตัวแปร มีลักษณะ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (2)	การกำหนดและควบคุมตัวแปร มีลักษณะ 1 ข้อ
4.3 การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ (5 คะแนน)	ดีมาก (5)	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีลักษณะครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. ระบุตัวแปร หรือคำศัพท์ที่ต้องให้นิยามเชิง ปฏิบัติการครบถ้วน 2. ให้ความหมาย หรือ คำจำกัดความของตัวแปร หรือ คำศัพท์ได้ถูกต้องสอดคล้องกับความหมายเชิงทฤษฎี 3. สามารถวัดและสังเกตได้ 4. ใช้ภาษาที่ชัดเจน
	ดี (4)	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีลักษณะ 3 ข้อ

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
	พอใช้ (3)	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีลักษณะ 2 ขอ
	ปรับปรุง (2)	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีลักษณะ 1 ขอ
4.4 การทดลอง/วิธีการศึกษาค้นคว้า (8 คะแนน)	ดีมาก (8)	การทดลอง/วิธีการศึกษาค้นคว้า มีลักษณะ ครบ 5 ขอดังนี้ 1. ออกแบบการทดลอง/การศึกษาค้นคว้า ได้เหมาะสมและสอดคล้องกับสมมติฐาน 2. ระบุวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีได้เหมาะสม กับการทดลอง/การศึกษาค้นคว้า 3. เขียนวิธีการทดลอง/วิธีการศึกษาค้นคว้าเป็นลำดับขั้นตอน ละเอียด และปฏิบัติตามได้ 4. ออกแบบตารางบันทึกผล/แบบบันทึกผล เหมาะสมกับข้อมูล 5. บันทึกผลถูกต้อง ตรงตามการทดลอง
	ดี (6)	การทดลอง/วิธีการศึกษาค้นคว้า มีลักษณะ 4 ขอ
	พอใช้ (4)	การทดลอง/วิธีการศึกษาค้นคว้า มีลักษณะ 3 ขอ
	ปรับปรุง (2)	การทดลอง/วิธีการศึกษาค้นคว้า มีลักษณะ 2 ขอ
4.5 การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (6 คะแนน)	ดีมาก (6)	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีลักษณะครบ 4 ขอดังนี้ 1. แปลความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะ ข้อมูลได้ถูกต้อง 2. อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ 3. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้อง 4. สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง
	ดี (4.5)	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีลักษณะ 3 ขอ
	พอใช้ (3)	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีลักษณะ 2 ขอ
	ปรับปรุง (1.5)	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีลักษณะ 1 ขอ

จุดให้คะแนน	ระดับคะแนน	ข้อพิจารณา
5. คุณค่าของโครงการ (20 คะแนน)		
5.1 ประโยชน์ตาม จุดมุ่งหมายของโครงการ (5 คะแนน)	ดีมาก (5)	มีประโยชน์ตรงตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า และมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้ม นำไปใช้ได้จริง
	ดี (3)	มีประโยชน์ตรงตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า และมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์
	พอใช้ (2)	มีประโยชน์ตรงตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
	ปรับปรุง (1)	มีประโยชน์ตรงตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า บางส่วน
5.2 ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ของ โครงการ (5 คะแนน)	ดีมาก (5)	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ครบ 4 ข้อ ดังนี้ 1. ความแปลกใหม่ของปัญหา 2. ตัวแปร 3. การออกแบบการทดลอง 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
	ดี (4)	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 3 ข้อ
	พอใช้ (3)	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 2 ข้อ
	ปรับปรุง (2)	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 1 ข้อ
5.3 ศักยภาพในการ นำไปใช้ประโยชน์ (7 คะแนน)	ดีมาก (7)	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ครบ 4 อย่าง ดังนี้ 1. ประโยชน์ทางวิชาการ 2. ประโยชน์เชิงพาณิชย์ 3. ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม 4. ประโยชน์ต่อชุมชน
	ดี (5)	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 3 อย่าง
	พอใช้ (3)	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 2 อย่าง
	ปรับปรุง (1)	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 1 อย่าง
5.4 การเผยแพร่และ ช่องทางการเผยแพร่ (3 คะแนน)	ดีมาก (3)	มีการเผยแพร่ผลงานและช่องทางเผยแพร่ มากกว่า 3 ช่องทาง
	ดี (2)	มีการเผยแพร่ผลงานและช่องทางเผยแพร่ 3 ช่องทาง
	พอใช้ (1.5)	มีการเผยแพร่ผลงานและช่องทางเผยแพร่ 2 ช่องทาง
	ปรับปรุง (0.5)	มีการเผยแพร่ผลงานและช่องทางเผยแพร่ 1 ช่องทาง

หมายเหตุ: จาก คู่มือการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา ประจำปีพุทธศักราช 2566. โดย
สำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา, 2566, ([https://ver.vec.go.th/ข่าว/ข่าวประชาสัมพันธ์/
รายละเอียดข่าวver/tabid/1530/ArticleId/41025/language/th-TH/-2566-46.aspx](https://ver.vec.go.th/ข่าว/ข่าวประชาสัมพันธ์/รายละเอียดข่าวver/tabid/1530/ArticleId/41025/language/th-TH/-2566-46.aspx)).

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผู้สอนนอกจากจะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการทำโครงงานแล้ว ยังทำหน้าที่ประเมินผู้เรียนตลอดระยะเวลาการทำกิจกรรม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงโครงงานระหว่างทาง และประเมินเพื่อตรวจผลลัพธ์สุดท้ายของโครงงาน เมื่อกิจกรรมสิ้นสุดลง ด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถามของโครงงาน การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น การตรวจคุณภาพรายงาน การนำเสนอ และความคิดสร้างสรรค์ โดยการใช้แบบการประเมินที่มีความเหมาะสม เทียบตรง และประเมินผลโดยผู้สอน เพื่อน หรือบุคคลที่สนใจ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการทำโครงงานอย่างเต็มที่

บทสรุป

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา ที่มีประโยชน์โดยตรงต่อผู้เรียน สะท้อนถึงประสิทธิภาพของผู้สอน และเป็นข้อมูลสำคัญที่สะท้อนประสิทธิภาพในการดำเนินงานของสถานศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ ทำให้ผู้สอนสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับผลการปฏิบัติของผู้เรียนมาตีความหมาย แล้วทำการตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนทั้งในส่วนการประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (formative assessment) และการประเมินผลสรุปรวมของผู้เรียน (summative assessment) เพื่อให้ระดับผลการเรียนเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการวัดที่เน้นด้านการปฏิบัติและผลงานเป็นสำคัญ โดยครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการ ผลผลิต และสภาพแวดล้อมในการสร้างโครงงานหรือการเรียนรู้ที่ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนได้ตลอดระยะเวลาทำกิจกรรม คือ ตั้งแต่เริ่มวางแผนการทำโครงงาน ขณะดำเนินกิจกรรม และประเมินจากความสำเร็จที่ได้ จึงเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง (authentic assessment) ที่วัดและประเมินผลไปพร้อมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ยึดพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออก เน้นความสามารถในการคิดระดับสูง และคุณภาพของผลงานที่ได้จากการบูรณาการความรู้ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการวัดที่หลากหลาย ในการประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบทดสอบ การทำรายงาน ชิ้นงาน และการนำเสนองาน โดยการใช้แบบการประเมินที่มีความเหมาะสม เทียบตรง ซึ่งผู้ที่ทำหน้าที่ประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สามารถเป็นแบบให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนช่วยประเมิน ผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาประเมิน และบุคคลอื่น ๆ ที่สนใจประเมิน

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. เพราะเหตุใดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจึงต้องมีการวัดและประเมินผล
2. การวัดและประเมินผลระหว่างการทำกิจกรรม (Formative assessment) แตกต่างจากการวัดและประเมินผลเพื่อสรุป (Summative assessment) อย่างไร
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถวัดและประเมินผลผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรม (Formative assessment) ได้หรือไม่ อย่างไร
4. ผู้สอนจะมีแนวทางในการวัดและประเมินผลเพื่อสรุป (Summative assessment) หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยวิธีการใดบ้าง
5. ยกตัวอย่างวิธีการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
6. ผู้สอนมีแนวทางในการวัดพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานได้อย่างไร
7. ในขั้นตอนการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผู้สอนควรประเมินในเรื่องใดบ้าง
8. การจัดนิทรรศการโครงงานให้บุคคลภายนอกทำหน้าที่ในการวัดและประเมินผลงานของผู้เรียนมีประโยชน์อย่างไร
9. ยกตัวอย่างปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเมื่อผู้สอนทำการวัดและประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
10. ยกตัวอย่างแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

เอกสารอ้างอิง

- จิรนนท์ ปุมพิมาย. (2562). โครงการงานวิทยาศาสตร์และการประเมินอย่างเป็นรูปธรรม. *วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 25(1), 3-15.
- นภสร ยลสุริยัน. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์หลักสูตร ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3303/1/60263312.pdf>
- ปริญดา สีถาล้า. (2563). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม]. <https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2563/M128613/Shitala%20Parinda.pdf>
- พุทธชาติ ศรีประไพ. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. <http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1888/1/g611130009.pdf>
- โรงเรียนวัดโนนทัยพายัพ. (2566). ผลงานและความภาคภูมิใจ. <https://www.wattano.ac.th/news/awards/46>
- ศูนย์บริการวิชาการ, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. (2566). <https://cas.wu.ac.th/archives/19633>
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้อาวุธศาสตร์. (2561). หลักเกณฑ์การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษา กศน. ระดับประเทศ. https://sciplanet.org/wp-content/uploads/2018/07/2_korsonor_61_national.pdf
- สมชาย รัตนทองคำ. (2554). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา, เอกสารประกอบการสอน การสอนทางกายภาพบำบัด. <https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/54/13eva.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). *ก้าวแรกการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning PBL)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1).
- สำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา. (2566). คู่มือการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา ประจำปีพุทธศักราช 2566. <https://ver.vec.go.th/ข่าว/ข่าวประชาสัมพันธ์/รายละเอียดข่าวver/tabid/1530/ArticleId/41025/language/th-TH/-2566-46.aspx>

อุไร ชีรัมย์, พรทิพย์ ไชยโส, พิกุล เอกวางกูร และทรงชัย อักษรคิด. (2563). เทคนิคการประเมินการ
เรียนรู้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.
20(1), 193-206.

MCU e-Learning. (2560). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. [https://elearning.mcu.ac.th
/pluginfile.php/2161/mod_resource/content/1/C10%20CONTENT.pdf](https://elearning.mcu.ac.th/pluginfile.php/2161/mod_resource/content/1/C10%20CONTENT.pdf)

บทที่ 10

การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

บทนำ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน กล่าวได้ว่าเป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงอย่างเป็นระบบ ให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตจริงได้ อีกทั้งยังเป็นการสอนที่ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม และพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้แก่ มีความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจะเริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสร้างองค์ความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้สัมผัสปัญหาหรือสถานการณ์โดยตรง ได้เรียนรู้วิธีการวางแผนการทำงาน ฝึกกระบวนการคิดขั้นสูงเพื่อแก้ปัญหา และได้ประเมินผลการทำงานของตนเอง อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคล และสิ่งแวดล้อม ทำให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนทั้งในระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษามากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ในบทบาทสุดท้ายนี่จึงเป็นการยกตัวอย่างการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไปประยุกต์ใช้กับผู้เรียน และบริบทของสถานศึกษา เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนในสถานศึกษาแต่ละระดับชั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

10.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับปฐมวัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมประสบการณ์สำหรับผู้เรียนในระดับปฐมวัยอายุ 3 – 6 ปี เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะการบูรณาการผ่านการเล่นและการได้ลงมือปฏิบัติจริง ตามแนวคิดของหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 ที่กล่าวว่าการเล่นของเด็กปฐมวัยเป็นหัวใจสำคัญของการจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่เหมาะสม ผู้สอนจึงต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกความรู้หรือสั่งให้ผู้เรียนทำ มาเป็นผู้อำนวยความสะดวกและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ โดยจัดสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ที่หลากหลายผ่านกิจกรรมที่เหมาะสมตามวัยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จากการลงมือปฏิบัติ และค้นพบด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) หน้าที่ของผู้สอนจึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่

บูรณาการความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ผสมผสานกับทักษะกระบวนการและเจตคติ ให้เหมาะสมตามวัยของผู้เรียน การจัดประสบการณ์รูปแบบโครงงานเป็นฐานให้กับผู้เรียนในระดับปฐมวัย จึงเป็นการจัดประสบการณ์ที่มีการบูรณาการให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้และทักษะที่หลากหลายในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้จากการลงมือทำ ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานในการเรียนรู้จากกิจกรรมที่หลากหลาย เกิดเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ (ลลิตา ศิระวงษ์, รัตนา ณ ลำพูน และเคนเนท แอล แคมป์, 2566 อ้างถึง ชโลธร ใจหาญ, 2558) ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการนำกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานมาผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้ในระดับปฐมวัยในรูปแบบที่หลากหลาย ดังนี้

งานวิจัยของทัศนัย สูงใหญ่ และคณะ (2560) ได้ศึกษาแนวทางการจัดประสบการณ์รูปแบบโครงงานเป็นฐานสำหรับเด็กปฐมวัย เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยใช้แนวคิดของ Paint (2012) ตามโมเดลจักรยานการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยการลงมือทำโครงงานที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ Define, Plan, Do, Review และ Presentation ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- **ขั้นที่ 1 Define** เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าคำถาม ปัญหา ประเด็น การลงมือค้นหาความรู้ของโครงงานคืออะไร และระหว่างการเรียนรู้เกิดประเด็นเพิ่มเติมระหว่างกิจกรรมหรือไม่
- **ขั้นที่ 2 Plan** เป็นขั้นการเตรียมวางแผนการทำกิจกรรม สืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางการวางแผน โดยผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการวางแผน หาสื่อ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับกิจกรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
- **ขั้นที่ 3 Do** เป็นขั้นการลงมือทำ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้เกิดการคิดแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม การอภิปรายโต้แย้ง และการสรุปประเด็นหรือข้อตกลงภายในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
- **ขั้นที่ 4 Review** เป็นขั้นที่ผู้เรียนทบทวนการลงมือทำกิจกรรมตามที่วางแผนไว้ หรือปรับเปลี่ยนแผนการเพื่อให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยใช้หลักการ ความรู้ที่บูรณาการจากหลายสาระการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและการร่วมมือกันทำงาน
- **ขั้นที่ 5 Presentation** เป็นการนำเสนอโครงงานต่อผู้อื่น ให้ผู้อื่นได้รับฟังองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้ระหว่างการทำกิจกรรม โดยอาจนำเสนอด้วยวาจา ภาษาเขียน และภาษาภาพที่มีการสร้างนวัตกรรมที่เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานในรูปแบบนิทรรศการ หรือการจัดกิจกรรมโครงงาน สัปดาห์วิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ แนวทางในการวัดและประเมินผล ผู้สอนควรเน้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง และใช้แบบประเมินที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ และเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับปฐมวัย เช่น กรณีการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน สำหรับเด็กปฐมวัย เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนควรใช้แบบประเมินทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกันในการประเมินผู้เรียน

งานวิจัยของ ลลิตา ศิริวงษ์, รัตนา ณ ลำพูน และเคนเนท แอล แคมป์ (2566) ศึกษาการใช้โครงการเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการของเด็กปฐมวัย โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1** ผู้สอนใช้สื่อ สถานการณ์ เพื่อเชื่อมโยงสู่หัวเรื่องหรือสิ่งที่คุณเรียนสนใจและต้องการเรียนรู้
- **ขั้นที่ 2** ระดมความคิดเห็นของผู้เรียน เพื่อกำหนดหัวเรื่องที่สนใจและต้องการเรียนรู้
- **ขั้นที่ 3** รวบรวมหัวเรื่องที่คุณเรียนนำเสนอ แล้วพิจารณาเรื่องที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
- **ขั้นที่ 4** จัดลำดับและหาความถี่ของหัวเรื่องที่คุณเรียนสนใจมากที่สุด จำนวน 1 เรื่อง แล้วสอบถามความรู้พื้นฐานของผู้เรียนในเรื่องนั้น
- **ขั้นที่ 5** กำหนดหัวเรื่องย่อยจากสิ่งที่คุณเรียนต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม
- **ขั้นที่ 6** จัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับหัวเรื่องที่คุณเรียนต้องการเรียนรู้ เรื่องละ 45 นาที โดยใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย
- **ขั้นที่ 7** ผู้เรียนบันทึกความรู้ ที่ได้ลงในใบงานหรือชิ้นงานหลังการจัดการเรียนรู้
- **ขั้นที่ 8** รวบรวมใบงานชิ้นงานของผู้เรียน เพื่อจัดนิทรรศการ
- **ขั้นที่ 9** เข้าชมนิทรรศการ โดยผู้เรียนและผู้ปกครองหรือผู้ที่สนใจเข้าชมนิทรรศการ เมื่อหมดภาคการศึกษา

การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถวัดและประเมินผลได้โดยใช้แบบประเมินพัฒนาการของเด็กปฐมวัยที่ครอบคลุมจำนวน 4 ด้าน คือ แบบประเมินพัฒนาการด้านร่างกาย ด้านสังคม ด้านอารมณ์ และด้านสติปัญญา

งานวิจัยของ เพชรรัตน์ บุญเสนอ และสุนีย์ ภิรมย์เมศ (2563) ศึกษากระบวนการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ที่มีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยชั้นละโรงเรียนรุ่งอรุณ มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3 ระยะ 7 ขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงการ

- **ขั้นที่ 1** สำรวจความสนใจของผู้เรียนที่เกิดจากกิจกรรมหรือกิจวัตร
- **ขั้นที่ 2** ผู้สอนและผู้เรียนสนทนาแลกเปลี่ยน

ระยะที่ 2 พัฒนาโครงการ

- **ขั้นที่ 3** ค้นคว้าหาข้อมูล
- **ขั้นที่ 4** ตั้งคำถามและทดลองปฏิบัติ
- **ขั้นที่ 5** สังเกตและติดตามบันทึกผล

ระยะที่ 3 สรุปโครงการ

- **ขั้นที่ 6** ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ เป็น Mind Mapping เพื่อให้เด็กเห็นภาพการเรียนรู้ทั้งหมด
- **ขั้นที่ 7** ผู้เรียนถ่ายทอดความรู้ผ่านนิทรรศการ เช่น อาหาร ศิลปะ และนิทาน



ภาพที่ 10.1 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานระดับปฐมวัย โรงเรียนมัธยมวิทยา ลำปาง
 หมายเหตุ: จาก นิทรรศการการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงาน (project approach)
 ระดับอนุบาล. โดย โรงเรียนมัธยมวิทยา ลำปาง, 2563, .
 (<https://mtslampang.ac.th/2020/index.php?module=gallery&id=73>).

กล่าวโดยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานในระดับปฐมวัย เป็นกิจกรรมกลุ่มที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งกระตุ้นด้วยกิจกรรมหรือกิจวัตรประจำวันที่อยู่ใกล้ตัวของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา โดยผู้สอนมีบทบาทในการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำกิจกรรมให้ผู้เรียน คอยดูแลการทำกิจกรรมของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด และสรุปประเมินผลการทำงานกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรม

10.2 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับประถมศึกษา

พัฒนาการของเด็กวัยประถม หรือผู้เรียนช่วงอายุ 6 – 12 ปี เป็นวัยที่มีการเตรียมพร้อมทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา การจัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาถือเป็นการศึกษาที่อยู่ในช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ ประกอบไปด้วยการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6 ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถขั้นพื้นฐาน สามารถอ่านออก เขียน และปรับตัวให้เข้ากับสังคมสิ่งแวดล้อม การจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่ จึงเป็นการจัดการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองและสิ่งประดิษฐ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก้ไขปัญหาที่อยู่รอบตัวได้

การนำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา สามารถทำได้หลากหลายวิธี ดังตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบ ดังนี้

งานวิจัยของ ดัชณี สอนรัมย์ (2558) ศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 การเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงาน** เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดหาสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวผู้เรียน เพื่อสร้างความสนใจ โดยมีการวางแผนการศึกษาให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน
- **ขั้นที่ 2 การตั้งปัญหาในเรื่องที่จะทำโครงงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดจุดประสงค์ของโครงการว่ามีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเรื่องใด
- **ขั้นที่ 3 การวางแผนในการทำโครงการ** เป็นขั้นที่ผู้เรียนเสนอแนวทางการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือดำเนินการแก้ปัญหาโครงงานที่กลุ่มได้เลือกไว้ โดยเขียนเป็นเค้าโครงตามแบบฟอร์มโครงงาน
- **ขั้นที่ 4 การลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้** เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาปฏิบัติจริงตามแผนงานที่วางไว้ โดยผู้สอนคอยดูแลอย่างใกล้ชิด
- **ขั้นที่ 5 การสรุปและดำเนินงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ตีความ เพื่อหาข้อสรุป

- **ขั้นที่ 6 การเขียนรายงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนรวบรวมขั้นตอนการทำโครงการทั้งหมดที่เสร็จเรียบร้อยแล้วมาจัดทำรูปเล่ม เขียนรายงาน

- **ขั้นที่ 7 การแสดงผลงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้แสดงผลงานที่สมบูรณ์ เพื่อเผยแพร่

งานวิจัยของนภสร ยลสุรียัน (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM Education เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดแบบ STEM Education ที่ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 การสร้างบรรยากาศและความสนใจในชั้นเรียน** ผู้สอนจะสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ เป็นการให้ความรู้ ความเข้าใจและสร้างความสนใจในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิด STEM Education เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจก่อนลงมือทำโครงการ
- **ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา** เป็นการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด การระดมสมองในเรื่องที่สนใจ เป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาหรือความต้องการอย่างละเอียด มีการวิเคราะห์ข้อจำกัดของสถานการณ์เพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาหรือความต้องการที่จะแก้ไข แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหา
- **ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนและดำเนินการ** เป็นการให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด ร่วมกันอภิปรายหรือหาข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกิจกรรม
- **ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง** เป็นการดำเนินการจริง มีการทดลองตามขั้นตอน สรุปผลการดำเนินงาน และปรับปรุงแก้ไข
- **ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลงาน** เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่กำหนด

งานวิจัยของชินอรส กวางแก้ว (2564) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานผสมผสานกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการรู้เท่าทันดิจิทัล รายวิชาเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมาจัดการเรียนรู้ร่วมกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการรู้เท่าทันดิจิทัล ผ่านกระบวนการกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่สนใจ วางแผนทำโครงงานร่วมกัน ศึกษาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่

วางไว้จนได้ข้อค้นพบ โดยใช้กระบวนการคิดที่ผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 ประเด็นปัญหาและสร้างความชัดเจน** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนระบุประเด็นปัญหา โดยการตั้งคำถาม และร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งเพื่อให้เกิดความชัดเจน
- **ขั้นที่ 2 วางแผนและแจกแจงให้เห็นความชัดเจนขั้นสูง** เป็นขั้นที่ผู้เรียน ร่วมกันการวางแผนการทำงาน ประกอบด้วย การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยการใช้เหตุผลเชิงอุปนัย และนิรนัย ระบุคำจำกัดความ และแยกแยะข้อสรุป
- **ขั้นที่ 3 ลงมือทำและกำหนดกลยุทธ์** เป็นขั้นการให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม และกำหนดกลยุทธ์ในการตัดสินใจแก้ปัญหา
- **ขั้นที่ 4 ทบทวนการเรียนรู้** เป็นขั้นการให้ผู้เรียนทบทวนจากขั้นตอนที่ เกิดจากความสำนึก และความสำเร็จ ล้มเหลวรวมทั้งกำหนดวิธีการทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสม
- **ขั้นที่ 5 นำเสนอโครงการ** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำเสนอโครงการด้วยสื่อเทคโนโลยีรูปแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 10.2 การนำเสนอโครงการระดับประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาลคุ้มหนองคู
หมายเหตุ: จาก โครงการงานวิทยาศาสตร์ โดย โรงเรียนเทศบาลคุ้มหนองคู, 2565, (<https://www.nongkoo.ac.th/index.php/14-sample-data-articles/276-4-6-28-2565>).

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ผู้วิจัย หรือนักวิชาการได้นำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาประยุกต์ใช้ หรือบูรณาการกับการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ หรือบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ มากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ หรือทักษะในการคิด จึงมีรายละเอียดย่อยของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับผลที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน ดังนั้นบทบาทหน้าที่ของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา จึงควรจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ หรือให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงงานที่ผู้เรียนสนใจ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ และซักถามความก้าวหน้าในการทำกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ

10.3 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับมัธยมศึกษา

การจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ด้านวิชาการและวิชาชีพให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ และความสนใจ แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) การสอนในระดับมัธยมศึกษา ผู้สอนต้องมีบทบาทและหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริม สนับสนุนให้มีบรรยากาศ สภาพแวดล้อม ตลอดจนสื่อการเรียนการสอนและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกับกระบวนการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับมัธยมศึกษา มักพบว่าส่วนใหญ่มีการนำมาใช้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้จักการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง เพื่อตรวจสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาใช้ ในระดับมัธยมศึกษาพบว่าการนำมาใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในหลายด้าน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

งานวิจัยของ รสนา ราสุ (2559) ศึกษาพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ระยะ ดังนี้

- **ระยะที่ 1 เริ่มต้นโครงการ** เป็นระยะที่ผู้สอนต้องสังเกต สร้างความสนใจในเรื่องที่จะเรียนรู้ แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันเลือกหัวข้อ เพื่อทำการศึกษาอย่างละเอียด
- **ระยะที่ 2 พัฒนาโครงงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนกำหนดหัวข้อคำถามหรือประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้เกี่ยวกับเรื่องที่สนใจหรือที่กำหนดเป็นหัวข้อเรื่อง แล้วตั้งสมมติฐาน ลงมือทดสอบสมมติฐานจนพบคำตอบ
- **ระยะที่ 3 รวบรวมสรุป** เป็นระยะสุดท้ายของการทำโครงงาน ที่ผู้เรียนค้นพบคำตอบของปัญหา เป็นระยะที่ผู้สอนและผู้เรียนแบ่งปันประสบการณ์การทำโครงงาน และความสำเร็จของการทำงาน

งานวิจัยของ อิตารัตน์ ชนงาม (2562) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตในสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม** เป็นขั้นทบทวนและสร้างความเข้าใจกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้พร้อมต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และเป็นขั้นที่สร้างความเข้าใจในบทบาทผู้เรียนให้ตระหนักถึงเป้าหมายการเรียนรู้

- **ขั้นที่ 2** **ขั้นคิดและเลือกหัวข้อในการทำโครงการ** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่สนใจ เพื่อนำมาเป็นหัวข้อโครงการ
- **ขั้นที่ 3** **ขั้นเขียนเค้าโครง** เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดวัตถุประสงค์ คาดคะเนคำตอบ กำหนดวิธีการหาคำตอบ และระยะเวลาในการหาคำตอบ โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานและสนับสนุนผู้เรียนในด้านอุปกรณ์และสถานที่
- **ขั้นที่ 4** **ขั้นปฏิบัติโครงการ** เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการตามที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนจะทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูล จัดบันทึกข้อมูล วิเคราะห์ และรายงานผลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการ
- **ขั้นที่ 5** **ขั้นนำเสนอโครงการ** ผู้เรียนเผยแพร่ผลการทำโครงการ โดยอาศัยความร่วมมือของหลายฝ่าย
- **ขั้นที่ 6** **ขั้นประเมินผลโครงการ** เป็นขั้นที่ประเมินการทำงานของผู้เรียนให้ครอบคลุมทุกด้านทั้งช่วงเวลาการทำโครงการ และเมื่อสิ้นสุดโครงการ โดยเป็นการประเมินจากผู้สอน เพื่อน และตัวของนักเรียนเอง

งานวิจัยของปริยดา สีถาล้า (2563) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเลือกใช้โครงการประเภทการทดลอง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1** **ขั้นกำหนดปัญหาที่สนใจศึกษาให้ชัด** เป็นขั้นที่ใช้ในการค้นหาปัญหา โดยนำยกตัวอย่างโครงการเพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักหาสาเหตุของปัญหา แล้วให้ผู้เรียนค้นหาปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันมาร่วมกันอภิปราย เพื่อหาหัวข้อโครงการ
- **ขั้นที่ 2** **ขั้นศึกษาทฤษฎี หลักการ สนับสนุนเรื่องที่น่าสนใจทำโครงการ** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการจากใบกิจกรรม เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- **ขั้นที่ 3** **ขั้นพัฒนาโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือแผนปฏิบัติงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนวางแผนดำเนินงานแก้ไขปัญหา กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า กำหนดสมมติฐาน และตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้
- **ขั้นที่ 4** **ขั้นปฏิบัติตามโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่** เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำโครงการ ทั้งการบันทึกผล อภิปราย วิเคราะห์ และสรุปผล

- **ขั้นที่ 5** **ขั้นเขียนรายงานโครงการ** เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานโครงการตามองค์ประกอบของเล่มรายงาน
- **ขั้นที่ 6** **ขั้นเผยแพร่โครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการดำเนินงาน ด้วยการจัดกระทำข้อมูลแบบต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ แล้วร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการดำเนินงาน โดยมีผู้สอนช่วยตรวจสอบความถูกต้อง



ภาพที่ 10.3 โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนธงธานี

หมายเหตุ: จาก รองชนะเลิศอันดับที่ 1 การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ ม.1-ม.3. โดย โรงเรียนธงธานี, 2565, (http://ttn.ac.th/gallery-detail_50978).

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการเป็นฐานในระดับมัธยมศึกษาในสถานศึกษาส่วนใหญ่ มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ในเนื้อหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา บทบาทของผู้สอนจึงควรสนับสนุนส่งเสริมให้มีบรรยากาศ สภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดการทำงานเป็นทีม ให้คำปรึกษา และเสนอแนะแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพิ่มเติมให้ผู้เรียน โดยคอยดูแลและสอบถามการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ เป็นระยะอย่างต่อเนื่อง

10.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับอุดมศึกษา

การศึกษาในระดับอุดมศึกษา เป็นการศึกษาวิชาการชั้นสูงที่ต่อจากระดับมัธยมศึกษาที่มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยเป็นสถาบันหลักในการจัดการศึกษา มีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายและมีความเฉพาะแตกต่างกันไป การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับอุดมศึกษา จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการวิจัยอย่างเต็มที่ โดยมีการจัดประกวดนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำโครงงานของหน่วยงานภายนอกจำนวนมาก การนำเสนอผลงานที่ได้จากการทำโครงงานจึงสามารถออกมาได้ในรูปแบบสิ่งประดิษฐ์ การบรรยาย หรือการจัดนิทรรศการในรูปแบบโปสเตอร์ เพื่อแสดงผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีนักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไปประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาหลายรูปแบบ ดังนี้

งานวิจัยของ นิภาพร ช่วยธานี และธเนศ สิ้นธุ์ประจิม (2563) ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกันสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการลงมือปฏิบัติงานร่วมกันของผู้เรียน เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการความรู้ที่มีในบริบทใกล้เคียงหรือชุมชนของตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 การเลือกหัวข้อหรือกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่สนใจ หรือเป็นเรื่องที่ผู้เรียนอยากศึกษาเพื่อหาคำตอบ โดยผู้สอนจะมีบทบาทในการจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ช่วยเหลือให้คำแนะนำ และเสนอแนะแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า
- **ขั้นที่ 2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการทำโครงงาน** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ งานวิจัย และผู้รู้ในชุมชน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่ม ผู้สอนจะมีบทบาทในการแนะนำแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสม
- **ขั้นที่ 3 การวางแผนดำเนินโครงงาน** เป็นขั้นตอนในการวางแผนงานที่คิดไว้ล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไร ใช้เวลาใด เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอน ทำให้สามารถปฏิบัติโครงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอเค้าโครงของโครงงานต่อผู้สอน เพื่อให้ทราบถึงแนวทางดำเนินงานของกลุ่ม ผู้สอนจึงมีหน้าที่ในการสนับสนุน ให้คำปรึกษา ตรวจสอบวิธีการเขียนเค้าโครงของโครงงานให้ถูกต้องตามระเบียบวิธี

- **ขั้นที่ 4 การดำเนินและพัฒนาโครงการ** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามเค้าโครงของโครงการ และระดมสมองร่วมกันอภิปรายปัญหาและอุปสรรคที่พบในระหว่างดำเนินงาน เพื่อปรับปรุงแก้ไข ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติโครงการ เช่น จัดหาวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ ตลอดจนติดตามความก้าวหน้าของโครงการ
- **ขั้นที่ 5 การสรุปผลและการจัดทำรายงาน** เป็นการนำเสนอผลที่ค้นคว้าได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบรายงาน เพื่อให้ผู้อื่นรู้แนวคิด วิธีการศึกษา และผลที่ได้ โดยจัดทำเป็นเอกสารรูปเล่ม ผู้สอนจะมีบทบาทในการสร้างโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะในการเขียนรายงาน
- **ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลงานและประเมินผล** เป็นขั้นที่นำเสนอผลงานที่สร้างขึ้นตามแผนปฏิบัติ โดยเลือกวิธีการนำเสนอที่เหมาะสม ผู้สอนจะมีบทบาทในการประเมินโครงการและเล่มรายงานโครงการ

งานวิจัยของ กัมปนาท คูศิริรัตน์, เจริญธรา หิรัญญะชาติธาดา และนุชประยูร (2562) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อบูรณาการชิ้นงานรายวิชาคู่ขนานของนักศึกษาปริญญาตรี โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่ใช้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

- **ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม** เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนในการพัฒนาชิ้นงานที่ได้รับมอบหมาย โดยการระดมความคิด อภิปราย แล้วสรุปข้อมูลของกลุ่ม
- **ขั้นที่ 2 ขั้นโน้มน้าวใจ** เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยชักจูงให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการทำโครงการ ซึ่งต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอกิจกรรมร่วมด้วย
- **ขั้นที่ 3 ขั้นประสานความร่วมมือ** เป็นการที่ผู้เรียนแบ่งกลุ่มในการหาความรู้ ร่วมกันวางแผนดำเนินกิจกรรม ระดมความคิด แบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการพัฒนาชิ้นงาน
- **ขั้นที่ 4 ขั้นเฝ้าหาความรู้** เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้เรียนในการทำกิจกรรม และดำเนินการปฏิบัติตามหัวข้อโครงการที่ผู้เรียนสนใจ โดยขอคำปรึกษาจากผู้สอนในรายวิชาที่บูรณาการเป็นระยะ เมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย
- **ขั้นที่ 5 ขั้นเขียนสรุปโครงการ** เป็นขั้นที่ผู้เรียนเขียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยผู้สอนทวนถามในการหาคำตอบจากผู้เรียน จากชิ้นงานที่มีการบูรณาการของ 2 รายวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจสิ่งที่สรุป
- **ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงาน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลการเรียนรู้ที่ตนเองค้นพบต่อบุคคลอื่นด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง

- **ขั้นที่ 7** **ขั้นประเมินผลงาน** เป็นขั้นการวัดและประเมินผลของโครงการตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้



ภาพที่ 10.4 การนำเสนอโครงการรูปแบบโปสเตอร์ในระดับอุดมศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

หมายเหตุ: จาก สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ได้จัดงาน การนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงการวิทยาการคอมพิวเตอร์. โดย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2562, (<https://sci.rmu.ac.th/?p=5774>).

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานในระดับอุดมศึกษาของสถานศึกษาต่าง ๆ จะมีความแตกต่างกันไป เนื่องจากเป็นระดับการศึกษาที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาเฉพาะด้าน มีความสอดคล้องกับความรู้และการนำไปประกอบอาชีพมากกว่า การจัดการเรียนรู้ในระดับอื่น บทบาทของผู้สอนจึงควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิดหัวข้อโครงการที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนอยากที่จะค้นหาคำตอบของปัญหา โดยอาจเป็นการทำโครงการประเภทกลุ่ม หรือประเภทโครงการเดี่ยว นอกจากนี้ผู้สอนต้องคอยให้กำลังใจ และให้ข้อเสนอแนะผู้เรียนเมื่อเกิดปัญหาอีกด้วย

กล่าวโดยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาได้ทุกระดับชั้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาที่สนใจ โดยใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปบูรณาการกับความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ได้ และสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ อันเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้

บทสรุป

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงอย่างเป็นระบบ ให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตจริงได้ อีกทั้งยังเป็นการสอนที่ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม และพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม ได้สัมผัสปัญหาหรือสถานการณ์โดยตรง ได้เรียนรู้วิธีการวางแผนการทำงาน ฝึกกระบวนการคิดขั้นสูงเพื่อแก้ปัญหา และได้ประเมินผลการทำงานของตนเอง การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนทั้งในระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา โดยมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับ ดังนี้

1. ระดับปฐมวัย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานให้กับผู้เรียนระดับปฐมวัย เป็นการจัดการเรียนรู้อิงลักษณะการบูรณาการผ่านการเล่นและการได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้สอนจึงต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกความรู้หรือสั่งให้ผู้เรียนทำ มาเป็นผู้อำนวยความสะดวกและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ โดยจัดสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ที่หลากหลายผ่านกิจกรรมที่เหมาะสมตามวัย ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จากการลงมือปฏิบัติและค้นพบด้วยตนเอง

2. ระดับประถมศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองและสิ่งประดิษฐ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ บูรณาการกับการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ หรือบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ มาแก้ไขปัญหาที่อยู่รอบตัว บทบาทหน้าที่ของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ จึงควรจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ หรือให้ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงงานที่ผู้เรียนสนใจ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ และซักถามความก้าวหน้าในการทำกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ

3. ระดับมัธยมศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่มีการนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้จักการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของผู้สอนจึงควรสนับสนุนส่งเสริมให้มีบรรยากาศ สภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดการทำงานเป็นทีม ให้คำปรึกษา และเสนอแนะแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพิ่มเติมให้ผู้เรียน โดยคอยดูแลและสอบถามการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ เป็นระยะอย่างต่อเนื่อง

4. ระดับอุดมศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับอุดมศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการวิจัย มีการจัดประกวดนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำโครงงาน การนำเสนอผลงานที่ได้จากการทำโครงงานในรูปแบบ สิ่งประดิษฐ์ การบรรยาย หรือการจัดนิทรรศการในรูปแบบโปสเตอร์ เพื่อแสดงผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10

คำชี้แจง นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในระดับปฐมวัยมีอะไรบ้าง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แตกต่างจากในระดับมัธยมศึกษาหรือไม่ อย่างไร
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความจำเป็นต่อผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาหรือไม่ อย่างไร
4. ระบุข้อดีและข้อเสียในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
5. ให้นักศึกษาสืบค้นบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน แล้วร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
 - 1) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย
 - 2) เครื่องมือวิจัยและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวิจัย
 - 3) ขั้นตอนการดำเนินงาน
 - 4) การสรุปและอภิปรายผล
6. ให้นักศึกษาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่สอดคล้องกับเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
7. ให้นักศึกษาออกแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียนในการทำกิจกรรมโครงงาน วิทยาศาสตร์ที่ใช้วัดและประเมินผลระหว่างการทำกิจกรรม (formative assessment) และเพื่อสรุปผลการทำกิจกรรม (summative assessment)

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 สำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี*.
 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- กัมปนาท คูศิริรัตน์, เขียวธรรมา หิรัญญะชาติธาดา และนุชรรัตน์ นุชประยูร. (2562). ศึกษาการจัด
 กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อบูรณาการชิ้นงานรายวิชาคู่ขนานของนักศึกษา
 ปริญญาตรี. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*.
 13(2): 14-19. [https://grad.vru.ac.th/pdf-journal/JourTs1-13-2/2%20กัมปนาท%
 คูศิริรัตน์%2014-29.pdf](https://grad.vru.ac.th/pdf-journal/JourTs1-13-2/2%20กัมปนาท%20คูศิริรัตน์%2014-29.pdf)
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. (2562). *สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ได้
 จัดงาน การนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงงานวิทยาการ
 คอมพิวเตอร์*. <https://sci.rmu.ac.th/?p=5774>
- ชินนอส กวางแก้ว. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานผสมผสานกับกระบวนการคิด
 อย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้เท่าทันดิจิทัล รายวิชาเทคโนโลยี สำหรับ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ
 พัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี].
<http://repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4116/1/RMUTT-70455.pdf>
- ดัชนี สอนรัมย์. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อ
 พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความพึง
 พอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร].
https://gsmis.snru.ac.th/e-thesis/thesis_detail?r=543B93117
- ทัศนัย สูงใหญ่, ศิวาภรณ์ ทองรุ่งเรืองชัย, ประนอม พัดทอง, ไพลดา สังข์ทอง, ฐิติพร อุดมคำ, ธนิตา
 พงศ์พิลากร, ฐาปะนีย์ ไชยเสนา, อลิสา สุดประเสริฐ และศุภิสรา อินทร์เอี่ยม. (2566). แนว
 ทางการจัดประสบการณ์ รูปแบบโครงงานเป็นฐานสำหรับเด็กปฐมวัย เพื่อส่งเสริมทักษะใน
 ศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการศึกษา*. 6(1): 51-60.
- ธิดารัตน์ ชนงาม. (2562). *ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิด
 วิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตในสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
 ที่ 4*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏมหาสารคาม]. [https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2562/M126718/
 Chanangam%20Tidarat.pdf](https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2562/M126718/Chanangam%20Tidarat.pdf)

- นภสร ยลสุริยัน. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3303/1/60263312.pdf>
- นิภาพร ช่วยธานี และธเนศ สิ้นธุ์ประจิม. (2563). รายงานวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกันสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. <https://riss.rmutsv.ac.th/upload/doc/202109/h3MmliOZtvqr5RE9mPkNa/h3MmliOZtvqr5RE9mPkNa.pdf>
- ปริญดา สีถาล้า. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.]. <https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2563/M128613/Shitala%20Parinda.pdf>
- เพชรรัตน์ บุญเสนอ และสุนีย์ ภิรมย์ประเมศ. (2563). กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ที่มีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยชั้นคละ โรงเรียนรุ่งอรุณ. วารสารบัณฑิตศึกษา. 17(79): 141-150.
- รสนา ราสุ. (2559). พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2018_04_29_10_52_41.pdf
- โรงเรียนเทศบาลคุ้มหนองคู. (2565). โครงงานวิทยาศาสตร์. <https://www.nongkoo.ac.th/index.php/14-sample-data-articles/276-4-6-28-2565>
- โรงเรียนธงธานี. (2565). รองชนะเลิศอันดับที่ 1 การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ ม.1-ม.3. http://ttn.ac.th/gallery-detail_50978
- โรงเรียนมัธยมวิทยา ลำปาง. (2563). นวัตกรรมจัดการประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงาน (project Approach) ระดับอนุบาล. =gallery&id=73
- ลลิตา ศิระวงษ์, รัตนา ณ ลำพูน และเคนเนท แอล แคมป์. (2566). การใช้โครงงานเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการของเด็กปฐมวัย. วารสาร มจร วิชาการล้ำนา. 12(2): 45-54.

บรรณานุกรม

- กนกพร เจริญรัตน์. (2560). *ข้อคำนึงถึงในการจัดนิทรรศการโครงการงานวิทยาศาสตร์*. โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ภูเก็ต. https://www.swpk.ac.th/images/stories/download/doc/science/20216/ใบความรู้ที่_9.doc
- กมล โพธิเย็น. (2564). Active Learning: การจัดการเรียนรู้ที่ต่อโจทย์การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 19(1), 11-28.
- กมลวรรณ ตังธนากานนท์. (2565). *การประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง: แนวทางที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอน ในยุคชีวิตวิถีใหม่*. https://registrar.ku.ac.th/wp-content/uploads/2022/06/กมลวรรณ_ประเมินตามจริง64.pdf
- กมลวรรณ มิตรกระจ่าง. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบรวมพลัง 5 ขั้นตอน เรื่อง โลกของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์วิทยา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ*. 6(1), 67-81.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2560). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 สำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- _____. (29 พฤษภาคม 2563). *ราชกิจจานุเบกษา เผยแพร่ระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา*. กระทรวงศึกษาธิการ<https://www.moe.go.th/ราชกิจจานุเบกษา-เผยแพร่-14/>.
- กรีชติศักดิ์ เขียมตะคุ. (2566). *การค้นคว้าอิสระ เรื่อง แนวทางการบริหารจัดการแหล่งเรียนรู้โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษากำแพงเพชร*. การศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒ. (2557). รอบรู้เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คืออะไร?. *สารนารัฐะเต็ม ศึกษา*, 42(190), 37-41. https://physics.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/2/2015/06/IPSTMag_EngineeringDesign.pdf
- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม. (2566). *รายงานผลการปฏิบัติที่เป็นเลิศของสถานศึกษา (Best Practice) กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเปิดฟ้า ส่องโลก ดาราศาสตร์ เปิดโอกาสการเรียนรู้ทั่วหล้า*. https://mpk.ac.th/Best_practice/M01/Best%20Practice%20กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ฯ.pdf

- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (2561). *โครงการทัศนศึกษา “รักษ์ป่าชายเลน” โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*. <https://sd.ssru.ac.th/attachment/178/201806210bc81730bfd81dc05b792dedb4a43cbd24c03f0d351>
- กัมปนาท คูศิริรัตน์, เจริญธรา หิรัญญะชาติธาดา และนุชรัตน์ นุชประยูร. (2562). ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อบูรณาการชิ้นงานรายวิชาคู่ขนานของนักศึกษาปริญญาตรี. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 13(2): 14-19. <https://grad.vru.ac.th/pdf-journal/JourTs1-13-2/2%20กัมปนาท%20คูศิริรัตน์%2014-29.pdf>
- ชัตติยา ปิยะรังษี, ศักดา สวาทะนันท์ น้าผึ้ง อินทะเนตร และ อุไรวรรณ หาญวงศ์. (2565). คุณลักษณะของนวัตกรรมรุ่นเยาว์. *วารสารศิลปศาสตร์*. 22(2): 438-458.
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. (2566). *ภาพกิจกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประกวดโครงงานคณิตศาสตร์ ประเภทคณิตศาสตร์ประยุกต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ส่วนภูมิภาค ประจำปี 2566*. https://scitech.kpru.ac.th/prscitech/gallery_detail/?cid=10372
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. (2562). *สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ได้จัดงาน การนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์*. <https://sci.rmu.ac.th/?p=5774>
- ครูเชียงราย. (2561). *หลักการจัดบอร์ดโครงงาน*. <https://www.kruchiangrai.net/wp-content/uploads/2018/10/การจัดบอร์ดโครงงาน.png>
- จักรกฤต ภูซังค์ประเวศ และพรเทพ จันทราอุกฤกษ์. (2563). ผลของการจัดการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดคณะกรรมการอุดมศึกษา. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา OJED*. 15(2): 1-11.
- จิรนนท์ ปุ่มพิมาย. (2562). *โครงงานวิทยาศาสตร์และการประเมินอย่างเป็นรูปธรรม*. *วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 25(1), 3-15.
- จุฑามาศ สุขเฉลิม. (2558). *การพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เชิงเศรษฐกิจสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. <http://ithesis-ir.su.ac.th>

- ฉัตรมงคล สีประสงค์, สรศักดิ์ นาคเอี่ยม และวิญญู ภัคดี. (2023). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้
โครงการสะเต็มต่อกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและทัศนคติต่อสะเต็มศึกษาของ
นักศึกษาครู สาขาชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 25(4): 139-153.
- ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร, สมศิริ สิงห์ล และเชษฐ ศิริสวัสดิ. (2565). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และ
ความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 20(1): 241-256.
- ชไมพร ดิสถาพร, สมลนิตย์ เกิดหนูวงศ์, กัมปนาท บริบูรณ์, มิ่งขวัญ คงเจริญ และชนันภรณ์ อารีกุล.
(2564). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ศษ431 การพัฒนาแหล่งการเรียนรู้และเครือข่าย
การเรียนรู้. 221. <https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/16620/1/Edu-Book-ED431.pdf>
- ชินอรส กวางแก้ว. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานผสมผสานกับกระบวนการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้เท่าทันดิจิทัล รายวิชาเทคโนโลยี สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี]. [http://repository.rmutt.ac.th/dspace/
bitstream/123456789/4116/1/RMUTT-170455.pdf](http://repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4116/1/RMUTT-170455.pdf)
- ชัชฉัตร สานะโสตร์. (11 กรกฎาคม 2565). เกร็ดความรู้กับเทคนิคการนำเสนออย่างมีประสิทธิภาพ.
ระเบียบวรรณป็นสาระ. <https://library.wu.ac.th/km/เกร็ดความรู้กับเทคนิค/>
- ชุตินา วัฒนาศรี. (2536). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. <http://thesis.swu.ac.th/swuebook/h155468.pdf>
- ชุมชนนักวิทยาศาสตร์รุ่งเยาว์ โรงเรียนพนมอดุลวิทยา. (2566). [https://www.facebook.com/p/
ชุมชนนักวิทยาศาสตร์รุ่งเยาว์-โรงเรียนพนมอดุลวิทยา-100057622502088/](https://www.facebook.com/p/ชุมชนนักวิทยาศาสตร์รุ่งเยาว์-โรงเรียนพนมอดุลวิทยา-100057622502088/)
- ชูชาติ พะยอม และ ศุภชัย แก้วจันทร์. (2561). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐานโดยผ่านการ
ลงมือปฏิบัติ. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*. 3(2), 72-88.
- ฐานข้อมูลเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน. (2565). *กังหันหมุน*. [https://traditional-
objects.sac.or.th
/th/equipment-detail.php?ob_id=342](https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=342)
- _____. (2565). *จักจั่น*. [https://traditional-
objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=344](https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=344)
- _____. (2565). *บ้องถน*. [https://traditional-
objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=375](https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=375)
- _____. (2565). *สัตว์กะลา*. [https://traditional-
objects.sac.or.th/th/equipment-
detail.php?ob_id=359](https://traditional-objects.sac.or.th/th/equipment-detail.php?ob_id=359)

- ดัชนี สอนรัมย์. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร]. https://gsmsis.snru.ac.th/e-thesis/thesis_detail?r=543B93117
- คุชฎี โยเหลา. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.
- ทัศนัย สูงใหญ่, ศิวาภรณ์ ทองรุ่งเรืองชัย, ประนอม พัดทอง, ไพลดา สังข์ทอง, ฐิติพร อุดมคำ, ธนิตา พงศ์พิลากร, ฐาปะนีย์ ไชยเสนา, อลิสา สุดประเสริฐ และศุภิสรา อินทร์เอี่ยม. (2566). แนวทางการจัดประสบการณ์ รูปแบบโครงงานเป็นฐานสำหรับเด็กปฐมวัย เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการศึกษา. 6(1): 51-60.
- เทใจดอทคอม. (2562). ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ลพบุรี. <https://taejai.com/th/project/highscope/timeline>
- ธราดล เลียบทวี, เจษฎาภรณ์ เติตฉาย และธนภัทร สุขจร. (2565). โครงงานวิทยาศาสตร์ (ประเภทโครงงานประดิษฐ์) เรื่อง ก๊อคน้ำอัจฉริยะ การออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design). โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดนนทบุรี. <https://www.princess-it.org/kidbrightforall/images/activity/2022/project-it-disableds/kidbrightforall/12-1.pdf>
- ธวัช พรมี. (2561). เทคโนโลยีนำร่องกับครูธวัช. <http://www.tawat.nanoi.ac.th/?p=498>
- ธิดารัตน์ ชนงาม. (2562). ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชีวิตในสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม]. <https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2562/M126718/Chanangam%20Tidarat.pdf>
- ธีรพัฒน์ วงศ์คุ้มสิน และเฉลิมขวัญ สิงห์วี. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง. วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 46(1). 218-253.
- นภสร ยลสุริยัน. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. [วิทยานิพนธ์หลักสูตร ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3303/1/60263312.pdf>

- นิภาพร ช่วยธานี และธเนศ สิ้นธุ์ประจิม. (2563). รายงานวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. <https://riss.rmutsv.ac.th/upload/doc/202109/h3MmIOZtvqr5RE9mPkNa/h3MmIOZtvqr5RE9mPkNa.pdf>
- บริษัท 168 เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. (2559). ประเภทของนิทรรศการ. http://www.digitalschool.club/digitalschool/art/art3_2/more/item5.2.3.php.
- บัญชา ธรรมบุตร, คชา ประณีตพลกรัง และพระมหาโชคชัย ฐิตชโย. (2564). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PROJECT-BASED LEARNING). วารสารวิชาการพระพุทธศาสนาเขตลุ่มแม่น้ำโขง. วารสารวิชาการพระพุทธศาสนาเขตลุ่มแม่น้ำโขง. 3(1), 54-69. https://e-port.mbu.ac.th/file/profiles31/1497_1588233087.pdf
- ปริยดา สีถาล้า. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม]. <https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2563/M128613/Shitala%20Parinda.pdf>
- ปิ่นนพร แซ่แพ. (2565). คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมแสดงนิทรรศการจุดประกาย สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กและเยาวชนในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2565. <https://science.mahidol.ac.th/news/aug65-13/>.
- ผู้จัดการออนไลน์. (8 กันยายน 2557). แฝงวิทยาศาสตร์ไว้ใน “ของเล่นภูมิปัญญาไทย”. https://mgronline.com/science/detail/9570000098575#google_vignette.
- พะเยาว์ ตองแก้ว. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาการช่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้. 6(2), 32-46
- พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา. (2565). นิทรรศการหกขามาโซว์: *The Insect Circus*. องค์การพิพิธภัณฑ์ วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). <https://web2.nsm.or.th/temporary-exhibitions.html>
- พิมพ์พันธ์ เดชคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2560). สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พุทธชาติ ศรีประไพ. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. <http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1888/1/gs611130009.pdf>
- เพชรรัตน์ บุญเสนอ และสุนีย์ ภิรมย์ประเมศ. (2563). กระบวนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ที่มีผลต่อทักษะการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยชั้นคละ โรงเรียนรุ่งอรุณ. *วารสารบัณฑิตศึกษา*. 17(79): 141-150.
- ภาวิณี รัตนคอน. (2561). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. <https://intanin.lib.ku.ac.th/>
- มัลลิกา อุทริกษ์, อามินท์ หล้าวงศ์. (2566). การตัดสินใจเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น กรณีศึกษาโรงเรียนอนุกุลนารี. *วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*. 1(2): 44-51.
- มูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2566). *ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การโต้ว่าที่*. <https://dltv.ac.th/teachplan/episode/60566>
- ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. http://thesis.swu.ac.th/swudis/Sci_Ed/Yupapun_M.pdf
- รสนา ราสุ. (2559). *พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2018_04_29_10_52_41.pdf
- โรงเรียนทาจุมเงินวิทยาการ. (2564). *กิจกรรมโรงเรียนสะเต็มศึกษา*. http://tk-lp.ac.th/gallery-detail_48318
- โรงเรียนเทศบาลคูนทองคูน. (2565). *โครงงานวิทยาศาสตร์*. <https://www.nongkoo.ac.th/index.php/14-sample-data-articles/276-4-6-28-2565>
- โรงเรียนธงธานี. (2565). *รองชนะเลิศอันดับที่ 1 การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ ม.1-ม.3*. http://ttn.ac.th/gallery-detail_50978

- โรงเรียนบ้านขอยสอง (อภิชาติราษฎร์อุปถัมภ์). (2565). *โครงการตามรูปแบบการสืบเสาะอิสระ เรื่อง เชื้อรา อยู่ไหนนะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.* <https://www.chan1.net/story/1299?openExternalBrowser=1>
- โรงเรียนบ้านทุ่งนางหมอก “เพ็ญชาติอุปถัมภ์” (2566). *โครงการ เรื่อง กระดาษหรรษา ตาม โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย ปีการศึกษา 2566.* <https://kansandbox.org/wp-content/uploads/2022/06/2566-โครงการบ้านวิทยน้อย.pdf>
- โรงเรียนบ้านหนองซอน. (2561). *โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง ศึกษาหาน้ำตาลในน้ำอัดลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* http://nongson.ac.th/gallery-detail_100228
- โรงเรียนมัธยมวิทยา ลำปาง. (2563). *นิทรรศการการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงการ (project Approach) ระดับอนุบาล.* <http://www.mwit.ac.th/gallery&id=73>
- โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์. (2566). *หลักสูตรโรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ พุทธศักราช 2566.* <https://www.mwit.ac.th/curriculum/>
- โรงเรียนโรจน์วิทยามาลาเปียง. (2566). *โครงการวิทยาศาสตร์.* <https://malabiang.ac.th>
- โรงเรียนลินฟ้าพิทยาคม. (2565). *การประกวดสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ม.ต้น ในงานนิทรรศการ วันวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2565 ในหัวข้อ “Science for every Generation”.* <https://www.lppk.ac.th/?p=60>
- โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารัตนาวิทยาลัย. (2563). *หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2554 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561).* <http://www.pccm.ac.th/2020/home/article/100248/course-primary-2554-2561>
- โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย. (2565). *ผลการแข่งขันศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ 70 ปีการศึกษา 2565 ระดับเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร.* <https://www.wattana.ac.th/wattana/students-news/ผลการแข่งขันศิลปหัตถกรรม/>
- โรงเรียนวัดโนนทัยพายัพ. (2566). *ผลงานและความภาคภูมิใจ.* <https://www.wattano.ac.th/news/awards/46>
- โรงเรียนมหิศราธิบดี. (2566). *โครงการทัศนศึกษาแหล่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* http://mtd.ac.th/gallery-detail_104151
/กิจกรรมของโรงเรียน/ทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้-2/
- โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2565). *กิจกรรม ค่ายธรรมวิทยา ปี 2565.* <https://cmud.edu.cmu.ac.th/news/4024-bl81lqzgua2hjhutehy3>
- โรงเรียนหอวัง. (2565). *งานพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหอวัง.* <https://sites.google.com/horwang.ac.th/hw-curriculum/home>

- โรงเรียนแหลมบัววิทยา. (2566). *กิจกรรมสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ*. http://laembua.ac.th/gallery-detail_102335
- โรงเรียนอนุบาลยะรัง. (2558). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมชุมนุม FUN WITH SCIENCE*. <https://www.anubanyarang.ac.th/web/nwyarang/download/Best%20Practice%20Nisainee.pdf>
- ลลิตา ศิริวงษ์, รัตนา ณ ลำพูน และเคนเนท แอล แคมป์. (2566). การใช้โครงงานเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการของเด็กปฐมวัย. *วารสาร มมร วิชาการล้านนา*. 12(2): 45-54.
- วรพัฒน์ ศรีวิทยารัตน, ฐิติพงศ นาคสวัสดิ์ และณภัทร นาคสวัสดิ์. (2565). รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี (UVC). http://dtic.ac.th/_files_school/1349036601/news/1349036601_1_20220725-113907.pdf
- วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมาน. (2564). *การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน*. <http://202.44.35.29/wp-content/uploads/2021/km/project-based%20learning.pdf>
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์. <https://www.scbfoundation.com/stocks/f8/file/1387983962183ncf8pdf/วิถีสร้างการเรียนรู้.pdf>
- วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพัทลุง. (2558). *การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ระดับภาค ภาคใต้ ประจำปี พ.ศ. 2558*. http://www.kasetpt.ac.th/2558_all_activity/3_5august2558_science_project/first_science_project.htm
- ศรัณยู หมั่นเดช และรุจโรจน์ แก้วอุไร. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานร่วมกับสื่อสังคม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 22(2): 182- 192.
- ศศิวิมล ไกรสารโรง และนิติกร อ่อนโยน. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานร่วมกับการโค้ชที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 14(1): 246-258
- ศุภลักษณ์ ศรีดอกไม้. (2551). *ผลการใช้มุมประสบการณ์ในห้องเรียนที่มีต่อความมีระเบียบวินัยของเด็กปฐมวัย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ear_Chi_Ed/Supluk_S.pdf
- ศูนย์บริการวิชาการ, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. (2566). <https://cas.wu.ac.th/archives/19633>

- ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน). (2561). *ของเล่าเล่าวิถีท้องถิ่น*. <https://www.sac.or.th/portal/th/article/detail/83>
- _____. (2564). *พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติธรณีวิทยาเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดปทุมธานี*. <https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/1264>
- _____. (2564). *พิพิธภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับ*. <https://db.sac.or.th/museum/museum-detail/65>
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้อุตสาหกรรม. (2561). *หลักเกณฑ์การประกวดโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษา กศน. ระดับประเทศ*. https://sciplanet.org/wpcontent/uploads/2018/07/2_korsonor_61_national.pdf
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษภาคเหนือ. (2565). *โครงการวิทยาศาสตร์อาชีพศึกษา ระดับภาคเหนือ ครั้งที่ 31*. http://www.nsdv.go.th/www2019/attachments/413_science.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *แนวการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2554). *คู่มือการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์*. https://filesthaischool0.com/files/uppic/16100256/document/16100256_0_20111104-091702.pdf
- _____. (2566). *การนำเสนอผลงาน* https://designtechnology.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/83/2020/01/4_06การนำเสนอผลงาน-1.pdf
- _____. (2566). เล่นสนุก ได้ความรู้ กับของเล่นพื้นบ้านในค่ายโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ประจำปี 2555 ณ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 7-9. <https://www.scimath.org/article-science/item/12841-3-2555>
- สมชาย รัตน์ทองคำ. (2554). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา, เอกสารประกอบการสอน การสอนทางกายภาพบำบัด*. <https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/54/13eva.pdf>
- _____. (2556). *เอกสารประกอบการสอน การสอนทางกายภาพบำบัด*. <https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/56web/1phylos56.pdf>
- สำนักงานโครงการสวนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (ม.ป.ป.). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. http://academic.obec.go.th/images/document/1649057845_d_1.pdf

- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *คู่มือการพานักเรียนและนักศึกษาไปนอกสถานศึกษา*.
[https://www.sesaomuk.go.th/wp-content/uploads/2022/07/คู่มือการพานักเรียนไป
นอกสถานศึกษาQR.pdf](https://www.sesaomuk.go.th/wp-content/uploads/2022/07/คู่มือการพานักเรียนไปนอกสถานศึกษาQR.pdf)
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *แนวทางการนิเทศ เพื่อ
พัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียน
เพิ่มเวลารู้*. http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf
_____. (2564). *ก้าวแรกการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning
PBL)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). <https://www.obec.go.th/archives/510216>
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้
แบบโครงงานเป็นฐาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). [https://www.krupatom.com/wp-content/
uploads/2019/07/PJBL.pdf](https://www.krupatom.com/wp-content/uploads/2019/07/PJBL.pdf)
- _____. (2561). *บทความทางวิชาการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน (Outdoor
Education)*. <https://www.vec.go.th>.
- สำนักงานโครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
สยามบรมราชกุมารี และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติหรือ สวทช.
(2562). *คู่มือ “การจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะความเป็น
นวัตกรรมแก่เด็กและเยาวชนไทย” โครงการโรงประลองต้นแบบทางวิศวกรรม (Fabrication
Lab)* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566).
*สวทช. พัฒนาค่ายสะเต็มแนวใหม่ผ่านกิจกรรม “อลิซในดินแดนวิทยาศาสตร์มหัศจรรย์” เพื่อ
เสริมสมรรถนะและฝึกทักษะสำคัญในโลกอนาคตให้เยาวชน*. [https://www.nstda.or.th/
home/news_post/aliceinscience/](https://www.nstda.or.th/home/news_post/aliceinscience/)
- _____. (2554). *หนังสือแนวทางการออกแบบนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี –
Exhibition Design*. https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/exhibition-design/
- สำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา. (2566). *คู่มือการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา
ประจำปีพุทธศักราช 2566*. [https://ver.vec.go.th /ข่าว/ข่าวประชาสัมพันธ์/รายละเอียด
ข่าวver/tabid/1530/ArticleId/41025/language/th-TH/-2566-46.aspx](https://ver.vec.go.th/ข่าว/ข่าวประชาสัมพันธ์/รายละเอียดข่าวver/tabid/1530/ArticleId/41025/language/th-TH/-2566-46.aspx)
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2563). *แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการ
เรียนรู้เชิงรุก Active Learning ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้*.
<http://academic.obec.go.th/web/document/view/143>

- ลิปป์แสง สุขผล. (2555). *โปสเตอร์โครงงาน*. <https://sipsang.wordpress.com/studentwork/โปสเตอร์โครงงาน>
- สุกัญญา ตางาม (2562). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต].
https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/Sukanya.Tan.pdf?utm_source=chatgpt.com
- สุทธิดา การิมี่. (2560). *การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา*. *รอบรู้เทคโนโลยี*, 46(209), 23- 27. <https://designtechology.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/83/2018/10/Mag-209.pdf>
- สุทัตตา ธรรมภัทรกุล. (2563). *การพัฒนาสมรรถนะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสอนแบบเสริมต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยประยุกต์ใช้การวิจัยอิงการออกแบบ*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. <http://irithesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/1305>
- สุวรรณณี พรหมประสิทธิ์. (2559). *เทคนิค กระบวนการ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุมชนุมักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์*. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. https://www.scisoc.or.th/old/images/stories/youngscientist/k_3213.pdf
- หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้*. http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf
- ห้องสมุดโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล. (2560). <https://www.facebook.com/100079902986551/posts/1410675925694611/>
- องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน). (2563). *ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา (ท้องฟ้าจำลอง)*. <https://cbtthailand.dasta.or.th/webapp/relattraction/content/3002/>
- องค์การบริหารส่วนตำบลปุยโยะ. (2560). *ศูนย์วิจัยและศึกษาธรรมชาติป่าพรุสิรินธร (ป่าพรุโต๊ะแดง) จังหวัดนราธิวาส*. <https://www.puyok.go.th/2015-05-20-04-22-08/218-ป่าพรุโต๊ะแดง.html>
- องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.). (2561). *ความเป็นมา*. <https://www.nsm.or.th/nsm/th/about-us/history>
- _____. (2561). *วิทยาศาสตร์ภูมิปัญญาไทย*. <https://web2.nsm.or.th/intellect-technology/131-wooden-frog-toys-sound-imitating-animals.html>

- _____. (2562). *วิทยาศาสตร์ในของเล่นภูมิปัญญาไทย*. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 42 หน้า. <https://www.mhesi.go.th/images/STBookSeries/BS004TraditionalThaiToys.pdf>
- _____. (2564). *นกหวีดไม้ไผ่หรือปี่นำ*. <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/6077>
- _____. (2564). *พิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์*. <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/3320>
- _____. (2565). *คาราวานวิทยาศาสตร์ อพวช. (สายสีชมพู)*. <https://www.nsm.or.th/nsm/th/event/external-activities/science-caravan.html>
- อรรถวิทย์ สุปัติ, รสริน เจริมไธสง และ พรภริมย์ หลงทรัพย์. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *รายงานสืบเนื่องจากการประชุม การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 17*. <https://rsujournals.rsu.ac.th/index.php/rgrc/article/view/2992/2281>
- อัศววัฒน์ ศรีสวัสดิ์, ประเทืองสุข มณีล้ำ, และโชคชัย ยืนยง. (2564). การจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. 11(2): 241-254.
- อาจารย์ บัวหลวง. (2561). *กิจกรรมทดลองวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2*. https://www.kroobannok.com/news_file/p78936870922.pdf
- อุไร ชีรัมย์, พรทิพย์ ไชยโส, พิกุล เอกวางกูร และทรงชัย อักษรคิด. (2563). เทคนิคการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 20(1), 193-206.
- Arphaphon Unny. (2564). *แผ่นพับโครงการ*. https://pubhtml5.com/mjzi/wzzr/basic/http://www.digitalschool.club/digitalschool/art/art3_2/more/item5.2.3.php.
- Australian Science & Mathematics School. (n.d.). The Australian Curriculum. <https://asms.sa.edu.au/>
- Boo Hong Kwen & Daniel Tan Kim Chwee. (2000). Science project work in Singapore: Some case-studies. *ERA-AME-AMIC Joint Conference, Singapore*, 4-6 September 2000. 446-452.
- Joonner.com. (2566). *ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ารุ่น Plus*. <http://www.joonner.com/product/650/ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ารุ่น-plus>.
- Magazine online for Thai inventors. (2556). *ประดิษฐ์ “รถหลอดด้าย” ของเล่นย้อนยุค*. <https://www.inventor.in.th/home/ประดิษฐ์-รถหลอดด้าย/>

- MCU e-Learning. (2560). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. https://elearning.mcu.ac.th/pluginfile.php/2161/mod_resource/content/1/C10%20CONTENT.pdf
- PADA education. (ม.ป.ป.). *ชุดการทดลองพลังงานลม (Wind Power)*.
https://www.padabook.com/private_folder/green/wind.pdf
- Partnership for 21st Century Skills. (2015). *21st Century Learning Framework*.
<http://www.p21.org/our-work/p21-framework>.
- Patchara. (2554). *lamp the world save the world*. <https://lamptheworld-savetheworld.blogspot.com/2011/>
- Sacit Archive. (2563). *คอปเตอร์ไม้ไผ่*. <https://archive.sacit.or.th/handicraft/2315>
- Shanghai Singapore International school. (2022). *Primary School*.
<https://www.ssis.asia/academics/primary-school/>
- Teach Engineering. (2018). *Engineering design process*. <https://www.teachengineering.org/k12engineering/why>

ดัชนีค้นคำ

ก	
กระบวนการกลุ่ม	7, 92, 149, 161, 164, 168, 169, 205
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ช, 2, 6, 8, 10, 19, 29, 30, 39, 41, 43, 45, 49, 50, 51, 92, 93, 104, 110, 111, 112, 121, 181, 182, 183, 184, 186, 193, 198, 204, 207, 208, 209, 212, 213, 216, 221, 224,
การแก้ปัญหา	2, 5, 7, 14, 19, 26, 39, 41, 47, 50, 77, 78, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 146, 148, 149, 160, 167, 168, 178, 182, 185, 200, 201, 202, 204, 212, 215, 220, 224, 227
การคิดขั้นสูง	11, 12, 13, 21, 49, 50, 149, 167, 168, 200, 212, 213
การคิดเป็นระบบ	12
การคิดวิเคราะห์	ช, 2, 8, 9, 12, 14, 19, 24, 46, 50, 57, 86, 87, 89, 121, 123, 146, 178, 182, 207, 212, 219, 228
การคิดสร้างสรรค์	2, 12, 110, 112, 121, 122, 123, 212
การคิดสังเคราะห์	2, 19
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	3, 5, 111, 200, 202, 205
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 116
การจัดแสดงโครงการ	ก, ง, ฉ, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 135, 136, 140, 141, 143, 181, 183
การโต้วาที	ช, 25, 38, 41, 42, 43, 222
การนำเสนอโครงการ	ช, ฉ, 12, 128, 129, 141, 143, 164, 177, 178, 186, 189, 191, 197, 201, 206, 212
การประเมินความก้าวหน้า	ฉ, 174, 175, 196

ดัชนีค้นคำ (ต่อ)

ก	
การประเมินผลตามสภาพจริง	ฉ, 4, 5, 21, 178, 179, 196
การประเมินผลสรุปรวม	ฉ, 174, 175, 196
การประเมินภาคปฏิบัติ	4, 5
การพุดนำเสนอโครงการ	ง, 134, 135, 141
การเรียนรู้เชิงรุก	1, 2, 19, 24, 150, 151, 152, 166, 171, 226, 227
การเรียนรู้แบบร่วมมือ	147, 168
การละเล่น	ก, 70
การวัดและประเมินผล	ก, จ, 4, 66, 82, 85, 86, 160, 173, 174, 175, 177, 179, 196, 197, 198, 199, 202, 212, 214, 225, 229
การแสดงทางวิทยาศาสตร์	ก, ข, ซ, 25, 39, 40, 41
การออกแบบเชิงวิศวกรรม	ก, ง, ซ, 112, 113, 114, 116, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 217, 218, 219, 227, 228
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	14, 25, 40, 43, 52, 217
ข	
ของเล่นด้านวิทยาศาสตร์	ค, 70, 86
ค	
ค่ายวิทยาศาสตร์	ก, ค, ซ, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 225
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	2, 79, 82, 83, 86
เค้าโครงของโครงการ	98, 100, 105, 155, 158, 210, 211
โครงการประเภทการทดลอง	94, 95, 99, 103, 105, 131, 141, 208
โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์	94, 95, 105
โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย	95, 105
โครงการประเภทสำรวจ	93, 104

ดัชนีค้นคำ (ต่อ)

ค	
โครงการเป็นฐาน	ก, ง, จ, ฉ, 121, 126, 146, 147, 148, 149, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 182, 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 228
จ	
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	3, 4, 7, 93, 104
ช	
ชุมนุมวิทยาศาสตร์	ช, 25, 26, 27, 30, 40, 54
ท	
ทักษะการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	2, 19, 147, 168
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	29
ทักษะการจำแนกประเภท	29
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	29
ทักษะการทำงานร่วมกัน	3, 5, 19, 202, 210, 216, 221
ทักษะการนำเสนอข้อมูล	3, 19, 29
ทักษะการพยากรณ์	29
ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	21, 110, 149
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	29
ทักษะการสื่อสาร	3, 19, 26, 40, 127, 146, 149, 164, 168, 202
ทักษะวิทยาศาสตร์	3, 4, 5, 9

ดัชนีค้นคำ (ต่อ)

ท	
ทัศนศึกษา	ก, ข, ค, ช, 11, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 45, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 218, 223
น	
นวัตกรรม	1, 6, 15, 16, 17, 19, 23, 32, 39, 41, 43, 46, 110, 111, 112, 116, 123, 125, 160, 162, 163, 198, 201, 210, 213, 215, 222, 226
นิทรรศการเคลื่อนที่	ช, 31, 33, 41, 138, 142
นิทรรศการชั่วคราว	ช, ฅ, 31, 32, 41, 137, 142
นิทรรศการถาวร	ช, ฅ, 31, 32, 41, 137, 142
นิทรรศการวิทยาศาสตร์	ง, 31, 39, 41, 136, 138, 139, 140, 142, 143
บ	
บอร์ดวิทยาศาสตร์	ช, 30, 31
บูรณาการ	6, 12, 15, 19, 21, 25, 31, 47, 58, 65, 77, 78, 86, 87, 92, 104, 108, 110, 112, 116, 121, 123, 124, 153, 166, 168, 169, 178, 179, 196, 198, 200, 201, 206, 208, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 218, 221
ป	
ปฐมวัย	จ, ช, ฅ, 3, 5, 8, 9, 20, 21, 25, 33, 34, 41, 42, 44, 62, 200, 201, 202, 203, 213, 214, 215, 216, 217, 220, 222, 224
ประถมศึกษา	จ, ฅ, ฅ, 3, 9, 10, 14, 17, 20, 22, 23, 25, 29, 40, 42, 43, 46, 79, 89, 108, 109, 125, 171, 198, 200, 204, 205, 206, 213, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 223, 224, 225, 227
ป้ายนิเทศวิทยาศาสตร์	ช, 25, 30, 31, 40, 42

ดัชนีค้นคำ (ต่อ)

ป	
โปสเตอร์	ง, ฉ, 14, 33, 120, 127, 133, 134, 135, 141, 142, 143, 145, 179, 210, 212, 213, 215, 218, 227
ผ	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	10, 13, 108, 171, 204, 207, 215, 220, 221, 224
แผ่นจัดแสดงโครงงาน	ง, ฉ, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 141, 143
แผ่นพับ	ฉ, 120, 127, 132, 133, 135, 141, 145, 228
พ	
แฟ้มผลงาน	4, 5, 19
ภ	
ภูมิปัญญาไทย	ก, ค, 69, 70, 72, 73, 74, 78, 86, 88, 89, 221, 227, 228
ม	
มัธยมศึกษา	จ, ฉ, ช, ซ, ฉ, 3, 10, 11, 12, 14, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 35, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 46, 47, 50, 51, 53, 58, 66, 67, 83, 94, 101, 107, 108, 109, 118, 121, 124, 125, 126, 129, 144, 152, 170, 171, 198, 200, 207, 208, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 228
มุมวิทยาศาสตร์	ก, ข, ซ, 25, 33, 34, 41, 42
ร	
รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์	ค, 91, 99, 100, 101, 105, 107, 225
ส	
สะสม	ซ, 47, 48, 66, 67, 77, 88, 89, 113, 114, 121, 122, 125, 126, 217, 219, 222, 226, 228
สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	ข, ซ, 39, 41, 43, 46, 223

ดัชนีค้นคำ (ต่อ)

ห	
แหล่งเรียนรู้	ช, 1, 7, 26, 34, 36, 40, 42, 43, 45, 46, 49, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 62, 65, 66, 67, 84 92, 215, 166, 167, 202 207, 209, 210, 213, 217, 223
อ	
อุดมศึกษา	จ, ฉ, 3, 5, 8, 12, 20, 25, 42, 62, 121, 125, 200, 210, 212, 213, 214, 218, 226

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ภาวิณี รัตนคอน
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
สถานที่ทำงาน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
การศึกษา



- ปรัชญาดุษฐ์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2561
- วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2546
- วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร พ.ศ. 2542

ประสบการณ์

- ผู้เขียนหนังสือเรียน และคู่มือเตรียมสอบ สำนักพิมพ์อินโฟเพรส และสำนักพิมพ์ เอ็มพันธ์ จำกัด พ.ศ. 2567
- วิทยากรโครงการบัณฑิตพันธุ์ใหม่ หลักสูตร การพัฒนาสมรรถนะครูนักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2566
- วิทยากรโครงการเตรียมความพร้อมครูผู้สอนให้มีคุณภาพอ่าน คิด คำนวณ เขียน ตามมาตรฐานสากล (PISA) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ฝ่ายมัธยม พ.ศ. 2566
- วิทยากรโครงการบัณฑิตพันธุ์ใหม่ หลักสูตร การพัฒนาสมรรถนะครูนักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พ.ศ. 2566
- อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ฝ่ายมัธยม พ.ศ. 2565
- วิทยากรแกนนำโครงการวิทยาศาสตร์พลังสิบระดับประถมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พ.ศ. 2565

- วิทยากรการอบรมเชิงปฏิบัติการทำวิจัยในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน โรงเรียนวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท พ.ศ. 2565
- อาจารย์ผู้สอน สำนักวิชาการศึกษาทั่วไปและนวัตกรรมการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พ.ศ. 2564
- ผู้เขียนและบรรณาธิการ หนังสือแบบเรียนและคู่มือครู สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด พ.ศ. 2555

