

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	(1)
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(2)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
สารบัญเรื่อง.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพ.....	(9)
<b>บทที่</b>	
1    บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2    เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ความหมายของสะเต็มศึกษา.....	9
แนวคิดและหลักการในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	12
แนวคิดและหลักการในการประเมินผลการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา.....	62
การพัฒนาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้และประเมินผลการจัดการศึกษา แบบสะเต็ม.....	87
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	92
งานวิจัยในประเทศ.....	92
งานวิจัยต่างประเทศ.....	97
กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	102

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	105
วิธีดำเนินการวิจัย.....	105
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	105
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	106
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	110
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	111
4	112
ผลการวิจัย.....	112
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย.....	113
ตอนที่ 2 ผลการสังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีที่ได้จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาและวิธีการประเมินผลของต่างประเทศ แบบปฏิบัติที่ดี ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและวิธีการประเมินผลของ ประเทศไทยและแนวคิดการสอนความสามารถในการสื่อสารที่มี ประสิทธิภาพ .....	117
5	157
สรุปและอภิปรายผล .....	157
สรุปผลการวิจัย.....	157
อภิปรายผลการวิจัย.....	162
ข้อเสนอแนะ.....	163
บรรณานุกรม .....	167
ภาคผนวก.....	181
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	182
ภาคผนวก ข หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย.....	185
ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์.....	199
ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรมในการดำเนินการวิจัย.....	237
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	243
ประวัติผู้วิจัย.....	244

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แนวคิดการบูรณาการแบบพหุวิทยาการในหัวข้อระบบสุริยะจักรวาล.....	23
2.2	ตัวอย่างการบูรณาการแบบข้ามวิชาในหัวข้อ The solar system.....	24
2.3	ตัวอย่างหลักการ แนวคิดและการปฏิบัติที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา.....	27
2.4	การสนับสนุนส่งเสริมจิตนิสัย (Habits of Mind) ในการคิดทางวิศวกรรมศาสตร์..	33
2.5	ขั้นตอนการสอนแบบสะเต็ม 4 ขั้นตอน.....	55
2.6	การปฏิบัติงานทางด้านดาราศาสตร์.....	58
2.7	เกณฑ์ให้คะแนนการปฏิบัติงานด้านดาราศาสตร์.....	58
2.8	ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการ.....	72
2.9	วิธีการประเมินกระบวนการและเครื่องมือการประเมิน.....	76
2.10	เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน.....	84
2.11	เกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน.....	85
2.12	ตัวอย่างพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในขณะที่ใช้บทเรียนสะเต็มศึกษา.....	86
2.13	รายการคำถามเพื่อตรวจสอบบทเรียนสะเต็มว่าควรนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ หรือไม่.....	88
3.1	การดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้และประเมินผล การจัดการศึกษาแบบสะเต็มของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	107
4.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย.....	113
4.2	แนวทางการสอนและแนวทางการประเมินสะเต็มของศูนย์สะเต็มภาค โรงเรียน เครือข่ายสะเต็ม และโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค (โรงเรียนจุฬาภรณราช วิทยาลัย ปทุมธานี).....	118
4.3	ตัวอย่างการออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	130
4.4	แนวทางในการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม.....	139
4.5	แนวทางการกำหนดรายละเอียดตารางโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้.....	144

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระและบริบทของพื้นที่ที่เรียนรู้ได้ดีที่สุด.....	14
2.2	ลักษณะการออกแบบโครงการสะเต็มศึกษา.....	18
2.3	แนวทางหนึ่งในการบูรณาการสะเต็มศึกษา.....	22
2.4	ตัวอย่างการบูรณาการแบบสหวิทยาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	23
2.5	ตัวอย่างการวางแผนเพื่อบูรณาการแบบสหวิทยาการหัวข้อ The solar system ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	24
2.6	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์.....	29
2.7	กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์.....	36
2.8	กรอบความรู้ด้านเนื้อหา ด้านการสอนและด้านเทคโนโลยี.....	39
2.9	สมรรถนะของผู้สอนเพื่อจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	40
2.10	กรอบแนวคิดในการพัฒนาผู้สอนเพื่อจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	40
2.11	รูปแบบของสะเต็มศึกษาที่เน้นพิเศษเฉพาะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.....	42
2.12	อนุกรมวิธานแบบดิจิทัลของบลูม (Bloom's Digital Taxonomy).....	44
2.13	การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดในการเรียนรู้แบบสะเต็ม.....	45
2.14	สะเต็มเกี่ยวข้องกับขวดโคคาโคล่าอย่างไร.....	45
2.15	การเลือกเมนูการสร้างตารางและการใช้คีย์ลัด.....	50
2.16	การเลือกภาพและปรับขนาดให้เหมาะสม.....	50
2.17	ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	51
2.18	PIRPOSAL Model.....	52
2.19	T-shape ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับครูผู้สอน.....	53
2.20	แนวคิดในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.....	54
2.21	ผังเชิงมนทัศน์ของการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์.....	60
2.22	การสรุปมุมมองของภาพความคิดที่เป็นตัวแทนของสะเต็ม.....	61
2.23	การเปรียบเทียบวิธีการประเมินในการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม (โครงการ) กับ วิธีการประเมินจากการสอนแบบดั้งเดิม.....	65

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.24	กรอบความคิดในการประเมินสะเต็มศึกษา..... 66
2.25	กระบวนการประเมินภาคปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวคิดของ เอิสท์และเกรนนี่ (Ernst & Glennie, 2015)..... 68
2.26	กรอบแนวคิดเชิงหลักการในการผสมผสานองค์ความรู้..... 103
2.27	กรอบแนวคิดในการวิจัยและพัฒนา..... 104
4.1	การบูรณาการการเรียนรู้เรื่องบัวตามแนวคิด STAR STEMS เพื่อลดภาระงานของ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1..... 132
4.2	แผนผังการบูรณาการการเรียนรู้น้ำสมุนไพรไทยใส่ใจธรรมชาติตามแนวคิด STAR STEMS เพื่อลดภาระงานของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1..... 133
4.3	การบูรณาการการเรียนรู้และแผนผังการบูรณาการการเรียนรู้เรื่องรักษัดินตาม แนวคิด STAR STEMS เพื่อลดภาระงานสำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.. 134
4.4	แผนผังการบูรณาการการเรียนรู้รักษัดินตามแนวคิด STAR STEMS เพื่อลดภาระ งานของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 135
4.5	แผนผังการบูรณาการการเรียนรู้เรื่องผลิตภัณฑ์จากเทียนวิจิตร ถิ่นนักปราชญ์ ตามแนวคิด STAR STEMS เพื่อลดภาระงานของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 136
4.6	แผนผังการบูรณาการการเรียนรู้เรื่องผลิตภัณฑ์จากเทียนวิจิตร ถิ่นนักปราชญ์ตาม แนวคิด STAR STEMS เพื่อลดภาระงานของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... 137
4.7	แนวทางการพิจารณาความเชื่อมโยงของรายวิชาในสะเต็มว่าเกี่ยวข้องอย่างไร..... 139
4.8	แนวคิดการจัดการเรียนรู้ STAR STEMS..... 144
4.9	รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็ม (STEM Roadmap)..... 149