



การพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย จังหวัดสงขลา

The develop of Science Experimental by using the way to study Flowchark's process in terms of preparing solution in Chemical 2 of Secondary school.

สุภาวรรณ ไหมพรม<sup>1\*</sup>

Supawan Maiprom<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ครูผู้สอน, กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์, โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย

<sup>1</sup> Teacher, Science Department, Pitchalai Preparatory School.

\* Corresponding author, E-mail: Phaphaenghimphrm@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลองเรื่องการเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 รวม 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัย พบว่า แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่องการเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 สาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ม.4/3 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นให้มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 80.00/87.10 และประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ .0.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

**คำสำคัญ:** แผนผังขั้นตอนการทดลอง



## Abstract

The aim of this research is to improve skill of scientific experiment operation by using flowchart. The topic of the research is the experimental operation of the solution preparation, Additional Chemistry 2 (ว30222), Science department, Grade 10/3 (Matthayom 4/3), Pitchalai Preparatory School, Hatyai distinct, Songkhla province. Six participants were selected from students in M.4/3 at Pitchalai Preparatory School term 2/2562. The research instrument is flowchart of the experimental operation of the solution preparation. The data was analyzed with Efficiency (E1/E2), Effectiveness Index (E.I.), Mean, and Standard Deviation (S.D.). The results found that the flowchart of the experimental operation of the solution preparation, Additional Chemistry 2 (ว 30222), Science department, Grade 10/3 (Matthayom 4/3) is developed to set the Efficiency (E1/E2) equal to 80.00/87.10 and Effectiveness Index (E.I.) equal to 0.74 which followed in standardization.

**Keyword:** flowchart

## บทนำ

การทดลองตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนั้นได้สร้างองค์ความรู้ไว้มากมายและทักษะการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ก็เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งด้วย โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐานของหลายวิชา และมีหลากหลายสาขาแยกย่อย (สาขาชีววิทยา สาขาเคมี สาขาฟิสิกส์) ในชีวิตประจำวันวิชาวิทยาศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐานที่มีความเกี่ยวข้องกับสาขาเคมี เช่น สบู่ที่ใช้ แอลกอฮอล์ทำความสะอาด ผงซักฟอก เป็นต้น เห็นได้ว่าความรู้ทางสาขามีบทบาทเป็นอย่างยิ่งกับการใช้ชีวิตประจำวัน การเรียนการสอนวิชาเคมีให้กับผู้เรียนจึงควรจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงเพื่อเป็นการพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพและเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น จากประสบการณ์ที่ผ่านมาหลังการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว30222) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารละลาย ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบทดลองปฏิบัติ เรื่อง การเตรียมสารละลาย พบว่า นักเรียนมีประสบการณ์และความชำนาญเกี่ยวกับทักษะในการปฏิบัติการทดลองค่อนข้างต่ำ ซึ่งเห็นได้ชัดจากการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งครูผู้สอนได้ทำการประเมินการเรียนรู้ พบว่า คะแนนทักษะการปฏิบัติการทดลองเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 มีค่าเท่ากับ 3.50 คะแนนจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ การจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารละลาย ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นส่วนใหญ่ และในหน่วยการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติการทดลองในแต่ละครั้งเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ในการปฏิบัติการทดลองกับตัวผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากปัญหาในการจัดการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลายที่เกิดขึ้นทำให้ผู้วิจัยพยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยหารูปแบบการสอน วิธีการสอน หรือเทคนิคการสอนจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ การปฏิบัติการทดลองของนักเรียนและหนึ่งในแนวทางที่หลากหลายผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้การวิจัยใน



ห้องเรียน หรือ “การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart)” ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลองวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว30222) เพื่อพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารละลาย เรื่อง การเตรียมสารละลาย เพื่อประโยชน์สูงสุดตามหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ รวมไปถึงการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เกิดแก่นักเรียน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย จังหวัดสงขลา

### การทบทวนวรรณกรรม

แผนผังมโนทัศน์เป็นเรื่องที่มีมานานแล้วของวงการศึกษานี้ เพราะมีผู้ริเริ่มใช้มานานกว่า 25 ปี คำว่าแผนผังมโนทัศน์ตรงกับคำอื่น ๆ ในภาษาอังกฤษอีกหลายคำ เช่น Concept maps หรือ C-Maps, Conceptual Framework, Semantic Mapping, Semantic Maps, Plot Maps, Concept webs เป็นต้น ส่วนคำในภาษาไทยพบว่ามีความแตกต่างกันหลายคำ เช่น กรอบมโนคติ กรอบมโนทัศน์ ผังมโนทัศน์ ผังมโนภาพ แผนที่มีโนมติ แผนผังโนมติ เป็นต้น (มนัส บุญประกอบ, 2543) แผนผังมโนทัศน์เกิดขึ้นจากการพัฒนาของ โจเซฟ ดี โนแวก ภายใต้ทฤษฎีของออสซูเบล ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการสร้างความหมายหรือการสร้างความรู้ การเรียนรู้ที่มีความหมายจะปรากฏขึ้นเมื่อผู้เรียนดูดซึมข้อมูลใหม่เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่โดยโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้นมีลักษณะเป็นลำดับชั้นลดหลั่นกันลงมา (hierarchy) โดยที่โนแวก ทำให้แนวคิดของออสซูเบลได้มองเห็นเป็นแผนภูมิที่เป็นรูปธรรมได้ และได้วิจัยบุกเบิกอย่างจริงจังต่อเนื่อง แผนผังมโนทัศน์เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลายมโนทัศน์โดยมีคำหรือข้อความเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ ซึ่งจะเริ่มเขียนมโนทัศน์หลักให้อยู่ด้านบนสุด จากนั้นเขียนมโนทัศน์รองลดหลั่นกันลงมา และมีการลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และเขียนคำหรือข้อความเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไว้ที่เส้นแผนผังมโนทัศน์เป็นโครงสร้างของแนวคิด (conceptualization) โดยกลุ่มคนที่ต้องการพัฒนารอบมโนทัศน์สำหรับเป็นแนวทางในการวางแผนหรือการประเมินผล ซึ่งแผนผังมโนทัศน์จะเอื้อให้กลุ่มตีความในกิจกรรมต่าง ๆ ได้รวดเร็ว เนื่องจากแสดงออกมาเป็นกราฟพิคหรือรูปภาพโดยแสดงกลุ่มมโนทัศน์ทั้งหมดและความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้นได้พร้อม ๆ กัน หรือในเวลาเดียวกันแลนซิง (Lanzing, 2002) แผนผังมโนทัศน์หมายถึงแผนภาพที่มีส่วนแสดงมโนทัศน์ เส้นที่เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เพื่อแสดงว่ามโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันและคำเชื่อมโยงบนเส้นเป็นการแสดงว่ามโนทัศน์นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร นักการศึกษาไทยหลายท่าน (กำพล ดำรงวงศ์, 2540) ได้ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่าเป็นแผนภูมิที่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างมีความหมายของมโนทัศน์อย่างมีลำดับขั้นตอนและระหว่างมโนทัศน์มีการเชื่อมโยงด้วยเส้นตรงหรือเส้นโค้งและบางครั้งมีการระบุค่าหรือประพจน์กำกับไว้บนเส้นโยงระหว่างคำมโนทัศน์นั้นด้วยจากการศึกษาสามารถสรุปความหมายของแผนผังมโนทัศน์ได้ว่า เป็นเครื่องมือประเมินประเภทหนึ่งที่สามารถตรวจสอบกระบวนการคิดและเสนอความคิดอย่างมีลำดับขั้นตอน โดยมีลักษณะ

เป็นแผนภาพที่แสดงถึงมโนทัศน์ต่าง ๆ หลายมโนทัศน์ ซึ่งเริ่มเขียนมโนทัศน์หลักไว้ด้านบนแล้วเขียนมโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อยลดหลั่นกันลงมาระหว่างมโนทัศน์มีการเชื่อมโยงด้วยเส้นตรงหรือเส้นโค้ง (linking line) และเขียนคำหรือวลี (linking Phrase) ไว้บนเส้นเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ส่วนประกอบและลักษณะของแผนผังมโนทัศน์ส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์นั้น นักการศึกษากล่าวถึงดังนี้ โนวาค (Novak, 1991) กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1. มโนทัศน์ (concept) หมายถึง คำที่ใช้แทนชื่อของมโนทัศน์ เป็นคำ หรือวลีสั้นๆ
2. ความสัมพันธ์ (relationship) หรือการเชื่อมโยงระหว่างประพจน์ (propositional linkage) เป็นการลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์
3. ลำดับชั้น (hierarchy) เป็นชั้นหรือลำดับชั้นของความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักไปยังมโนทัศน์รอง หรือมโนทัศน์ย่อย
4. การเชื่อมโยงข้ามมโนทัศน์ (cross-links) ซึ่งเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงข้ามชั้นหรือข้ามชั้นระหว่างมโนทัศน์ จากมโนทัศน์หนึ่งไปอีกมโนทัศน์หนึ่งและมึนักการศึกษาต่างประเทศอีกหลายท่าน (Plotnick, Eric 1997) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่าแผนผังมโนทัศน์จะต้องมีส่วนประกอบ 3 ส่วนที่สำคัญดังนี้

4.1 คำมโนทัศน์ (concept) เป็นเชื่อมมโนทัศน์ของเรื่องที่น่ามาสร้างแผนผังมโนทัศน์ซึ่งอาจจะเป็นคำหรือวลีหรือประโยคสั้น ๆ โดยจะเขียนไว้ในกรอบ ซึ่งอาจเป็นรูปวงกลมหรือวงรี หรือสี่เหลี่ยมก็ได้

4.2 เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ (linking lines) เป็นเส้นที่ลากเชื่อมโยงระหว่างคำมโนทัศน์สองมโนทัศน์ โดยเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้อาจจะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง บางครั้งอาจแสดงทิศทางความสัมพันธ์ด้วยหัวลูกศรทางเดียว หรือสองทิศทางกำกับไว้ด้วย

4.3 คำเชื่อม (linking phrases) เป็นคำที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ โดยคำเชื่อมโยงนั้นจะต้องเป็นคำที่ทำให้เกิดประพจน์ที่มีความหมาย อาจเป็นถ้อยคำ วลี หรือประโยค ซึ่งต้องเป็นคำที่ สั้น กะทัดรัด ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายจากส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปส่วนประกอบที่สำคัญของแผนผังมโนทัศน์ได้ดังนี้คือ คำมโนทัศน์ (concept) คำเชื่อม (linking phrases) และเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ (linking line) นอกจากนั้นสามารถเพิ่มเติมการเชื่อมโยงข้ามสาย (cross links) ได้เพื่อเป็นการแสดงถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

ผังงาน (Flowchart) คือ แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนขั้นแรกมาหลายปี โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการเขียนผังงาน เพื่อช่วยลำดับแนวความคิดในการทำงานเป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะทำให้เห็นภาพในการทำงานง่ายกว่าใช้ข้อความหากมีข้อผิดพลาด สามารถดูจากผังงานจะทำให้การแก้ไขหรือปรับปรุงทำได้ง่ายขึ้น (ภัทรานี ภากรณ์, 2553) ผังงาน (Flowchart) คือ รูปภาพ (Image) หรือสัญลักษณ์ (Symbol) ที่ใช้เขียนแทนขั้นตอน คำอธิบาย ข้อความ หรือคำพูด ที่ใช้ในอัลกอริทึม (Algorithm) เพราะการนำเสนอขั้นตอนของงานให้เข้าใจตรงกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง ด้วยคำพูดหรือข้อความทำได้ยากกว่า ผังงานแบ่งได้ 2 ประเภท

1. ผังงานระบบ (System Flowchart) คือ ผังงานที่แสดงขั้นตอนการทำงานในระบบอย่างกว้าง ๆ แต่ไม่เจาะลงในระบบงานย่อย

2. ผังงานโปรแกรม (Program Flowchart) คือ ผังงานที่แสดงถึงขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมตั้งแต่รับข้อมูล คำนวณ จนถึงแสดงผลลัพธ์



### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (The One Group, Pretest-Posttest Design) โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวที่มีการวัดหรือสังเกตตัวแปรตามผลพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ คือ 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการทดลองหรือใช้การเรียนรู้โดยแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้น แล้วนำผลจากการวัดทั้งสองครั้งมาเปรียบเทียบกัน โดยมีรูปแบบดังนี้

	$O_1$	X	$O_2$ (Experiment Group)
โดย	$O_1$	=	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนทดลอง (Pretest)
	X	=	การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart)
	$O_2$	=	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลอง (Pretest)

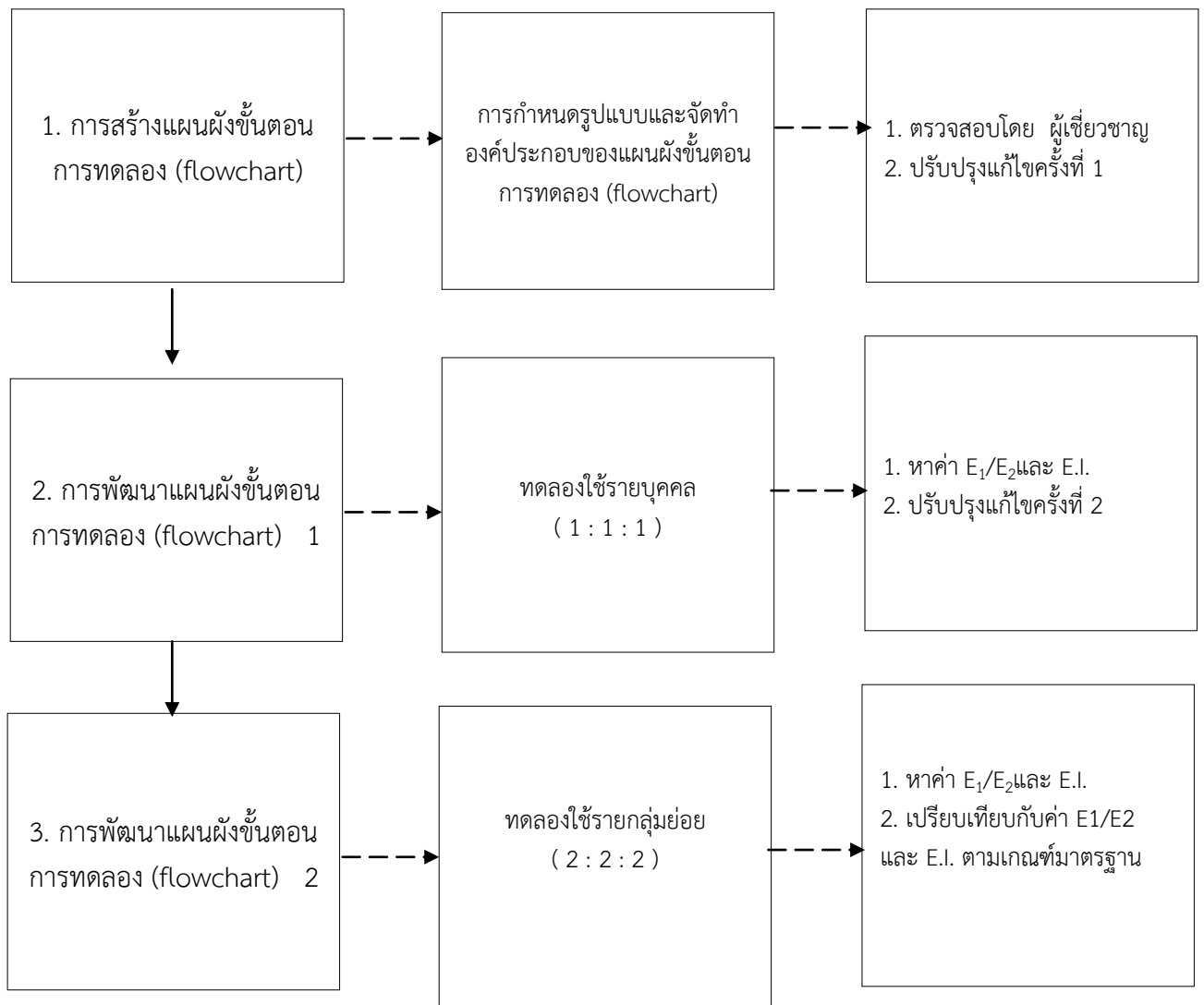
**ประชากร** คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 รวม 6 คน

**เครื่องมือวิจัย** ได้แก่

1. แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart)
2. แบบบันทึกการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารเคมี
3. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารละลาย แผนผังจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเตรียมสารละลาย
4. แบบทดสอบทักษะพื้นฐานการเตรียมสารเคมี

**การสร้างเครื่องมือวิจัย**

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) เรื่อง การเตรียมสารเคมี ที่เน้นทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย ซึ่งมีการสร้างและพัฒนาดังภาพที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 กระบวนการสร้างและพัฒนาแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ที่เน้นทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

จากภาพที่ 1 กระบวนการสร้างและพัฒนาแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ที่เน้น ทักษะ

### การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ที่เน้นทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษารูปแบบ ลักษณะสำคัญ และองค์ประกอบของแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart)

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ตามปัญหาคุณภาพของผู้เรียน

1.3 สร้างแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart)





1.4 เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้าน (นวัตกรรม) จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาจำนวน 1 คนรวมทั้งหมด 3 คน

1.5 หาค่าความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC/IC)

1.6 ปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1 ในประเด็นที่มีค่า IOC/IC ต่ำกว่า 0.50 จนได้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้ว

2. การพัฒนาแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ที่เน้นทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ทดลองใช้ครั้งที่ 1 การทดลองใช้รายบุคคล (One-to-One Tryout) ประกอบด้วย

1) นำแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์มาจัดทำ

2) การทดลองใช้รายบุคคล โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง (เก่ง) : ปานกลาง : ต่ำ (อ่อน) จำนวน 1 : 1 : 1 รวม 3 คน ซึ่งมีการดำเนินการเรียนรู้ตามรูปแบบ องค์ประกอบ และเส้นทางการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการเรียนรู้ของแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์ ทั้งนี้ครูผู้สอนจะคอยสังเกตกำกับดูแลการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนอย่างใกล้ชิด

3) หาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และ 0.50 ขึ้นไป

4) ปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 ในประเด็นที่มีทำให้นักเรียนมีผลทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น สอบถามนักเรียนเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง จนได้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์ผ่านการทดลองใช้รายบุคคลแล้วใช้ทดลองใช้ภาคสนาม

2.2 ทดลองใช้ครั้งที่ 2 การทดลองใช้รายกลุ่มย่อยประกอบด้วย

1) นำแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์มาจัดทำและแก้ไขแล้ว

2) การทดลองใช้รายกลุ่มย่อย โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง (เก่ง) : ปานกลาง : ต่ำ (อ่อน) จำนวน 2 : 2 : 2 รวม 6 คน ซึ่งมีการดำเนินการเรียนรู้ตามรูปแบบ องค์ประกอบ และเส้นทางการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการเรียนรู้ของแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์ ทั้งนี้ครูผู้สอนจะคอยสังเกตกำกับดูแลการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนอย่างใกล้ชิด

3) หาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และ 0.50 ขึ้นไป

4) ขั้นตอนนี้ได้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ฉบับสมบูรณ์ผ่านการทดลองใช้รายบุคคลและใช้ทดลองใช้รายกลุ่มย่อยแล้ว

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การทดลองใช้รายบุคคล ผู้วิจัยได้ทดลองใช้นักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 3 คน โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 4 ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ จากเกรดเฉลี่ยสะสม อย่างละ 1 : 1 : 1 มาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งที่ 1 ในวันที่ 14 มกราคม พ.ศ.2563 สถานที่ที่ใช้ทดลองคือ ห้องปฏิบัติการเคมี โรงเรียนธรรมโฆสิต



2. การทดลองใช้รายกลุ่มย่อย ผู้วิจัยได้ทดลองใช้นักเรียนชั้น ม.4/3 จำนวน 6 คน โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 4 ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ จากเกรดเฉลี่ยสะสม อย่างละ 2 : 2 : 2 มาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งที่ 2 ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 สถานที่ที่ใช้ทดลองคือห้องปฏิบัติการเคมี โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย

### ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาการพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 6 คน โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย จังหวัดสงขลา ในครั้งนี้ได้นำเสนอขั้นตอนและผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับหัวข้อดังนี้

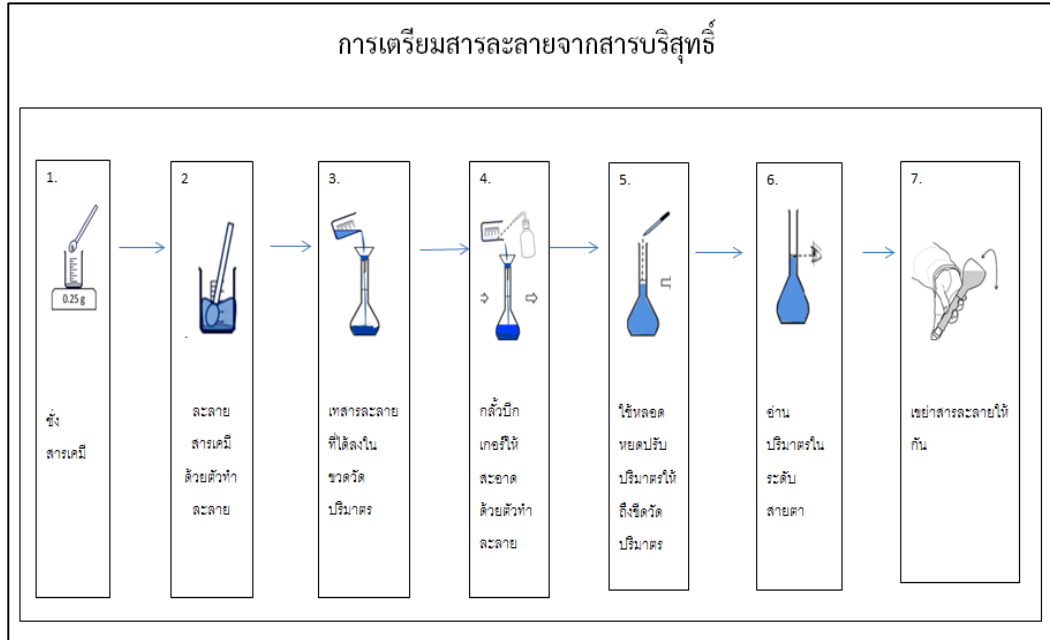
1. ผลการสร้างและพัฒนา แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3

1.1 ผลการสร้าง แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ดังภาพที่ 1

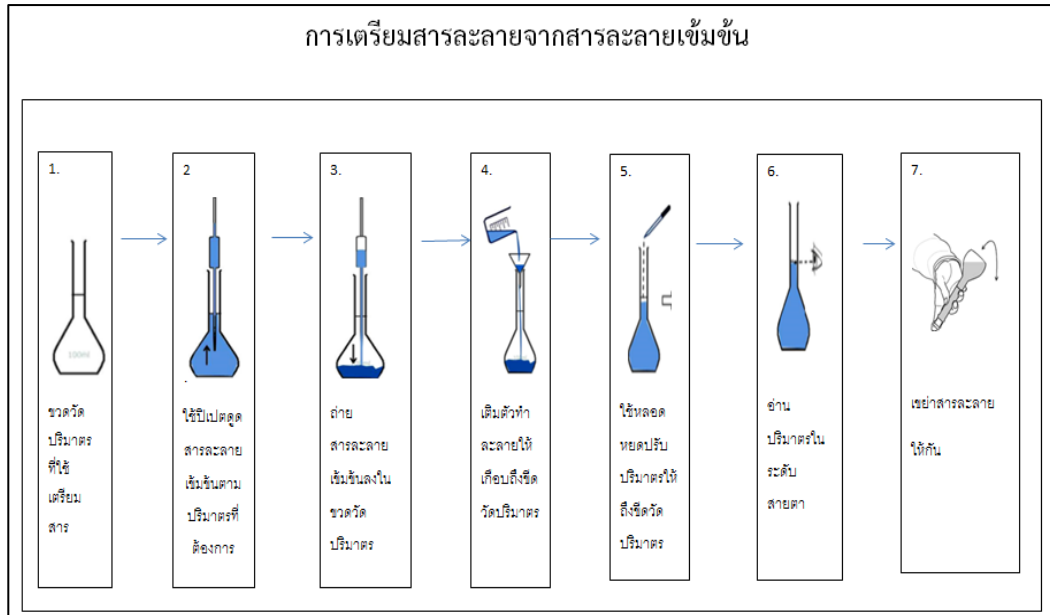


### การเตรียมสารละลาย

#### 1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์



#### 2. การเตรียมสารละลายจากสารละลายที่มีความเข้มข้น



ภาพที่ 2 รูปแบบและองค์ประกอบของแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) พัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย



จากภาพที่ 2 รูปแบบและองค์ประกอบของแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) พัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย โดยมีองค์ประกอบ คือ 1. ภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ 2. คำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ 3. ภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น และ 4. คำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น โดยปรับปรุงครั้งที่ 1 ในประเด็นที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 จนได้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) พัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** สาระสำคัญของการปรับปรุงแก้ไข แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) พัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย ครั้งที่ 1

รายการ	การปรับปรุงแก้ไข
1. ภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์	-
2. คำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์	1. รูปที่ 2 จาก : เตรียมสารทำละลายด้วยกระบอกตวงแล้ว ถ่ายลงบีกเกอร์ที่มีสารเคมี เป็น : ละลายสารเคมีด้วยตัวทำละลาย
3. ภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น	-
4. คำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น	1. รูปที่ 2 จาก : นำปิเปตทรานเฟอร์มาดูดสารละลายที่มีความเข้มข้นมาดูดสารละลายเข้มข้น ตามปริมาตรที่ต้องการ เป็น : ใช้ปิเปตดูดสารละลายเข้มข้นตามปริมาตรที่ต้องการ

จากตารางที่ 1 สาระสำคัญของการปรับปรุงแก้ไข แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) พัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย ครั้งที่ 1 ซึ่งมีการปรับปรุงแก้ไข 2 ข้อ โดยการปรับแก้คำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ และคำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น

1.2 ผลการพัฒนาแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ประกอบด้วย ผลการทดลองใช้ครั้งที่ 1 การทดลองใช้รายบุคคล ผลการทดลองใช้ครั้งที่ 1 การทดลองใช้รายกลุ่มย่อย ผลทดลองใช้ครั้งที่ 1 การทดลองใช้รายบุคคล ดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 แสดงผลของการทดลองใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนธรรมโฆสิต

คนที่	ผลการทดสอบก่อนเรียน (%)	ผลการทดสอบหลังเรียน (%)	พัฒนาการเพิ่มขึ้น (%)	ผลการประเมินแบบบันทึกรายงานการทดลอง(%)	ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(%)
1	52.85	85.71	32.86	85.00	90.67
2	40.00	78.57	38.57	75.00	84.00
3	32.85	71.42	38.57	80.00	65.33
เฉลี่ย	41.90	78.56	36.67	80.00	80.33
E1= 80.00    E2= 91.67                      E.I. = 0.84					

จากตารางที่ 2 ผลทดลองใช้ครั้งที่ 1 การทดลองใช้รายบุคคล ได้ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 80/91.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.84 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.50 ขึ้นไป โดยปรับปรุงครั้งที่ 2 ในประเด็นที่ทำให้นักเรียนมีผลการพัฒนาทักษะที่ต่ำ จากการสอบถามนักเรียน

ตารางที่ 3 สาระสำคัญของการปรับปรุงแก้ไข แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) พัฒนากิจกรรมการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย

รายการ	การปรับปรุงแก้ไข
1. ภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์	-
2. คำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์	-
3. ภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น	ปรับปรุงแบบโดยเพิ่มแผนภาพขั้นตอน รูปที่ 4 เพื่อความเข้าใจให้มากขึ้น
4. คำอธิบายภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น	-

จากตารางที่ 3 สาระสำคัญของการปรับปรุงแก้ไข แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) พัฒนากิจกรรมการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย ครั้งที่ 2 มีจำนวน 1 รายการซึ่งมีการปรับปรุงแก้ไขจำนวน 1 ข้อ โดย 3. ภาพขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้นปรับปรุงแบบโดยเพิ่มแผนภาพขั้นตอน รูปที่ 4 เพื่อความเข้าใจให้มากขึ้น



ผลทดลองใช้ครั้งที่ 2 การทดลองใช้รายกลุ่มย่อย ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** แสดงผลของการทดลองใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง(flowchart)ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย

คนที่	ผลการทดสอบ ก่อนเรียน (%)	ผลการทดสอบ หลังเรียน (%)	พัฒนาการ เพิ่มขึ้น (%)	ผลการประเมิน แบบบันทึกรายงาน การทดลอง (%)	ผลการประเมินทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (%)
1	57.14	97.14	40.00	80.00	81.33
2	47.14	92.85	45.71	85.00	81.33
3	71.42	97.14	25.72	85.00	86.67
4	60.00	84.28	24.28	75.00	78.67
5	40.00	77.14	37.14	75.00	74.67
6	35.71	74.28	38.57	70.00	76.00
เฉลี่ย	51.90	87.30	35.24	78.33	79.78
E1= 80.00		E2= 91.67		E.I. = 0.84	

จากตารางที่ 4 การเปรียบเทียบการพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง ก่อนและหลังการใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นพบว่า กลุ่มย่อย จำนวน 6 คน ผลการทดสอบหลังเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 35.24 สูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

### สรุป อภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว 30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย ให้มีประสิทธิภาพ (E1/E2) และ ประสิทธิภาพ (E.I.) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าประสิทธิภาพและดัชนี ประสิทธิภาพ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลดังนี้ แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 สาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ม.4/3 ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นให้มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 80/87.1 และประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และผลการพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชาเคมีเพิ่มเติม 2 สาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ม.4/3 ของผู้เรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนที่ใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ผลการใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย วิชเคมีเพิ่มเติม 2 สารวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ม.4/3 ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้น ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลดีกับผู้เรียนที่จะได้มีทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ดี และสามารถใช้เป็นทักษะพื้นฐานในการปฏิบัติการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

ในการสร้างแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง หากมีแผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการเรียนรู้เรื่อง ๆ นั้น จะส่งผลดีต่อผู้เรียนเพราะเข้าใจได้ง่ายต่อการเรียนรู้

### เอกสารอ้างอิง

กำพล ดำรงวงศ์. (2543). การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อการสอนการสร้างผังมโนทัศน์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณรงค์ โพธิ์พุกขานันท์. (2013) *ระเบียบวิธีวิจัย*. เอ็กสเปอร์เน็ท: กรุงเทพมหานคร

ภัทรานีภากรณ์. (2553). ความหมายของFlowchart. จาก

<https://sites.google.com/site/bbmm2553/khwam-hmay-khxngflowchart>

มนัส บุญประกอบ. (2543). "แผนภูมิโนทัศน์กับการสร้างเสริม สู่ จี ปู ลิ" *วารสารบัณฑิตศึกษา*.

รัตนา วงศ์ภูงา. ความหมายของผังงาน. จาก

<https://sites.google.com/a/wwk.ac.th/googlesites/hnwy-thi-2/flowchart>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2559) *เคมี เล่ม 2*.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.

สน สุวรรณ. (2013) *การเขียนรายงานการวิจัยแบบฉบับสมบูรณ์*. จาก

<https://suwanlaong.wordpress.com>

แสงสุรีย์ ดวงคำน้อย. (2561) *การเรียนรู้เชิงรุก : กิจกรรมท้าทายสำหรับผู้เรียนในยุคการศึกษา 4.0*

*Active Learning : The Talented Activities for Learners in Education 4.0.*

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

เยาวเรศ ภัคดีจิตร. ACTIVE LEARNING กับการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่21. คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

จาก [http://edu.nsr.u.ac.th/2011/files/knowledge/17-15-12\\_22-07-2014\\_2-3.pdf](http://edu.nsr.u.ac.th/2011/files/knowledge/17-15-12_22-07-2014_2-3.pdf)

Novak, Joseph D. & Bob D. Gowin (1991) *Learning How to Learn London* : Cambridge University Press.

Lanzing, W.A. (1998). Concept Mapping: Tools for echoing the minds eye. *Journal of visual Literacy*

Plotnick, Eric.(1997). Concept mapping: a graphical system for understanding the relationship between concepts.