



การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
NEEDS ASSESSMENT FOR ENGINEERING DESIGN PROCESS SKILL DEVELOPMENT
OF UPPER PRIMARY STUDENTS

สุนทร คำนวล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย



ปฏิญานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

NEEDS ASSESSMENT FOR ENGINEERING DESIGN PROCESS SKILL DEVELOPMENT
OF UPPER PRIMARY STUDENTS



SUNTHORN KAMNUAL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Evaluation Methodology)

THE EDUCATION AND PSYCHOLOGICAL TEST BUREAU, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ของ

สุนทร คำนวล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวรินทร์ ตาก้อนทอง) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช ศิริกิจ)

ชื่อเรื่อง	การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	สุนทร คำนวล
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. กาญจนา ตระกูลวรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาช่วย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นวรินทร์ ตาก้อนทอง

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 3 ประการคือ (1) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน (2) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน และ (3) เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ และระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาความต้องการจำเป็น ผลการวิจัยสรุปได้ว่า (1) ผลการระบุความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 24 ข้อ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นโดยใช้สูตร $PNI_{modified}$ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความต้องการจำเป็นมากที่สุดและควรได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน 3 อันดับ ได้แก่ (1) ทักษะการคำนวณ (2) ทักษะการสังเกต และ (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล ตามลำดับ (2) ผลการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ พบว่านักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจ และทักษะพื้นฐาน ครูใช้สื่อในการฝึกทักษะที่ไม่หลากหลาย นักเรียน ขาดความสนใจในการเรียน ปัจจุบันนี้การนำเสนอข้อมูลมีรูปแบบที่หลากหลายและน่าสนใจซึ่งนักเรียนยังขาดตัวอย่างการนำเสนอข้อมูล (3) ผลการกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา พบว่า ครูผลิตสื่อการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายสามารถแสดงถึงจำนวนที่เป็นรูปธรรม นักเรียนสามารถจับต้องได้ ฝึกฝนทักษะพื้นฐานอย่างต่อเนื่องเน้นสื่อที่กระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน ฝึกการทำงานเป็นทีม ฝึกฝนให้นักเรียนออกแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ และสามารถอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนต้องการสื่อสารได้

คำสำคัญ : การประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์, การระบุความต้องการจำเป็น, วิเคราะห์หาสาเหตุ, การกำหนดทางเลือกของการแก้ปัญหา, สะเต็มศึกษา, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Title	NEEDS ASSESSMENT FOR ENGINEERING DESIGN PROCESS SKILL DEVELOPMENT OF UPPER PRIMARY STUDENTS
Author	SUNTHORN KAMNUAL
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Dr. Kanjana Trakoonvorakun
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Navarin Tagontong

The aims of this research project have three goals: (1) to analyze the needs for improving the engineering design process of students; (2) to analyze the reasons that affect the engineering design process of students; and (3) to study the guidelines for improving the engineering design process of students. The instruments used for this research project were an examination form for assessing the scientific process skills, interviews, and group discussion. The research project was divided into three phases, namely, the first phase: identifying needs; the second phase, analyzing needs to find the underlying reasons; and the third phase: determining the guidelines for solving such an issue. The results can be summarized, as follows: (1) the results of identifying the needs for improving the engineering design process of students in the secondary education program, using an examination form for assessing the eight scientific process skills related to engineering design process. The examination form contains 28 items. The data was gathered from the examination and then prioritized their needs by using the $PNI_{Modified}$ formula. The results revealed that the top three most necessary scientific process skills of students that needed urgent improvement were: (1) calculation skills; (2) observation skills, and (3) data organization and communication skills, respectively; (2) the results of analyzing the needs to find the underlying reasons revealed the following: students lacked fundamental knowledge, understanding, and skills; the failure of the teachers were to use more diversified media for teaching such skills and there was a lack of interest among the students in studying. Moreover, teachers employed several types of interesting media in their teaching and still lacked the samples of data presentation. The results of determining the guidelines for solving the issue revealed that teachers should employ more diversified media in their teaching, especially tangible learning materials that allowed students to continuously improve and practice their fundamental skills, stimulating and attracting the attention of students to studying, teaching students to work as a team, and train students to design interesting presentations, so that they will be able to communicate the messages they wish to convey to other people.

Keyword : Complete needs assessment, STEM education, Engineering education process

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความเมตตา กรุณา เอาใจใส่อย่างยิ่ง จาก อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ความรู้ด้านวิทยาการการ ประเมินและโอกาสในการพัฒนาทักษะการประเมินความต้องการจำเป็นคอยให้คำแนะนำชี้แนะ แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องในการจัดทำปริญญาานิพนธ์ กำกับ ติดตาม ดูแลเอาใจใส่อย่างยิ่ง จน ทำให้ผู้วิจัยสามารถทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์และบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ตาก้อนทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้ คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำปริญญาานิพนธ์ ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่านไว้ ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรือง เดช ศิริกิจ คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ที่มีความเมตตาให้ข้อเสนอแนะเพื่อปริญญา นิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ทางวิชาการเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ และคณะจารย์ภายในสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยาทุกท่านที่คอยให้ คำแนะนำในการสอบเค้าโครงปริญญาานิพนธ์

ขอขอบคุณอาจารย์คูปัญญา ศกุลตนาค อาจารย์ธีระพงษ์ จันทร์ยาง อาจารย์นิรสิรา หรั่งพิมาย อาจารย์สุธาทิพย์ นาคอำไพ อาจารย์ภาณุวัฒน์ บุตรเรียง อาจารย์สมบัติ เอกเชี่ยวชาญ ที่ กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ขอขอบคุณสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยาที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินการ สอบเค้าโครง และการเรียนตลอดระยะเวลาในการศึกษา

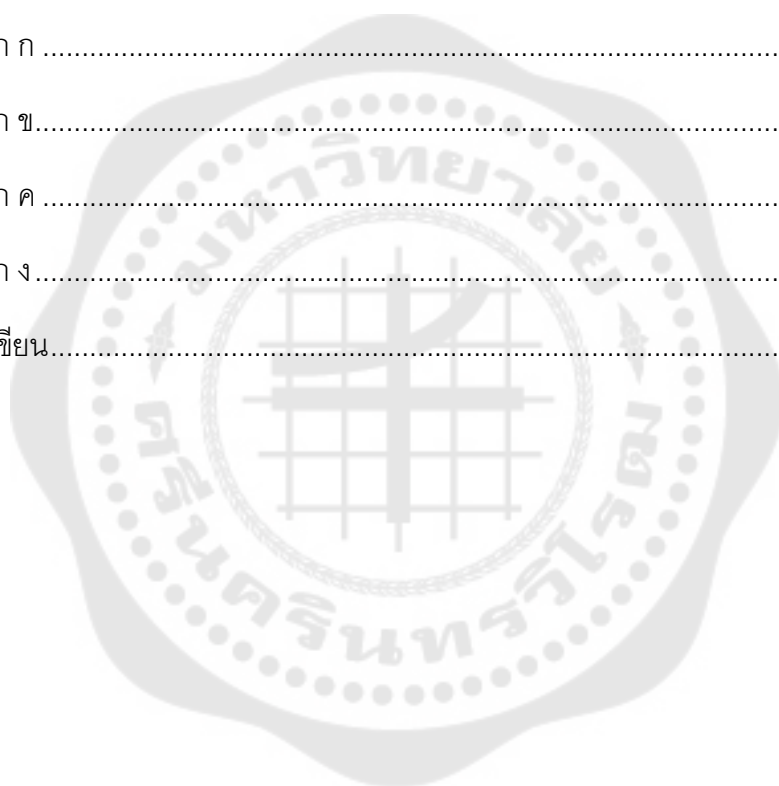
สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกท่านของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจ และเอาใจใส่ผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอมาโดยตลอดจนถึงวันที่ผู้วิจัยประสบความสำเร็จ

สุนทร คำนวล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ตอนที่ 1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการจำเป็น (Needs Assessment).....	6
ตอนที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
ระยะที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น.....	54
ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ.....	62
ระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา.....	64
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	91

สรุปผลการวิจัย	92
อภิปรายผลการวิจัย.....	97
ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้.....	101
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	101
บรรณานุกรม	103
ภาคผนวก.....	106
ภาคผนวก ก	107
ภาคผนวก ข.....	117
ภาคผนวก ค	120
ภาคผนวก ง.....	135
ประวัติผู้เขียน.....	144



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การจัดลำดับความสำคัญตามค่าเฉลี่ยของความจำเป็น	17
ตาราง 2 คะแนนเฉลี่ยและผลต่างของค่าเฉลี่ยของนักเรียนในวิชาต่าง ๆ	18
ตาราง 3 ความต้องการจำเป็นกำหนดโดยวิธี MDF	20
ตาราง 4 ความต้องการจำเป็นกำหนดโดยวิธี PNI	21
ตาราง 5 ความต้องการจำเป็นกำหนดโดยวิธี PNI _{modified}	21
ตาราง 6 มาตรฐานสะสมเต็มศึกษา	35
ตาราง 7 การวิเคราะห์ความสอดคล้องของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	54
ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับทักษะ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	56
ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	59
ตาราง 10 โครงสร้างของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ทักษะ	61
ตาราง 11 ข้อมูลของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ จำแนกตามระดับชั้นที่กำลังศึกษา	62
ตาราง 12 ตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	63
ตาราง 13 ตัวอย่างประเด็นการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียน ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	63
ตาราง 14 ตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อกำหนดทางเลือกในการ แก้ปัญหาให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	64
ตาราง 15 ตัวอย่างประเด็นการสัมภาษณ์หรือการสนทนากลุ่ม	65
ตาราง 16 ข้อมูลของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ จำแนกตามเพศ และระดับชั้นที่กำลังศึกษา	68

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ทักษะ..... 70

ตาราง 18 การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นการขาดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 79

ตาราง 19 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ..... 80

ตาราง 20 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียน..... 86



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แนวคิดพื้นฐานของโมเดลการประเมินแบบ CIPP.....	11
ภาพประกอบ 2 โมเดล CSE	12
ภาพประกอบ 3 กิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหา	14
ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย	53



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่ไทยแลนด์ 4.0 ที่มุ่งพัฒนาประเทศให้มีความทันสมัย การผลิตนวัตกรรมเพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนาประเทศ และสามารถติดต่อกับนานาชาติประเทศได้ “การศึกษาในยุค Thailand 4.0” จึงเป็นการเตรียมความพร้อมของกำลังคนที่มีคุณภาพในอนาคตให้มีทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 สามารถคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ รักที่จะเรียนรู้ มีคุณธรรม จริยธรรม และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังนั้น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญกับการพัฒนาคนที่มีคุณภาพให้สอดคล้องกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่มุ่งใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาเศรษฐกิจ

นโยบายดังกล่าวสวนทางกับข้อมูลในปัจจุบัน พบว่า อัตรากำลังคนของบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 20 มีแนวโน้มลดลง และนักเรียนที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสนใจในการศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดลง อีกทั้งผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มลดลง ปรากฏการณ์ดังกล่าว สะท้อนถึงปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนซึ่งอาจทำให้นักเรียนขาดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างความรู้เข้ากับการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข ทั้งยังช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 อันเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและการสร้างนวัตกรรมเพื่อประกอบอาชีพให้แก่เยาวชน และเตรียมพร้อมกำลังคนที่มีคุณภาพเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจ (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2557)

ผลจากปัญหาที่กล่าวมาเป็นแรงผลักดันให้กระทรวงศึกษาธิการมีนโยบายขับเคลื่อนส่งเสริมศึกษาสู่สถานศึกษา ครอบคลุมทุกเขตพื้นที่การศึกษาทั่วประเทศ โดยมุ่งสร้างความตระหนักให้ครูผู้สอนได้เห็นความสำคัญของการปรับการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถนำความรู้สะเต็มศึกษามาปรับใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำอย่าง

กระตือรือร้นและได้ผลงานออกมา โดยการใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น การคิดต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดในระดับต่าง ๆ และลงมือทำกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ช่วยสนับสนุนนักเรียนในการเรียนโดยใช้สะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการเชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้จากศาสตร์ทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) ซึ่งลักษณะที่ชัดเจน คือการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำสิ่งที่ได้รับมาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (National Research Council: (NRC), 2012) แสดงให้เห็นว่าสะเต็มศึกษามีความแตกต่างจากวิทยาศาสตร์ในด้านการบูรณาการความรู้เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือกระทำอย่างกระตือรือร้นและได้ผลงานออกมา

นอกจากนั้นสิ่งที่เป็นจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือ การผนวกแนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้เชิงวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ระบุปัญหา (Problem Identification) (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) (5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา, 2557) ทั้งนี้การทำงานของนักเรียนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอน สามารถสลับขั้นตอนไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ แต่ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะเหมือนกัน คือ วิธีการหรือชิ้นงานในการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนข้างต้นนักเรียนสะเต็มศึกษาจะต้องใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นส่วนหนึ่งของการทำงาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบเชิงวิศวกรรมพบว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สอดแทรกอยู่ เช่น ทักษะการสังเกตอยู่ในขั้นตอนที่ 1 ของการระบุปัญหา (คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา, 2557) ดังนั้นนักเรียนจึงควรมีทักษะที่จำเป็นในการเรียนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศยัง

ไม่พบเครื่องมือในการวัดทักษะดังกล่าว ซึ่งศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) จึงสังเกตเห็นถึงความสำคัญและกระตุ้นให้โรงเรียนต้องมีการวัดและประเมินผลเมื่อจบการเรียนรู้ จากเหตุผลที่กล่าวมาจึงจำเป็นต้องสร้างเครื่องมือในการวัดทักษะตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยนำผลจากการสำรวจความต้องการในทักษะ กระบวนการดังกล่าวมาเป็นสารสนเทศ ซึ่งการประเมินประเภทหนึ่งที่เหมาะสมนำมาใช้ในการวัดทักษะตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคือ การประเมินความต้องการจำเป็น (needs assessment) เพื่อจัดลำดับความสำคัญความแตกต่างระหว่างสภาพที่ควรจะเป็นกับสภาพที่เป็นจริง (สุวิมล ว่องวาณิช, 2558) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ PNI_{modified} ในการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจวิเคราะห์กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้เชื่อมโยงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์ (complete needs assessment) ประกอบด้วย (1) การระบุความต้องการจำเป็น (2) การวิเคราะห์สาเหตุ (3) การกำหนดทางเลือกของการแก้ไขปัญหา (สุวิมล ว่องวาณิช, 2558) ซึ่งจะช่วยให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับทักษะที่ควรพัฒนาหรือให้ความสำคัญเป็นลำดับที่ตรงกับโอกาสพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนได้ตรงประเด็น รวมถึงมีการวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางในการแก้ไข อีกทั้งยังได้เครื่องมือสำหรับใช้ประเมินความต้องการจำเป็นในลักษณะของทักษะซึ่งจะช่วยให้ผู้สนใจสามารถนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนมีความต้องการจำเป็นที่ต้องได้รับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมใน ขั้นตอนใดบ้าง

2. สาเหตุใดที่ส่งผลให้เกิดการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

3. แนวทางการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนควรเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

2. เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

3. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น การวิเคราะห์สาเหตุ และการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งสิ่งที่ทำการประเมินคือ ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาระบบการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ระบุปัญหา (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นใช้การจัดลำดับความสำคัญด้วยการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทักษะกับเกณฑ์ที่ระบุโดยกำหนดจุดตัดเกณฑ์การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบกรณีศึกษา เก็บข้อมูลประเมินในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครแห่งหนึ่งซึ่งเป็นศูนย์ส่งเสริมศึกษา ผู้ให้ข้อมูล คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึง นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 316 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์ (complete needs assessment) หมายถึง การประเมินความต้องการจำเป็นประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอนดังนี้ (1) การระบุความต้องการจำเป็น (2) การวิเคราะห์สาเหตุ (3) การกำหนดทางเลือกของการแก้ไขปัญหาการขาดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

การระบุความต้องการจำเป็น หมายถึง การระบุลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นการขาดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิเคราะห์หาสาเหตุ หมายถึง การวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลให้นักเรียนขาดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในแต่ละขั้นตอน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดทางเลือกของการแก้ไขปัญหา หมายถึง การวิเคราะห์แนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน การพัฒนาและส่งเสริมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูล

สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับหลักสูตรประถมศึกษาตอนปลาย

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) หมายถึง ทักษะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ระบุปัญหา (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบ

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งในระดับสถานศึกษา ครูผู้สอน และผู้เรียน โดยมีความสำคัญของการวิจัยดังนี้

1.ระดับสถานศึกษา ได้รับสารสนเทศเกี่ยวกับระดับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนในภาพรวมระดับโรงเรียน ทราบสาเหตุที่ทำให้นักเรียนขาดทักษะที่สำคัญ และแนวทางการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบการส่งเสริมและพัฒนาครูผู้สอนให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็น ตลอดจนสถานศึกษาจะมีเครื่องมือสำหรับใช้ในการส่งเสริมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

2.ระดับครูผู้สอน ได้รับสารสนเทศเกี่ยวข้องกับระดับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล อันจะเป็นประโยชน์ในการตอบสนองความต้องการของนักเรียน เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับให้กับครูผู้สอนได้ตรงตามความต้องการจำเป็นที่แท้จริง และทราบถึงสาเหตุพร้อมทั้งแนวทางการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน นอกจากนี้ครูยังได้ตัวอย่างของเครื่องมือการวัดทักษะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมพร้อมกับเกณฑ์และจุดตัดที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.ระดับนักเรียน ได้รับสารสนเทศเกี่ยวกับระดับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของตนเอง เพื่อเป็นภาพสะท้อนให้นักเรียนรู้จักตนเองและมีทิศทางในการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของตนเองทั้งจากการส่งเสริมด้วยครูผู้สอนและด้วยตัวของนักเรียนเอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดสำคัญบทนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการจำเป็น ตอนที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และ ตอนที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการจำเป็น (Needs Assessment)

การนำเสนอตอนนี้ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ (1.1) ความหมายและประเภทของความ ต้องการจำเป็น (1.2) พัฒนาการของการประเมินความต้องการจำเป็น (1.3) ขั้นตอนการวิจัย ประเมินความต้องการจำเป็น (1.4) การจัดลำดับความสำคัญ และ (1.5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการจำเป็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายและประเภทของความ ต้องการจำเป็น

สุวิมล ว่องวาณิช (2558) เสนอแนวคิดในการให้ความหมายของความ ต้องการจำเป็นแบ่งตามมุมมองได้ดังนี้ (1) มุมมองด้านจิตวิทยา และ (2) มุมมองด้านการประเมิน โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

มุมมองด้านจิตวิทยา

สุวิมล ว่องวาณิช (2558) กล่าวว่า เจ้าของทฤษฎีความต้องการจำเป็น (needs) ที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไป คือ Abraham Maslow ซึ่งมีชีวิตอยู่ในช่วง ค.ศ. 1908-1970 ในช่วง แรก Maslow ทำการทดลองกับลิง และได้ระบุว่าความต้องการจำเป็นมีหลายระดับ คือ ตั้งแต่ ระดับพื้นฐานถึงระดับสูงสุด และโดยที่มนุษย์และสัตว์จำเป็นต้องได้รับการตอบสนองของความ ต้องการจำเป็นพื้นฐานก่อน Maslow ได้เสนอลำดับขั้นในรูปพีระมิดความต้องการจำเป็นในช่วง ค.ศ. 1960 เรียกว่า Maslow's Hierarchy of Needs Pyramid

Maslow (1960) กำหนดว่า ความต้องการจำเป็นขั้นพื้นฐานซึ่งเป็นขั้น แรกคือ ความต้องการจำเป็นทางกายภาพ หมายถึง อากาศ ความอบอุ่น อาหาร การนอน ความ ต้องการจำเป็นนี้เป็นการต้องการตลอดชีวิต หากไม่ได้รับ มนุษย์ก็ต้องตาย ความต้องการจำเป็น ขั้นที่ 2 คือ ความต้องการจำเป็นด้านความมั่นคงปลอดภัย หมายถึง ความปลอดภัยจากอันตราย ทั้งปวง โดยเฉพาะในเด็กเล็กยิ่งต้องได้รับความรู้สึกมั่นคงปลอดภัยในการดำรงชีวิต ความต้องการ จำเป็นขั้นที่ 3 คือ ความต้องการจำเป็นด้านความรักและการได้เป็นเจ้าของ เป็นความต้องการ จำเป็นที่ต้องการเพื่อน คนรัก รู้สึกว่าตนเองเป็นที่ต้องการ เป็นส่วนหนึ่งของสังคมความต้องการ

จำเป็นขั้นที่ 4 คือ ความต้องการจำเป็นด้านการเห็นคุณค่าในตนเอง หมายถึง ความรู้สึกภาคภูมิใจในการเป็นที่ยอมรับทั้งจากตนเองและผู้อื่น ประกอบด้วย ระดับที่ต่ำกว่า เป็นความต้องการให้ผู้อื่นยอมรับ มีชื่อเสียง เป็นที่รู้จักในระดับที่สูงกว่า คือ ต้องการความนับถือในตนเอง มีความเชื่อมั่น มีความสามารถ บรรลุความสำเร็จของเป้าหมายที่กำหนด ความต้องการจำเป็นขั้นที่ห้า คือ ความต้องการจำเป็นในการบรรลุสัจการแห่งตน เป็นความต้องการจำเป็นที่บุคคลไม่รู้สึกว่าตนเองขาดแคลน แต่จะรู้สึกถึงการบรรลุความต้องการทั้งหมดที่ตนเองอยากได้ เป็นสภาวะที่ตนเองรู้สึกได้ว่าสิ่งที่ต้องการครบถ้วนสมบูรณ์ (Boeree, 2002; Gwynne, 1997)

ความต้องการจำเป็นที่จัดอยู่ใน 4 ขั้นแรก เป็นความต้องการจำเป็นประเภทที่ยังบกพร่องหรือขาดแคลน หมายความว่า เป็นความต้องการจำเป็นที่หากไม่ได้รับการตอบสนองก็ยังคงอยู่ในสภาวะขาดแคลน แต่หากได้รับการตอบสนอง ความต้องการจำเป็นที่มีอยู่ก็จะหายไป เช่น ถ้าหิวก็รับประทานอาหาร ความหิวก็จะหายไป เนื่องจากได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการจำเป็นทั้ง 4 ขั้นนี้จะมีระดับเป็นลำดับขั้น หากอยู่ในขั้นแรก ๆ ยังไม่ได้รับการตอบสนอง ความต้องการจำเป็นในขั้นต่อมาจะจำเป็นน้อยกว่า เช่น หากยังไม่มีความมั่นคงปลอดภัยก็ยังไม่จำเป็นต้องคิดถึงความต้องการจำเป็นด้านความรัก สำหรับความต้องการจำเป็นขั้นสุดท้ายที่เป็นความต้องการบรรลุสัจการแห่งตนนั้นก็เช่นเดียวกัน จะเกิดขึ้นต่อเมื่อความต้องการจำเป็นใน 4 ขั้นแรกได้รับการตอบสนองแล้ว เป็นความต้องการจำเป็นในการได้เป็นในสิ่งที่ต้องการจำเป็น

สำหรับนิยามของคำว่า “การประเมินความต้องการจำเป็น (Needs assessment)” มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย

Kaufman (1982) กล่าวไว้ว่า การประเมินความต้องการจำเป็น หมายถึง การวิเคราะห์หรืออย่างเป็นระบบเพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างผลที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ การจัดเรียงลำดับความสำคัญ และการเลือกความต้องการจำเป็นมาแก้ไข

Witkin (1984) กล่าวไว้ว่า การประเมินความต้องการจำเป็น หมายถึง กระบวนการที่เป็นระบบที่นำมาใช้เพื่อกำหนดความแตกต่างระหว่างสภาพที่เป็นอยู่กับสภาพที่มุ่งหวัง โดยเน้นความแตกต่างของผลลัพธ์ (Outcome gaps) และนำมาจัดเรียงลำดับ และเลือกความต้องการจำเป็นมาแก้ไข ซึ่งสอดคล้องกับนิยามของ Kaufman, Rojas & Mayer (1993) ในขณะที่ Reviere, Berkowitz, Carter & Ferguson (1996) กล่าวไว้ว่า การประเมินความต้องการจำเป็น หมายถึง การประเมินเพื่อค้นหาสารสนเทศมาใช้ในการตัดสินใจ นอกจากนี้ Witkin & Altschuld (1995) ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการประเมินความต้องการจำเป็นไว้ว่า

การประเมินความต้องการจำเป็นมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวางแผน (2) การสำรวจและวิเคราะห์ เพื่อกำหนดความต้องการจำเป็น และ (3) การใช้ประโยชน์จากความต้องการจำเป็น การประเมินความต้องการจำเป็นที่เสนอในบทความนี้ หมายถึง กระบวนการของการวิเคราะห์ช่องว่างหรือความแตกต่าง (Gap/discrepancy analysis) ระหว่างสิ่งที่เป็นอย่างอยู่ และสิ่งที่ควรจะเป็น และมีการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นว่า ความต้องการจำเป็นใดมีความสำคัญมากที่สุด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการดำเนินการในลำดับต่อไป

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การประเมินความต้องการจำเป็น หมายถึง การวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เป็นอย่างอยู่ในปัจจุบันกับสิ่งที่ควรจะเป็น และมีการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น

มุมมองด้านการประเมิน

สุวิมล ว่องวานิช (2558) ให้นิยามและความหมายของคำว่า “ความต้องการจำเป็น” ไว้หลากหลาย แต่ที่ปรากฏชัดเจนสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ความต้องการจำเป็นคือ ความแตกต่างหรือความคลาดเคลื่อน และกลุ่มที่ 2 ความต้องการจำเป็น คือ ประโยชน์ที่ได้รับ จากการสนองตอบต่อความขาดแคลนนั่น ๆ

กลุ่มที่ 1 ความต้องการจำเป็นคือความแตกต่าง/ความขาดแคลน

ในยุคนี้ให้ความสำคัญกับการศึกษาผลต่างของสภาพที่เกิดขึ้นจริงกับสภาพที่พึงประสงค์คืออยากให้เกิด Scriven และ Roth เป็นผู้นำในการกำหนดนิยามของความต้องการจำเป็นในยุคแรกนี้ แม้จะมีการนิยามความต้องการจำเป็นตามความแตกต่าง แต่นักวิชาการก็ยังมีมุมมองที่จำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 นิยามความต้องการจำเป็นตามมิติของความแตกต่างระหว่างสภาพที่เป็นอย่างอยู่และสภาพที่ควรจะเป็น กลุ่มที่ 2 นิยามความต้องการจำเป็นตามมิติของความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เป็นอย่างจริงกับสิ่งที่ควรจะเป็นเช่นกัน แต่เพิ่มมิติของสภาวะความเสียหายที่เกิดขึ้นตามมา

กลุ่มที่ 2 ความต้องการจำเป็น คือประโยชน์ที่ได้รับ

Scriven (1991) นิยามของความต้องการจำเป็นที่ยอมรับกันส่วนใหญ่คือนิยามความแตกต่าง ไม่ค่อยเหมาะสม ปัญหาของนิยามนี้อยู่ที่ระดับที่พึงประสงค์ซึ่งมักจะเป็นอุดมคติ ไม่สามารถปฏิบัติได้จริง และในความคิดเห็นของแต่ละคน การกำหนดระดับที่ควรจะเป็นก็แตกต่างกัน Scriven ยกตัวอย่างประกอบการอธิบายว่า หากจะถามว่า “หลักสูตรในอุดมคติ” มีลักษณะเช่นใดก็จะมีคำตอบมากมาย Scriven เห็นว่า ต้องกำหนดในรูปของความแตกต่างหลายสิ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีอยู่ในสภาพจริง โดยไม่ต้องกำหนดสภาพที่ควรจะเป็น เช่นอากาศ น้ำ อาหาร นิยามที่ Scriven เห็นว่าเหมาะสมกว่า คือ นิยามเชิงวิวินิจฉัย เป็นการกำหนดอะไรก็ตามที่

ทำให้เกิดความพอใจ และระดับความพอใจนี้ขึ้นอยู่กับบริบท ความต้องการจำเป็นของคนกลุ่มหนึ่งอาจไม่ใช่สิ่งจำเป็นของคนอีกกลุ่มหนึ่งก็ได้ แต่ต้องหาวิธีเลือกความต้องการจำเป็นที่สำคัญที่สุด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าความต้องการจำเป็นในบางครั้งอาจจะเป็นความต้องการของกลุ่มคนกลุ่มหนึ่ง ซึ่งความต้องการจำเป็นดังกล่าวอาจไม่ใช่ความต้องการจำเป็นของคนกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับบริบทของกลุ่มบุคคลด้วย

1.2 พัฒนาการของการประเมินความต้องการจำเป็น

ลูวิมล ว่องวานิช (2558) ได้แบ่งพัฒนาการของการประเมินออกเป็น 3 ยุค ได้แก่ (1) การประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อการกำหนดเป้าหมายที่พึงประสงค์ (Needs Assessment for Goal Setting) (2) การประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อการวางแผนงาน (Needs Assessment for Planning) และ (3) การประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อการวางแผนและการนำสู่การปฏิบัติ (Needs Assessment for Planning and Implementing) โดยแต่ละยุคมีรายละเอียดดังนี้

ยุคที่หนึ่ง การประเมินความต้องการจำเป็นกำหนดเป้าหมาย (Needs Assessment for Goal Setting)

การจัดการศึกษาแบบก้าวหน้านิยมจำเป็นต้องกำหนดความต้องการจำเป็นและความสนใจของผู้เรียนเพื่อจัดการศึกษาให้สนองต่อความต้องการจำเป็น ดังนั้นการประเมินในรูปแบบดังกล่าวในยุคนี้จึงเป็นการระบุความต้องการจำเป็นที่นำมาใช้กำหนดผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้น ในยุคนี้ยังไม่มีหลักฐานเกี่ยวกับวิธีการประเมินความต้องการจำเป็นที่ใช้ มีแต่การระบุว่าต้องมีการกำหนดความต้องการจำเป็นหรือสิ่งที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน ดังจะเห็นได้ชัดจากโครงการการศึกษา 8 ปี ที่ดำเนินการโดย Tyler ในช่วงทศวรรษที่ 1930-1940 การประเมินความต้องการจำเป็นในยุคนี้เป็นเพียงกิจกรรมที่ดำเนินการเพื่อใช้ในการกำหนดเป้าหมายของการดำเนินงาน แต่มิได้มีการอธิบายว่าได้มีการนำผลการประเมินความต้องการจำเป็นมาใช้ประโยชน์อย่างไรต่อการวางแผนเพื่อสนองความต้องการจำเป็นเหล่านั้น ทำให้ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าความต้องการจำเป็นที่กำหนดขึ้นได้มาจากวิธีการประเมินความต้องการจำเป็นที่เชื่อถือได้มากนักน้อยเพียงใด ดังที่ Bode “กล่าวว่า การประเมินความต้องการจำเป็นที่ได้รับอาจเป็นความต้องการจำเป็นตามความรู้สึก (felt needs)

การทำงานของนักวิชาการในช่วงนี้เน้นความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากผลการประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อการวางแผนพัฒนางานหรือของบประมาณสำหรับการดำเนินงานของงาน

วิชาการที่เกี่ยวกับแนวคิด หลักการ หรือเทคนิควิธีการประเมินความต้องการจำเป็นยังไม่ปรากฏชัดเจน

ยุคที่สอง การประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อการวางแผนงาน (Needs Assessment for Planning)

แนวคิดของการประเมินความต้องการจำเป็นปรากฏชัดเจนในโมเดลหรือรูปแบบการประเมินของนักประเมินหลายคน โดยเฉพาะในระหว่าง ค.ศ. 1960-1970 ที่มีการตื่นตัวกันมากเกี่ยวกับการประเมิน เช่น โมเดล CIPP ของ Stufflebeam โมเดล CSE ของ Alkin และคณะ แนวคิดทั้งสองค่อนข้างสอดคล้องกันในจุดเน้นเกี่ยวกับการประเมินความต้องการจำเป็น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ควรดำเนินการในขั้นตอนการวางแผน รายละเอียดของแต่ละแนวคิดมีดังต่อไปนี้

แนวคิด CIPP

Stufflebeam (1968 อ้างถึงใน Worthen & Sanders, 1973) ได้เสนอแนวคิดที่เรียกว่าโมเดลการประเมินแบบ CIPP (Context – Input – Process - Product evaluation) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในการประเมินโครงการ แนวคิดดังกล่าวมีที่มาจากทฤษฎีการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจของผู้บริหาร Stufflebeam ได้จำแนกประเภทของการตัดสินใจแบ่งออกเป็น 4 ชั้น แต่ละชั้นอาศัยข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจไม่เหมือนกัน (ภาพประกอบ 1)

Stufflebeam อธิบายหลักการของโมเดลการประเมินแบบ CIPP ว่า ในกระบวนการทำงานผู้บริหารต้องอาศัยการตัดสินใจซึ่งจำแนกได้เป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

(1) การตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผน (Planning Decisions) ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการทำงาน อันเป็นเป้าหมายที่ต้องการจะบรรลุผล ข้อมูลเพื่อรองรับการตัดสินใจในขั้นตอนนี้ได้จากการประเมินบริบท (Context Evaluation)

(2) การตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดโครงสร้างของการทำงาน (Structuring Decisions) ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลในการกำหนดแนวทางที่จะเลือกยุทธวิธีต่าง ๆ ในการดำเนิน และการกำหนดปัจจัยป้อนในการทำงาน การตัดสินใจประเภทนี้เป็นการกำหนดวิธีการที่มุ่งหวังจะให้เกิดผลตามเป้าหมายที่กำหนด ดังนั้น ข้อมูลเพื่อรองรับการตัดสินใจในขั้นตอนนี้ได้จากการประเมินปัจจัย (Input Evaluation)

(3) การตัดสินใจเกี่ยวกับการนำไปปฏิบัติจริง (Implementation Decisions) ซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการกำหนดแนวทางการปฏิบัติจริง การควบคุม เพื่อปรับแผนการทำงานให้สำเร็จตรงตามเป้าหมาย ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในขั้นตอนนี้ได้จากการประเมินกระบวนการ (Process Evaluation)

(4) การตัดสินใจเกี่ยวกับผลที่ได้รับเพื่อทบทวนกระบวนการทำใหม่ (Recycling Decisions) ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลในการตัดสินใจว่าจะยกเลิก ปรับขยายหรือสานต่อการทำงานโดยเปรียบเทียบผลที่ได้กับเป้าหมายที่กำหนด ข้อมูลเพื่อรองรับการตัดสินใจในขั้นตอนนี้ได้จากการประเมินผลผลิต (Product Evaluation)

ประเภทของการตัดสินใจและการประเมิน	
สิ่งที่มุ่งหวัง	สิ่งที่เกิดขึ้นจริง
ผล	การตัดสินใจขั้นการวางแผน (Planning Decisions) เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ ได้ข้อมูลจากการประเมินบริบท (Context Evaluation)
วิธีการ	การตัดสินใจขั้นการปฏิบัติ (Implementing Decisions) เพื่อนำแผนไปปฏิบัติและปรับแผน ได้ข้อมูลจากการประเมินกระบวนการ (Process Evaluation)

ภาพประกอบ 1 แนวคิดพื้นฐานของโมเดลการประเมินแบบ CIPP

ทั้งนี้ Stufflebeam เห็นว่าขั้นตอนที่ 1 และ 3 เป็นขั้นของการทำงาน หรือวิธีการดำเนินงาน ส่วนขั้นตอนที่ 2 และ 4 เป็นขั้นของผลการดำเนินงาน สำหรับกิจกรรมการประเมินความต้องการจำเป็นจะเกิดขึ้นในขั้นตอนแรก โดยการวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในองค์กร ระบุสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข ความต้องการจำเป็นที่ได้รับจะนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายของการทำงาน ในงานเขียนของ Stufflebeam จะปรากฏแนวคิดของการประเมินความต้องการจำเป็นในฐานะที่เป็นเทคนิคของการประเมินบริบท (context evaluation)

แนวคิด CSE

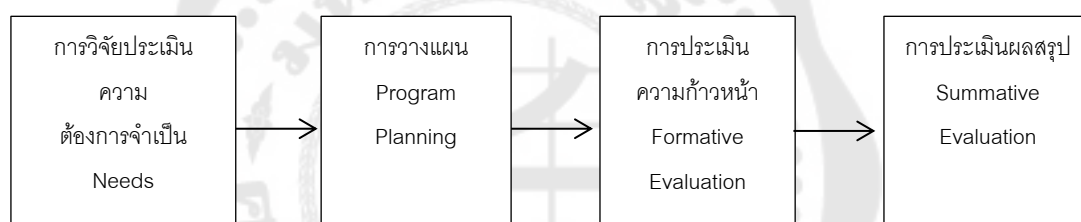
แนวคิดการประเมิน CSE (Center for the Study of Evaluation) ได้รับการพัฒนาโดย Alkin และคณะ (อ้างอิงใน Morris & Fitz-Gibbon, 1978) มีขั้นตอนการดำเนินงานดังรายละเอียดและแผนภาพ 2 ต่อไปนี้

(1) การประเมินความต้องการจำเป็นของสถานศึกษาเพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายของหน่วยงาน (ขั้นตอนการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น – Needs Assessment)

(2) การวางแผนและออกแบบกระบวนการดำเนินงานเพื่อตอบสนองความต้องการจำเป็นนั้น ๆ (ขั้นตอนการวางแผน-Program Planning)

(3) การนำแผนงานไปสู่การปฏิบัติจริง มีการติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงาน และปรับปรุงแก้ไขให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผนที่กำหนดแต่แรก ซึ่งเรียกว่าเป็นการประเมินผลความก้าวหน้า (ขั้นตอนการประเมินความก้าวหน้า-Formative Evaluation)

(4) การสรุปผลหลังจากสิ้นสุดการทำงาน เป็นการสรุปผลทั้งหมดที่ได้จากการประเมินว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ (ขั้นตอนการประเมินผลสรุป – Summative Evaluation)



ภาพประกอบ 2 โมเดล CSE

แนวคิด CIPP ของ Stufflebeam และแนวคิด CSE ของ Alkin มีความคล้ายคลึงกันมากและเป็นแนวคิดที่นำเสนอในช่วงเวลาเดียวกัน แต่ใช้คำศัพท์เทคนิคในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน กล่าวคือ ขั้นตอนของการประเมินสภาพแวดล้อมหรือการประเมินบริบท (Context Evaluation) จะสอดคล้องกับขั้นของการประเมินความต้องการจำเป็น (Needs Assessment) ทำให้ทราบบริบทของหน่วยงานและสามารถกำหนดเป้าหมายหรือทิศทางที่เหมาะสมกับสภาพความต้องการของตนเอง ในขณะที่ขั้นของการประเมินปัจจัย (Input Evaluation) สอดคล้องกับขั้นของการวางแผนออกแบบการทำงาน (Program Planning) ซึ่งเป็นการออกแบบวางแผนการดำเนินงานตามสภาพความพร้อมของปัจจัยนำเข้า ประเมินความพร้อมของปัจจัยต่าง ๆ มีการศึกษาหรือเตรียมความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่มีอยู่ ส่วนในขั้นของการประเมินกระบวนการ (Process Evaluation) สอดคล้องกับขั้นของการประเมินความก้าวหน้า (Formative Evaluation) เป็นการประเมินกระบวนการดำเนินงานในขณะที่การดำเนินงานนั้นยังไม่สิ้นสุด สามารถปรับเปลี่ยนวิธีหรือกิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมหรือ

แก้ไขปัญหาคอขวดในการดำเนินงานให้หมดไป และขั้นสุดท้ายของแนวคิด CLPP คือ ขั้นตอนของการประเมินผลผลิตที่ได้จากการดำเนินงาน (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดหรือไม่ และควรตัดสินใจอย่างไรต่อไป จะเห็นว่าผลการดำเนินงานทั้ง 4 ขั้นตอน ทำให้ได้สารสนเทศที่นำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับประสิทธิผลของการดำเนินงานของสถานศึกษา

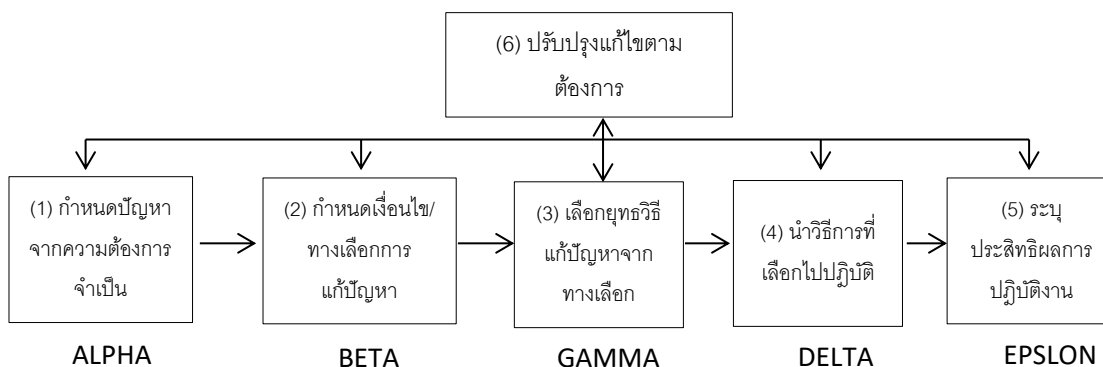
แนวคิดการประเมินความต้องการจำเป็นในยุคที่สองทั้งสองแนวคิดนี้ ทำให้สามารถระบุ“ความต้องการจำเป็น” ซึ่งนำไปใช้เป็นเป้าหมายของการทำงานได้ และยังมีการประเมินสภาวะแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่นำไปสู่การระบุโครงสร้าง แผน หรือวิธีการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด อย่างไรก็ตาม การประเมินความต้องการจำเป็นตามแนวคิดนี้เป็นกิจกรรมที่ดำเนินการเพียงครั้งเดียวในขั้นตอนการวางแผนงาน หลังการที่มีการนำแผนงานหรือโครงการสู่การปฏิบัติ ก็จะไม่มีการจัดการประเมินความต้องการจำเป็นอีกต่อไป

ยุคที่สาม การประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อการวางแผนและการนำสู่การปฏิบัติ (Needs Assessment for Planning and Implementing)

การประเมินแนวคิดเชิงระบบของ Kaufman (1972 อ้างถึงใน Kaufman และ English, 1981) ให้ความสำคัญกับการประเมินความต้องการจำเป็นในทุกขั้นตอน ไม่ได้จำกัดเฉพาะการใช้ประโยชน์จากการประเมินความต้องการจำเป็นในขั้นตอนของการวางแผนเพียงประการเดียว แต่ครอบคลุมทุกขั้นตอนของการพัฒนางานและ/หรือองค์กร

แนวคิดเชิงระบบ (System Approach)

Kaufman (1972 อ้างถึงใน Kaufman และ English, 1981) ได้เสนอแนวคิดเชิงระบบ (system approach) อันเป็นรูปแบบการดำเนินงานในลักษณะวงจร ขั้นตอนต่าง ๆ ของแนวคิดเชิงระบบคล้ายคลึงกับโมเดลการประเมินแบบ CIPP ของ Stufflebeam และโมเดล CSE ของ Alkin และคณะ นั่นคือ การพัฒนาโครงการจะต้องเริ่มต้นจากการประเมินสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อกำหนดทิศทางขององค์กรซึ่งต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้เกี่ยวข้อง การค้นพบภายหลังว่าจุดมุ่งหมายของโครงการนั้นจริง ๆ แล้วไม่ได้ตรงกับความต้องการของผู้เกี่ยวข้องจะเป็นความสูญเสียเปล่าทั้งเวลาและทรัพยากรที่เสียไป เพราะผลที่ได้ไม่สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงโครงการให้ดีขึ้นได้ แนวคิดเชิงระบบของ Kaufman ประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติงานที่สำคัญ 6 ขั้นตอน ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กิจกรรมในกระบวนการแก้ปัญหา

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นว่าเมื่อใดที่มีปัญหาให้แก้ไข ต้องเริ่มต้นโดยการกำหนดปัญหา (Alpha) เป็นขั้นตอนแรก โดยศึกษาสภาพความต้องการจำเป็นว่าผลที่พึงประสงค์คืออะไร และสภาพปัจจุบันเป็นเช่นใด อะไรเป็นความต้องการจำเป็นที่เร่งด่วนและสำคัญที่สุด ความต้องการจำเป็นนั้นก่อให้เกิดปัญหาตามมาอะไรบ้าง หลังจากกำหนดปัญหาขององค์กรได้แล้ว จึงเริ่มขั้นตอนที่ 2 คือ การศึกษาทางเลือกที่เป็นไปได้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา (Beta) โดยมีการศึกษาเงื่อนไขต่าง ๆ ภายใต้อะไรก็ตาม ขั้นตอนที่ 3 เป็นการตัดสินใจเลือกแล้วจึงเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด (Gamma) ขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำยุทธวิธีที่เลือกแล้วไปสู่การปฏิบัติ (Delta) ขั้นตอนที่ 5 เป็นการติดตามผลการปฏิบัติงานหลังจากยุทธวิธีที่กำหนดไปใช้ให้ทราบประสิทธิภาพในการปฏิบัติ (Epsilon) ขั้นตอนท้าย ขั้นตอนที่ 6 คือ การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมายสุดท้ายของารปฏิบัติงาน (Zeta)

จากที่กล่าวมาในส่วนของพัฒนาการของการประเมินความต้องการจำเป็น ผู้วิจัยได้นำพัฒนาการของการประเมินความต้องการจำเป็นในยุคที่สาม การประเมินความต้องการจำเป็นเพื่อการวางแผนและการนำสู่การปฏิบัติ โดยใช้แนวคิดเชิงระบบ เพราะเป็นการประเมินความต้องการจำเป็นที่เป็นระบบ เริ่มจากการศึกษาปัญหาขององค์กร ศึกษาทางเลือกที่จะใช้ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม นำแนวทางไปใช้ในการแก้ปัญหาและมีการติดตามผลการปฏิบัติซึ่งเป็นประโยชน์ต่อองค์กรเป็นอย่างมาก

1.4 ขั้นตอนการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น

สุวิมล ว่องวานิช (2558) หลักการของการประเมินอยู่บนพื้นฐานแนวคิดในการวิเคราะห์ความแตกต่าง (discrepancy) ระหว่างสิ่งที่เป็นอยู่จริงกับที่ควรจะเป็น เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากผลที่ได้จากการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นคือ การนำไปใช้ในการพัฒนาเมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นแล้วต้องนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลให้เกิด

ความต้องการจำเป็น จากนั้นจึงทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหา และผลกระทบที่ตามมา เพื่อจะได้กำหนดแผนงานของหน่วยงานต้องไปดำเนินการจัดทำให้สำเร็จเพื่อสนองความต้องการจำเป็นให้ครบถ้วน ดังนั้น กระบวนการประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์จึงประกอบด้วยองค์ประกอบขั้นตอน 3 ขั้นตอนดังนี้ (1) ขั้นตอนการระบุความต้องการจำเป็น (need identification) (2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (needs analysis) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ และ (3) ขั้นตอนการกำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาความต้องการจำเป็น (needs solution) ในทางปฏิบัติขอบเขตของการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นอาจดำเนินการเพียงบางส่วน ไม่ครบทั้ง 3 กิจกรรม ขั้นตอนการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นจึงขึ้นอยู่กับประเด็นคำถามและขอบเขตของการวิจัย

หลักการของการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น

การประเมินความต้องการจำเป็นจะอยู่บนพื้นฐานหลักการ 2 ประการคือ หลักความแตกต่าง (discrepancy) และหลักความสำคัญ (importance)

หลักการแรก คือ หลักความแตกต่าง (discrepancy) หมายความว่า ในกระบวนการประเมินความต้องการจำเป็น ผู้วิจัยอาจจะออกแบบการวิจัยให้มีการเปรียบเทียบรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่ เป็นจริงกับสิ่งที่ควรจะเป็น และออกแบบขั้นตอนการวิจัยโดยมีนัยของความแตกต่างแฝงอยู่ ด้วยการระบุภาวะที่ไม่พึงประสงค์ แต่ไม่ได้เก็บข้อมูลในเชิงเปรียบเทียบ เนื่องจากสภาพที่พึงประสงค์กำหนดได้โดยไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูล อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างไม่ใช่จะบ่งบอกความต้องการจำเป็นเสมอไป ขึ้นอยู่กับการกำหนดระดับความสำคัญของเป้าหมายที่พึงประสงค์ เพราะหากกำหนดไว้สูงมาก ความแตกต่างนั้นก็อาจไม่ใช่ความต้องการจำเป็น เพราะฉะนั้นในการประเมินความต้องการจำเป็นต้องมีการกำหนดเป้าหมายให้อยู่ในระดับต่ำสุดหากขาดจะส่งผลให้เกิดความเสียหาย ดังนั้น หลักการที่ 2 คือ หลักความสำคัญ (importance) ซึ่งหมายความว่าสิ่งที่ เป็นความต้องการจำเป็นต้องมีความสำคัญมาก ต้องได้รับการตอบสนองและความต้องการจำเป็นนั้น ต้องได้รับการจัดลำดับความสำคัญ (needs prioritization) โดยจัดเรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ในการระบุความต้องการจำเป็น (needs identification) หรือการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการจำเป็น (needs analysis) หรือการกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหา จึงมีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของผลการประเมินความต้องการจำเป็นในทุกขั้นตอน กล่าวคือ ผลการวิจัยจากการกำหนดความต้องการจำเป็นจะได้ความต้องการจำเป็นจำนวนมาก จึงต้องจัดลำดับความต้องการจำเป็นที่สำคัญที่สุด และผลจากการวิเคราะห์สาเหตุ จะได้สาเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการจำเป็นมากกว่าหนึ่งสาเหตุ ก็ต้องจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุว่าสาเหตุใดเป็นสาเหตุหลัก

เช่นเดียวกันในการกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาก็จะพบว่าวิธีการแก้ปัญหามหาหลายทางเลือก ผู้วิจัยต้องเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เมื่ออิงหลักการทั้งสองหลักการในการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น กระบวนการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็นโดยทั่วไปจึงควรประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินงานซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (1) การศึกษาสิ่งที่มุ่งหวัง (what should be) (2) การศึกษาสภาพที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน (what is) (3) การวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากข้อ (1) และข้อ (2) และจัดลำดับความสำคัญของผลที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดเป็นความต้องการจำเป็น (4) การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างในข้อ (3) และจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดความ ต้องการจำเป็น และ (5) การศึกษาและกำหนดแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดจากสาเหตุที่ทำให้เกิดความ ต้องการจำเป็นที่วิเคราะห์ได้จากข้อ (4)

สรุปว่า ขั้นตอนการประเมินความต้องการจำเป็นประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ จำนวน 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุความต้องการจำเป็น (2)การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของความต้องการจำเป็น และ (3) การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาคือความต้องการจำเป็น โดยอาศัยหลักการวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น 2 หลัก ได้แก่ (1)หลักความแตกต่าง และ (2) หลักความสำคัญ

1.5 การจัดลำดับความสำคัญ

การจัดลำดับความสำคัญ (priority setting) เป็นขั้นตอนขั้นสุดท้ายในการระบุความต้องการจำเป็น การวิเคราะห์สาเหตุ และการกำหนดแนวทางการแก้ไข ซึ่งจะทำให้การประเมินสมบูรณมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุและวิธีการแก้ไขต่อไป การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น เป็นการศึกษาระดับความต้องการจำเป็นแต่ละประเด็น จากนั้นนำความต้องการจำเป็นมาเรียงลำดับความสำคัญ ตั้งแต่ความสำคัญมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด

1.5.1 หลักการของการจัดลำดับความสำคัญ

การจัดลำดับความสำคัญควรคำนึงถึงทั้งทางด้านความเที่ยงและทางด้านความตรง และจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพขององค์ประกอบซึ่งมีอิทธิพลต่อการจัดลำดับที่ได้จากการประเมินความต้องการจำเป็นซึ่งประกอบด้วย (1) ความแตกต่างของสิ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและสิ่งที่พึงประสงค์ (2) สาเหตุที่ส่งผลต่อความต้องการจำเป็น (3) ระดับความยากง่ายในการจัดลำดับความต้องการจำเป็น (4) การประเมินความเสี่ยง (5) ผลกระทบที่อาจจะเกิดกับส่วนต่าง ๆ ของระบบ (6) ค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในการแก้ปัญหา และ (7) องค์ประกอบทางการเมือง หรือองค์ประกอบอื่นที่จะส่งผลต่อการแก้ปัญหาความต้องการจำเป็น คุณค่าของชุมชนท้องถิ่นและชาติรวมทั้งการคาดหวังของสาธารณะ (Witkin & Altschuld, 1995)

1.5.2 เทคนิคการจัดลำดับสำหรับข้อมูลแบบการตอบสนองเดียว

ข้อมูลแบบการตอบสนองเดียว ได้แก่ ข้อมูลที่ผู้ตอบเลือกตอบข้อความในแบบสอบถามเพียงส่วนเดียว โดยอาจถามว่า “ข้อความนี้มีความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับใด” หรือ “ท่านมีความต้องการจำเป็นในด้านนี้มากน้อยเพียงใด” ซึ่งเป็นการกำหนดความต้องการจำเป็นตามนิยามการแก้ปัญหา (solution definition)

1. วิธีการจัดเรียงลำดับตามค่ามัธยฐานสำหรับมาตรแบบกลุ่ม (Category Scales)

การวิจัยการระบุน้ำหนักความสำคัญของความต้องการจำเป็นตามการรับรู้เป็นรายประเด็นตามมาตรประมาณค่า ผู้ให้ข้อมูลจะให้น้ำหนักความสำคัญกับความต้องการจำเป็นประเด็นต่าง ๆ เท่ากันได้ หากเห็นว่าความต้องการจำเป็นเหล่านั้นมีระดับความสำคัญเท่ากัน จากนั้นทำการแจกแจงความถี่ที่กระจายตามมาตรประมาณค่าของแต่ละรายการ แล้วหาค่ามัธยฐาน หรือฐานนิยม หรือค่าเฉลี่ย แต่ค่ามัธยฐานจะเป็นค่าสถิติที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่อยู่ในมาตรจัดอันดับ ในการจัดลำดับความสำคัญของการประเมินสามารถเรียงค่าจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดหรือจากน้อยที่สุดไปหามากที่สุดตามค่าสถิติที่ได้ในแต่ละรายการ อย่างไรก็ตามข้อมูลจากการใช้วิธีนี้ในการจัดลำดับความสำคัญมีความเป็นไปได้สูงที่ความต้องการจำเป็นทุกประเด็นมีค่าเท่ากัน ซึ่งทำให้ต้องมีการอธิบายเสริมหรือหาข้อมูลอื่นเสริมว่าความต้องการจำเป็นประเด็นใดมีความสำคัญมากที่สุด นับเป็นจุดอ่อนของวิธีนี้

ตาราง 1 การจัดลำดับความสำคัญตามค่าเฉลี่ยของความต้องการเป็น

ข้อความ	ระดับความสำคัญของ					Mean	Median	ลำดับความสำคัญ
	ความต้องการจำเป็น							
	5	4	3	2	1			
1.วิชาภาษาอังกฤษ	3	4	8	3	2	3.15	3	1
2.วิชาคณิตศาสตร์	-	-	12	7	1	2.55	3	2
3.วิชาภาษาไทย	-	2	9	6	3	2.50	3	3

หมายเหตุ: จำนวนผู้ตอบ 20 คน

1.5.3 เทคนิคการจัดเรียงลำดับสำหรับข้อมูลแบบการตอบสนองคู่

รูปแบบของข้อมูลแบบสองคู่ (dual-response format) มักปรากฏในแบบสอบถามที่มีข้อความให้ตอบโดยให้ระบุรายละเอียดทั้งสองชุดคือ ระดับของสิ่งที่เป็นอยู่จริง

และสิ่งทีควรจะเป็น รูปแบบนี้สร้างขึ้นโดยมีพื้นฐานแนวคิดการนิยามความต้องการจำเป็นตามโมเดลความต่าง (discrepancy model) ขั้นตอนการจัดเรียงลำดับความสำคัญของการประเมินสามารถกระทำได้ดังต่อไปนี้

กลุ่มวิธีที่ใช้หลักประเมินความแตกต่าง

1. วิธี Mean Difference Method (MDF) กำหนดโดยหาผลต่างของค่าเฉลี่ยของ I และค่าเฉลี่ยของ D บางคนเรียกวิธีนี้ว่า rank order of difference scores

$$MDF = I - D$$

ตาราง 2 แสดงการรับรู้จำนวน 3 วิชาคือ วิชาภาษาอังกฤษ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาภาษาไทย ปรากฏในแบบสอบถามสำหรับการประเมินตนเอง ข้อมูลที่ปรากฏในช่องสี่เหลี่ยมที่จริงและสิ่งทีควรจะเป็น ความถี่ของผู้ตอบจำนวน 20 คน ผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับสิ่งทีเป็นจริงได้เท่ากับ 2.50, 2.55 และ 3.15 สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษ วิชาภาษาไทย ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของระดับสิ่งทีควรจะเป็นในวิชาคณิตศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษ วิชาภาษาไทย มีค่าเท่ากับ 4.75, 4.85 และ 4.90 ตามลำดับ ผลต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทีควรจะเป็นกับสิ่งทีเป็นจริง (needs) มีค่าเท่ากับ 2.25, 2.30 และ 1.75 ตามลำดับ ดังนั้น ความรู้ด้านวิชาภาษาอังกฤษจัดว่าเป็นความต้องการจำเป็นทีมีความสำคัญสูงทีสุด รองลงมาคือ ความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย

ตาราง 2 คะแนนเฉลี่ยและผลต่างของค่าเฉลี่ยของนักเรียนในวิชาต่าง ๆ

ข้อความ	สิ่งทีเป็นจริง					สิ่งทีควรจะเป็น					Mean	Mean	ผลต่าง	ลำดับ
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1				
1.ความรู้วิชาคณิตศาสตร์	-	2	9	6	3	15	5	-	-	-	2.50	4.75	2.25	2
2.ความรู้วิชาภาษาอังกฤษ	-	-	12	7	1	17	3	-	-	-	2.55	4.85	2.30	1
3.ความรู้วิชาภาษาไทย	3	4	8	3	2	18	2	-	-	-	3.15	4.90	1.75	3

ข้อดีของการใช้วิธีการจัดลำดับความสำคัญตามผลต่างของค่าเฉลี่ยคือ เป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์ได้ง่าย ไม่ต้องใช้สถิติวิเคราะห์ขั้นสูง สามารถวิเคราะห์ด้วยมือ และเป็นที่น่าสนใจ ข้อเสียของวิธีนี้คือ บางครั้งความต้องการจำเป็นหลายข้อมีคะแนนความแตกต่าง (difference score) เท่ากัน ทำให้มีการตีความว่าเป็นความต้องการจำเป็นที่สำคัญเท่ากัน โดยไม่ได้ให้ความสนใจกับระดับสภาพที่เป็นอยู่จริงกับสภาพที่ควรจะเป็นว่ามากหรือน้อย วิธีนี้จึงเป็นที่วิจารณ์กันว่า ข้อรายการหลายข้ออาจมีระดับความคาดหวัง (expected หรือ what should be) สูงมาก แต่ผลการวิเคราะห์อาจปรากฏว่าไม่ใช่ความต้องการจำเป็นในระดับต้น ๆ ถ้าหากว่าข้อรายการนั้นมีระดับบรรลุความสำเร็จหรือสภาพที่เป็นจริง (what is) สูงด้วย ในขณะที่บางข้อรายการซึ่งไม่ได้เป็นข้อที่มีระดับความคาดหวังสูง (สำคัญน้อยกว่า) แต่ระดับสัมฤทธิ์ผลหรือสภาพที่เป็นจริงต่ำอาจเป็นความต้องการจำเป็นที่มีความสำคัญสูงกว่า ด้วยข้อจำกัดของวิธีนี้จึงทำให้นักวิชาการคิดหาวิธีอื่นที่เหมาะสมกว่ามาใช้แทนโดยใช้น้ำหนักความสำคัญให้กับระดับที่คาดหวังเป็นตัวถ่วงคะแนน เรียกว่า วิธี Priority Needs Index (PNI)

2.วิธี Priority Needs Index (PNI) เป็นวิธีการเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดยใช้ค่าสถิติในรูปดัชนีที่สามารถบอกค่าต่ำสุดและสูงสุดได้ Lane, Crofton และ Hall (1983, อ้างถึงใน Witkin, 1984) ได้สร้างดัชนีนี้ชื่อว่า Priority Needs Index (PNI) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีการเรียงตำแหน่งความต้องการจำเป็นจากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสภาพที่คาดหวังกับที่เป็นอยู่จริง (mean difference) โดยการถ่วงน้ำหนักของผลต่างของผลต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง I และ D ด้วยน้ำหนักความสำคัญของ I

$$PNI = (I - D) \times I$$

ตาราง 3 แสดงความต้องการจำเป็นของครูที่ต้องได้รับการพัฒนา ซึ่งสมมุติว่าจากการสำรวจพบว่ามีความต้องการจำเป็นโดยเร่งด่วนที่ครูต้องได้รับการพัฒนา 3 ประการ คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แหล่งเรียนรู้ การประเมินผลตามสภาพจริง และการวิจัยในชั้นเรียน จากตัวอย่างนี้ ในกรณีใช้สูตร $MDF = I - D$ กำหนดขนาดความต้องการจำเป็นของข้อมูลที่ปรากฏในตาราง 3 จะพบว่าค่า MDF ของข้อ 1,2,3 เท่ากับ 1.00, 0.50, 0.40 ตามลำดับ แสดงว่า ข้อ 1 การวิจัยในชั้นเรียนเป็นความต้องการจำเป็นที่สำคัญที่สุด รองลงมาคือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และการประเมินผลตามสภาพจริง ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างนี้หากพิจารณาระดับความคาดหวังที่ควรจะเป็นจะพบว่าผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับความรู้อันการทำวิจัย

ในชั้นเรียน (4.50) รองลงมาคือ ด้านการประเมินตามสภาพจริง (4.00) และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แหล่งเรียนรู้ (2.50) ภายใต้ข้อมูลชุดเดียวกันนี้ หากนักวิจัยต้องการให้ความสำคัญกับระดับความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดเป็นตัวถ่วงน้ำหนักในการกำหนดความต้องการให้เกิดเป็นตัวถ่วงน้ำหนักในการกำหนดความต้องการจำเป็น โดยใช้สูตร PNI จะปรากฏผลการประเมินความต้องการจำเป็นดังตาราง 5

ตาราง 3 ความต้องการจำเป็นกำหนดโดยวิธี MDF

ข้อความ	ค่าเฉลี่ยของสภาพ ที่ควรจะเป็น (I)	ค่าเฉลี่ยของ สภาพที่เป็นจริง (D)	(I-D)	ลำดับ
1.การวิจัยในชั้นเรียน	4.50	3.50	1.00	1
2.การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แหล่งเรียนรู้	2.50	2.00	0.50	2
3.การประเมินผลตามสภาพจริง	4.00	3.60	0.40	3

ตัวอย่างที่ปรากฏในตาราง 4 จะพบว่า ค่า PNI ของข้อ 1,2,3 เท่ากับ 4.50, 1.25, 1.60 ตามลำดับ หลังจากถ่วงน้ำหนักความสำคัญของความต้องการจำเป็นด้วยค่าน้ำหนักของสภาพที่ควรจะเป็น (ค่า I) แล้วพบว่าในกรณีตัวอย่างนี้ วิธีที่ 2 (PNI) ให้ผลต่างจากวิธีที่ 1 (MDF) จะสังเกตเห็นว่า ในบางข้อ เช่น ข้อ 2 มีความแตกต่างของสภาพที่มุ่งหวังกับสภาพที่เป็นจริง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.25 ในขณะที่ข้อ 3 ความแตกต่างดังกล่าวเท่ากับ 1.60 ถ้าใช้สูตรตามวิธีที่ 1 (MDF) ข้อ 2 จะเป็นความต้องการจำเป็นที่สำคัญมากกว่าข้อ 3 โดยเฉลี่ยมีระดับความสำคัญของสภาพที่ควรจะเป็น (4.00) ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้อ 2 (2.50) เมื่อนำค่าดังกล่าวมาคูณกับค่าความแตกต่างทำให้ข้อ 3 พบว่าเป็นความต้องการจำเป็นที่สำคัญกว่าข้อ 2 โดยสรุปผลการประเมินความต้องการจำเป็นเมื่อถ่วงน้ำหนักด้วยค่าที่คาดหวัง (ค่า I) จะพบว่าความต้องการจำเป็นของครูมีค่าเปลี่ยนไป ความต้องการจำเป็นด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แหล่งเรียนรู้จะมีลำดับความสำคัญมากกว่าด้านการประเมินตามสภาพจริง อย่างไรก็ตาม การใช้สูตร PNI มิได้หมายความว่า จะให้ผลการประเมินความต้องการจำเป็นต่างกับสูตร MDF ทุกครั้ง ในบางครั้งไม่ว่าจะใช้วิธีการใด การวิเคราะห์ข้อมูลก็สามารถให้ผลสอดคล้องกันได้ในเชิงลำดับที่ของความต้องการจำเป็น

ตาราง 4 ความต้องการจำเป็นกำหนดโดยวิธี PNI

ข้อความ	ค่าเฉลี่ยของ สภาพที่ควร จะเป็น (I)	ค่าเฉลี่ยของ สภาพที่เป็น จริง (D)	(I - D)	(I - D) x I	ลำดับ
1.การวิจัยในชั้นเรียน	4.50	3.50	1.00	4.50	1
2.การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แหล่ง เรียนรู้	2.50	2.00	0.50	1.25	3
3.การประเมินผลตามสภาพจริง	4.00	3.60	0.40	1.60	2

3.วิธี Priority Needs Index (PNI) แบบปรับปรุง เป็นสูตรที่ปรับปรุงจากสูตร PNI ดั้งเดิม โดยนงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช เป็นวิธีการที่หาค่าผลต่างของ (I-D) แล้วหารด้วยค่า D เพื่อควบคุมขนาดของความต้อการจำเป็นให้อยู่ในพิสัยที่ไม่มีช่วงกว้างมากเกินไป และให้ความหมายเชิงเปรียบเทียบ เมื่อใช้ระดับของสภาพที่เป็นอยู่เป็นฐานในการคำนวณค่า อัตราการพัฒนาเข้าสู่สภาพที่คาดหวังของกลุ่ม

$$PNI_{\text{modified}} = (I - D) / D$$

ตาราง 5 ความต้องการจำเป็นกำหนดโดยวิธี PNI_{modified}

ข้อความ	ค่าเฉลี่ยของสภาพที่ ควรจะเป็น (I)	ค่าเฉลี่ยของสภาพ ที่เป็นจริง (D)	(I-D)	(I-D)/D	ลำดับ
1.การวิจัยในชั้นเรียน	4.50	3.50	1.00	0.29	1
2.การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ แหล่งเรียนรู้	2.50	2.00	0.50	0.25	2
3.การประเมินผลตามสภาพจริง	4.00	3.60	0.40	0.11	3

จากตัวอย่างตาราง 5 จะพบว่า ค่า PNI_{modified} ของข้อ 1, 2, 3 เท่ากับ 0.29, 0.25, 0.11 ตามลำดับ โดยการใช้วิธีการนี้ในตัวอย่างให้ผลการจัดลำดับที่สอดคล้องกับการใช้วิธีที่ 1 (MDF = I-D) แต่จะให้ผลต่างจากสูตรของวิธีที่ 2 (PNI = (I-D) x I) เมื่อแปลความหมายของค่า PNI_{modified} ของความต้อการจำเป็นด้านการวิจัยในชั้นเรียน จะพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในเชิง พัฒนาการจากสภาพที่เป็นอยู่ไปยังสภาพที่ควรจะเป็นมีค่าคิดเป็นร้อยละ 29 ในขณะที่อัตราการ

เปลี่ยนแปลงด้านการประเมินผลตามสภาพจริงคิดเป็นร้อยละ 11 แสดงให้เห็นว่าครูมีความต้องการจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาด้านการวิจัยในชั้นเรียนมากกว่าด้านการประเมินตามสภาพจริง

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการจำเป็น

สาธิตา สิทธิกุล, ไพโรจน์ สติรยากร และชัยวิจิต เตียรชนะ (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินความต้องการจำเป็นในการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน โดย มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อประเมินความต้องการจำเป็นในการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ประชากรในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารและคุณครูผู้สอน จำนวน 5,872 คน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้บริหารสถานศึกษา ประเภทอาชีวศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ในเขต กรุงเทพมหานคร จำนวน 41 คน ซึ่งทำการเลือกสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร แบบโควตาโดยใช้เขตเป็นโควตาแบ่งเป็นเขตละ 3 โรงเรียน โรงเรียนละประมาณ 3-5 คน และกลุ่มที่ 2 ครูผู้สอนของสถานศึกษาประเภทอาชีวศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 231 คนซึ่งมีขั้นตอนวิธีการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้ การกำหนดขนาดตัวอย่าง โดยการพิจารณาจากตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่มีลักษณะข้อมูลเชิงปริมาณ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ขนาดความคลาดเคลื่อน .03 มาจากจำนวนประชากร 5,872 คน ควรมีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 209 คน ขั้นตอนวิธีการสุ่มตัวอย่าง ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ที่มีเขตเป็นชั้นในการสุ่ม และสถานศึกษาเป็นหน่วยในการสุ่ม ทำการสุ่มประมาณ ครูผู้สอนในแต่ละเขต เขตละ 3 โรงเรียน โดยสุ่มจากโรงเรียนที่เป็นตัวอย่าง 1 โรงเรียน ($209/3=69.6$) ประมาณ 70 คน จึงมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 231 คน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ (1) แบบตรวจสอบรายการสำหรับผู้บริหารเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นในการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ในเขต กรุงเทพมหานคร และ (2) แบบสอบถามสำหรับผู้สอนเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นในการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษา โดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของ

สถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยจัดส่งเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นด้วยวิธี Priority Needs ฉบับปรับปรุง (PNI_{Modified})

ผลการวิจัย ผู้บริหารสถานศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 58.54 ด้านอายุ มีอายุ 50 ปีขึ้นไป คิดเป็น ร้อยละ 41.46 ด้านวุฒิการศึกษา ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 56.10 ด้านประสบการณ์ด้านการบริหารสถานศึกษา ส่วนใหญ่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป โดยคิดเป็นร้อยละ 46.34 ด้านครูผู้สอน ครูผู้สอนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 66.23 ด้านอายุ ส่วนใหญ่จะมีอายุต่ำกว่า 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 39.39 ด้านวุฒิการศึกษา ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 79.22 ด้านประสบการณ์ในการสอน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีประสบการณ์ 1-5 ปี โดยคิดเป็นร้อยละ 39.39 ด้านประเภทวิชาที่ทำการสอนพบว่าส่วนใหญ่ทำการสอนในประเภทวิชาพลศึกษา/บริหารธุรกิจ คิดเป็น ร้อยละ 74.89 ด้านข้อมูลการฝึกอบรมเกี่ยวกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถามเคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาแล้ว คิดเป็นร้อยละ 56.71 และด้านข้อมูลการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง คิดเป็นร้อยละ 50.65

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.สถานศึกษา ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนควรนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่ตรงกับความต้องการของครูผู้สอน

2.สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ควรนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบายในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรศึกษาการติดตามและประเมินผลการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาโดยบูรณาการเศรษฐกิจพอเพียงหลังจากฝึกอบรมแล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้พัฒนาปรับปรุงรูปแบบหลักสูตรการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษาสาเหตุของความจำเป็นที่พบในเชิงลึก เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงที่ก่อให้เกิดความต้องการและนำไปสู่การหาแนวทางป้องกันแก้ไขที่ถูกต้องต่อไป

3. ควรศึกษาประเมินความต้องการจำเป็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาในเรื่องอื่น ๆ เพื่อให้ทราบถึงความต้องการจำเป็นและนำไปสู่การดำเนินการเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างเหมาะสมต่อไป

4. ควรมีการศึกษาปัจจัยและตัวแปรที่ส่งผลต่อการจัดการศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนต่อไป

5. ควรมีการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและความต้องการจำเป็นในการจัดการศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนต่อไป

เอกพล จันทร์สถิตย์พร (2551) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานคร มีจุดมุ่งหมายในการวิจัยเพื่อประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ 3 วิธี แล้วจึงจัดลำดับความสำคัญด้วยวิธี Priority Needs Index แบบปรับปรุง ($PNI_{modified}$) โดยเปรียบเทียบความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุระหว่างเพศ ระดับการศึกษา และฐานะทางเศรษฐกิจ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 938 คน มาจากการเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่ายแบบมีชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุ โดยมีลักษณะเป็นแบบตอบสนองคู่ (Dual-Response Format) ชนิด 5 มาตรา มีความเชื่อมั่นเท่ากับ .981 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าสูงสุด – ต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตารางไขว้ 2 มิติ (Cross-tabulation) ทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติทดสอบที แบบกลุ่มอิสระ และสถิติทดสอบครัสคาล-วอลลิส การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม ส่วนการหมุนแกนแลดมุมฉาก ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ และการหมุนแกนแบบมุมแหลม ด้วยวิธีออบลิมินตรง และใช้ดัชนี $PNI_{modified}$ สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญ

ผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุพบว่า ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ โดยเรียงลำดับความสำคัญด้วยดัชนี $PNI_{modified}$ ได้ว่า (1)

ด้านการพัฒนาตน (2) ด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ (3) ด้านการนับถือตนเองและการปรับตัว และ (4) ด้านสุขภาพจิตและคุณธรรม

ผลการเปรียบเทียบความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุ ตามตัวแปรเพศและฐานะทางเศรษฐกิจ พบว่า ผู้สูงอายุมีความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งโดยภาพรวมและแยกเป็นรายด้าน ในขณะที่ตัวแปรระดับการศึกษา พบว่า ผู้สูงอายุที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกัน มีความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตด้านการนับถือตนเองและการปรับตัว ด้านสุขภาพจิตและคุณธรรม ด้านการพัฒนาตน รวมทั้งด้านภาพรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านสุขภาพและความเป็นอยู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แพรวนภา ชูเชิด (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนิสิตสาขาจิตวิทยาการแนะแนว ระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะและความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะ และแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนิสิตระดับปริญญาตรีสาขาจิตวิทยาการแนะแนวคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้คือ นิสิตครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ของหลักสูตรจิตวิทยาการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2558 จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ สมรรถนะในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยค่า IOC (Item Objective Congruence Index) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 โดยแบบสอบถามมีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในด้วยสูตร ครอนบาคแอลฟา เท่ากับ 0.93 และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยดัชนีการจัดลำดับความสำคัญ $PNI_{modified}$ และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า

1. สมรรถนะในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาจิตวิทยาการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยภาพรวมของสภาพเป็นจริงมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.85 อยู่ในระดับมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 ส่วนสภาพที่ควรจะเป็น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32

2. ผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะการฝึกวิชาชีพของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาจิตวิทยาการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีค่าพิสัยของดัชนีความต้องการจำเป็น โดยด้านความรู้มีค่าดัชนี $PNI_{modified} = 0.22$

รองลงมาคือ ด้านทักษะมีค่าดัชนี $PNI_{\text{modified}} = 0.16$ และด้านคุณลักษณะ มีค่าดัชนี $PNI_{\text{modified}} = 0.18$ ตามลำดับ

3.แนวทางในการพัฒนาสมรรถนะการฝึกประสบการณ์วิชาชีพอครุ ควรได้รับการพัฒนาสมรรถนะ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ โดยการจัดฝึกอบรม หรือกิจกรรม เพื่อพัฒนาสมรรถนะการฝึกวิชาชีพของนิสิต ระดับปริญญาตรี สาขาจิตวิทยาการแนะแนวให้เพิ่มมากขึ้น

สิรินาฏ มูลเมือง (2560) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 ตามหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย (1) เพื่อระบุความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 ตามหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 (2) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 ตามหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 และ (3) เพื่อกำหนดแนวทางแก้ไขในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 ตามหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 ตัวอย่างในครั้งนี คือ นิสิตหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 จำนวน 200 คน อาจารย์ประจำหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ จำนวน 36 คน และผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และประเด็นการสนทนากลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และใช้เทคนิค Modified Priority Needs Index (PNI_{Modified}) ในการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า (1) นิสิตหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด คือ ทักษะด้านนวัตกรรม รองลงมา คือ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการใช้ชีวิตในสังคมต่างวัฒนธรรม ตามลำดับ (2) อาจารย์ประจำหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด คือ ความคิดสร้างสรรค์ รองลงมา คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และความรับผิดชอบ ตามลำดับ (3) สาเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะด้านนวัตกรรมที่สูงที่สุด คือ นำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านทักษะการสื่อสารที่สูงที่สุด คือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ และนำมาปรับใช้กับการทำงาน การติดต่อประสานงานกับผู้อื่น ด้านทักษะการใช้ชีวิตในสังคมต่างวัฒนธรรมที่สูง

ที่สุด คือ เพื่อนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านความคิดสร้างสรรค์ที่สูงที่สุด คือ ต้องการความแตกต่างและนำมาพัฒนา ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สูงที่สุดคือ คิดอย่างมีเหตุมีผลและด้านความรับผิดชอบที่สูงที่สุด คือ มีวินัยและรับผิดชอบที่สูงที่สุด คือ วินัยและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (4) แนวทางการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตในศตวรรษที่ 21 ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านทักษะด้านวัฒนธรรม คือ การการฝึกความคิดที่แปลกใหม่ ด้านทักษะการสื่อสาร คือ ปรับและพัฒนารูปแบบการสอน ด้านทักษะการใช้ชีวิตสังคมต่างวัฒนธรรม คือ การศึกษานอกสถานที่ ด้านความคิดสร้างสรรค์ คือ การอบรมและฝึกการสร้างสรรค์ผลงาน ด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คือ ฝึกการวิเคราะห์ และด้านความรับผิดชอบ คือ การมอบหมายงาน

ปริญญา ขาวผ่อง (2551) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการบริการของห้องสมุดครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ (1) ศึกษาความคิดเห็นของนิสิตต่อการจัดบริการของห้องสมุดคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน คือ ด้านผู้ให้บริการ ด้านความน่าเชื่อถือของบริการ ด้านการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านสิ่งอำนวยความสะดวก (2) เปรียบเทียบความคิดเห็นของนิสิตต่อการจัดบริการของห้องสมุด โดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน จำแนกตามตัวแปรเพศ ระดับการศึกษา ภาควิชาที่ศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) เปรียบเทียบความคิดเห็นของนิสิตต่อการจัดบริการของห้องสมุดโดยรวมเป็นและรายด้าน 5 ด้านกับเกณฑ์ที่กำหนด และ (4) จัดลำดับความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพบริการของห้องสมุด กลุ่มตัวอย่างในวิจัยนี้ประกอบด้วย นิสิตคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกระดับการศึกษา จำนวน 410 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม จำนวน 70 ข้อ แบบสอบถามทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของเซฟเฟ

ผลการวิจัย สรุปได้ดังนี้ (1) นิสิตคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีความเห็นต่อการจัดบริการของห้องสมุดโดยรวม และเป็นรายด้านทุกด้านว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (2) การเปรียบเทียบความคิดเห็นของนิสิตต่อการจัดบริการของห้องสมุดคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยรวมและเป็นรายด้าน 5 ด้าน คือ ด้านผู้ให้บริการ ด้านความน่าเชื่อถือของการบริการ ด้านการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านสิ่งอำนวยความสะดวก จำแนกตามตัวแปรเพศ ระดับการศึกษา ภาควิชาที่ศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า (2.1) นิสิตชายและนิสิตหญิงคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มี

ความเห็นต่อการบริการของห้องสมุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นิสิตชาย และนิสิตหญิงมีความคิดเห็นต่อการจัดบริการของห้องสมุดในด้านการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศ และด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่าง (2.2) นิสิตคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับการศึกษาต่างกันมีความเห็นต่อการจัดบริการของห้องสมุดโดยรวม และเป็นรายด้านทุกด้านไม่แตกต่างกัน (2.3) นิสิตคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ศึกษาในภาควิชาต่างกันมีความคิดเห็นต่อการจัดบริการของห้องสมุด โดยรวมไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นิสิตในภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยี มีความเห็นต่อการจัดบริการของห้องสมุดด้านการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศ และด้านลักษณะทางกายภาพ แตกต่างจากนิสิตในภาควิชาศิลปะ ดนตรีและนาฏศิลป์ศึกษา นิสิตภาควิชานโยบาย การจัดการและความเป็นผู้นำทางการศึกษาและนิสิตภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่าง (3) นิสิตคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความเห็นต่อการจัดบริการของห้องสมุดโดยรวม และเป็นรายด้านทุกด้านว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ และ (4) การจัดลำดับความสำคัญความต้องการในการพัฒนาคุณภาพของการจัดบริการของห้องสมุด พิจารณาค่าเฉลี่ยที่มีคะแนนต่ำที่สุด พบว่า มีประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ 3.50 ที่ควรนำไปปรับปรุงแก้ไข 4 รายการ คือ (1) จำนวนร้านถ่ายเอกสาร (2) จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการสืบค้นข้อมูล (3) การจัดวางถังดับเพลิงในพื้นที่ที่มองเห็นได้ง่าย และ (4) การแสดงออกทางสีหน้าของผู้ให้บริการ

ก่องเกียรติ รัชชธรรม, เพ็ญศรี เศรษฐวงค์ และ รศ.สมบุญ สุธิววงศ์ (2554) ศึกษาเรื่อง การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองของอาจารย์ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ (1) เพื่อศึกษาสภาพความคาดหวังและสภาพความเป็นจริงในการพัฒนาตนเองของอาจารย์มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต (2) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองของอาจารย์มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต และ (3) เพื่อเปรียบเทียบความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองของอาจารย์มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต จำแนกตามสภาพส่วนบุคคล ตัวอย่างในการวิจัย คือ อาจารย์ซึ่งปฏิบัติหน้าที่การสอนอยู่ในมหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2554 ทั้งหมด 5 คณะโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ จำนวน 200 คน การดำเนินการวิจัย ขั้นตอนการเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการวิจัย คือ อาจารย์ผู้สอนที่ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต ปีการศึกษา 2554 จำนวน 5 คณะ ได้แก่ คณะบริหารธุรกิจ คณะบัญชี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์ และคณะอื่นๆ จำนวนทั้งสิ้น 369 คน ผู้วิจัยคำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น ไว้ที่ 95% ($\alpha = 0.05$) ใน

กลุ่มตัวอย่าง 192 คน แต่ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 200 คน และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ ผลการวิจัยพบว่า อาจารย์มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิตมีสภาพความคาดหวังในการพัฒนาตนเองในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ส่วนสภาพความเป็นจริงโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง อาจารย์มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิตมีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองในทุกด้านโดยเฉพาะด้านการศึกษาต่อ ด้านการสอน ด้านวิชาการและการเข้าสู่ตำแหน่งวิชาการ ด้านการฝึกอบรมและสัมมนาที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และอาจารย์มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิตที่มี เพศ วุฒิ การศึกษาสูงสุด คณะที่สังกัด ต่างกันมีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเอง ทุกด้านไม่แตกต่างกันที่ระดับ .05

สิริชัย เวศสุวรรณ, ปัทมา รูปสุวรรณกุล, รั้งสรรค์ มณีเล็ก (2556) ศึกษาเรื่อง การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสภาพการที่เป็นจริง และสภาพการที่ควรจะเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา (2) เพื่อประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ผู้อำนวยการและรองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา 183 เขต จำนวน 2,124 คน ผู้อำนวยการกลุ่มในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จำนวน 1,281 คน รวมกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 619 คน ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) โดยใช้การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตารางของ เครจซี และ มอร์แกน (Krejcie; & Morgan, 1970, pp. 607-610) ด้านตัวแปรที่ศึกษา (1) สภาพที่เป็นจริงและสภาพที่ควรจะเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา (2) ความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา (3) ด้านเวลาที่ศึกษา ปีการศึกษา 2555-2556 การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น (Needs Assessment Research) วิธีดำเนินการแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน (1) กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย (2) ศึกษาสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่ควรจะเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา (3) ประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้แบบสอบถาม ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพที่แท้จริงและสภาพที่ควรจะเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กร กรม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) สถิติพื้นฐาน

ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จัดอันดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น ด้วยวิธี Priority Needs Index แบบปรับปรุง โดยใช้สูตร $PNI = (I-D)/D$

ผลการวิจัยพบว่า

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพที่เป็นจริง และสภาพที่ควรจะเป็น ในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพบว่า (1) สภาพที่เป็นจริงของการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาทุกด้าน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า รายด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรกคือด้านการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก รองลงมา คือด้านการนำองค์กร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ด้านผลลัพธ์การดำเนินการ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และลำดับสุดท้าย คือด้านการมุ่งเน้นทรัพยากรบุคคล มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ (2) สภาพที่ควรจะเป็นของการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาทุกด้าน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ด้านการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือด้านการนำองค์กร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านผลลัพธ์การดำเนินการ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และลำดับสุดท้าย คือด้านการจัดกระบวนการ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

ตอนที่ 2 ผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา (1) ผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา โดยรวมทุกด้าน กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการจำเป็นทุกรายการ โดนมี่ค่า $PNI_{Modified}$ อยู่ระหว่าง 0.16 ถึง 0.12 โดยภาพรวมเฉลี่ย 0.12 โดยภาพรวมเฉลี่ย 0.12 รายการที่มีความต้องการจำเป็นที่พบว่ามีค่า $PNI_{Modified}$ สูงสุดมีความสำคัญเป็นอันดับที่ 1 คือ การจัดการกระบวนการ (0.16) ลำดับที่ 2 คือ การมุ่งเน้นทรัพยากรบุคคล (0.16) ลำดับที่ 3 คือ การให้ความสำคัญกับผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (0.14) ลำดับสุดท้าย คือการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ (0.12) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้บริหารระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ควรมีการนำการบริหารคุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ที่มุ่งเน้นการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ การนำองค์กร และมุ่งเน้นผลลัพธ์การดำเนินการ ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาพัฒนารูปแบบการบริหารคุณภาพองค์กร และมุ่งเน้นผลลัพธ์ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา

ตอนที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การนำเสนอตอนนี้ประกอบด้วย 11 หัวข้อ ได้แก่ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (2.1) ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) (2.2) วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา (2.3) การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา (2.4) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (2.5) มาตรฐานสะเต็มศึกษา (2.6) ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา (2.7) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (2.8) ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (2.9) ปัจจัยความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2.10) แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ (2.11) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความสามารถผนวกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการแก้ไข ปรับปรุงกระบวนการหรือผลผลิตใหม่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

STEM Education เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และผนวกความรู้จากศาสตร์ทั้ง 4 คือ (1) วิทยาศาสตร์ (2) เทคโนโลยี (3) วิศวกรรมศาสตร์ และ (4) คณิตศาสตร์ (มาจากตัวย่อคือ S – Science หมายถึง วิทยาศาสตร์ T-Technology หมายถึง เทคโนโลยี E-Engineering หมายถึง วิศวกรรมศาสตร์ M-Mathematics หมายถึง คณิตศาสตร์) เพื่อพัฒนาให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้วยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากการบูรณาการความรู้กับวิชาอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร การเป็นผู้นำ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเข้าใจสังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมในบริบทของตนเองและของโลก โดยนำทักษะความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต เพื่อพัฒนาตนเอง และพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ สังคม สาธารณสุข และความมั่นคงของประเทศ รวมทั้งพัฒนาความเป็นสากลมนุษย

สรุปว่า STEM Education เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการความรู้จาก 4 กลุ่มวิชาได้แก่ (1) วิทยาศาสตร์ (2) เทคโนโลยี (3) วิศวกรรมศาสตร์ และ(4) คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนามนุษย์ให้มีทักษะในการแก้ปัญหา ความคิดอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสาร เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2 วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดอย่างสร้างสรรค์
2. เพื่อให้ผู้เรียนรักและเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ช่วยเกิดเป็นแรงบันดาลใจในการเรียนรู้และสามารถนำความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวันได้

มนตรี จุฬาวัดมนทล (2556) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เพื่อให้ให้นักเรียนสายวิทยาศาสตร์มีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน
2. เพื่อให้ผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์สนุก และมองเห็นอาชีพการงานที่สนใจทำหลังจากสำเร็จการศึกษา
3. เพื่อให้ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น
4. เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่ห่างไกลโดยครูมีความเชื่อมั่นในสาระวิชาและกระบวนการสอนมากขึ้น แม้ว่าสอนไม่ตรงสาขาที่เรียนมา
5. เพื่อเชื่อมโยงสาระวิชาในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการทำงานอาชีพและเทคโนโลยี
6. เพื่อเพิ่มกำลังคนทางด้านสะเต็มและช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงขึ้น

กวิน เชื่อมกลาง (2556) กล่าวถึงวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายหลักในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาทั้งในการดำเนินชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพของนักเรียนในอนาคต
2. เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนในชั้นเรียนกับนวัตกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

3. เพื่อเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีอีกด้วย

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะ และพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในการการสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการสร้างให้ผู้เรียนเกิดความรักและเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น

2.3 การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

การสอนแบบ STEM Education เป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำอย่างกระตือรือร้น และได้ผลงานออกมา โดยการใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น การคิดต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดในระดับต่าง ๆ และลงมือทำกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ช่วยสนับสนุนนักเรียนโดยใช้ STEM Education รูปแบบการจัดการเรียนการสอน STEM Education มีหลากหลายรูปแบบและหลายกระบวนการ ครูมีหน้าที่เลือกวิธีการในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เข้าเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์ในการเรียนรู้และผลที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ โดยการนำมาตรฐานการศึกษามาใช้ประกอบในการจัดการเรียนการสอนตามหัวข้อที่สอน ครูอาจสอนตามหัวข้อโดยแยกตามแต่ละกระบวนการ หรือนำมาสอนร่วมกันที่ละส่วนขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความสามารถของครู บางโรงเรียนอาจกำหนดให้ครูใช้รูปแบบที่โรงเรียนกำหนด หรือบางโรงเรียนอาจให้อาสาครูพัฒนาการสอนโดยเลือกแนวทางตามความสนใจ ความสามารถ ความเข้าใจ และความเหมาะสม รูปแบบการจัดการเรียนการสอน STEM ได้แก่ Problem-Based Learning, Inquiry-based Learning, Project-based Learning, และ 5Es, Constructivist และ Constructivism และ STEAM

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนแบบ STEM มี 5 ประเภท ได้แก่ (1) โรงเรียนที่สอน STEM Education อย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบ (2) โรงเรียนที่สอน STEM ไม่เต็มรูปแบบ ซึ่งโรงเรียนจะจัดการเรียนการสอน STEM เพียงวันและเพียงบางชั้นเรียน (3) โรงเรียนที่สอน STEM เป็นวิชาเสริมหลักสูตร (4) โรงเรียนที่จัดการศึกษา STEM เป็นกิจกรรมเสริมหลังเลิกเรียน และ (5) โรงเรียนที่จัดการเรียนการสอน STEM ช่วงปิดเทอม หรือ Summer Camp (วศินีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559)

โรงเรียนสมโภชกรุงอนุสรณ์ (200ปี) มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน STEM โดยนำSTEM มาจัดการเรียนการสอนเพียงวันและบางชั้นเรียน เป็นวิชาเสริมในหลักสูตร โดยใช้ชื่อว่า

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม STEM ซึ่งระดับชั้นที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน STEM ได้แก่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

2.4 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) ใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว การแก้ปัญหาในบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะระบุอาจจะประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาดังนั้นจึงต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการดังนี้ (1) การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง (2) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาคควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ไขปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านี้แล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือการนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามustต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามustต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและน่าสนใจ

2.5 มาตรฐานสะเต็มศึกษา

มาตรฐานสะเต็มศึกษา : บูรณาการความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

ตาราง 6 มาตรฐานสะเต็มศึกษา

ตัวชี้วัด	ระดับประถมศึกษา
ตัวชี้วัดที่ 1 : ระบุปัญหาที่พบ	<ul style="list-style-type: none"> ระบุปัญหาที่พบได้ <p>ผลงาน หลักฐาน หรือการแสดงผล</p> <p>-การตอบข้อซักถาม การเสนอความคิดเห็น การอธิบาย การอภิปรายกลุ่ม ที่แสดงถึงการระบุปัญหา อาจพิจารณาจากการบันทึกการสังเกตหรือแบบบันทึกการสัมภาษณ์</p> <p>-ข้อมูลจากใบงาน แบบบันทึกกิจกรรม รายงาน ผังความคิด</p>
ตัวชี้วัดที่ 2 : รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ <p>ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล</p> <p>-การตอบข้อซักถาม การเสนอความคิดเห็น การอธิบาย การอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับข้อมูล แนวคิด และแหล่งที่มาของข้อมูล อาจพิจารณาจากแบบบันทึกการสัมภาษณ์</p> <p>-ข้อมูลจากใบงาน แบบบันทึกกิจกรรม แบบบันทึกผลการเก็บรวบรวมข้อมูล รายงาน ผังความคิดที่แสดงข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล</p> <ul style="list-style-type: none"> เลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาได้ <p>ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล</p>

ตาราง 6 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ระดับประถมศึกษา
	<ul style="list-style-type: none"> เลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาได้ ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล -การตอบข้อซักถาม การอธิบาย การอภิปรายร่วมกับครูผู้สอนเกี่ยวกับเหตุผลที่ใช้ในการเลือกข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา -ข้อมูลจากใบงาน แบบบันทึกกิจกรรม รายงาน ผังความคิดที่แสดงแนวคิดในการเลือกข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาอาจมีการแสดงการจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ เช่น การเขียนกราฟ ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น
ตัวชี้วัดที่ 3 : ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ได้ ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล -แบบบันทึกข้อมูลที่นักเรียนใช้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ แผนภาพ ภาพร่าง ผังความคิด ผังงาน เป็นต้น
ตัวชี้วัดที่ 3 : ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (ต่อ)	<ul style="list-style-type: none"> อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล -การตอบข้อซักถาม การอธิบาย การอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา -แบบบันทึกข้อมูลที่นักเรียนใช้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ แผนภาพ ภาพร่าง ผังความคิด ผังงาน เป็นต้น
ตัวชี้วัดที่ 4 : วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> วางแผนการแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอนได้ ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล -แบบบันทึกแผนการปฏิบัติงาน เช่น ใบกิจกรรม ผังแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ตาราง 6 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ระดับประถมศึกษา
	<ul style="list-style-type: none"> ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย <p>ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล</p> <ul style="list-style-type: none"> -ข้อมูลจากแบบบันทึกการสังเกตวิธีการใช้เครื่องมือของนักเรียนขณะปฏิบัติงาน -ชิ้นงาน หรือวิธีการ <ul style="list-style-type: none"> บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหตามความเป็นจริงและสอดคล้องกับปัญหา <p>ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล</p> <ul style="list-style-type: none"> -แบบบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงาน เช่น เอกสารบันทึกกิจกรรม การทดลอง ซึ่งครูเป็นผู้ออกแบบหรือนักเรียนออกแบบเอง
ตัวชี้วัดที่ 5 : ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> ทดสอบและประเมินผลเพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงผลผลิต <p>ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล</p> <ul style="list-style-type: none"> -บันทึกผลการทดสอบ แบบบันทึกกิจกรรม แบบบันทึกผลการทดลอง โดยพิจารณาจากผลการทดสอบและการเสนอแนวทางแก้ไข -แบบประเมินผลงานที่ประเมินโดยครู เพื่อ และตนเอง -ผลงาน ซึ่งเป็นชิ้นงาน หรือรายงานวิธีการ
ตัวชี้วัดที่ 6 : นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหด้วยวิธีการอย่างง่ายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ <p>ผลงาน หลักฐานร่องรอย หรือการแสดงผล</p> <ul style="list-style-type: none"> -ผลงาน ซึ่งอาจเป็นชิ้นงานหรือรายงานผลงาน -รายงานผลการดำเนินการแก้ปัญหา แบบบันทึกผล -การนำเสนอผลงาน เช่น การพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียนการจัดนิทรรศการแสดงผลงาน การประกวดผลงาน การแสดงโปสเตอร์ การทำแผ่นพับ เอกสารทางวิชาการ การนำเสนอต่อสาธารณชน -แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

มาตรฐานสะเต็มศึกษาเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการที่จะนำมาวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 14 ทักษะที่อยู่ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา และมีส่วนช่วยให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างมีระบบ ได้ทักษะที่ครอบคลุมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

2.6.1 ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์เป็นพื้นฐาน

2.6.2 ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น

2.6.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา

2.6.4 หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

2.6.5 สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างนวัตกรรมใหม่ และเป็นการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนโดยเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มสาระวิชาเข้าด้วยกัน

2.7 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้กล่าวว่าในการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ จากการสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูล และการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. **การสังเกต** ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูล หรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

2. **การวัด** การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. **การจำแนกประเภท** การแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. **การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ หรือมิติกับเวลา** วัตถุต่าง ๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ล้วนแต่ครองที่ที่ว่าง การครองที่ของวัตถุในที่ว่างนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาว มิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา

5. **การคำนวณ** การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. **การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล** เป็นการนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลดียิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย

7. **การลงความเห็นจากข้อมูล** การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. **การพยากรณ์** การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยในการสรุป การพยากรณ์มีสองทาง คือ การพยากรณ์ภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่และการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. **การตั้งสมมติฐาน** การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. **การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** การกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปรเป็นการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กันก็จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นต้นทุนทำให้เกิดผล ซึ่งเราคาดหวังว่าจะแตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดู ซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุมจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

12. การทดลอง การทดลองมี 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบและลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมาย หรือการบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การลงข้อสรุป คือ การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

14. การสร้างแบบจำลอง นำเสนอข้อมูล แนวคิด และความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ การเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 14 ทักษะ เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดในตัวของผู้เรียน และในทักษะแต่ละอย่างก็มีความสำคัญที่แตกต่างกัน โดยในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละทักษะยังคงมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน

2.8 ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2556) กล่าวว่า การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งต้องอาศัยทักษะต่าง ๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร มีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวิเคราะห์ การเข้าถึง การจัดการบูรณาการ การวัดผลและสร้างสรรค์ข้อมูลในรูปแบบและสื่อต่าง ๆ รวมทั้งเข้าใจในบทบาทของสื่อในสังคม

2. ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 ทักษะการคิด การใช้ความคิดระดับสูง เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

-การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลโดยการวิเคราะห์ความชัดเจนความน่าเชื่อถือ ความสัมพันธ์และความสมบูรณ์ของข้อมูล หรือจากพยานหลักฐานในการแก้ปัญหาแล้วลงความเห็น หรือประเมินหรือลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

-การคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดที่เกิดจากการเชื่อมโยงความคิดหลากหลายแนวทาง แล้วนำมาจัดเป็นระบบความคิดนำไปสู่จินตนาการและสร้างความรู้ใหม่ โดยมีความรู้และทักษะทั่ว ๆ ไป ความรู้และทักษะเฉพาะเรื่องที่ศึกษาเป็นพื้นฐาน

2.2 ทักษะการแก้ปัญหา การใช้ความคิดที่เป็นระบบ ความสามารถทางสติปัญญาต่าง ๆ ทักษะและประสบการณ์เดิมมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาหาแนวทางปฏิบัติหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

3. ทักษะการสื่อสาร ความเข้าใจ การจัดการและสร้างสรรค์ด้วยวาจาอย่างมีประสิทธิภาพ การสื่อสารด้วยการเขียนและการใช้สื่อมัลติมีเดียในรูปแบบและบริบทที่หลากหลาย

2.9 ปัจจัยความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. **ผู้บริหาร** เป็นผู้ที่มีความสำคัญที่สุดในการสนับสนุนให้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมาย ผู้บริหารต้องมีความรู้ความเข้าใจในปรัชญา กระบวนการเรียนรู้ และธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อจะได้สนับสนุน

-งบประมาณในการจัดซื้อสื่อต่าง ๆ

-อำนวยความสะดวกในการจัดการกิจกรรมที่ต้องใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นภายนอกโรงเรียน

-ช่วยเหลือแนะแหล่งวิทยากรและแหล่งเรียนรู้

-นิเทศ ติดตามผลการจัดการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ

-ให้กำลังใจทั้งครูและนักเรียน

2. **ครูผู้สอน** เป็นผู้ที่มีความสำคัญในการที่จะแปลมาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่เป็นตัวหนังสือให้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม น่าสนใจ และมีกระบวนการเรียนรู้หลากหลายวิธีอย่างอิสระ ครูผู้สอนจำเป็นต้อง

-มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

-มีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

-มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างดี รวมถึงรู้วิธีการเรียนรู้ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา

-มีความเข้าใจเกี่ยวกับตัวนักเรียน พร้อมทั้งจะเรียนรู้เรื่องราวใหม่ ๆ พร้อม ๆ กับนักเรียน

-เป็นผู้ที่มีความสนใจใฝ่หาความรู้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาตนเอง

-มีความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ มีการใช้สื่อการเรียนการสอนหลากหลายและสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้

-มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในอาชีพครูในฐานะครูวิชาชีพ

-มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีทั้งกับเพื่อนครูในโรงเรียนและชุมชน เพื่อจะหาความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน

3. **ผู้เรียน** เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งบุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด ความสนใจและความสมบูรณ์ของร่างกาย ผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมคิด ร่วมวางแผนในการจัดการเรียนการสอน และมีโอกาสเลือกวิธีเรียนได้อย่างหลากหลายตามความเหมาะสมภายใต้การแนะนำของครูผู้สอน

4. **สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนการสอน** ครูผู้สอนต้องมีวิธีการที่จะจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทางวิชาการ เช่น จัดห้องขวนคิด ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จัดระบบนิเทศจำลอง จัดบริเวณโรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ทางชีววิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ มีการดัดแปลงห้องเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ดี และจัดกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้ปกครองและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนด้วย

2.10 แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เพื่อที่จะทราบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ เพียงใด จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียน ในอดีตที่ผ่านมา การวัดและประเมินผลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้น ผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อม ๆ กัน

การวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอน ที่วางไว้ได้ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ต้องวัดผลและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม ในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. วิธีการวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
4. ผลการวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้ต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
5. การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมินผล

จุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ
2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด
3. เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดผลและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและ

ครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ตามที่กล่าวมาแล้ว จึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (authentic assessment)

การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมสำรวจตรวจสอบการทดลอง กิจกรรมศึกษาค้นคว้า กิจกรรมศึกษาปัญหาพิเศษหรือโครงการวิทยาศาสตร์ ฯลฯ อย่างไรก็ตามในการทำกิจกรรมเหล่านี้ต้องคำนึงว่าผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนจึงอาจทำงานขึ้นเดียวกันได้เสร็จในเวลาที่แตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมเหล่านี้แล้วก็ต้องเก็บรวบรวมผลงาน เช่น รายงาน ชิ้นงาน บันทึก และรวมถึงทักษะปฏิบัติต่าง ๆ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรัก ความซาบซึ้ง กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทำและผลงานเหล่านี้ต้องใช้วิธีประเมินที่มีความเหมาะสมและแตกต่างกันเพื่อช่วยให้สามารถประเมินความรู้ความสามารถและความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริงของผู้เรียนได้ การวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน หลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

ลักษณะสำคัญของการวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริง

การวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะที่สำคัญ คือ

1. ใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในด้านของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิต มากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดความรู้อะไรบ้าง
2. เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียน เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในส่วนที่ควรส่งเสริมและส่วนที่ควรแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถ ความสนใจและความต้องการของแต่ละบุคคล
3. เป็นการประเมินเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเอง สามารถพัฒนาตนเองได้
4. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่
5. ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้

6. ประเมินด้านต่าง ๆ ด้วยวิธีที่หลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง

วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดผลและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
7. การวัดผลและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)
8. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)

การวัดผลและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน การบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง และผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน

การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)

แฟ้มผลงานคืออะไร

เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนก็ตาม ก็จะมีผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมเหล่านั้นปรากฏอยู่เสมอ ซึ่งสามารถจำแนกผลงานออกมาตามกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. การฟังบรรยาย เมื่อผู้เรียนฟังการบรรยายก็จะมีสมุดจดคำบรรยาย ซึ่งอาจอยู่ในรูปของบันทึกอย่างละเอียดหรือบันทึกแบบย่อ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของความชอบและความเคยชินของผู้เรียนในการบันทึกคำบรรยาย

2. การทำการทดลอง ผลงานของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง อาจประกอบด้วย การวางแผนการทดลองทั้งนี้ในรูปของบันทึกอย่างเป็นทางการหรือบันทึกแบบย่อ การบันทึกวิธีการทดลอง ผลการทดลอง และปัญหาที่พบขณะทำการทดลอง การแปลผล สรุปผลและการอภิปรายผลการทดลอง และผลงานสุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง คือการรายงานการทดลองที่ผู้เรียนอาจทำเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้

3. การอภิปรายผลงานของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการอภิปราย คือ วางหัวข้อและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการอภิปราย ผลที่ได้จากการอภิปรายรวมทั้งข้อสรุปต่าง ๆ

4. การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จัดเป็นผลงานที่สำคัญประการหนึ่งของผู้เรียนที่เกิดจากการได้รับมอบหมายจากครูผู้สอนให้ไปค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือประเด็นที่กำลังศึกษา ผลงานที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติมอาจอยู่ในรูปของรายงาน การทำวิจัยเชิงเอกสารหรือบันทึกประเด็นสำคัญซึ่งอาจนำมาใช้ประกอบการอภิปรายในชั่วโมงเรียนก็ได้

5. การศึกษานอกสถานที่ การศึกษานอกสถานที่จัดเป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงกับเรื่องที่กำลังศึกษา ผลงานที่ได้ประกอบด้วยผลการบันทึก การสังเกต การตอบคำถามหรือปัญหาจากใบงาน การเขียนรายงานสิ่งที่ค้นพบ

6. การบันทึกรายวัน เป็นผลงานประการหนึ่งของผู้เรียนที่อยู่นอกเหนือจากผลงานที่แสดงถึงการเรียนรู้โดยตรง แต่จะช่วยให้ผู้เรียนหรือผู้ประเมินได้เข้าใจในประเด็นหรือสิ่งที่ผู้เรียนนึกคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย

นอกจากกิจกรรมที่กล่าวมาแล้ว ยังอาจมีกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ซึ่งผู้เรียนสามารถแสดงออกถึงความสามารถอื่น ๆ อีกด้วย เช่น การสื่อสาร ผลงานเหล่านี้ถ้าได้รับการเก็บรวบรวมอย่างมีระบบด้วยตัวผู้เรียนเองตามช่วงเวลา ทั้งก่อนและหลังการทำกิจกรรมเหล่านี้ โดยได้รับคำแนะนำจากผู้สอนหรือผู้เรียนฝึกทำจนชินแล้วจะถือเป็นผลงานที่สำคัญยิ่งที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

ในการวัดผลและประเมินผลด้านการปฏิบัติ ครอบคลุมถึงการที่นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงความรู้ ความสามารถที่ครูได้คาดหวังว่านักเรียนจะมีความรู้เกิดขึ้นจากการเรียนรู้นั้น การวัดผลและประเมินผลในด้านนี้จะช่วยสะท้อนให้ครูและนักเรียนได้ทราบว่านักเรียนมี

ความก้าวหน้าในการเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด มีอะไรที่ครูควรให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษ และเรียนรู้ไปมากขึ้นเพียงใดตามจุดประสงค์ที่ครูตั้งไว้ อาจใช้วิธีการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งการสอบย่อยและการสอบใหญ่ การให้นักเรียนสอบปฏิบัติต่าง ๆ เป็นต้น

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

นริศรา ห่อรายพิมาย (2560) การประเมินโครงการการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาโดยใช้โมเดลเชิงตรรกะ กรณีศึกษาโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อประเมินโครงการการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา กรณีศึกษาโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้รูปแบบโมเดลเชิงตรรกะ กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้บริหารโครงการ จำนวน 3 คน ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จำนวน 63 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ที่ได้รับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 217 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และแบบวัดเจตคติของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า (1) การประเมินด้านปัจจัยนำเข้า พบว่า ความเหมาะสมของปัจจัยนำเข้า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณารายด้านพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกด้าน (2) การประเมินด้านกิจกรรม พบว่า การปฏิบัติในด้านกระบวนการนิเทศติดตาม อยู่ในระดับมาก และการปฏิบัติในด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน อยู่ในระดับปานกลาง (3) การประเมินด้านผลผลิต พบว่า การประเมินด้านผลผลิตในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณารายด้าน ได้แก่ ความสนใจในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาและมีเจตคติต่อการสอนแบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก (4) การประเมินด้านผลลัพธ์ พบว่า การประเมินด้านผลลัพธ์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณารายด้าน ได้แก่ ความรู้เมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาและทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับมาก และ (5) การประเมินด้านผลกระทบ พบว่า การประเมินด้านผลกระทบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณารายด้าน ได้แก่ ความสนใจในการประกอบอาชีพทางด้านสะเต็มของนักเรียน และความพร้อมในด้านการเป็นต้นแบบในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษามีอยู่ในระดับมาก

เบรียบบฟ้า ด้วงนุ้ม (2560) ได้ศึกษาเรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ (1) สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดย

ใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2) ศึกษาความสามารถในการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ (3) ศึกษาเจตคติที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 30 คน นักเรียนเหล่านี้ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง

ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา มีความสามารถในการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของคะแนนรวม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 65 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ(2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา มีเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา อยู่ในเกณฑ์ดี

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องอ้อย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ (2) ศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผลการทดลองใช้หลักสูตรใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรและด้านความคิดเห็นของครูที่มีต่อหลักสูตรฯ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน กล่าวคือ (1) การศึกษาบริบทและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (2) การออกแบบและสร้างหลักสูตร (3) การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพหลักสูตร และ (4) การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Methods) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายของข้อมูล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 81 คน และครูผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนเดียวกันจำนวน 2 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรฯที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและจากผลการทดลองใช้หลักสูตร ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้ คือ

1.ผลการประเมินหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญก่อนการทดลองใช้หลักสูตร พบว่าหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากและองค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกองค์ประกอบ

2.ผลการประเมินหลักสูตรจากการทดลองใช้หลักสูตร พบว่า (2.1) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) (2.2) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2.3) คะแนนเฉลี่ยความตระหลักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2.4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรอยู่ในระดับมาก และ(2.5) ครูมีความเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559) การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มากจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 35 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ one – Group Pretest Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ (3) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent Samples

ผลการวิจัยพบว่า (1) หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.35/84.10 ตามเกณฑ์ 80/80 (2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ(3) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จำรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ (1) พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา (2) ประเมินประสิทธิผลของหลักสูตรฝึกอบรมจากความรู้และทักษะของครู 4 ด้าน ได้แก่ (2.1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (2.2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (2.3) พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (2.4) พฤติกรรมการโค้ช และทักษะของผู้เรียน 3 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ (3) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย ขั้นตอนในการวิจัย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน (2) การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมฉบับร่าง และตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ (3) การตรวจสอบประสิทธิผลของหลักสูตรฝึกอบรม และ (4) การปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตร โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้มาปรับปรุง และพัฒนาหลักสูตรให้มีความสมบูรณ์

ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูประถมศึกษา ประกอบด้วย (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) สาระการเรียนรู้ (4) กิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ (4.1) วางแผน (4.2) ลงมือปฏิบัติ (4.3) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4.4) สะท้อนคิด (4.5) ประเมินผล และ (4.6) ให้ข้อมูลย้อนกลับ (5) สื่อการฝึกอบรม และ (6) การประเมินหลักสูตรผลการตรวจสอบประสิทธิผลของหลักสูตร พบว่าหลักสูตรฝึกอบรมมีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ (1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับสูง (3) พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับมาก (4) พฤติกรรมการโค้ชของครูอยู่ในระดับมาก (5) ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (6) ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และ (7) ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับดี

เพชรศิริรินทร์ ตุ่นคำ (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าชุด

กิจกรรมมีความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก จากนั้นหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 และ 0.72 ตามลำดับ และค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 จากการศึกษาพบว่า เมื่อนำชุดกิจกรรมที่พัฒนาไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน พบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.72/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง ชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีเยี่ยม และทักษะชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีมาก

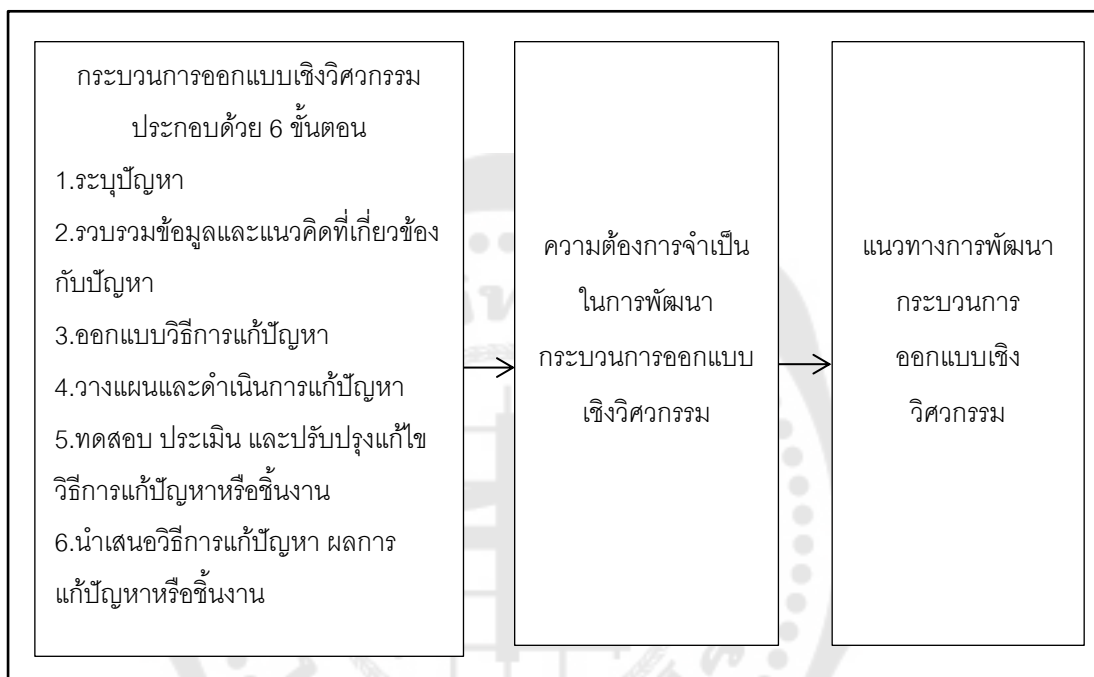
กนกทิพย์ ยาทองไชย (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยกำหนดเกณฑ์ไม่น้อยกว่า 70/70 และศึกษาประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ชุดกิจกรรมนี้ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากจากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 40 คน พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1/E_2 เท่ากับ 76.25/74.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดวงพร สมจันทร์ตา (2559) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เรื่องกายวิภาคของพืชตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร และผลและเมล็ด แลเลใช้แบบแผนการทดลอง one-group pretest-posttest design กับกลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพรรณนาและสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีทักษะแก้ปัญหาหลังเรียนในเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ (7.28 ± 1.08) การลำเลียงน้ำและสารอาหาร (8.11 ± 1.13) และผลและเมล็ด (9.42 ± 1.28) สูงกว่าก่อนเรียน (2.88 ± 0.98 , 3.39 ± 0.99 , และ 5.05 ± 1.29) ตามลำดับ ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนหลังเรียน (7.30 ± 1.01 , 7.13 ± 0.97 และ 7.56 ± 0.91) สูงกว่าก่อนเรียน (3.06 ± 1.12 , 3.25 ± 1.09 และ 3.37 ± 0.98 , ตามลำดับ) ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

อาทิตยา พูนเรือง (2559) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา งานวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง เอนไซม์ ใน 3 หัวข้อ (เอนไซม์แอมิเลส เอนไซม์โพธิเนส และกรดฟอสฟอริก) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงจากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ (1) บทปฏิบัติการ (รวมทั้งเรื่อง เอนไซม์แอมิเลส เอนไซม์โพธิเนส และกรดฟอสฟอริก) (2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ (5) แบบประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติแบบกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$)

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสะเต็มศึกษา เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการจำเป็น เพื่อนำมาสร้างกรอบแนวคิดการวิจัย ซึ่งสามารถเขียนกรอบแนวคิดได้ ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและองค์ประกอบการประเมินความต้องการจำเป็นแบบสมบูรณ์ จากการศึกษาที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ระบุปัญหา (2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5) ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ (6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะดังกล่าว จากนั้นก็นำเอาสาเหตุดังกล่าวมากำหนดแนวทางในการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายการวิจัย 3 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน (2) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน และ (3) เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน โดยใช้แนวคิดการประเมินความต้องการจำเป็น ซึ่งการดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ระบุความต้องการจำเป็น ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ และระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาความต้องการจำเป็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น

ในระยะนี้ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.1 ศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามรูปแบบสะเต็มศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ เช่น เอกสารคู่มือสะเต็มศึกษา คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษาแห่งชาติ เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา เว็บไซต์ของ สสวท. เป็นต้น

1.2 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและรายละเอียดแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการพิจารณาความสอดคล้อง ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ได้ตั้งตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความสอดคล้องของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง
1. ระบุปัญหา	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 3. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1. แบบสังเกต 2. แบบทดสอบ

ตาราง 7 (ต่อ)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง
2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล 4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	1.แบบสังเกต 2.แบบทดสอบ
3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการคำนวณ 4. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล 5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	1.แบบสังเกต 2.แบบทดสอบ
4.วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	1. ทักษะการจำแนกประเภท 2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3. ทักษะการทดลอง	1.แบบทดสอบ
5.ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1. ทักษะการวัด 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการทดลอง	1.แบบประเมินตามสภาพจริง
6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล 2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 3. ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป	1.แบบประเมินตามสภาพจริง

1.3 ตรวจสอบความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยระบุค่าคะแนนดังนี้ +1 มีความสอดคล้อง 0 ไม่แน่ใจ และ -1 ไม่มีความสอดคล้อง จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญระบุค่าน้ำหนักความสำคัญในแต่ละทักษะจากคะแนน 1-10 โดยที่ 1 หมายถึง ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมระดับน้อยที่สุด และ 10 หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมระดับมากที่สุด โดยใช้แบบตรวจสอบความสอดคล้องและแบบระบุค่าความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ผู้เชี่ยวชาญมีจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน และด้านวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และกลุ่มที่ 2 มีจำนวน 1 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา คือ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยเกณฑ์การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนนี้ ได้แก่ (1) จบการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอก และ (2) มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง
1.ระบุปัญหา	1. ทักษะการสังเกต	1	9.8	1.แบบทดสอบ
	2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1	8.0	
	3. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1	6.2	
2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	1. ทักษะการสังเกต	1	8.4	1.แบบทดสอบ
	2. ทักษะการวัด	1	7.4	
	3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	1	10.0	

ตาราง 8 (ต่อ)

กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย ความ สอดคล้อง ของ ผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน	ค่าเฉลี่ย น้ำหนัก คะแนนของ ผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน	เครื่องมือที่ใช้ใน การรวบรวมข้อมูล กับกลุ่มตัวอย่าง
	4. ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล	1	9.8	
3.ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการคำนวณ 4. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล 5. ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	1 1 1 1 1	8.6 10.0 8.4 9.8 9.6	1.แบบทดสอบ
4.วางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	1.ทักษะการจำแนก ประเภท 2.ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3.ทักษะการทดลอง	1 1 1	9.4 3.2 10.0	1.แบบทดสอบ
5.ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	1. ทักษะการวัด 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการทดลอง	1 1 1	9.4 9.6 9.6	1.แบบทดสอบ

ตาราง 8 (ต่อ)

กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย ความ สอดคล้อง ของ ผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน	ค่าเฉลี่ย น้ำหนัก คะแนนของ ผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน	เครื่องมือที่ใช้ใน การรวบรวมข้อมูล กับกลุ่มตัวอย่าง
6. นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล 2. ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล 3. ทักษะการ ตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป	1 1 1	10.0 8.4 10.0	1. แบบทดสอบ

ผลจากการวิเคราะห์ความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า ในแต่ละชั้นของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถระบุทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องในแต่ละชั้นโดยใช้ค่าเฉลี่ยความสอดคล้อง และค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน (1) ชั้นระบุปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องจำนวน 3 ทักษะ คือ (1) ทักษะการสังเกต มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.8 (2) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 8.0 และ (3) ทักษะการตั้งสมมติฐานมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 6.2 (2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องจำนวน 4 ทักษะคือ (1) ทักษะการสังเกตมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 8.4 (2) ทักษะการวัดมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 7.4 (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 10.0 และ (4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.8 (3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องจำนวน 5 ทักษะคือ (1) ทักษะการสังเกต มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 8.6 (2) ทักษะการวัดมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 10.0 (3) ทักษะการคำนวณมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 8.4 (4) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.8 และ (5) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.6 (4)

ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้อง จำนวน 3 ทักษะคือ (1) ทักษะการจำแนกประเภทมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.3 (2) ทักษะการตั้งสมมติฐานมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 3.2 และ (3) ทักษะการทดลองมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 10.0 (5) ชั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องจำนวน 3 ทักษะคือ (1) ทักษะการวัดมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.4 (2) ทักษะการคำนวณมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.6 และ (3) ทักษะการทดลองมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 9.6 และ (6) ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องจำนวน 3 ทักษะคือ (1) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 10.0 (2) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 8.4 และ (3) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 10.0 และผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าควรพิจารณาคัดเลือก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพียง ขั้นตอนละ 2 ทักษะโดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักคะแนนที่มีค่าสูงที่สุดใน 2 อันดับแรกของแต่ละ ขั้นตอนโดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลควรถูกใช้เป็นแบบทดสอบชนิดเดียวกันเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักคะแนน ของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน	เครื่องมือที่ใช้ใน การรวบรวมข้อมูล กับกลุ่มตัวอย่าง
1.ระบุปัญหา	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นจาก ข้อมูล	9.8 8.0	1.แบบทดสอบ
2.รวบรวมข้อมูล และ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา	1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล 2. ทักษะการลงความเห็นจาก ข้อมูล	10.0 9.8	1.แบบทดสอบ

ตาราง 9 (ต่อ)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย น้ำหนักคะแนน ของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน	เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง
3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1. ทักษะการวัด	10.0	1.แบบทดสอบ
	2. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล	9.8	
4.วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	1. ทักษะการจำแนกประเภท	9.4	1.แบบทดสอบ
	2. ทักษะการทดลอง	10.0	
5.ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1. ทักษะการคำนวณ	9.6	1.แบบทดสอบ
	2. ทักษะการทดลอง	9.6	
6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล	10.0	1.แบบทดสอบ
	2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	10.0	

1.4 จากผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสอดคล้องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจึงดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 24 ข้อ ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ทักษะ โดยแต่ละข้อจะให้คะแนน 0 และ 1 โดย 1 หมายถึงตอบคำถามข้อนั้นถูกต้องและ 0 หมายถึงตอบคำถามข้อนั้นไม่ถูกต้อง ซึ่งมีรายละเอียดของแบบทดสอบดังนี้ (1) ทักษะการสังเกต ข้อ 1 ถึงข้อ 3 (2) ทักษะการวัด ข้อ 4 ถึงข้อ 6 (3) ทักษะการจำแนกประเภท ข้อ 7 ถึงข้อ 9 (4) ทักษะการคำนวณ ข้อ 10 ถึงข้อ 12 (5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ข้อ 13 ถึงข้อ 15 (6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ข้อ 16 ถึงข้อ 18 (7) ทักษะการทดลอง ข้อ 19 ถึงข้อ 21 และ (8) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ข้อ 22 ถึงข้อ 24 ดังตาราง 10

ตาราง 10 โครงสร้างของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ทักษะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	โครงสร้างของแบบทดสอบ
1.ทักษะการสังเกต	ข้อ 1 - 3
2.ทักษะการวัด	ข้อ 4 - 6
3.ทักษะการจำแนกประเภท	ข้อ 7 - 9
4.ทักษะการคำนวณ	ข้อ 10 - 12
5.ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	ข้อ 13 - 15
6.ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	ข้อ 16 - 18
7.ทักษะการทดลอง	ข้อ 19 - 21
8.ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	ข้อ 22 - 24

1.5 นำแบบทดสอบที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบโครงสร้างของเนื้อหา ความเหมาะสมข้อคำถาม ความเที่ยงตรงโดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ดัชนี IOC (Item Objective Congruence) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย (1) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (2) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผลและประเมินผล จำนวน 2 ท่าน ได้ค่า IOC ของแบบทดสอบทั้ง 24 ข้อ อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และปรับแก้ภาษาของข้อคำถามตามที่คุณผู้เชี่ยวชาญแนะนำได้เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้

1.6 ทดลองใช้แบบทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครซึ่งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษา จากนั้นนำไปหาค่าความยากง่าย (p) แบบทดสอบ และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่าแบบทดสอบชุดนี้มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.26 – 0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.70 ซึ่งสรุปได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้

1.7 นำแบบทดสอบไปใช้เก็บข้อมูล โดยประชากรที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 1 เป็นนักเรียนทุกคนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ป.4-ป.6) โรงเรียนสมโภชกรุงอนุสรณ์ (200ปี) ได้เป็นตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสมโภชกรุงอนุสรณ์ (200ปี) ประจำปีการศึกษา 2562 จำนวน 316 คน แต่เนื่องจากมีนักเรียนหยุดเรียนไม่ได้ทำแบบทดสอบในบางส่วนจึงรวบรวมข้อมูลได้ 300 คน ดังตาราง 11

ตาราง 11 ข้อมูลของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ จำแนกตามระดับชั้นที่กำลังศึกษา

ระดับชั้นที่กำลังศึกษา	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่างทั้งหมด	กลุ่มตัวอย่างที่ทำ แบบทดสอบ
ประถมศึกษาปีที่ 4	105	98
ประถมศึกษาปีที่ 5	109	105
ประถมศึกษาปีที่ 6	102	97
รวม	316	300

1.8 นำข้อมูลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียนมาจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความต้องการจำเป็นมากไปยังความต้องการจำเป็นน้อยที่สุด โดยการนำค่าเฉลี่ยคะแนนของแต่ละทักษะมาทำการจัดลำดับความสำคัญ มีรายละเอียดดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดหมายถึงนักเรียนมีความต้องการจำเป็นมากที่สุด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดหมายถึงนักเรียนมีความต้องการจำเป็นในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นน้อยที่สุด

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์สาเหตุ

การวิจัยระยะนี้เป็นกรนำผลการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นที่ได้จากระยะที่ 1 มาวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มตามกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในระยะนี้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ ผู้บริหาร ครูที่มีความรู้และครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ดังตาราง 12

ตาราง 12 กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้ให้ข้อมูล	จำนวน	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
1. ผู้บริหาร	1	สัมภาษณ์
2. ครู จาก 3 กลุ่มสาระ ได้แก่	5	สัมภาษณ์/ สนทนากลุ่ม
2.1. วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน		
2.2. คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน		
2.3. เทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน		

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 2 นี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม โดยประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของความจำเป็นในการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

ตาราง 13 ตัวอย่างประเด็นการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้ให้ข้อมูล	ประเด็นการสัมภาษณ์หรือสนทนากลุ่ม
1. ผู้บริหาร	- จากปัญหาการที่นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ท่านมีความคิดเห็นว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ โดยแยกประเด็นการวิเคราะห์เป็นรายทักษะ <ol style="list-style-type: none"> 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการคำนวณ 5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการทดลอง 8) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
2. ครู	

จากนั้นเมื่อผู้วิจัยได้รับข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มในประเด็นข้อคำถามที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้รับจากผู้บริหาร และคณะครูมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยต่อไป

ระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา

ระยะนี้ใช้การสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญภายในโรงเรียน จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้บริหาร จำนวน 1 ท่าน และครูผู้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ 1 ท่าน และครูผู้สอนเทคโนโลยี 1 ท่าน

กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญภายนอกโรงเรียน จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดียวกับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากระยะที่ 2 ในการกำหนดประเด็นการสัมภาษณ์ เพื่อหาแนวทางแก้ไขและสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและสรุปเป็นประเด็นแนวทางการแก้ปัญหา โดยรายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญในระยะนี้แสดงรายละเอียดดังตาราง 14

ตาราง 14 กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้ให้ข้อมูล	จำนวน	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญภายในโรงเรียน		
1.ผู้บริหาร	1	สัมภาษณ์
2.ครูผู้สอนจาก 3 กลุ่มสาร ได้แก่		
2.1 วิชาวิทยาศาสตร์	2	สัมภาษณ์/สนทนากลุ่ม
2.2 วิชาคณิตศาสตร์	1	
2.3 วิชาเทคโนโลยี	1	

ตาราง 14 (ต่อ)

ผู้ให้ข้อมูล	จำนวน	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญภายนอกโรงเรียน		
1. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์	1	สัมภาษณ์
2. ผู้เชี่ยวชาญวิทยาศาสตร์	1	
3. ผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยี	1	
4. ผู้เชี่ยวชาญวิศวกรรมศาสตร์	1	
5. ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา	1	

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในระยะที่ 3 นี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม โดยมีประเด็นคำถาม ดังตาราง 15 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่มเพื่อกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

ตาราง 15 ตัวอย่างประเด็นการสัมภาษณ์หรือการสนทนากลุ่ม

ผู้เชี่ยวชาญ	ประเด็นการสัมภาษณ์หรือสนทนากลุ่ม
กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญภายในโรงเรียน	
1. ผู้บริหาร	จากผลการวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในแต่ละขั้นตอน ท่านมีแนวทางอย่างไรบ้างที่จะช่วยแก้ไขเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น
2. ครู	
กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญภายนอกโรงเรียน	
1. ผู้เชี่ยวชาญ	จากผลการวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในแต่ละขั้นตอน ในมุมมองของท่าน ท่านคิดว่ามีแนวทางใดบ้างที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนากิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น และสามารถเป็นทางเลือกในการที่ครูผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นโดยใช้สูตร $PNI_{modified}$ จากนั้นจัดเรียงลำดับความต้องการจำเป็นจากมากที่สุดไปอย่างน้อยที่สุด

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์สาเหตุ

ผู้วิจัยนำประเด็นการสัมพัทธ์และการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับสาเหตุความต้องการจำเป็นที่เกี่ยวกับการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อให้ได้สาเหตุของความต้องการจำเป็นในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาความต้องการจำเป็น

ผู้วิจัยนำประเด็นการสัมพัทธ์เกี่ยวกับทางเลือกในการแก้ปัญหาความต้องการจำเป็นที่เกี่ยวกับการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาความต้องการจำเป็นในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายการวิจัย 3 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน (2) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน (3) เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจึงนำเสนอตามความมุ่งหมายการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้ ระยะที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ ระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในระยะเวลาที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทำแบบทดสอบ

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสมโภชกรุงอนุสรณ์ (200ปี) จำนวนทั้งสิ้น 300 คน จากการวิเคราะห์เป็นไปตามตาราง 16 พบว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่ทำแบบทดสอบ ส่วนมากเป็นเพศหญิง จำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0 และเพศชาย จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0

เมื่อจำแนกตามระดับชั้นที่กำลังศึกษา นักเรียนที่ทำแบบทดสอบมากที่สุด คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีจำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 35.0 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 98 คน คิดเป็นร้อยละ 32.7 และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 97 คน คิดเป็นร้อยละ 32.3 ซึ่งเป็นระดับชั้นที่มีจำนวนนักเรียนทำแบบทดสอบน้อยที่สุด ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 ข้อมูลของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ จำแนกตามเพศ และระดับชั้นที่กำลังศึกษา

	ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	135	45.0
	หญิง	165	55.0
	รวม	300	100.0
ระดับชั้นที่กำลังศึกษา	ประถมศึกษาปีที่ 4	98	32.7
	ประถมศึกษาปีที่ 5	105	35.0
	ประถมศึกษาปีที่ 6	97	32.3
	รวม	300	100

1.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนเป็นไปตามตาราง 17 จำแนกออกเป็นรายทักษะจำนวน 8 ทักษะ และจำแนกตามข้อคำถามของแบบทดสอบจำนวน 24 ข้อ ดังนี้

ทักษะการสังเกต ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 3 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 1 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 60 คน ข้อ 2 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 118 คน และข้อ 3 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 140 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 1.06

ทักษะการวัด ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 4 ถึง ข้อที่ 6 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 4 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 252 คน ข้อ 5 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 242 คน และข้อ 6 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 172 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 2.22

ทักษะการจำแนกประเภท ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 7 ถึง ข้อที่ 9 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 7 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 171 คน ข้อ 8 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 105 คน และข้อ 9 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 132 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 1.36

ทักษะการคำนวณ ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 10 ถึง ข้อที่ 12 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 10 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 150 คน ข้อ 11 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 107 คน และข้อ 12 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 26 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 0.94

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 13 ถึง ข้อที่ 15 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 13 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 111 คน ข้อ 14 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 38 คน และข้อ 15 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 178 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 1.09

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 16 ถึง ข้อที่ 18 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 16 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 142 คน ข้อ 17 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 234 คน และข้อ 18 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 237 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 2.04

ทักษะการทดลอง ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 19 ถึง ข้อที่ 21 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 19 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 166 คน ข้อ 20 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 122 คน และข้อ 21 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 102 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 1.30

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 3 ข้อ คือ ข้อที่ 22 ถึง ข้อที่ 24 จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบจำนวน 300 คน ซึ่งในแต่ละข้อมีนักเรียนตอบถูกต้องนี้ ข้อ 22 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 115 คน ข้อ 23 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 121 คน และข้อ 24 นักเรียนที่ตอบถูกจำนวน 161 คน ค่าเฉลี่ยของทักษะ 1.32

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ทักษะ

รายละเอียด	ตอบถูก (คะแนน/ คน)	ค่าเฉลี่ย
1.ทักษะการสังเกต		
1.ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างถูกต้องเหมาะสม โดยใช้ประสาทสัมผัสมากที่สุด	60	-
ก.ด.ช.เอ็ม มีลักษณะผิวดำ ผมตรง แต่งตัวดูดี		
ข.ด.ญ.ทราย มีลักษณะตัวผอมสูง ตาคม อ่อนหวาน		
ค.ด.ช.อาร์ท มีลักษณะผิวขาว หน้ากลม เสียงดัง ใสน้ำหอม		
ง.ด.ญ.หนูน้อย มีลักษณะผิวขาว ผมตรง หน้าตาสวย กลางแสดงออก		
2.ข้อใดไม่ถือว่าเป็นการสังเกต	118	-
ก.ดอกกุหลาบมีสีชมพู		
ข.ดอกกุหลาบมีใบสีเขียว		
ค.ดอกกุหลาบเหี่ยวเฉาเนื่องจากขาดน้ำ		
ง.ดอกกุหลาบมีหนามบริเวณก้านของดอก		
3.เมื่อจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้ว ข้อมูลใดต่อไปนี้ได้จากการสังเกต	140	-
ก.แก้วจะแตก		
ข.เทียนไขจะดับ		
ค.มีแก๊สออกซิเจนอยู่ภายใน		
ง.เมื่อใช้มือจับครอบแก้วรู้สึกอุ่นๆ		
รวม	318	1.06
2.ทักษะการวัด		
4.เด็กชายมั่นคง ต้องการวัดความยาวของดินสอ เขาควรเลือกใช้	252	-
เครื่องมือวัดชนิดใดจึงจะเหมาะสมที่สุด		
ก.สายวัด		
ข.ไม้เมตร		
ค.ตลับเมตร		
ง.ไม้บรรทัด		

ตาราง 17 (ต่อ)

รายละเอียด	ตอบถูก (คะแนน/ คน)	ค่าเฉลี่ย										
5.ชุดเครื่องมือในข้อใดที่เหมาะสมสำหรับการวัดความยาวของสนามฟุตบอล	242	-										
ก.สายวัดดินสอ												
ข.ไม้บรรทัด	ตลับเมตร											
ค.เชือก	ตลับเมตร											
ง.ดินสอ	ไม้บรรทัด											
6.ข้อใดเป็นตัวเลขที่วัดได้ถูกต้อง	172	-										
ก.ดินสอมีความยาว 0.5 เมตร												
ข.กล่องกว้าง 12.002 เซนติเมตร												
ค.สนามโรงเรียนมีความยาว 120.234 เซนติเมตร												
ง.เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิได้ 37 องศาเซลเซียส												
รวม	666	2.22										
3.ทักษะการจำแนกประเภท												
จากข้อมูลด้านล่างใช้ตอบคำถามข้อ 7-9	171	-										
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1.ต้นมะพร้าว</td> <td>2.ต้นกล้วย</td> <td>3.ต้นเตยหอม</td> <td>4.ต้นหมาก</td> <td>5.ต้นทุเรียน</td> </tr> <tr> <td>6.ต้นมะม่วง</td> <td>7.ต้นส้ม</td> <td>8.ต้นอ้อย</td> <td>9.ต้นชมพู</td> <td></td> </tr> </table>			1.ต้นมะพร้าว	2.ต้นกล้วย	3.ต้นเตยหอม	4.ต้นหมาก	5.ต้นทุเรียน	6.ต้นมะม่วง	7.ต้นส้ม	8.ต้นอ้อย	9.ต้นชมพู	
1.ต้นมะพร้าว	2.ต้นกล้วย	3.ต้นเตยหอม	4.ต้นหมาก	5.ต้นทุเรียน								
6.ต้นมะม่วง	7.ต้นส้ม	8.ต้นอ้อย	9.ต้นชมพู									
7.จากข้อมูล ถ้าต้องการแบ่งพืชออกเป็นสองกลุ่ม ควรใช้เกณฑ์ในข้อใดจึงจะเหมาะสมที่สุด												
ก.กลุ่ม 1 พืชดอก กลุ่ม 2 พืชไร้ดอก												
ข.กลุ่ม 1 ไม้ดอก กลุ่ม 2 ไม้ประดับ												
ค.กลุ่ม 1 พืชใบเลี้ยงคู่ กลุ่ม 2 พืชไร้ดอก												
ง.กลุ่ม 1 พืชใบเลี้ยงเดี่ยว กลุ่ม 2 พืชใบเลี้ยงคู่												

ตาราง 17 (ต่อ)

รายละเอียด	ตอบถูก																
	(คะแนน/ คน)	ค่าเฉลี่ย															
11.เด็กชายภูวนาท ทำการวัดความสูงของต้นกล้วยจำนวน 5 ต้น ได้ค่าความสูงดังนี้ 10 เซนติเมตร, 14 เซนติเมตร, 16 เซนติเมตร, 11 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วต้นกล้วยสูงเท่าไร ก.11.5 ข.11.6 ค.11.7 ง.11.8	107	-															
ใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถาม ข้อ 12	26	-															
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>มวล (kg)</th> <th>ปริมาตร (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>4</td> <td>2.04</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>5</td> <td>5.05</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>8</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>5.05</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">สูตรคำนวณหาความหนาแน่นของสาร $\text{ความหนาแน่นของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร (kg)}}{\text{ปริมาตรของสาร (m}^3\text{)}}$</p>	สาร	มวล (kg)	ปริมาตร (m ³)	A	4	2.04	B	5	5.05	C	8	2.00	D	10	5.05		
สาร	มวล (kg)	ปริมาตร (m ³)															
A	4	2.04															
B	5	5.05															
C	8	2.00															
D	10	5.05															
12.สารใดมีความหนาแน่นมากที่สุด ก.สาร A ข.สาร B ค.สาร C ง.สาร D																	
รวม	283	0.94															
5.ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล																	
13.อากาศประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน 78% แก๊สออกซิเจน 21% และแก๊สอื่น ๆ 1% นักเรียนควรเลือกใช้รูปแบบใดในการจัดกระทำข้อมูล จึงจะเข้าใจง่ายและเหมาะสมที่สุด ก.กราฟ ข.แผนภาพ ค.เขียนบรรยาย ง.แผนภูมิรูปวงกลม	111	-															

ตาราง 17 (ต่อ)

รายละเอียด	ตอบถูก	
	(คะแนน/ คน)	ค่าเฉลี่ย
<p>14.นักเรียนคนหนึ่งได้ศึกษาการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่งเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยการวัดความสูงของต้นพืชชนิดนั้น เขาควรรนำผลการศึกษามาจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมและเข้าใจง่ายที่สุด</p> <p>ก.วงจรร</p> <p>ข.ตาราง</p> <p>ค.กราฟ</p> <p>ง.เขียนบรรยาย</p>	38	-
<p>15.ในการสังเกตชีวิตของหนอนกินผักกาด พบว่า เมื่อแม่ผีเสื้อวางไข่แล้ว 2 วัน ไข่ฟักเป็นหนอน อีก 5 วัน ต่อมาตัวหนอนเจริญเติบโตกลายเป็นดักแด้ ต่อมาอีก 3 วันดักแด้ก็ออกมาเป็นผีเสื้อและเมื่อเติบโตก็วางไข่ นักเรียนจะเลือกรูปแบบเสนอข้อมูลอย่างไร จึงจะเข้าใจง่าย</p> <p>ก.วงจรร</p> <p>ข.กราฟ</p> <p>ค.ตาราง</p> <p>ง.แผนผัง</p>	178	-
รวม	327	1.09
6.ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล		
<p>16.ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p> <p>ก.ใบไม้สีเขียว</p> <p>ข.ยางลบมีกลิ่นหอมคล้ายลูกอม</p> <p>ค.นักเรียนคนหนึ่งมีส่วนสูง 159 เซนติเมตร</p> <p>ง.คอมพิวเตอร์ราคา 18,000 บาท</p>	142	-

ตาราง 17 (ต่อ)

รายละเอียด	ตอบถูก (คะแนน/ คน)	ค่าเฉลี่ย
<p>17.เช้าวันหนึ่ง เด็กชายปีเตอร์ มองเห็นรังเกิดขึ้นตรงบริเวณหน้าบ้าน เขาจึงคิดว่า เมื่อสักครู่นี้ฝนตก นักเรียนเห็นด้วยกับเด็กชายปีเตอร์หรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <p>ก.เห็นด้วย เพราะรังจะเกิดขึ้นในเวลาเช้า</p> <p>ข.ไม่เห็นด้วย เพราะรังไม่มีโอกาสเกิดขึ้นหน้าบ้าน</p> <p>ค.เห็นด้วย เพราะรังจะเกิดขึ้นเมื่อแสงส่องผ่านละอองน้ำ</p> <p>ง.ไม่เห็นด้วยในเวลาเช้าและหลังฝนตกจะไม่สามารถเกิดรังได้</p>	234	-
<p>18.เด็กหญิงแพนเค้ก มีอาการหายใจไม่สะดวก ส่งผลให้ระบบทางเดินหายใจมีปัญหา นักเรียนคิดว่าเด็กหญิงแพนเค้กมีสาเหตุมาจากสิ่งใด</p> <p>ก.การรับประทานอาหารไม่ตรงเวลา</p> <p>ข.ขาดการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ</p> <p>ค.พักผ่อนไม่เพียงพอ</p> <p>ง.ไม่ปิดจุกขณะเดินผ่านบริเวณที่มีฝุ่นละออง</p>	237	-
รวม	613	2.04
7.ทักษะการทดลอง		
<p>19.ข้อใดเหมาะสม และง่ายที่สุดที่จะทดสอบว่า “น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่”</p> <p>ก.นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น ไปวางในสถานที่ที่แตกต่างกัน คือต้นที่ 1 วางในที่ที่ไม่มีแสง และต้นที่ 2 วางในที่ที่มีแสงส่องถึง</p> <p>ข.นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น มาทำการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยต้นที่ 1 ใส่ปุ๋ย และต้นที่สองไม่ใส่ปุ๋ย</p> <p>ค.นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น มาทำการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยต้นที่ 1 รดน้ำ และต้นที่ 2 ไม่รดน้ำ</p> <p>ง.นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น มาทำการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยต้นที่ 1 ปลูกในดินร่วน และต้นที่ 2 ปลูกในดินทราย</p>	166	-

ตาราง 17 (ต่อ)

รายละเอียด	ตอบถูก (คะแนน/ คน)	ค่าเฉลี่ย															
20. เด็กชายอาร์ทต้องการทดลองเรื่อง พืชดูดน้ำจริงหรือไม่ มีกิจกรรมดังนี้ 1.เตรียมภาชนะสำหรับใส่น้ำพร้อมทั้งเติมน้ำและวัดปริมาตร 2.นำต้นพืชที่มีองค์ประกอบครบส่วนใส่ลงในภาชนะที่เตรียมไว้ 3..... 4.บันทึกผล อยากทราบว่า ในขั้นตอนที่ 3 ควรจะดำเนินการอย่างไร ก.วัดปริมาตรของน้ำ ข.เปลี่ยนพืชในภาชนะ ค.เปลี่ยนภาชนะที่ใส่น้ำ ง.สรุปผลการทำกิจกรรม	122	-															
21. ขณะใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ นักเรียนไม่ควรทำสิ่งใด ก.วางตะเกียงในพื้นที่ราบ ข.เคลื่อนย้ายตะเกียงโดยไม่จำเป็นต้องดับไฟ ค.นำตะแกรงกั้นลมมาครอบตะเกียงเพื่อป้องกันลม ง.วางตะเกียงให้ห่างจากเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือวัตถุไวไฟ	102	-															
รวม	390	1.30															
8. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป																	
ตารางแสดงระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์และคาบการโคจร ของดาวเคราะห์ (ข้อมูลเป็นการสมมติขึ้นเท่านั้น)	115	-															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ดาวเคราะห์</th> <th>ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์(ล้านกิโลเมตร)</th> <th>คาบการโคจรของดาวเคราะห์ (วัน)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>58</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>108</td> <td>243</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>150</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>228</td> <td>687</td> </tr> </tbody> </table>			ดาวเคราะห์	ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์(ล้านกิโลเมตร)	คาบการโคจรของดาวเคราะห์ (วัน)	A	58	88	B	108	243	C	150	365	D	228	687
ดาวเคราะห์	ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์(ล้านกิโลเมตร)	คาบการโคจรของดาวเคราะห์ (วัน)															
A	58	88															
B	108	243															
C	150	365															
D	228	687															
22. จากข้อมูลในตาราง ข้อใดแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง ก.ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์มาก คาบการโคจรของดาวเคราะห์จะน้อย ข.ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์มาก คาบการโคจรของดาวเคราะห์จะมาก																	

ตาราง 17 (ต่อ)

รายละเอียด	ตอบถูก																																			
	(คะแนน/ คน)	ค่าเฉลี่ย																																		
ค.ดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์ออกไป คาบการโคจรของดวง เคราะห์จะลดลง ง.คาบการโคจรของดาวเคราะห์จะมากหรือน้อย ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะทาง จากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์																																				
23.เด็กชายจีโน่ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืชเป็นระยะเวลา 5 วัน ผลการทดลองดังแสดงในตาราง	121	-																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">วันที่</th> <th colspan="2">ความสูง(ซม.)</th> <th colspan="2">ลักษณะใบ</th> </tr> <tr> <th>รดน้ำ</th> <th>ไม่รดน้ำ</th> <th>รดน้ำ</th> <th>ไม่รดน้ำ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0.5</td> <td>สีเขียว</td> <td>สีเขียว</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.5</td> <td>0.5</td> <td>สีเขียว</td> <td>สีเขียว</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.5</td> <td>0.5</td> <td>สีเขียว</td> <td>สีเขียวมีสีเหลืองเล็กน้อย</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>0.7</td> <td>สีเขียว</td> <td>ใบเริ่มเหี่ยวเฉา</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.4</td> <td>1</td> <td>สีเขียว</td> <td>ใบเหี่ยวเฉาและร่วงจากต้น</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากข้อมูล เด็กชายจีโน่ควรจะสรุปผลการทดลองอย่างไร จึงจะเหมาะสม ที่สุด</p> <p>ก.น้ำเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>ข.แสงเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>ค.ธาตุอาหารเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>ง.ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ น้ำ แสง และธาตุอาหาร</p>			วันที่	ความสูง(ซม.)		ลักษณะใบ		รดน้ำ	ไม่รดน้ำ	รดน้ำ	ไม่รดน้ำ	1	1	0.5	สีเขียว	สีเขียว	2	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียว	3	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียวมีสีเหลืองเล็กน้อย	4	2	0.7	สีเขียว	ใบเริ่มเหี่ยวเฉา	5	2.4	1	สีเขียว	ใบเหี่ยวเฉาและร่วงจากต้น
วันที่	ความสูง(ซม.)			ลักษณะใบ																																
	รดน้ำ	ไม่รดน้ำ	รดน้ำ	ไม่รดน้ำ																																
1	1	0.5	สีเขียว	สีเขียว																																
2	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียว																																
3	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียวมีสีเหลืองเล็กน้อย																																
4	2	0.7	สีเขียว	ใบเริ่มเหี่ยวเฉา																																
5	2.4	1	สีเขียว	ใบเหี่ยวเฉาและร่วงจากต้น																																
24.อาจารย์วินัย ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่เข้าใช้ ห้องสมุดในเดือนมิถุนายน-สิงหาคม โดยนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟ ดังด้านล่าง	161	-																																		
<table border="1"> <caption>ข้อมูลจากกราฟแท่ง</caption> <thead> <tr> <th>เดือน</th> <th>เพศชาย</th> <th>เพศหญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มิ.ย.</td> <td>~200</td> <td>~250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>~220</td> <td>~250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>~250</td> <td>~250</td> </tr> </tbody> </table>			เดือน	เพศชาย	เพศหญิง	มิ.ย.	~200	~250	ก.ค.	~220	~250	ส.ค.	~250	~250																						
เดือน	เพศชาย	เพศหญิง																																		
มิ.ย.	~200	~250																																		
ก.ค.	~220	~250																																		
ส.ค.	~250	~250																																		

ตาราง 17 (ต่อ)

รายละเอียด	ตอบถูก																														
	(คะแนน/คน)	ค่าเฉลี่ย																													
ตารางบันทึกข้อมูลที่สุดคล้องกับกราฟนี้ควรเป็นอย่างไร																															
ก.	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน (คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มี.ย.</td> <td>200</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table>	เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)		ชาย	หญิง	มี.ย.	200	250	ก.ค.	220	250	ส.ค.	250	250	ข.	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน (คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มี.ย.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>200</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table>	เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)		ชาย	หญิง	มี.ย.	220	250	ก.ค.	220	250	ส.ค.	200	250
เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)																														
	ชาย	หญิง																													
มี.ย.	200	250																													
ก.ค.	220	250																													
ส.ค.	250	250																													
เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)																														
	ชาย	หญิง																													
มี.ย.	220	250																													
ก.ค.	220	250																													
ส.ค.	200	250																													
ค.	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน (คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มี.ย.</td> <td>200</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table>	เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)		ชาย	หญิง	มี.ย.	200	250	ก.ค.	250	250	ส.ค.	250	250	ง.	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน (คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มี.ย.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table>	เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)		ชาย	หญิง	มี.ย.	250	250	ก.ค.	220	250	ส.ค.	250	250
เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)																														
	ชาย	หญิง																													
มี.ย.	200	250																													
ก.ค.	250	250																													
ส.ค.	250	250																													
เดือน	จำนวนนักเรียน (คน)																														
	ชาย	หญิง																													
มี.ย.	250	250																													
ก.ค.	220	250																													
ส.ค.	250	250																													
รวม	397		1.32																												

ผลการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นของการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้สูตร $PNI_{modified}$ เพื่อระบุความต้องการจำเป็นจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด โดยสามารถจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นได้ดังนี้ (1) ทักษะการคำนวณ (2) ทักษะการสังเกต (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (4) ทักษะการทดลอง (5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (6) ทักษะการจัดจำแนกประเภท (7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ (8) ทักษะการวัด รายละเอียดดังตาราง 18

ตาราง 18 การจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำการขาดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ยของ ทักษะ	ค่าเฉลี่ยของ ทักษะ	(I-D)	(I-D)/D	ลำดับ Need
	กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์ที่ ควรจะเป็น (I)	กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์ที่ เป็นจริง(D)			
1.ทักษะการสังเกต	3.00	1.06	1.94	1.83	2
2.ทักษะการวัด	3.00	2.22	0.78	0.35	8
3.ทักษะการจำแนกประเภท	3.00	1.36	1.64	1.21	6
4.ทักษะการคำนวณ	3.00	0.94	2.06	2.19	1
5.ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	3.00	1.09	1.91	1.75	3
6.ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	3.00	2.04	0.96	0.47	7
7.ทักษะการทดลอง	3.00	1.30	1.70	1.31	4
8.ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป	3.00	1.32	1.68	1.27	5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์ หาสาเหตุ

ระยะนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น
ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระยะเวลาที่ 1 โดยวิธี PNI_{modified} มาใช้
เพื่อเป็นประเด็นในการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ จากการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มของ
ผู้บริหาร คณะครูจาก 3 กลุ่มสาระได้แก่ (1) วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน (2) คณิตศาสตร์ จำนวน
2 ท่าน และ (3) เทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน ซึ่งเป็นคณะครูผู้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาตอน
ปลาย ได้ประเด็นสาเหตุดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 19 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ

ประเด็นการสัมภาษณ์	สาเหตุ
1. ทักษะการคำนวณ	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคำนวณ	<ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนขาดทักษะความรู้เชิงจำนวนเนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเห็นจำนวนที่เป็นรูปธรรม -นักเรียนขาดทักษะพื้นฐานทางด้านการคิดคำนวณ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร -นักเรียนไม่สามารถแปลงหน่วยต่าง ๆ ได้ เช่น เปลี่ยนจากเซนติเมตร เป็นเมตร -นักเรียนจำสูตรการคำนวณต่าง ๆ ไม่ได้ เช่น สูตรการหาพื้นที่ สูตรการหาปริมาตร เป็นต้น -นักเรียนขาดการฝึกฝนทักษะอย่างต่อเนื่องจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถคิดคำนวณได้ และโดยส่วนใหญ่ นักเรียนเน้นการท่องจำ และเมื่อเจอโจทย์ที่ยากขึ้นนักเรียนจะคิดว่าทำไม่ได้ และไม่ยอมทำโจทย์ข้อนั้น -นักเรียนขาดความสนใจในการเรียน มองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ยาก
2. ทักษะการสังเกต	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการสังเกต	<ul style="list-style-type: none"> -ครูใช้สื่อและอุปกรณ์ประกอบการฝึกทักษะการสังเกตที่ไม่หลากหลายจึงทำให้นักเรียนขาดทักษะการสังเกต -ความสามารถของนักเรียนไม่เท่ากัน เด็กบางความขาดความรู้พื้นฐาน บางคนขาดทักษะในส่วนของประสาทสัมผัสทั้ง 5 -ความสนใจของนักเรียนในแต่ละคนไม่เท่ากันบางคนมีความสนใจมากจึงทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นได้มาก บางคนความสนใจน้อยจึงส่งผลให้ความสนใจในการเรียนที่เกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย ความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคนไม่เท่ากัน -ความรู้พื้นฐาน ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนไม่เพียงพอ เช่น ความรู้เรื่องรูปทรงเรขาคณิต -นักเรียนขาดการฝึกทักษะของตนเองอย่างต่อเนื่อง บางครั้งครูต้องคอยบอก ขาดการฝึกการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ตาราง 18 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	สาเหตุ
2. ทักษะการสังเกต	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการสังเกต (ต่อ)	<p>-จากการสังเกตการสอนของครูผู้สอนพบว่า นักเรียนขาดสมาธิในการเรียน และไม่ชอบการทำกิจกรรมบางกิจกรรม บางครั้งนักเรียนกลุ่มที่ขาดทักษะจะคอยคำตอบจากเพื่อน ๆ คนอื่น ๆ บางครั้งนักเรียนใช้ประสาทสัมผัสไม่ครบ ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตไม่สมบูรณ์ เพราะทักษะการสังเกตนักเรียนมองว่าเป็นเพียงการมองสิ่งของสิ่งใดสิ่งหนึ่งแต่จริง ๆ แล้วทักษะการสังเกตจะรวมไปถึงการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของผู้สังเกต</p> <p>-เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมของนักเรียนไม่เพียงพอ เพราะส่วนใหญ่แล้ว เวลาเรียนของนักเรียนจะใช้เวลาเรียนในชั่วโมงเรียน ดังนั้นเมื่อขาดความต่อเนื่องในการใช้ทักษะจึงทำให้ความสนใจของนักเรียนลดน้อยลง</p>
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	<p>-ปัจจุบันการนำเสนอข้อมูลมีรูปแบบที่หลากหลายและมีรูปแบบที่น่าสนใจมากขึ้น นักเรียนยังขาดทักษะนี้อยู่เนื่องจากนักเรียนขาดตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลที่หลากหลาย</p> <p>-สาเหตุสืบเนื่องมาจากการที่นักเรียนขาดทักษะการสังเกต และการวัดทำให้ข้อมูลที่นักเรียนได้มานั้นเกิดข้อผิดพลาด นอกจากนี้ อาจจะมาจากการที่นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ ไม่สามารถแยกประเด็นของข้อมูลได้</p> <p>-นักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม และในบางครั้งนักเรียนไม่สามารถบอกเหตุผลในรูปแบบการนำเสนอที่ตนเองเลือกได้</p> <p>-นักเรียนขาดการวิเคราะห์เนื้อหา นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องที่ทำการศึกษา</p> <p>-นักเรียนขาดทักษะการจำแนก การแบ่งเนื้อหาออกเป็นกลุ่ม และเชื่อมโยงเนื้อหา และนอกจากนี้ นักเรียนขาดความเข้าใจในเนื้อหาที่ตนเองได้มา จึงทำให้ไม่สามารถสื่อสารสิ่งที่ได้จากการศึกษาออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้</p>

ตาราง 18 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	สาเหตุ
	-ความคิดรวบยอดของนักเรียนยังไม่เพียงพอ จึงไม่สามารถที่จะจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลได้
4. ทักษะการทดลอง	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการทดลอง	<p>-การทดลองเป็นทักษะที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ นักเรียนที่ขาดทักษะนี้จะไม่สามารถค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองสนใจได้ ปัญหาหนึ่งที่น่าจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองมีไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรม</p> <p>-นักเรียนขาดการทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ขาดการทำงานเป็นระบบ ขาดการวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติ</p> <p>-ความสนใจของนักเรียนแตกต่างกัน บางเรื่องที่ทำกรทดลองนักเรียนไม่สนใจส่งผลให้นักเรียนไม่อยากทำกิจกรรม</p> <p>-นักเรียนไม่ศึกษาขั้นตอนการทดลองให้เข้าใจก่อนการทดลอง จึงทำให้การทดลองเกิดข้อผิดพลาด</p> <p>-นักเรียนขาดทักษะการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ</p>
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	<p>-นักเรียนขาดความเข้าใจในข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือวิธีการใด ๆ ก็ตามที่ได้มาซึ่งข้อมูล</p> <p>-นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ขาดความสนใจในเนื้อหา จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถตีความหมายและลงข้อสรุปได้</p> <p>-นักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์ข้อมูล</p> <p>-นักเรียนไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ในการทำกิจกรรมจึงไม่สามารถสรุปข้อมูลได้</p> <p>-ส่วนหนึ่งครุมองว่าทักษะการอ่านของนักเรียนมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น เนื่องจากเมื่อนักเรียนไม่สามารถอ่านได้หรือไม่สามารถอ่านจับใจความสำคัญได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถที่จะตีความหมายจากข้อมูลที่ได้มา จึงส่งผลให้การสรุปผลการทดลองของนักเรียนไม่สมบูรณ์</p>

ตาราง 18 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	สาเหตุ
	<p>-นักเรียนบางคนกลัวความผิดว่าข้อมูลที่ตัวเองได้มาของตนเองไม่ตรงกับคนอื่น ๆ จึงไม่กล้าที่จะลงข้อสรุปของตนเอง จึงรอผลการทดลองของคนอื่น ๆ</p> <p>-ในบางครั้งข้อมูลที่นักเรียนได้มาจะเป็นลักษณะในส่วนของตัวเลข ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจความหมายของตัวเลขที่กำหนดค่าต่าง ๆ ก็จะมีส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถที่จะตีความหมายจากตัวเลขมาเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพได้</p>
6.ทักษะการจำแนกประเภท	
<p>ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการจำแนกประเภท</p>	<p>-ในการจำแนกประเภทนักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องลักษณะความเหมือนและลักษณะความแตกต่างอันเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการจำแนกประเภท ถ้านักเรียนไม่สามารถจำแนกได้ว่าสิ่งสิ่งนั้นมีความแตกต่างจากสิ่งอื่นอย่างไร หรือมีความเหมือนกับสิ่งอื่นอย่างไร มีลักษณะเหมือนที่ร่วมกันอย่างไร</p> <p>-นักเรียนขาดการวิเคราะห์ นักเรียนไม่สามารถสร้างเกณฑ์ในการจำแนกให้คนอื่นเข้าใจได้ เนื่องจากนักเรียนไม่รู้จักรหัสหรืออาจจะไม่เข้าใจในสิ่งที่ศึกษา</p> <p>-นักเรียนขาดความรู้ในสิ่งของแต่ละประเภท</p> <p>-นักเรียนไม่เข้าใจในรายละเอียดของเนื้อหา ไม่สามารถระบุความเหมือนและความต่างของสิ่งของแต่ละอย่างได้ เช่น บางครั้งการที่ให้นักเรียนจำแนกหรือบอกรายละเอียดว่ารูปสี่เหลี่ยมที่ครูกำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด นักเรียนจะสามารถบอกได้เพียงว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมแต่ไม่สามารถบอกได้ว่า เป็นรูปสี่เหลี่ยมประเภทใด</p> <p>-ต่อเนื่องมาจากทักษะการสังเกตเนื่องจากการสังเกตเป็นทักษะเบื้องต้นในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา ดังนั้นหากข้อมูลไม่เพียงพอจึงส่งผลให้การจำแนกของนักเรียนไม่ตรงตามเกณฑ์ที่วางไว้</p>

ตาราง 18 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	สาเหตุ
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	<p>-นักเรียนไม่สามารถลงความเห็นและสรุปผลจากข้อมูลได้ เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะในการสื่อสาร</p> <p>-นักเรียนขาดทักษะทางด้านกรอ่าน การคิดวิเคราะห์ข้อมูลจากสิ่งที่ได้จากการเก็บข้อมูลมา</p> <p>-นักเรียนขาดความกล้าแสดงออก ไม่มั่นใจในความคิดของตัวเอง จึงทำให้ไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็น</p> <p>-นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ทำการศึกษา</p> <p>-นักเรียนในหนึ่งกลุ่มห้องเรียนมีความแตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนกลุ่มอ่อนจะรอคำตอบจากนักเรียนกลุ่มเก่ง จึงทำให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวขาดความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงส่งผลให้ไม่สามารถลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาอย่างเต็มประสิทธิภาพ</p> <p>-นักเรียนมีประสบการณ์น้อย ขาดความรอบรู้ในเรื่องต่าง จะรู้เพียงเรื่องใกล้ตัว แต่เมื่อเป็นเรื่องที่ไกลตัวออกไปนักเรียนจะขาดความรู้ นักเรียนขาดความใฝ่เรียนรู้ในเรื่องที่ไกลตัว</p> <p>-นักเรียนขาดความกล้าแสดงออก ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง กลัวผิด อายเพื่อน ขาดความมั่นใจในตนเอง</p>
8. ทักษะการวัด	
ท่านคิดว่าสาเหตุใดบ้างที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการวัด	<p>-นักเรียนขาดความเข้าใจในเรื่องหน่วยการวัดไม่สามารถเปรียบเทียบหน่วยการวัดหนึ่งไปสู่อีกหน่วยหนึ่งจึงทำให้เกิดการวัดที่คลาดเคลื่อน</p> <p>-การเลือกใช้เครื่องมือของนักเรียน นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการวัด ซึ่งอาจเกิดจากการที่นักเรียนไม่รู้จักเครื่องมือในการวัด และในบางครั้งนักเรียนขาดความรู้เรื่องการใช้เครื่องมือแต่ละประเภท</p>

ตาราง 18 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	สาเหตุ
	<p>-ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี และโอกาสทางการศึกษาของนักเรียนแต่ละคนไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลให้การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น การหาระยะทาง Google map นักเรียนไม่สามารถที่จะอ่านค่าระยะทางได้ เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้ในเรื่องของการคำนวณระยะทางและรวมไปถึงนักเรียนขาดทักษะการใช้เครื่องมือ</p> <p>-นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสม อ่านค่าจากเครื่องมือไม่เป็น มีปัญหาเรื่องการระบุนหน่วย</p> <p>-นักเรียนขาดประสบการณ์ ขาดการนำความรู้เดิมมาใช้งานอย่างต่อเนื่องจึงทำให้ในบางครั้งนักเรียนขาดความชำนาญในการใช้เครื่องมือในการวัด</p>

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา

ในระยะนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มาสร้างประเด็นการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม ผู้บริหาร คณะครู จาก 3 กลุ่มสาระได้แก่ (1) วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน (2) คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และ (3) เทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน ซึ่งเป็นคณะครูผู้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ได้ประเด็นทางเลือกในการแก้ปัญหการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มในประเด็นการกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาที่ 8 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะที่ควรแก้ไขอย่างเร่งด่วน 3 ทักษะได้แก่ (1) ทักษะการคำนวณ (2) ทักษะการสังเกต และ (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะที่ควรพัฒนาและส่งเสริมอีกจำนวน 5 ทักษะ ดังแสดงในตาราง 19

ตาราง 20 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ประเด็นการสัมมนา	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
1. ทักษะการคำนวณ	
จากผลการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นพบว่า ทักษะการคำนวณของนักเรียนควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากนักเรียนมีการขาดทักษะดังกล่าวเป็นอันดับ 1 ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางใดจะช่วยแก้ปัญหาการขาดทักษะของนักเรียน	<p>-ครูผลิตสื่อการเรียนการสอนที่สามารถแสดงถึงจำนวนที่เป็นรูปธรรมนักเรียนสามารถจับต้องได้และเห็นได้จริงในชีวิตประจำวันจะทำให้นักเรียนมีความสามารถและทักษะเชิงจำนวนที่มากขึ้น</p> <p>-ฝึกฝนทักษะพื้นฐานทางด้านคำนวณ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ให้กับนักเรียน</p> <p>-ครูมีการประยุกต์นำสิ่งของในชีวิตประจำวันหรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใช้ทักษะการคำนวณ เช่น การนำผลไม้มาแบ่งกลุ่ม เพิ่มเข้าหรือหักออก การไปใช้เงินในการจ่ายของ การทอนเงิน เป็นต้น</p> <p>-ครูควรใช้สื่อที่มีความหลากหลายประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น สื่อรูปภาพ สื่อของจริง</p>
2. ทักษะการสังเกต	
จากผลการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นพบว่า ทักษะการสังเกตของนักเรียนควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากนักเรียนมีการขาดทักษะดังกล่าวมาเป็นอันดับ 2 ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางใดจะช่วยแก้ปัญหาการขาดทักษะของนักเรียน	<p>-ครูควรหาสื่อที่มีความหลากหลายมาช่วยในการฝึกทักษะการสังเกตเพื่อที่จะให้นักเรียนมีทักษะการสังเกตที่ดีขึ้น</p> <p>-ฝึกฝนการสังเกตให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการให้นักเรียนฝึกสังเกตสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนระบุนรายละเอียดต่าง ๆ ที่นักเรียนเห็นของสิ่งของที่สังเกต</p> <p>- การเลือกใช้สี ขนาด วัสดุ หรือรูปลักษณะของสื่อที่แตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น การฝึกสังเกตจากตัวการ์ตูน ภาพจำลองของสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น</p> <p>-กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งที่เรียนรู้ โดยอาจจะใช้สื่อของจริง หรืออาจจะเป็นสิ่งของที่นักเรียนไม่รู้จักรัก ฝึกฝนการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตัวของนักเรียนเอง</p>

ตาราง 20 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	
จากผลการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นพบว่า ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนควรได้รับการแก้ไข เนื่องจากนักเรียนมีการขาดทักษะดังกล่าวมาเป็นอันดับ 3 ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางใดจะช่วยแก้ปัญหาการขาดทักษะของนักเรียน	<p>- ควรแก้ไขโดยการที่ครูควรจะมีฝึกฝนโดยการให้เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ หลังจากทีนักเรียนมีความชำนาญในการจำแนกประเภทที่มากขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนฝึกจำแนกประเภทเองโดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนเป็นคนตั้งขึ้นมาเอง</p> <p>- การฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม การร่วมกันคัดเลือกเกณฑ์การจำแนกประเภทของกลุ่ม จะทำให้ผู้เรียนมีความคิดหลากหลายขึ้นรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้</p> <p>- ครูอธิบายเนื้อหาพื้นฐานของเรื่องที่กำลังศึกษา พร้อมยกตัวอย่างให้กับนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนในการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียน</p> <p>- ครูเพิ่มเติมกิจกรรมให้กับนักเรียน เพื่อเป็นการฝึกทักษะให้กับนักเรียน ทั้งในส่วนของความคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร เพื่อให้คนอื่น ๆ เข้าใจในสิ่งที่นักเรียนต้องการสื่อสารให้ผู้อื่นฟัง</p> <p>- ครูอธิบายและยกตัวอย่างการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ หรือด้วยวิธีการอื่น ๆ มาจัดกระทำ จัดกลุ่มเนื้อหาอย่างเป็นระบบ เพื่อสะดวกในการนำเสนอข้อมูล โดยครูผู้สอนยกตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิแท่ง การบรรยายหรือรูปแบบของตาราง</p>
4. ทักษะการทดลอง	
ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมทักษะการทดลองที่เหมาะสม ควรทำอย่างไร	<p>- โดยโรงเรียนควรให้งบประมาณในการสนับสนุนในการจัดกิจกรรมทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสลงมือทดลองได้ด้วยตนเอง</p> <p>- ในการทดลองแต่ละครั้งนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลอง ขั้นตอนการทำการทดลอง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ดังนั้นก่อนการทดลองในแต่ละครั้งครูผู้สอนควรอธิบายความรู้พื้นฐานด้านต่าง ๆ ของนักเรียน</p>

ตาราง 20 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
	<p>-การอธิบายขั้นตอนการทดลองครูผู้สอนอาจจะใช้วิธีการอธิบายผ่านการวาดภาพ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทดลองได้ง่ายขึ้น และอาจจะทำการสาธิตวิธีการทดลองให้กับนักเรียน ก่อนนักเรียนลงมือปฏิบัติจริง</p> <p>-ครูฝึกให้ผู้เรียนสามารถออกแบบการทดลอง ระบุ และเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองอย่างเหมาะสม สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง</p>
5.ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	
<p>ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปที่เหมาะสม ควรทำอย่างไร</p>	<p>-สิ่งหนึ่งที่ควรส่งเสริมคือทักษะการเขียนหรือการพูดเพื่อสื่อสารข้อมูลที่ได้จากการทดลองดังนั้นจึงควรมีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการกับวิชาภาษาไทยและวิชาคณิตศาสตร์เพื่อฝึกฝนทักษะนี้ให้นักเรียนฝึกความชำนาญ</p> <p>- ครูฝึกให้ผู้เรียนบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลวิเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญ สามารถบรรยายถึงข้อมูล และแปลความหมายของข้อมูลที่ได้รับ</p> <p>-ครูผู้สอนควรฝึกฝนให้นักเรียนฝึกฝนการอ่านจับใจความสำคัญให้กับนักเรียนโดยอาจจะเริ่มจากเรื่องที่น่าสนใจ จากนั้นอธิบายประเด็นสำคัญของเรื่องให้นักเรียนอ่านให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนฟัง</p> <p>-ฝึกฝนการอ่านแผนภูมิต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปภาพ พร้อมทั้งสรุปข้อมูลที่ได้รับ โดยอาจจะดำเนินการสอนโดยการให้นักเรียนฝึกอ่านพร้อมกันทั้งห้องเรียน ฝึกอ่านทีละกลุ่ม และฝึกอ่านรายบุคคล</p> <p>-ครูมีการฝึกให้นักเรียนตีความหมายของข้อมูลโดยอาจจะให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตารางที่คุณครูกำหนด จากนั้นให้นักเรียนตีความหมายของข้อมูลและฝึกสรุปประเด็นสำคัญ</p>

ตาราง 20 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
6.ทักษะการจำแนกประเภท	
ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมทักษะการจำแนกประเภทที่เหมาะสม ควรทำอย่างไร	<p>-ควรแก้ไขโดยการที่ครูควรจะฝึกฝนโดยการให้เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ หลังจากที่นักเรียนมีความชำนาญในการจำแนกประเภทที่มากขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนฝึกจำแนกประเภทเองโดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนเป็นคนตั้งขึ้นมาเอง</p> <p>-การฝึกให้นักเรียนร่วมกันในการจำแนกสิ่งของเป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม การร่วมกันคัดเลือกเกณฑ์ของกลุ่มจะทำให้ผู้เรียนมีความคิดหลากหลายขึ้นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น</p> <p>-ครูผู้สอนฝึกฝนให้นักเรียนฝึกการแยกสิ่งของต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่มตามความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงจัดสิ่งของเหล่านี้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และเพราะเหตุใดจึงจัดสิ่งของอีกอย่างอยู่อีกกลุ่ม โดยครูผู้สอนอาจจะหลีกเลี่ยงคำถามว่าการใช้เกณฑ์ในการจำแนก เพราะนักเรียนอาจจะไม่เข้าใจว่าเกณฑ์คืออะไร ครูควรจะมาสรุปท้ายการทำกิจกรรมอีกครั้ง</p> <p>-ครูให้ข้อมูลต่าง ๆ ของสิ่งที่นักเรียนกำลังทำการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการทำกิจกรรมของนักเรียน</p> <p>-ครูผู้สอนนำตัวอย่างรูปทรงเรขาคณิตแต่ละชนิดมาให้ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง เนื่องจากรูปทรงเรขาคณิตจะมีความซับซ้อนและคล้ายคลึงกันเป็นจำนวนมาก อย่างเช่น รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงสามเหลี่ยม ดังนั้นหากนักเรียนได้รู้จักรูปทรงแต่ละชนิดก่อนการจำแนก ก็จะทำให้การจำแนกของนักเรียนง่ายขึ้น</p>
7.ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	
ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลที่เหมาะสม ควรทำอย่างไร	<p>-ครูควรฝึกทักษะการสื่อสารการใช้ประโยคเพื่อสื่อสารอันเป็นประโยชน์ต่อกันสรุปข้อมูลและอาจจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการกับวิชาภาษาไทย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะนี้ จะทำให้นักเรียนสามารถลงความเห็นและสามารถสรุปข้อมูลและดีขึ้น</p>

ตาราง 20 (ต่อ)

ประเด็นการสัมภาษณ์	ทางเลือกในการแก้ปัญหา
	<p>- ครูฝึกให้นักเรียนอธิบาย สิ่งที่ตนเองสรุปข้อมูลออกมาให้เพื่อนในห้องฟัง และร่วมกันอภิปรายถึงในสิ่งที่ถูกต้อง สิ่งที่ผิดพลาด เพื่อเป็นการปรับปรุงให้ข้อมูลนั้นสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น</p> <p>-เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อฝึกกระบวนการคิด การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน</p> <p>-ครูผู้สอนเสริมพลังทางบวกให้กับนักเรียน เสริมกำลังใจให้กับนักเรียนเพื่อนกระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก ในประเด็นที่ทำการศึกษา</p>
8.ทักษะการวัด	
ท่านคิดว่าวิธีการหรือแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมทักษะการวัดที่เหมาะสม ควรทำอย่างไร	<p>-ครูจึงควรทบทวนความรู้เรื่องการแปลงหน่วยวัด ให้นักเรียนมีความแม่นยำในเรื่องของการวัด</p> <p>-การฝึกให้นักเรียนใช้เครื่องมือวัดจริง เพื่อให้นักเรียนเกิดประสบการณ์สามารถนำไปใช้ในชีวิตได้ เช่น ไม้บรรทัด ตลับเมตร เวอเนียร์ เป็นต้น</p> <p>-ฝึกพื้นฐานการใช้เครื่องมือวัดให้กับนักเรียน ให้นักเรียนได้ทำการวัดสิ่งของต่าง ๆ ที่นักเรียนสนใจและอยากจะวัด</p> <p>-ฝึกฝนการวัดให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ฝึกการใช้เครื่องมือการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัด การระบุหน่วยการวัด การวิเคราะห์และการเปรียบเทียบหน่วยของการวัด และเพิ่มจำนวนชั่วโมงในการทำกิจกรรมของนักเรียน</p>

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายการวิจัย 3 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน (2) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อกระบวนการเชิงวิศวกรรมของนักเรียน (3) เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน โดยวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การระบุความต้องการจำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูลกับประชากรเป็นนักเรียนจำนวน 300 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ แบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ได้แก่ (1) ทักษะการสังเกต (2) ทักษะการวัด (3) ทักษะการจำแนกประเภท (4) ทักษะการคำนวณ (5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (6) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (7) ทักษะการทดลอง และ (8) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ ใช้การวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม กับผู้บริหาร จำนวน 1 ท่าน คณะครูผู้สอนในรายวิชาดังนี้ (1) วิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน (2) วิชาคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และ (3) วิชาเทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน รวม 6 ท่าน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) และระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญภายในโรงเรียน จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ (1) ผู้บริหาร จำนวน 1 ท่าน และครูผู้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 4 ท่าน ได้แก่ (1) ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน (2) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ 1 ท่าน และ (3) ครูผู้สอนคอมพิวเตอร์ 1 ท่าน กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญภายนอกโรงเรียน จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ (2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ (3) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี (4) วิศวกรรมศาสตร์และ (5) ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดียวกับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากระยะที่ 2 ในการกำหนดประเด็นการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่ม เพื่อหาแนวทางแก้ไขและสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและสรุปเป็นประเด็นแนวทางการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis)

สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 3 ประเด็นการศึกษา ได้แก่ (1) การระบุความต้องการจำเป็น (2) การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ และ (3) การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการระบุความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 24 ข้อ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากผลการทดสอบของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำคะแนนของนักเรียนเพื่อนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญจากทักษะที่นักเรียนมีความต้องการมากที่สุดไปยังทักษะที่นักเรียนมีความต้องการจำเป็นน้อยที่สุดโดยใช้สูตร PNI_{modified} ได้ผลดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความต้องการจำเป็นมากที่สุดและควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน 3 ทักษะแรก คือ (1) ทักษะการคำนวณ (2) ทักษะการสังเกต (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความต้องการจำเป็นในลำดับถัดมาคือ (4) ทักษะการทดลอง (5) ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (6) ทักษะการจำแนกประเภท (7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ (8) ทักษะการวัด ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความต้องการจำเป็นน้อยที่สุด

2. ผลการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยแบ่งตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ทักษะ ดังนี้ (1) ทักษะการคำนวณ สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ นักเรียนขาดความรู้และทักษะพื้นฐานทางด้านการคำนวณ ทั้งในส่วนของของบวก การลบ การคูณ และการหาร นอกจากนี้ นักเรียนยังขาดทักษะความรู้ลึกเชิงจำนวนเนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเห็นจำนวนที่เป็นรูปธรรม ไม่สามารถแปลงหน่วยต่าง ๆ ได้ เช่น เปลี่ยนจากเซนติเมตร เป็นเมตร นักเรียนจำสูตรในการคำนวณต่าง ๆ ไม่ได้ เช่น สูตรการหาพื้นที่ สูตรการหาปริมาตร เป็นต้น ซึ่งสาเหตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่นักเรียนขาดการฝึกฝนทักษะอย่างต่อเนื่อง นักเรียนขาดความเข้าใจ นักเรียนเน้นการท่องจำ จึงส่งผลให้เมื่อเจอโจทย์ที่ยากขึ้นหรือไม่ตรงกับที่นักเรียนท่องจำมา นักเรียนจะคิดว่าทำไม่ได้ และไม่พยายามทำโจทย์ข้อนั้น (2) ทักษะการสังเกต สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ ครูผู้สอนใช้สื่อและอุปกรณ์ประกอบการฝึกทักษะการสังเกตที่ไม่หลากหลาย ความรู้พื้นฐาน การ

เข้าใจในเนื้อหาและความสามารถของนักเรียนไม่เพียงพอต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนขาดทักษะในส่วนของประสาทสัมผัสทั้ง 5 ขาดความสนใจในการเรียน ขาดความต่อเนื่องในการฝึกทักษะของนักเรียน ขาดสมาธิในการเรียน ไม่ชอบการทำกิจกรรมบางกิจกรรม บางครั้งนักเรียนกลุ่มที่ขาดทักษะจะคอยคำตอบจากเพื่อน ๆ คนอื่น เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมของนักเรียนไม่เพียงพอ เพราะส่วนใหญ่แล้ว เวลาเรียนของนักเรียนจะใช้เวลาเรียนในชั้นโม่งเรียน ดังนั้นเมื่อขาดความต่อเนื่องในการใช้ทักษะจึงทำให้ความสนใจของนักเรียนลดน้อยลง (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ ปัจจุบันการนำเสนอข้อมูลมีรูปแบบที่หลากหลายและมีรูปแบบที่น่าสนใจมากขึ้น นักเรียนยังขาดทักษะนี้อยู่เนื่องจากนักเรียนขาดตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลที่หลากหลาย และสืบเนื่องมาจากการที่นักเรียนขาดทักษะขั้นพื้นฐานในการรวบรวมข้อมูล เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ ทำให้ข้อมูลที่นักเรียนไดมานั้นเกิดข้อผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วน นอกจากนี้อาจจะมาจากการที่นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ไดมา จึงทำให้ไม่สามารถแยกประเด็นของข้อมูลได้ นักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม กับข้อมูลที่ได และการนำเสนอข้อมูลที่นักเรียนเลือกขาดความน่าสนใจ (4) ทักษะการทดลอง สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ การทดลองเป็นทักษะที่นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ นักเรียนที่ขาดทักษะนี้จะไม่สามารถค้นคว้าหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองสนใจได้ ปัญหาหนึ่งที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากอุปกรณ์วัสดุในการทดลองมีไม่เพียงพอ และขาดทักษะการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ นักเรียนขาดการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ขาดการทำงานเป็นระบบ ไม่มีการวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติ ขาดความสนใจในการทำกิจกรรม นักเรียนไม่ศึกษาขั้นตอนวิธีการทดลองให้เข้าใจก่อนทำการทดลอง ส่งผลให้การทดลองและผลจากการทดลองเกิดข้อผิดพลาด (5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ นักเรียนขาดความเข้าใจในข้อมูลที่ไดจากการสังเกต การทดลอง หรือวิธีการใด ๆ ก็ตามที่ได้มาซึ่งข้อมูล นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาขาดความสนใจในเนื้อหา จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถตีความหมายและลงข้อสรุปได้ นักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ในการทำกิจกรรมจึงไม่สามารถสรุปข้อมูลได้ ส่วนหนึ่งครมองว่าทักษะการอ่านของนักเรียนมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการขาดทักษะที่เกิดขึ้น เนื่องจากเมื่อนักเรียนไม่สามารถอ่านได้ และไม่สามารถอ่านจับใจความสำคัญได้ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตีความหมายจากข้อมูลที่ไดมาทำให้การสรุปผลการทดลองของนักเรียนไม่สมบูรณ์ และบางครั้งข้อมูลที่นักเรียนไดมาจะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจความหมายของตัวเลขที่กำหนดค่าต่าง ๆ ก็ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถที่จะตีความหมายจากตัวเลขมาเป็นการ

บรรยายหรือข้อมูลเชิงคุณภาพได้ (6) ทักษะการจำแนกประเภท สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ ในการจำแนกประเภทนักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องลักษณะความเหมือนและลักษณะความแตกต่างอันเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการจำแนกประเภท ถ้านักเรียนไม่สามารถจำแนกได้ว่าสิ่งของสิ่งนั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างจากสิ่งอื่นอย่างไร นักเรียนขาดการวิเคราะห์ นักเรียนไม่สามารถสร้างเกณฑ์ในการจำแนกให้คนอื่นเข้าใจได้ เนื่องจากนักเรียนไม่รู้จำหรืออาจจะไม่เข้าใจในสิ่งที่ศึกษา นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจรายละเอียดของเนื้อหา รายละเอียดของสิ่งที่กำลังศึกษา เช่น บางครั้งการที่ให้นักเรียนจำแนกหรือบอกรายละเอียดว่ารูปสี่เหลี่ยมที่ครูกำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด นักเรียนจะสามารถบอกได้เพียงว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมแต่ไม่สามารถบอกว่าได้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมประเภทใด นักเรียนขาดทักษะขั้นพื้นฐาน เช่น ทักษะการสังเกต เนื่องจากการสังเกตเป็นทักษะเบื้องต้นในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา ดังนั้นหากข้อมูลไม่เพียงพอจึงส่งผลให้การจำแนกของนักเรียนไม่ตรงตามเกณฑ์ที่วางไว้ (7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ นักเรียนไม่สามารถลงความเห็นและสรุปผลจากข้อมูลได้เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะในการสื่อสาร นักเรียนขาดทักษะทางด้านการอ่าน การคิดวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนขาดความกล้าแสดงออก ไม่มั่นใจในความคิดของตัวเอง กลัวผิด อายเพื่อน ขาดความมั่นใจในตนเอง ขาดความรู้พื้นฐานและความรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ทำการศึกษา ความรู้ของนักเรียนในบางครั้งจะมีกรอบเนื้อหาเพียงเรื่องใกล้ตัว แต่เมื่อเป็นเรื่องที่ไกลตัวออกไปนักเรียนจะขาดความรู้ ผลเกิดจากการขาดความใฝ่เรียนรู้ในเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนและใน 1 กลุ่มห้องเรียนมีความแตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนกลุ่มอ่อนจะคอยคำตอบจากนักเรียนกลุ่มเก่ง จึงทำให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวขาดความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และ (8) ทักษะการวัด สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะดังกล่าวคือ นักเรียนขาดความเข้าใจในเรื่องหน่วยการวัดไม่สามารถเปรียบเทียบหน่วยการวัดหนึ่งไปสู่การวัดอีกหน่วยหนึ่งได้ นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการวัด ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่นักเรียนไม่รู้จำเครื่องมือในการวัด และในบางครั้งนักเรียนขาดความรู้เรื่องการใช้เครื่องมือแต่ละประเภท จึงทำให้เกิดการวัดเกิดความคลาดเคลื่อน ผลการวัดเกิดข้อผิดพลาดได้ ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและโอกาสทางการศึกษาของนักเรียนแต่ละคนไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลให้การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น การหาระยะทาง Google map นักเรียนไม่สามารถที่จะอ่านค่าระยะทางได้ เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้ในเรื่องของการคำนวณระยะทาง นักเรียนขาดประสบการณ์ ขาดการนำความรู้เดิมมาใช้งานอย่างต่อเนื่องจึงทำให้ในบางครั้งนักเรียนขาดความชำนาญในการใช้เครื่องมือในการวัด

3. ผลการกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยแบ่งเป็นรายทักษะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (1) ทักษะการคำนวณ ครูผลิตสื่อการเรียนการสอนที่สามารถแสดงถึงจำนวนที่เป็นรูปธรรมนักเรียนสามารถจับต้องได้และเห็นได้จริงในชีวิตประจำวันจะทำให้นักเรียนมีความสามารถและทักษะเชิงจำนวนที่มากขึ้น ผักฝนทักษะพื้นฐานทางด้านคำนวณ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ให้กับนักเรียน ครูมีการใช้สื่อที่มีความหลากหลายประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น สื่อรูปภาพ สื่อของจริงโดยใช้สิ่งของในชีวิตประจำวันหรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใช้ทักษะการคำนวณ เช่น การนำผลไม้มาแบ่งกลุ่ม เพิ่มเข้าหรือหักออก การไปใช้เงินในการจ่ายของ การทอนเงิน เป็นต้น (2) ทักษะการสังเกต ครูควรหาสื่อที่มีความหลากหลายมาช่วยในการฝึกทักษะการสังเกตเพื่อที่จะให้นักเรียนมีทักษะการสังเกตที่ดีขึ้น ผักฝนการสังเกตให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการให้นักเรียนฝึกสังเกตสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนระบุนายละเอียดต่าง ๆ ที่นักเรียนเห็นของสิ่งของที่สังเกต การเลือกใช้สี ขนาด วัสดุ หรือรูปลักษณะของสื่อที่แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น การฝึกสังเกตจากตัวการ์ตูนที่เด็กชอบ ภาพจำลองของสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งที่เรียนรู้ โดยอาจจะใช้สื่อของจริง หรืออาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่รู้จัก ผักฝนการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตัวของนักเรียน (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ควรแก้ไขโดยการที่ครูควรฝึกฝนโดยการให้เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ หลังจากนั้นนักเรียนมีความชำนาญในการจำแนกประเภทที่มากขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนฝึกจำแนกประเภทเองโดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนเป็นคนตั้งขึ้นมาเอง การฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม การร่วมกันคัดเลือกเกณฑ์การจำแนกประเภทของกลุ่ม จะทำให้ผู้เรียนมีความคิดหลากหลายมากขึ้นรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และสื่อความหมายให้ผู้อื่นได้ ครูอธิบายเนื้อหาพื้นฐานของเรื่องที่กำลังศึกษาพร้อมยกตัวอย่างให้กับนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนในการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียน ครูเพิ่มเติมกิจกรรมให้กับนักเรียน เพื่อเป็นการฝึกทักษะให้กับนักเรียน ทั้งในส่วนของ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร เพื่อให้คนอื่น ๆ เข้าใจในสิ่งที่นักเรียนต้องการสื่อสารให้ผู้อื่นฟัง ครูอธิบายและยกตัวอย่างการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ หรือด้วยวิธีการอื่น ๆ มาจัดกระทำ จัดกลุ่มเนื้อหาอย่างเป็นระบบ เพื่อสะดวกในการนำเสนอข้อมูล โดยครูผู้สอนยกตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิแท่ง การบรรยาย หรือรูปแบบของตาราง (4) ทักษะการทดลอง โดยโรงเรียนควรให้งบประมาณในการสนับสนุนในการจัดกิจกรรมทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสลงมือทดลองได้ด้วยตนเอง ครูควรอธิบายความรู้พื้นฐานหรือฝึกทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทดลองให้กับนักเรียน เช่น การใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ครูควรอธิบายขั้นตอนการทดลอง อาจจะเป็นการอธิบายผ่านรูปภาพ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทดลองมากยิ่งขึ้น (5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป สิ่งหนึ่งที่ควรส่งเสริมคือทักษะการเขียนหรือการพูดเพื่อสื่อสารข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ดังนั้นจึงควรมีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการกับวิชาภาษาไทยและวิชาคณิตศาสตร์เพื่อฝึกฝนทักษะนี้ให้นักเรียนฝึกความชำนาญ ครูควรฝึกฝนให้นักเรียนอ่านจับใจความถึงประเด็นสำคัญ ฝึกฝนการอ่านแผนภูมิต่าง ๆ ของนักเรียน และบอกความสัมพันธ์ของข้อมูล วิเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญ (6) ทักษะการจำแนกประเภท ควรแก้ไขโดยการที่ครูควรฝึกฝนโดยการให้เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ หลังจากที่นักเรียนมีความชำนาญในการจำแนกประเภทที่มากขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนฝึกจำแนกประเภทเองโดยใช้เกณฑ์ที่นักเรียนเป็นคนตั้งขึ้นมา จากนั้นให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการจำแนกสิ่งของในครั้งนี้ ส่งเสริมการทำกิจกรรมกลุ่มให้กับนักเรียนเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ก่อนการทำกิจกรรมในแต่ละครั้งครูควรมีการเพิ่มเติมความรู้พื้นฐานให้กับนักเรียน เพราะในบางครั้งนักเรียนในหนึ่งห้องเรียนความรู้พื้นฐานของนักเรียนก็จะแตกต่างกัน และในการจัดจำแนกสิ่งของในแต่ละครั้งครูผู้สอนควรให้นักเรียนเริ่มต้นเรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้ตัว หรือสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ในการเรียนการสอนในห้องเรียนครูควรนำตัวอย่างจากสื่อของจริงมาประกอบการอธิบาย เช่น ตัวอย่างรูปทรงเรขาคณิต รูปทรงสี่เหลี่ยม เป็นต้น (7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ครูควรฝึกทักษะการสื่อสารการใช้ประโยคเพื่อสื่อสารอันเป็นประโยชน์ต่อกันสรุปข้อมูลและอาจจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการกับวิชาภาษาไทย เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะนี้ จะทำให้นักเรียนสามารถลงความเห็นและสามารถสรุปข้อมูลและดีขึ้น ครูฝึกให้นักเรียนอธิบาย สิ่งของตนเองสรุปข้อมูลออกมาให้เพื่อนในห้องฟัง และร่วมกันอภิปรายถึงในสิ่งที่ถูกต้อง สิ่งที่ไม่ดีพลาด เพื่อเป็นการปรับปรุงให้ข้อมูลนั้นสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อฝึกกระบวนการคิด การแสดงความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอนเสริมพลังทางบวกให้กับนักเรียน เสริมกำลังใจให้กับนักเรียนเพื่อนกระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก ในประเด็นที่ทำการศึกษา และ (8) ทักษะการวัด ครูจึงควรทบทวนความรู้เรื่องการแปลงหน่วยวัด ให้นักเรียนมีความแม่นยำในเรื่องของการวัด ฝึกพื้นฐานการใช้เครื่องมือวัดให้กับนักเรียน ให้นักเรียนได้ทำการวัดสิ่งของต่าง ๆ ที่นักเรียนสนใจและอยากจะวัด ฝึกฝนการวัดให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ฝึกการใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัด การระบุหน่วยการวัด การวิเคราะห์และการเปรียบเทียบหน่วยของการวัด และเพิ่มจำนวนชั่วโมงในการทำกิจกรรมของนักเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการวิเคราะห์การระบุความต้องการจำเป็นของการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำผลการทดสอบของนักเรียนมาคำนวณโดยใช้สูตร PNI_{modified} การจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความต้องการจำเป็นมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดโดยกำหนดให้แต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรจะเป็นคือ 3.00 เนื่องจากในแต่ละทักษะประกอบด้วยข้อคำถามของแบบทดสอบจำนวน 3 ข้อและข้อละ 1 คะแนน และค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นจริง ได้จากการนำคะแนนของนักเรียนที่ได้คะแนนแต่ละทักษะมาหาค่าเฉลี่ย พบว่าทักษะที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนาโดยเรียงตามลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น คือ (1) ทักษะการคำนวณ (2) ทักษะการสังเกต (3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (4) ทักษะทักษะการทดลอง (5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (6) ทักษะการจำแนกประเภท (7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ (8) ทักษะการวัด เมื่อพิจารณาจากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยเห็นว่าการขาดทักษะของนักเรียนในแต่ละทักษะโดยเฉพาะ 3 ทักษะแรก ซึ่งเป็นทักษะที่มีความเกี่ยวเนื่องและสอดคล้องกันทั้งในด้านของทักษะและในส่วนของรายวิชาอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากรายวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ ซึ่งปัญหาดังกล่าวมีความสอดคล้องกับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2564) ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 ของทางโรงเรียน พบว่ารายวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ 2.46 และรายวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ 1.38 สอดคล้องกับ (มณีนุชญา งามแสง, 2547) กลยุทธ์ทางเลือกในการพัฒนาทักษะกระบวนการประเมินภายในสำหรับครูอนุบาล: การประเมินความต้องการจำเป็นสมบูรณแบบโดยใช้การวิจัยเชิงสำรวจ และพหุเทศาภรณ์ศึกษาสอดคล้องกับ (สิริมา ภูสวัสดิ์, 2561) การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือสำหรับนักเรียน (2) แผนการ

จัดการเรียนรู้ (3) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (4) แบบวัดทักษะทางสังคม และ (5) แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ระยะที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนมีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มผู้บริหาร คณะครูผู้สอนในรายวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีถึงสาเหตุของความต้องการจำเป็น ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะต่าง ๆ ดังนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องที่กำลังศึกษา เช่น ความรู้ทางด้าน จำนวน การบวก การลบ การคูณและการหาร การแปลงหน่วยต่าง ๆ สูตรการคำนวณ สื่อประกอบการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนยังขาดความหลากหลาย ขาดความน่าสนใจ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองไม่เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียนจึงส่งผลให้ความสนใจในการเรียนของนักเรียนลดลงและหากนักเรียนมีความสนใจในการเรียนลดน้อยลงการพัฒนาความรู้ความสามารถและการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียนก็จะลดน้อยลงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังขาดการฝึกทักษะด้านต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ขาดการฝึกการลงมือปฏิบัติจริง ขาดการฝึกคิดวิเคราะห์ การอ่านการจับประเด็นสำคัญของเรื่องที่ศึกษา นักเรียนขาดความกล้าแสดงออก ไม่กล้าเสนอความคิดเห็นของตนเองเพราะกลัวว่าความคิดของตัวเองจะแตกต่างจากคนอื่น ๆ และกลัวความผิด และสาเหตุที่ทำให้ให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นดังกล่าวมีความสอดคล้องกับ (สุมาลี เช่น, 2561) ได้ทำการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก พบว่า (1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การกำกับตนเองในการเรียน แรงจูงใจ ความตั้งใจ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดของปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ แรงจูงใจ และความตั้งใจ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดจำแนกประเภท ทักษะสเปกกับสเปก และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นและทักษะการพยากรณ์ โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 0.42 ด้านที่มีน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด คือ ทักษะการคิดคำนวณ (3) โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับเป็นโมเดลประหยัด มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ผลการทดสอบ χ^2 เท่ากับ 273.73 ค่า P-value เท่ากับ 0.000 ที่องศาอิสระ เท่ากับ 167 ค่า χ^2 /df เท่ากับ 1.639 ค่า GFI เท่ากับ 0.98 ค่า AGFI เท่ากับ

0.97 ค่า CFI เท่ากับ 1.00 ค่า RMSEA เท่ากับ 0.024 ปัจจัยที่อิทธิพลทางตรงต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวแปรแฝงแรงจูงใจและตัวแปรแฝงความตั้งใจ และปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ผ่านตัวแปรแฝงแรงจูงใจ และตัวแปรแฝงความตั้งใจ และตัวแปรแฝงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลทางอ้อม จากตัวแปรแฝงแรงจูงใจผ่านตัวแปรแฝงความตั้งใจ

ระยะที่ 3 การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะนี้แนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่ม คือ (1) ผู้เชี่ยวชาญภายในโรงเรียน และ (2) ผู้เชี่ยวชาญภายนอกโรงเรียน พบว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนควรเพิ่มเติมในส่วนของการสอนให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เน้นการใช้สื่อของจริง สื่อมีความน่าสนใจกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียน และเพื่อแก้ปัญหาสื่อ วัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนอาจมีการจัดทำสื่อขึ้นมาเพิ่มเติมโดยการเลียนแบบจากสื่อสำเร็จรูปหรืออาจจะประยุกต์ใช้สื่อของจริงที่หาได้ภายในท้องถิ่น การเรียนการสอนของคุณครูควรเน้นการลงมือปฏิบัติจริงของนักเรียน ฝึกให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกับผู้อื่น กล้าคิด กล้าแสดงออก รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี โดยครูอาจจะกำหนดปัญหาขึ้นมาให้กับนักเรียนและฝึกให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนได้อธิบายวิธีการแก้ปัญหามาเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนและเป็นระบบ ทั้งนี้ครูผู้สอนควรรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียนเพื่อที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีกำลังใจ การเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ คือการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นอกจากนี้จัดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะการบูรณาการความรู้ทั้งในส่วนของวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และรายวิชาอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก็มีส่วนช่วยแก้ปัญหาการขาดทักษะให้กับนักเรียน เพราะหากนักเรียนมีทักษะทางด้าน การอ่านที่สูงขึ้น ก็จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหา และสาระต่าง ๆ ในการเรียนรู้ จากปัญหานักเรียนในแต่ละห้องเรียนมีความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนควรมีการทดสอบเพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนแต่ละคน จากนั้นอาจจะจัดกลุ่มของนักเรียนในลักษณะ กลุ่มอ่อน กลุ่มเก่ง และให้นักเรียนกลุ่มเก่งช่วยสอนนักเรียนกลุ่มอ่อนการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะช่วยแก้ปัญหาทั้งในส่วนของระยะเวลาในการเรียน และเป็นการช่วยฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีให้กับนักเรียน ฝึกฝนการพัฒนาทักษะของนักเรียนอย่างต่อเนื่องนอกเหนือจากการเรียนรู้ภายในห้องเรียน โดยครูผู้สอนอาจจะมอบหมายงานให้

นักเรียนลงพื้นที่ในการสำรวจนอกเหนือจากชั่วโมงเรียน จากนั้นเมื่อถึงชั่วโมงเรียนให้นักเรียนทุกคนนำเสนอผลการสำรวจของตัวเองและรวมกันอภิปรายผลของเพื่อน ๆ ในห้องเรียน จากประเด็นแนวทางการกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหาการขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ (นิภา ตรีแจ่มจันทร์, 2562) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่า (1) ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (3) ผลการพัฒนาความสามารถในการทำโครงการงานระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการงาน อยู่ในระดับมาก และ (4) ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นโดยภาพรวม อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด สอดคล้องกับ (อัณชลี เหล่ารอด, 2554) ศึกษาเรื่อง ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า (1) หลังการใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินผลการตัดสินการเรียนจากกระทรวงศึกษาธิการ อยู่ในระดับดีมาก เมื่อวัดด้วยแบบทดสอบ แบบเลือกตอบ และเมื่อวัดด้วยข้อสอบเขียนตอบ แบบสถานการณ์ (2) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองในทุกทักษะสูงกว่าก่อนการทดลอง และสอดคล้องกับ (ทศนา แหมมณี, 2555) ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ หลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบเน้นทักษะกระบวนการ ประกอบด้วย (1) การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ (Inquiry Based Instruction) เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการสืบสอบ หมายถึงการดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวก

ในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น (2) การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม (Group Process Based Instruction) เป็น การจัดการเรียนการสอนที่ดำเนินการโดยที่ผู้สอนให้ผู้เรียนทำงาน/กิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม พร้อมทั้งสอน/ฝึก/แนะนำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการกลุ่มที่ดีควบคู่ไปกับการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระตามวัตถุประสงค์ หลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็น ศูนย์กลางแบบเน้นการบูรณาการ หมายถึง การนำเนื้อหาสาระที่มีความเกี่ยวข้องกันมาสัมพันธ์ให้เป็นเรื่องเดียวกัน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวมและสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ การบูรณาการเนื้อหา สาระที่มีความเกี่ยวข้องกันสามารถทำได้หลายลักษณะ ดังนี้ (1) การบูรณาการภายในวิชา (intradisciplinary) และ (2) การบูรณาการระหว่างวิชา (interdisciplinary)

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. โรงเรียนสามารถนำผลการประเมินไปพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งจะส่งผลให้คุณครูผู้สอนทราบสาเหตุและแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างตรง ประเด็นสามารถส่งเสริมนักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพของนักเรียน

2. ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปปรับใช้ในการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในชั้นเรียนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. นักเรียนสามารถนำผลการวิเคราะห์สาเหตุการขาดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะพร้อมทั้งแนวทางในการแก้ไขและพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของตนเองเป็นตัวกำหนดแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีในระดับที่สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมจำนวนแบบทดสอบของแต่ละทักษะให้ครอบคลุม เนื้อหามากยิ่งขึ้นและควรมีการวิเคราะห์ทักษะอื่นที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมเพิ่มเติม

2. การวิจัยครั้งต่อไปควรเก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น เช่น ผู้ปกครอง นักเรียน เพื่อจะได้ข้อมูลที่ครอบคลุมทุกฝ่าย และจะได้ผลการประเมินสาเหตุ และแนวทางในการพัฒนา ร่วมกัน เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักเรียนในโรงเรียน

3. การวิจัยในครั้งต่อไปควรทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อไป



บรรณานุกรม

- ก่องเกียรติ รัชชธรรม และคณะ. (2556). การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาตนเองของ
อาจารย์ มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต. วารสารวิชาการรัตนบัณฑิต. 7(2), 96.
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการ
จัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ (ปร.ด.
(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2558.
- ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาค
ศาสตร์ของพืช. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (ชีววิทยา)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.
- ทีศนา เขมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นริศรา ห่วยพิมาย. (2560). การประเมินโครงการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา โดยใช้
โมเดลเชิงตรรกะ กรณีศึกษาโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการประเมิน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ.
- นิภา ตริแจ่มจันทร์. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ทำโครงงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.
วิทยานิพนธ์ (ศึกษาศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรและการนิเทศ)) มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2562.
- ปริญญา ขาวผ่อง. (2551). การศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการบริการของ
ห้องสมุดคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (การ
อุดมศึกษา))มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.
- เป็ียบฟ้า ด้วงนุ้ม (2569). กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิดเรื่อง พาราโบลา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (คณิตศาสตร์)) มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2560.
- แพรวณา ชูชิต. (2559). การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะการฝึก
ประสบการณ์วิชาชีพครูของนิสิตสาขาจิตวิทยาการแนะแนว ระดับปริญญาตรี คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต การศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนคริน

นทรวิโรฒ.

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล :

โปรตีนและลิพิดเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญา
นิพนธ์ (กศ.ม. (เคมี)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.

วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา).

กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิรัช สงวนวงษ์วาน. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า, บจก. สุวิมล ว่องวานิช. (2558). การ

ประเมินความต้องการจำเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องอ้อยสำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ (กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ, 2558.

ศูนย์การอบรมสะเต็มศึกษา. (2560). โครงการบูรณาการสะเต็มศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ สำหรับหลักสูตรอนาคต ระดับประถมศึกษา. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2561,
จาก <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScience-P.pdf>.

สาธิตา สิทธิภู และคณะ. (2558). การประเมินความต้องการจำเป็นในการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัด

การศึกษาโดยบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน. วารสารวิชาการคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอม
เกล้าพระนครเหนือ. 6(1).

สิทธิชัย เวศสุวรรณ. (2556). การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการบริหาร

คุณภาพองค์กรในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา. วารสารการประชุมวิชาการ
และนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6. กลุ่มด้านการศึกษา: 547.

Available: <http://journalgrad.ssru.ac.th/index.php/5-03/article/view/226>

สิรินาฏ มูลเมือง. (2560). การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะของนิสิตใน

ศตวรรษที่ 21 ตามหลักสูตรศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4.
ปรินญาณิพนธ์ (วท.ม. (วิทยาการการประเมิน)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2560.

สิริมา ภู่วัสดิ. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางสังคมของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ. ปรินญาณิพนธ์ (การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561.

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.

สุมาลี เข็ม. (2561). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา)) มหาวิทยาลัยบูรพา, 2561

มนัญญา งามแสง. (2547). กลยุทธ์ทางเลือกในการพัฒนาทักษะการประเมินภายในสำหรับครูอนุบาล : การประเมินความต้องการจำเป็นสมบูรณแบบ โดยใช้การวิจัยเชิงสำรวจ และพหุเทศาภรณ์ศึกษา. วิทยานิพนธ์ (ครุศาสตรมหาบัณฑิต (การวัดและประเมินผลการศึกษา)) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

อาทิตยา พูนเรือง. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ (กศ.ม. (ชีววิทยา)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2559.

อัญชลี เหล่ารอด. (2554). ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามควบคู่กับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ (การศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554

เอกพล จันทร์สถิตพร. (2551). การประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุ ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย



**รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

1. อาจารย์คู่บุญ ศกุนตนาค
ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี
2. อาจารย์ธีระพงษ์ จันทร์ยาง
ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษา
3. อาจารย์นริศรา หร่ายพิมาย
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์
4. อาจารย์สุรชาติพิทย์ นาคอำไพ
ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
5. อาจารย์ภานุวัฒน์ บุตรเรียง
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

1. อาจารย์สมบัติ เอกเชี่ยวชาญ
2. อาจารย์ ดร.ปิยพงษ์ คล้ายคลัง
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช ศิริกิจ

ที่ อว 8718/1792



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

29 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์คู่บุญ ศกุนตนาค

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 805 9403

ที่ อว 8718/1792



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

29 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ธีระพงษ์ จันทร์ยาง

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 805 9403

ที่ อว 8718/1792



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

29 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์นริศรา หรัยพิมาย

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 805 9403

ที่ อว 8718/1792



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

29 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์สุธาทิพย์ นาคอำไพ

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 805 9403



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/1๕๑1

วันที่ 29 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ภาณุวัฒน์ บุตรเรียง

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป และสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ 082 805 9403

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

พิชญ์ อ.

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8718/1837



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

20 สิงหาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน อาจารย์สมบัติ เอกเชี่ยวชาญ

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 805 9403



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/1838

วันที่ 20 สิงหาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ ดร.ปิยพงษ์ คล้ายคลึง

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร. 082 805 9403

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/1838

วันที่ 20 สิงหาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองเดช ศิริกิจ

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร. 082 805 9403

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสุนทร คำนวล และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เอกสารขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย



ที่ อว 8718/2086



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

30 กันยายน 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสมโภชกรุงอนุสรณ์(๒๐๐ปี)

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ เรื่อง “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 2) แบบสัมภาษณ์ เรื่อง สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแนวทางในการส่งเสริม พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กับ 1) ผู้บริหาร จำนวน 2 ท่าน 2) ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน 3) ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3 ท่าน และ 4) นักเรียนระดับประถมศึกษา ชั้นปีที่ 4 - 6 จำนวน 300 คน โดยใช้ออนไลน์ เพื่อเป็นข้อมูลวิจัย ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2564 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 805 9403

ที่ อว 8718/2086



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

30 กันยายน 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบางกะปิ

เนื่องด้วย นายสุนทร คำนวล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการการประเมิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.กาญจนา ตระกูลวรกุล และอาจารย์ ดร.เกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดย แบบสัมภาษณ์ เรื่อง สาเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแนวทางในการส่งเสริม พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กับ 1) ผู้บริหาร จำนวน 2 ท่าน 2) ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 ท่าน และ 3) ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 ท่าน โดยใช้ออนไลน์ เพื่อเป็นข้อมูลวิจัย ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2564 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ




(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 082 805 9403



ภาคผนวก ค
ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม	ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					
		ผู้เชี่ยวชาญ (ระดับคะแนน)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. ระบุปัญหา	1. ทักษะการ สังเกต	10	10	10	10	9	การสังเกตเป็นทักษะ ที่ช่วยระบุปัญหา ที่มีความสอดคล้อง กันระดับสูงมากที่สุด	เหมาะสมที่สุดใน ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ในกลุ่ม การระบุปัญหา	-	-	-	-
		6	5	10	10	9	ความคิดเห็นเห็นจาก ข้อมูลช่วยระบุ ปัญหาได้ชัดเจนมาก ขึ้น ซึ่งนำไปสู่การ ออกแบบและหา วิธีแก้ปัญหาได้ดี ในลำดับถัดไป มี ความสอดคล้องกัน ระดับปานกลางถึงดี	-	-	ควรเพิ่มการจัด กระทำข้อมูล (ทักษะที่ 6)	-	

กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม	ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
									การจำแนกประเภทและทักษะการคำนวณร่วมด้วย เนื่องจากแหล่งข้อมูลทั้งแบบข้อมูลปฐมภูมิ (ได้จากการวัดและการสังเกต) และข้อมูลทุติยภูมิ (ได้จากการศึกษาข้อมูลเอกสาร ตำรา หรือข้อมูลที่เคยมีการเก็บรวบรวมไว้แล้ว)				

กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม	ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
วิศวกรรม วิศวกรรม	วิทยาศาสตร์	6	5	8	10	8	ทักษะการวิจัย รวบรวมข้อมูลได้ เมื่อได้ข้อมูลแต่ละตัว มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล ดังนั้น (2)	น่าจะไม่มีใน กระบวนการ ออกแบบมากกว่า	-	-	-	การรวม ข้อมูลสามารถ ทักษะอื่นร่วมด้วย เช่น ทักษะการ จำแนกประเภท
	2. ทักษะการวัด	10	10	10	10	10	รวบรวมข้อมูลฯ จึง ควรเพิ่มทักษะ วิทยาศาสตร์คือ "ทักษะการจำแนก ประเภท" เข้ามาด้วย (สอดคล้องในระดับ ดี)	-	-	-	-	
	3. ทักษะการจัด กระทำ และสื่อ ความหมาย ข้อมูล	10	10	10	10	10	สอดคล้องใน ระดับสูงมากที่สุด	-	-	-	-	

กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม	ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
							ดำเนินการแก้ไข น่าจะมีส่วนช่วย ทดลองเกิดขึ้นด้วย	ความหมายข้อผู้ ในขั้นตอนนี้ด้วย	2.การกำหนดตัว แปร 3.การทดลอง	ความหมายข้อผู้ ร่วมด้วย	
	2. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	6	6	0	2	2	สอดคล้องระดับดี ควรจะไปอยู่ในภา ระบूपัญหาหรือ ออกแบบมากกว่า	เป็นการวางแผน กำหนดขั้นตอนใน การแก้ปัญหา หรือ การทดลอง แล้ว ดำเนินการ แก้ปัญหาหรือทำ การทดลองตาม แผนที่ได้ตั้งไว้ ดังนั้น ทักษะการ ตั้งสมมติฐานจึง น่าจะเกิดขึ้นและ สอดคล้องกับ กระบวนการทาง วิศวกรรมใน	เนื่องจากตามนิยาม นี้ (4.3) เป็นขั้นตอน การบันทึกและ สรุปผล การ ตั้งสมมติฐาน เกิดขึ้นล่วงหน้า ขั้นตอนนี้ ควรเพิ่มทักษะการ ทดลองและการ ตีความ	บันทึกขั้นตอนการ แก้ปัญหาและผล ของการแก้ปัญหา ตามความเป็น จริงไม่เสียใจ ความเป็นจริง การตั้งสมมติฐาน ต้องรอการพิสูจน์ หรือทดลองและ ตั้งใหม่กว่าจะใช้ ทักษะการ ตั้งสมมติฐานไม่ ช้อย	



ภาคผนวก ง

ผลการตรวจแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

แบบสรุปการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาฉบับนี้ใช้ในการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในมาตรวัด ที่ใช้ในปฏิญญานิพนธ์ เรื่อง การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

-1 หมายความว่า ท่านพิจารณาว่าข้อคำถามข้อนี้ ไม่ได้วัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือวัดได้ไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด

0 หมายความว่า ท่านไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนี้วัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่

+1 หมายความว่า ท่านพิจารณาว่าข้อคำถามข้อนี้ วัดในสิ่งที่ต้องการวัด หรือ วัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด

ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	
1	ข้อใดเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างถูกต้องเหมาะสม โดยใช้ประสาทสัมผัสมากที่สุด ก. ด.ช.เอ็ม มีลักษณะผิวดำ ผมตรง แต่งตัวดูดี ข. ด.ญ.ทราย มีลักษณะตัวผอมสูง ตาคม อ่อนหวาน ค. ด.ช.อาร์ท มีลักษณะผิวขาว หน้ากลม เสียงดัง ใสน้ำหอม ง. ด.ญ.หนูน้อย มีลักษณะผิวขาว ผมตรง หน้าตาสวย กลางแสดงออก	+1	+1	+1	
2	ข้อใดไม่ถือว่าเป็นการสังเกต ก. ดอกกุหลาบมีสีชมพู ข. ดอกกุหลาบมีใบสีเขียว ค. ดอกกุหลาบเหี่ยวเฉาเนื่องจากขาดน้ำ ง. ดอกกุหลาบมีหนามบริเวณก้านของดอก	+1	+1	+1	
3	เมื่อจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้ว ข้อมูลใดต่อไปนี้ได้จากการสังเกต ก. แก้วจะแตก ข. เทียนไขจะดับ ค. มีแก๊สออกซิเจนอยู่ภายใน ง. เมื่อใช้มือจับครอบแก้วรู้สึกอุ่นๆ	+1	+1	+1	

ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	
4	4.เด็กชายมั่นคง ต้องการวัดความยาวของดินสอ เขาควรเลือกใช้เครื่องมือวัดชนิดใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ก. สายวัด ข. ไม้เมตร ค. ตลับเมตร ง. ไม้บรรทัด	+1	+1	+1	
5	ชุดเครื่องมือในข้อใดที่เหมาะสมสำหรับการวัดความยาวของสนามฟุตบอล ก. สายวัด ดินสอ ข. ไม้บรรทัด ตลับเมตร ค. เชือก ตลับเมตร ง. ดินสอ ไม้บรรทัด	+1	+1	+1	
6	ข้อใดใช้หน่วยการวัดได้ถูกต้อง ก. ดินสอมีความยาว 0.5 เมตร ข. กว้างกว้าง 12.002 เซนติเมตร ค. สนามโรงเรียนมีความยาว 120.234 เซนติเมตร ง. เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิได้ 37 องศาเซลเซียส	+1	0	+1	
7	จากข้อมูลด้านล่างใช้ตอบคำถามข้อ 7-9 1.ต้นมะพร้าว 2.ต้นกล้วย 3.ต้นเตยหอม 4.ต้นหมาก 5.ต้นทุเรียน 6.ต้นมะม่วง 7.ต้นส้ม 8.ต้นอ้อย 9.ต้นชมพู จากข้อมูล ถ้าต้องการแบ่งพืชออกเป็นสองกลุ่ม ควรใช้เกณฑ์ในข้อใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ก. กลุ่ม 1 พืชดอก กลุ่ม 2 พืชไร้ดอก ข. กลุ่ม 1 ไม้ดอก กลุ่ม 2 ไม้ประดับ ค. กลุ่ม 1 พืชใบเลี้ยงคู่ กลุ่ม 2 พืชไร้ดอก ง. กลุ่ม 1 พืชใบเลี้ยงเดี่ยว กลุ่ม 2 พืชใบเลี้ยงคู่ จ.	+1	+1	0	
8	จากข้อ 7 นักเรียนสามารถจัดกลุ่มพืชได้ตามข้อใด ก. กลุ่ม 1 ต้นมะพร้าว ต้นกล้วย ต้นเตยหอม ต้นหมาก ต้นอ้อย กลุ่ม 2 ต้นทุเรียน ต้นมะม่วง ต้นส้ม ต้นชมพู	+1	+1	+1	

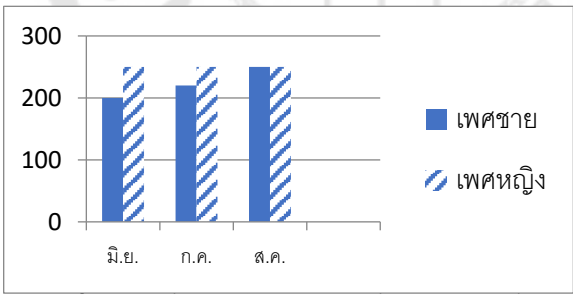
ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ										
		1	2	3											
	ข. กลุ่ม 1 ต้นมะพร้าว ต้นกล้วย ต้นมะม่วง ต้นเตยหอม ต้นชมพู กลุ่ม 2 ต้นทุเรียน ต้นหมาก ต้นส้ม ต้นอ้อย ค. กลุ่ม 1 ต้นกล้วย ต้นเตยหอม ต้นหมาก ต้นอ้อย กลุ่ม 2 ต้นทุเรียน ต้นมะพร้าว ต้นมะม่วง ต้นส้ม ต้นชมพู ง. กลุ่ม 1 ต้นมะพร้าว ต้นกล้วย ต้นเตยหอม ต้นอ้อย กลุ่ม 2 ต้นทุเรียน ต้นมะม่วง ต้นส้ม ต้นหมาก ต้นชมพู														
9	การแบ่งสิ่งของกับในข้อใด ไม่ สอดคล้องกัน <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">สิ่งของ</th> <th style="width: 50%;">เกณฑ์ที่ใช้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก.เครื่องซักผ้า พัดลม</td> <td>พลังงานกล</td> </tr> <tr> <td>ข.หม้อหุงข้าว กระทิกต้มน้ำ</td> <td>พลังงานความร้อน</td> </tr> <tr> <td>ค.วิทยุ โทรทัศน์</td> <td>พลังงานแสง</td> </tr> <tr> <td>ง.หลอดไฟ โทรทัศน์</td> <td>พลังงานแสง</td> </tr> </tbody> </table>	สิ่งของ	เกณฑ์ที่ใช้	ก.เครื่องซักผ้า พัดลม	พลังงานกล	ข.หม้อหุงข้าว กระทิกต้มน้ำ	พลังงานความร้อน	ค.วิทยุ โทรทัศน์	พลังงานแสง	ง.หลอดไฟ โทรทัศน์	พลังงานแสง	+1	+1	0	
สิ่งของ	เกณฑ์ที่ใช้														
ก.เครื่องซักผ้า พัดลม	พลังงานกล														
ข.หม้อหุงข้าว กระทิกต้มน้ำ	พลังงานความร้อน														
ค.วิทยุ โทรทัศน์	พลังงานแสง														
ง.หลอดไฟ โทรทัศน์	พลังงานแสง														
10	ถ้าต้องการรดน้ำจากตุ๊กตน้ำจำนวน 6 ลิตร โดยราคา ลิตรละ 0.5 บาท จะต้องหยอดเหรียญ 1 บาทจำนวนกี่เหรียญ ก. 2 เหรียญ ข. 3 เหรียญ ค. 4 เหรียญ ง. 5 เหรียญ	+1	+1	+1											
11	เด็กชายภูวนาท ทำการวัดความสูงของต้นถั่วเขียวจำนวน 5 ต้น ได้ค่าความสูงดังนี้ 10 เซนติเมตร, 14 เซนติเมตร, 16 เซนติเมตร, 11 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ โดย เฉลี่ยแล้วต้นถั่วเขียวสูงเท่าไร ก. 11.5 ข. 11.6 ค. 11.7 ง. 11.8	+1	+1	+1											

ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ															
		1	2	3																
12	<p>ใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถาม ข้อ 12</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>มวล (kg)</th> <th>ปริมาตร (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>4</td> <td>2.04</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>5</td> <td>5.05</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>8</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>5.05</td> </tr> </tbody> </table> <p>สูตรคำนวณหาความหนาแน่นของสาร</p> $\text{ความหนาแน่นของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร (kg)}}{\text{ปริมาตรของสาร (m}^3\text{)}}$ <p>สารใดมีความหนาแน่นมากที่สุด</p> <p>ก. สาร A ข. สาร B ค. สาร C ง. สาร D</p>	สาร	มวล (kg)	ปริมาตร (m ³)	A	4	2.04	B	5	5.05	C	8	2.00	D	10	5.05	+1	+1	+1	
สาร	มวล (kg)	ปริมาตร (m ³)																		
A	4	2.04																		
B	5	5.05																		
C	8	2.00																		
D	10	5.05																		
13	<p>อากาศประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน 78% แก๊สออกซิเจน 21% และแก๊สอื่น ๆ 1% นักเรียนควรเลือกใช้รูปแบบใดในการจัดกระทำข้อมูล จึงจะเข้าใจง่ายและเหมาะสมที่สุด</p> <p>ก. กราฟ ข. แผนภาพ ค. เขียนบรรยาย ง. แผนภูมิรูปวงกลม</p>	+1	+1	+1																
14	<p>นักเรียนคนหนึ่งได้ศึกษาการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่งเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยการวัดความสูงของต้นพืชชนิดนั้น เขาควรนำผลการศึกษามาจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบใด จึงจะเหมาะสมและเข้าใจง่ายที่สุด</p> <p>ก. วงจร ข. ตาราง ค. กราฟ ง. เขียนบรรยาย</p>	+1	+1	+1																

ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	
15	<p>ในการสังเกตชีวิตของหนอนกินผักกาด พบว่า เมื่อแม่ผีเสื้อวางไข่แล้ว 2 วัน ไข่ฟักเป็นหนอน อีก 5 วัน ต่อมาตัวหนอนเจริญเติบโตกลายเป็นดักแด้ ต่อมาอีก 3 วันดักแด้ก็ออกมาเป็นผีเสื้อและเมื่อเติบโตก็วางไข่ นักเรียนจะเลือกรูปแบบเสนอข้อมูลอย่างไร จึงจะเข้าใจง่าย</p> <p>ก. วงจร ข. กราฟ ค. ตาราง ง. แผนผัง</p>	+1	+1	+1	
16	<p>ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล</p> <p>ก. ใบไม้สีเขียว ข. ยางลบมีกลิ่นหอมคล้ายลูกอม ค. นักเรียนคนหนึ่งมีส่วนสูง 159 เซนติเมตร ง. คอมพิวเตอร์ราคา 18,000 บาท</p>	+1	+1	+1	
17	<p>เช้าวันหนึ่ง เด็กชายปีเตอร์ มองเห็นรุ้งเกิดขึ้นตรงบริเวณหน้าบ้าน เขาจึงคิดว่า เมื่อสักครู่นี้ฝนตก นักเรียนเห็นด้วยกับเด็กชายปีเตอร์หรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <p>ก. เห็นด้วย เพราะรุ้งจะเกิดขึ้นในเวลาเช้า ข. ไม่เห็นด้วย เพราะรุ้งไม่มีโอกาสเกิดขึ้นหน้าบ้าน ค. เห็นด้วย เพราะรุ้งจะเกิดขึ้นเมื่อแสงส่องผ่านละอองน้ำ ง. ไม่เห็นด้วย เพราะในเวลาเช้า และหลังฝนตกจะไม่สามารถเกิดรุ้งได้</p>	+1	+1	+1	
18	<p>เด็กหญิงแพนเค้ก มีอาการหายใจไม่สะดวก ส่งผลให้ระบบทางเดินหายใจมีปัญหา นักเรียนคิดว่าเด็กหญิงแพนเค้กมีสาเหตุมาจากสิ่งใด</p> <p>ก. การรับประทานอาหารไม่ตรงเวลา ข. ขาดการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ค. พักผ่อนไม่เพียงพอ ง. ไม่ปิดจมูกขณะเดินผ่านบริเวณที่มีฝุ่นละออง</p>	+1	0	+1	
19	<p>ข้อใดเหมาะสม และง่ายที่สุดที่จะทดสอบว่า “น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่”</p> <p>ก. นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น ไปวางในสถานที่ที่แตกต่างกัน</p>	+1	+1	+1	

ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	
	<p>คือต้นที่ 1 วางในที่ที่ไม่มีแสง และต้นที่ 2 วางในที่ที่มีแสงส่องถึง</p> <p>ข. นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น มาทำการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยต้นที่ 1 ใส่ปุ๋ย และต้นที่สองไม่ใส่ปุ๋ย</p> <p>ค. นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น มาทำการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยต้นที่ 1 รดน้ำ และต้นที่ 2 ไม่รดน้ำ</p> <p>ง. นำต้นไม้จำนวน 2 ต้น มาทำการทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยต้นที่ 1 ปลูกในดินร่วน และต้นที่ 2 ปลูกในดินทราย</p>				
20	<p>เด็กชายอาร์ตต้องการทดลองเรื่อง พีชดูต้นไม้จริงหรือไม่ มีกิจกรรมดังนี้</p> <p>1.เตรียมภาชนะสำหรับใส่น้ำพร้อมทั้งเติมน้ำและวัดปริมาตร</p> <p>2.นำต้นไม้ที่มีองค์ประกอบครบส่วนใส่ลงในภาชนะที่เตรียมไว้</p> <p>3.....</p> <p>4.บันทึกผล</p> <p>อยากทราบว่า ในขั้นตอนที่ 3 ควรจะดำเนินการอย่างไร</p> <p>ก. วัดปริมาตรของน้ำ</p> <p>ข. เปลี่ยนพีชในภาชนะ</p> <p>ค. เปลี่ยนภาชนะที่ใส่น้ำ</p> <p>ง. สรุปผลการทำกิจกรรม</p>	+1	+1	-1	
21	<p>ขณะใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ นักเรียนไม่ควรทำสิ่งใด</p> <p>ก. วางตะเกียงในพื้นที่ราบ</p> <p>ข. เคลื่อนย้ายตะเกียงโดยไม่จำเป็นต้องดับไฟ</p> <p>ค. นำตะแกรงกันลมมาครอบตะเกียงเพื่อป้องกันลม</p> <p>ง. วางตะเกียงให้ห่างจากเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือวัตถุไวไฟ</p>	+1	+1	+1	
22	<p>ตารางแสดงระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์และคาบการโคจรของดาวเคราะห์ (ข้อมูลเป็นการสมมติขึ้นเท่านั้น)</p>	+1	+1	+1	

ข้อ	รายการ			ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ																								
				1	2	3																									
	ดาวเคราะห์	ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์(ล้านกิโลเมตร)	คาบการโคจรของดาวเคราะห์ (วัน)																												
	A	58	88																												
	B	108	243																												
	C	150	365																												
	D	228	687																												
	<p>จากข้อมูลในตาราง ข้อใดแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์มาก คาบการโคจรของดาวเคราะห์จะน้อย</p> <p>ข. ระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์มาก คาบการโคจรของดาวเคราะห์จะมาก</p> <p>ค. ดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์ออกไป คาบการโคจรของดวงเคราะห์จะลดลง</p> <p>ง. คาบการโคจรของดาวเคราะห์จะมากหรือน้อย ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะทางจากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์</p>																														
23	<p>เด็กชายณเดชน์ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นระยะเวลา 5 วัน ผลการทดลองดังแสดงในตาราง</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">วันที่</th> <th colspan="2">ความสูง (ซม.)</th> <th colspan="2">ลักษณะใบ</th> </tr> <tr> <th>รดน้ำ</th> <th>ไม่รดน้ำ</th> <th>รดน้ำ</th> <th>ไม่รดน้ำ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0.5</td> <td>สีเขียว</td> <td>สีเขียว</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.5</td> <td>0.5</td> <td>สีเขียว</td> <td>สีเขียว</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.5</td> <td>0.5</td> <td>สีเขียว</td> <td>สีเขียวมีสีเหลืองเล็กน้อย</td> </tr> </tbody> </table>			วันที่	ความสูง (ซม.)		ลักษณะใบ		รดน้ำ	ไม่รดน้ำ	รดน้ำ	ไม่รดน้ำ	1	1	0.5	สีเขียว	สีเขียว	2	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียว	3	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียวมีสีเหลืองเล็กน้อย	+1	+1	+1	
วันที่	ความสูง (ซม.)		ลักษณะใบ																												
	รดน้ำ	ไม่รดน้ำ	รดน้ำ	ไม่รดน้ำ																											
1	1	0.5	สีเขียว	สีเขียว																											
2	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียว																											
3	1.5	0.5	สีเขียว	สีเขียวมีสีเหลืองเล็กน้อย																											

ข้อ	รายการ					ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ																																																								
						1	2	3																																																									
	4	2	0.7	สี่ เขี้ยว	ใบเริ่มเหี่ยวเฉา																																																												
	5	2.4	1	สี่ เขี้ยว	ใบเหี่ยวเฉาและร่วง จากต้น																																																												
	<p>จากข้อมูล เด็กชายณเดชน์ควรจะสรุปผลการทดลองอย่างไร จึงจะเหมาะสมที่สุด</p> <p>ก. น้ำเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>ข. แสงเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>ค. ธาตุอาหารเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>ง. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ น้ำ แสง และธาตุอาหาร</p>																																																																
24	<p>อาจารย์วินัย ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่เข้าใช้ห้องสมุดในเดือนมิถุนายน-สิงหาคม โดยนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟดังด้านล่าง</p>  <p>ตารางบันทึกข้อมูลที่สอดคล้องกับกราฟนี้ควรเป็นอย่างไร</p> <p>ก.</p> <table border="1" data-bbox="451 1615 639 1733"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน(คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มิ.ย.</td> <td>200</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table> <p>ข.</p> <table border="1" data-bbox="770 1615 959 1733"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน(คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มิ.ย.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>200</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table> <p>ค.</p> <table border="1" data-bbox="451 1760 639 1879"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน(คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มิ.ย.</td> <td>200</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table> <p>ง.</p> <table border="1" data-bbox="770 1760 959 1879"> <thead> <tr> <th rowspan="2">เดือน</th> <th colspan="2">จำนวนนักเรียน(คน)</th> </tr> <tr> <th>ชาย</th> <th>หญิง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>มิ.ย.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ก.ค.</td> <td>220</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>ส.ค.</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table>					เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)		ชาย	หญิง	มิ.ย.	200	250	ก.ค.	220	250	ส.ค.	250	250	เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)		ชาย	หญิง	มิ.ย.	220	250	ก.ค.	220	250	ส.ค.	200	250	เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)		ชาย	หญิง	มิ.ย.	200	250	ก.ค.	250	250	ส.ค.	250	250	เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)		ชาย	หญิง	มิ.ย.	250	250	ก.ค.	220	250	ส.ค.	250	250	+1	+1	+1	
เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)																																																																
	ชาย	หญิง																																																															
มิ.ย.	200	250																																																															
ก.ค.	220	250																																																															
ส.ค.	250	250																																																															
เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)																																																																
	ชาย	หญิง																																																															
มิ.ย.	220	250																																																															
ก.ค.	220	250																																																															
ส.ค.	200	250																																																															
เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)																																																																
	ชาย	หญิง																																																															
มิ.ย.	200	250																																																															
ก.ค.	250	250																																																															
ส.ค.	250	250																																																															
เดือน	จำนวนนักเรียน(คน)																																																																
	ชาย	หญิง																																																															
มิ.ย.	250	250																																																															
ก.ค.	220	250																																																															
ส.ค.	250	250																																																															

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุนทร คำนวล
วัน เดือน ปี เกิด	24 มีนาคม 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดพัทลุง
ที่อยู่ปัจจุบัน	93 หมู่ที่ 6 ตำบลหนองธง อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170
ผลงานตีพิมพ์	พ.ศ. 2558 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พ.ศ. 2564 จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาการการประเมิน จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

