



การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

The Development of a Modified Essay Question Test of Physics Problem Solving Ability
by Heller and Heller's Logical Problem on Static Electricity

for Grade 11th Students

ปาริฉัตร สินทรัพย์ไพบูลย์ *

Parichat Sinsappaiboon

กฤษฎากาญจน์ โดพิทักษ์ **

Krittayakan Topithak

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ จำนวน 250 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน ความเที่ยง และความตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต มีจำนวน 4 เหตุการณ์ ๆ ละ 5 ข้อ จำนวน 20 ข้อเวลาที่ใช้แต่ละข้ออยู่ระหว่าง 3-4 นาที 2) คุณภาพของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า มีความตรงเชิงเนื้อหา (ค่า IOC = 1.00 ทุกข้อ) ความยากง่ายตั้งแต่ 0.49-0.54 อำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.56-0.61 ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนเท่ากับ 0.904 ความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 และความตรงเชิงโครงสร้าง โดยที่โมเดลการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Chi-square = 9.428, $df = 5$, $p = 0.932$, RMSEA = 0.086)

คำสำคัญ: แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์, แนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

*นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

*Graduate Student of Educational Research and Evaluation Division, Education Division, Faculty of Education, Naresuan University

E-mail Address: lpspopa@gmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

**Lecturer of of Educational Research and Evaluation Division, Education Division, Faculty of Education, Naresuan University

E-mail Address: krittayakan@hotmail.com

ISSN 1905-4491

Abstract

This research aims to construct and determine the quality of a Modified Essay Question Test to evaluate the abilities of physics problem solving by Heller and Heller's Logical Problem on Static Electricity for 11th grade students. The samples of this study included 250 students in the 11th grade of the under the Secondary Educational Service Area Office 42, Nakhonsawan Province, during the second semester of 2018. The instrument used in this research was the Modified Essay Question Test to evaluate the abilities of physics problem solving by Heller and Heller's Logical Problem on Static Electricity. The test provided 4 events. Data were analyzed using index of validity item-objective congruence: IOC, difficulty index, discrimination index, inter-rater reliability, reliability analysis, and confirmatory factor analysis.

The results are as follows: 1) The Modified Essay Question Test used to evaluate the abilities of physics problem solving by Heller and Heller's Logical Problem on Static Electricity provided 4 events; each test consisted of 5 questions including 20 items in total with each item lasting for 3-4 minutes. 2) The validation of the Modified Essay Question Test found the content validity at (IOC index = 1.00), difficulty index was 0.49-0.54, discrimination index was 0.56-0.61, inter-rater reliability was 0.904, Internal consistency reliability was 0.88 and construct validity of the abilities of physics problem solving by Heller and Heller's Logical Problem model could be consistently dependent on the empirical data (Chi-square = 9.428, df = 5, p = 0.932, RMSEA = 0.086)

Keywords: modified essay question test, heller and heller's logical problem

บทนำ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ เพื่อให้ประเทศเจริญก้าวหน้าสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรม เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรม อีกทั้งวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบระเบียบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ (ทิสนา แชมมณี, 2552) และในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่ง คือเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการ ความรู้ ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้นมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) ซึ่งการแก้ปัญหาถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคม ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นอย่างดีย่อมส่งผลต่อความสำเร็จในการใช้ชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการ, 2545)

จากการศึกษาผลวิจัยที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาแบบวัดที่น่าสนใจอีกทางเลือกหนึ่งในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คือ แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์หรือแบบทดสอบ เอ็ม อี คิว (Modified Essay Question Test: MEQ) ซึ่งเป็นแบบทดสอบความเรียงรูปแบบหนึ่งที่น่าเสนอเหตุการณ์ที่ละขั้นตอนตามลำดับสถานการณ์ มีคำถามแทรกเป็นระยะ ผู้สอบจะต้องค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ด้วยตนเองตามเวลาที่กำหนดแต่ละข้อ และไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบก่อนหน้า แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ มีจุดเด่นอยู่ที่สามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ของผลการเรียนรู้ได้หลายด้านในแบบทดสอบชุดเดียว ช่วยฝึกวิธีการคิดแก้ปัญหาให้เป็นระบบและวัดการประเมินการคิดแก้ปัญหาได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยลดโอกาสการเดาลงได้มาก ลดการลำเอียงใน

การตรวจให้คะแนน (กติกิร กมลรัตน์สมบัติ, 2558) และจากการศึกษาค้นคว้าได้มีงานวิจัยที่หาคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไว้มากมายและพบว่า แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบทดสอบที่มีความตรงเชิงสภาพ มีความแม่นยำร่วมสมัยในระดับสูง และมีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนทั้งรายข้อและทั้งฉบับ รวมทั้งมีค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ (ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง, 2544; ไตรรงค์ เจนการ, 2530; อามาลา สารชาติ, 2548) ทำให้แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เหมาะสำหรับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนที่สามารถบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ถูกต้อง ไม่ได้หมายความว่านักเรียนคนนั้นจะสามารถบอกกระบวนการคิดได้ถูกต้องด้วยซึ่งกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาถือเป็นหัวใจที่สำคัญอย่างหนึ่งในวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากการเรียนวิชาฟิสิกส์จะต้องอาศัยพื้นฐานในการคำนวณ เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีอยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์ โดยมีการแก้โจทย์ปัญหาตามที่สถานการณ์กำหนด (ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน, 2559) และผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละคนจะมีข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นการยากต่อครูผู้สอนในการที่จะทราบและแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ทั่วถึงทุกคน หากมีแบบทดสอบที่มีขั้นตอนแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจนสามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนได้ ก็จะเป็นการง่ายในการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและจากประสบการณ์สอนที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนชุมชนแสงชูทิศมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้า ต่ำกว่าเกณฑ์ เนื่องจากเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้าส่วนใหญ่ต้องใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อเจอโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากในชั้นเรียน นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหานั้นได้ และอีกสาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะไม่มีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจนที่เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทำให้รู้สึกว่ายากและเมื่อผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็จะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนในเรื่องต่อ ๆ ไป ดังนั้นหากมีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจนก็จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์มากขึ้น ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหานั้นได้มีนักวิชาการศึกษาค้นคว้าไว้หลายท่านและผู้วิจัยพบว่า “กลวิธีการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์” มีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน มีการให้ความสำคัญกับการเขียนแผนภาพแสดงสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้ เน้นการประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์มาแก้โจทย์ปัญหารวมถึงให้ความสำคัญกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการขยายความรู้และเห็นแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้น โดยขั้นตอนของแนวคิดแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller & Heller, 2000) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสามารถสรุปได้ ดังนี้ 1) ขั้นตอนพิจารณาปัญหา 2) ขั้นตอนอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ 3) ขั้นตอนวางแผนแก้ปัญหา 4) ขั้นตอนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ 5) ขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์

จากความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา กลวิธีการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ตลอดจนผลการวิจัยคุณภาพแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ร่วมกับกลวิธีการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์มาใช้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพและมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวทางการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิธีการวิจัย

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ คือ แบบทดสอบที่มีการเสนอเหตุการณ์เป็นลำดับขั้นตอน แทรกคำถามเป็นระยะ ๆ นักเรียนต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถาม และต้องทำข้อสอบให้เสร็จทีละหน้าตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ กระบวนการหรือขั้นตอนที่ต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจวิชาฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขสถานการณ์นั้น

การแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller & Heller, 2000) เป็นกลวิธีที่มีขั้นตอนการแก้โจทย์ที่ชัดเจน เน้นการฝึกคิดวิเคราะห์ คิดเชิงเหตุผลซึ่งถือเป็นสิ่งที่ยากที่สุดของการแก้โจทย์ปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา (focus the problem) เป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่การเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหา โดยทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและเขียนอธิบายด้วยแผนภาพ

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (describe the physics) เป็นการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ของตัวแปรต่าง ๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่าให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (plan the solution) เป็นขั้นตอนที่ต้องนำความสัมพันธ์จากการอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ไปสร้างเป็นสมการให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (execute the plan) เป็นขั้นตอนดำเนินการหาคำตอบตามสมการที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 3 โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ และแก้สมการ เพื่อหาค่าของตัวแปรที่เป็นคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (evaluate the answer) เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลและถูกต้องตามที่โจทย์ถามหรือไม่

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ เขต 42 จำนวน 58 โรงเรียน จำนวน 6,050 คน

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์ เขต 42 โดยการสุ่มหลายขั้นตอน ดังนี้

1) สุ่มอย่างง่าย จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์เขต 42 โดยใช้จังหวัดเป็นหน่วยการสุ่มประกอบด้วยจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดอุทัยธานีออกมา 1 จังหวัดได้จังหวัดนครสวรรค์

2) สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในจังหวัดนครสวรรค์ ได้โรงเรียนชุมแสงชูทิศ จำนวน 100 คน

3) สุ่มกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายโรงเรียนในจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้ขนาดโรงเรียนเป็นเกณฑ์ในการสุ่มและสุ่มอย่างง่ายมาขนาดละ 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนสตรีนครสวรรค์ โรงเรียนนวมินทราชูทิศ มัชฌิมโรงเรียนแก้วล้อมวิทยาและโรงเรียนทับกฤชพัฒนา จำนวน 150 คน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 250 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ โดยแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ชุดนี้ สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

2) ศึกษาเอกสารทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมแสงชนูทิศ แนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ พร้อมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อกำหนดกรอบของเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าสถิต

4) เขียนแบบทดสอบตามลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งมีสถานการณ์และข้อความคำถาม โดยสร้างสถานการณ์จากกรอบเนื้อหาที่กำหนด และข้อความสร้างตามลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ 5 ขั้นตอน สำหรับการสร้างสถานการณ์ขั้นต้น ประกอบด้วย 8 เหตุการณ์ ๆ ละ 5 ข้อ รวมจำนวนทั้งหมด 40 ข้อ คือ

- | | |
|---|-------------------|
| - จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 เรื่อง กฎของคูลอมบ์ | จำนวน 2 สถานการณ์ |
| - จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2 เรื่อง สนามไฟฟ้า | จำนวน 2 สถานการณ์ |
| - จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า | จำนวน 2 สถานการณ์ |
| - จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4 เรื่อง ความจุไฟฟ้า | จำนวน 2 สถานการณ์ |

5) นำแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบด้านภาษาและรูปแบบของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ และปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

6) นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้วไปทดลองครั้งที่ 1 กับนักเรียนโรงเรียนชุมแสงชนูทิศ จำนวน 100 คน นำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกไว้ 4 เหตุการณ์ ๆ ละ 5 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ ซึ่งยังครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 4 ข้อ

7) นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจากการทดลองครั้งที่ 1 ไปทดลองใช้ในครั้งที่ 2 กับนักเรียนโรงเรียนสตรีนครสวรรค์ โรงเรียนนวมินทราชูทิศ มัชฌิม โรงเรียนเก่าแก่วิทยาและโรงเรียนทับกฤชพัฒนา จำนวน 150 คน

8) นำแบบทดสอบที่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนตอบ ไปตรวจให้คะแนนตามแนวคำตอบ โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกผู้ตรวจแบบทดสอบอีก 2 ท่าน คือ ตัวผู้วิจัยและครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ 1 ท่าน เพื่อนำคะแนนสอบที่ผู้ตรวจได้มาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนจากผู้ตรวจทั้ง 2 ท่าน

9) นำผลจากการทดลองครั้งที่ 2 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คนมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

10) จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดทำรูปเล่ม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก ค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียสัน ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 รูปแบบของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต มีจำนวน 4 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ แต่ละข้อจะแยกไว้เป็นหน้า ๆ โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนด้านบนของกระดาษซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่องย่อย ช่องซ้ายสุด คือ เวลาที่ใช้ในการทำข้อคำถามนี้ และเวลาสะสม ช่องกลาง คือ เลขที่ของเหตุการณ์ในแบบสอบและข้อคำถามในเหตุการณ์นั้น ช่องขวาสุด คือ ส่วนที่นักเรียนกรอกชื่อ นามสกุลและชื่อโรงเรียน

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนที่ใช้แสดงสถานการณ์หรือเงื่อนไข โดยจะเพิ่มข้อมูลที่ละนิด เป็นตอนๆ

ส่วนที่ 3 คือ ข้อคำถามและเว้นที่สำหรับตอบคำถาม โดยคำถามจะเขียนไปตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ โดยเลือกใช้เนื้อหา เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

ส่วนที่ 4 คือ ส่วนที่แสดงค่าเตือนในการทำแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์

1.2 เวลาในการทำแบบทดสอบ

เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 3-4 นาที โดยวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน และปรับเวลาในการสอบให้นักเรียนเพิ่มอีก 30 % ตามแนวคิดของ Feletti (1980) ปรากฏดังตาราง 1

เวลาในการทำข้อนี้ 3 นาที เวลาสะสม 3 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ข้อคำถามที่ 1	ชื่อ-สกุล.....เลขที่..... โรงเรียน.....
สถานการณ์ เมื่อมีลูกไฟ 2 ลูกที่มีประจุไฟฟ้าเหมือนกันวางใกล้กันในตัวกลางใด ๆ จะเกิดแรงผลักต่อกัน แต่ถ้าประจุทั้งสองต่างกันจะเกิดแรงดึงดูดต่อกัน โดยแรงระหว่างประจุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงข้าม ดังนั้น ถ้ามีลูกไฟที่มีประจุบวกและประจุลบ วางห่างกัน 20 เซนติเมตร โดยให้ประจุลบอยู่ทางขวาของประจุบวกและนำประจุทดสอบขนาด $+1 \times 10^{-6}$ คูลอมบ์ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างประจุทั้งสอง จงหาขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ		
ข้อคำถามข้อที่ 1 คำถาม 1.1 : จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนสามารถเขียนแผนภาพและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกำหนดได้อย่างไร คำตอบ		
คำถาม 1.2 : จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนต้องการให้แรงดึงดูด(หรือแรงผลัก)ของลูกไฟทั้งสองเท่าไร คำตอบ		
คำถาม 1.3 : หลักการทางฟิสิกส์ที่นำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคืออะไร คำตอบ		
ข้อควรระวัง ขอให้ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าใส่ทำข้อคำถามนี้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว จึงทำข้อถัดไป เพราะไม่อนุญาตให้กลับมาแก้ไขอีก		

ตาราง 1

แสดงเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบทดสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

เหตุการณ์ที่	ข้อที่	เวลาที่ครูใช้โดยเฉลี่ย	เวลาที่เพิ่มขึ้น 30%	เวลาที่นักเรียนควรใช้(นาที)
1	ข้อที่ 1	2.5	0.75	3
	ข้อที่ 2	3.5	1.05	4
	ข้อที่ 3	2.0	0.60	3
	ข้อที่ 4.1	2.1	0.63	3
	ข้อที่ 4.2	2.1	0.63	3
	ข้อที่ 5	1.9	0.57	3
2	ข้อที่ 1	2.2	0.66	3
	ข้อที่ 2	2.5	0.75	3
	ข้อที่ 3	1.8	0.54	3
	ข้อที่ 4.1	2.1	0.63	3
	ข้อที่ 4.2	1.8	0.54	3
	ข้อที่ 5	2.3	0.69	3
3	ข้อที่ 1	2.2	0.66	3
	ข้อที่ 2	1.9	0.57	3
	ข้อที่ 3	2.5	0.75	3
	ข้อที่ 4.1	2.1	0.63	3
	ข้อที่ 4.2	1.8	0.54	3
	ข้อที่ 5	1.9	0.57	3
4	ข้อที่ 1	2.0	0.60	3
	ข้อที่ 2	2.3	0.69	3
	ข้อที่ 3	1.9	0.57	3
4	ข้อที่ 4.1	2.0	0.60	3
	ข้อที่ 4.2	1.8	0.54	3
	ข้อที่ 5	2.4	0.72	3
รวมเวลาทั้งหมด				73

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับเนื้อหาและลำดับชั้นการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ทุกข้อ

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบอัตโนมัติประยุกต์ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.49 – 0.54 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.56 – 0.61

2.3 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบอัตโนมัติประยุกต์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการตรวจของผู้ตรวจ 2 ท่านทั้งฉบับเท่ากับ 0.904 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งหมายความว่า การตรวจให้คะแนนของผู้ตรวจทั้ง 2 ท่าน มีความเป็นปรนัย ในการตรวจให้คะแนน

2.4 ผลการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ มีค่าเท่ากับ 0.88 ซึ่งหมายความว่า แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ฉบับนี้ มีความเที่ยงสูง ดังตาราง 2

ตาราง 2

แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนและ ความเที่ยงแบบ ความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์

เหตุการณ์ ที่	ค่า IOC	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ความสอดคล้องระหว่าง ผู้ตรวจให้คะแนนทั้งฉบับ	ความเที่ยงแบบความ สอดคล้องภายในทั้งฉบับ
1	1.00	0.53	0.57		
2	1.00	0.54	0.57		
3	1.00	0.54	0.56	0.904**	0.88
4	1.00	0.49	0.61		

** $p < .01$

2.5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Chi-square = 9.428, $df = 5$, $p = 0.932$, RMSEA = 0.086) เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ สามารถเรียงน้ำหนัก องค์ประกอบจากมากไปน้อย ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 1.3 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา ตัวชี้วัดที่ 1.2 ชั้นอธิบายหลักการทาง ฟิสิกส์ ตัวชี้วัดที่ 1.4 ชั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ตัวชี้วัดที่ 1.5 ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ และตัวชี้วัดที่ 1.1 ชั้น พิจารณาปัญหา ดังตาราง 3

ตาราง 3

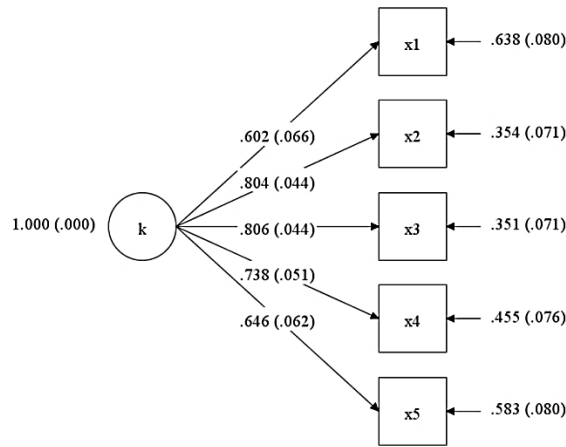
แสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) และ ค่าสถิติทดสอบที (t-value) ที่ใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ของการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ		t	R ²
	Factor Loading	SE		
องค์ประกอบที่ 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (K)				
ตัวชี้วัดที่ 1.1 ชั้นพิจารณาปัญหา (X1)	0.602	0.066	9.064*	0.362
ตัวชี้วัดที่ 1.2 ชั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (X2)	0.804	0.044	18.256*	0.646
ตัวชี้วัดที่ 1.3 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา (X3)	0.806	0.044	18.391*	0.649
ตัวชี้วัดที่ 1.4 ชั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (X4)	0.738	0.051	14.412*	0.545
ตัวชี้วัดที่ 1.5 ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (X5)	0.646	0.062	10.471*	0.417
$\chi^2 = 9.428$, $df = 5$, $p = 0.932$, RMSEA = 0.086				

* $p < .05$

ภาพ 1

ภาพแสดงโมเดลการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์



$$\chi^2 = 9.428, df = 5, p = 0.932, RMSEA = 0.086$$

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับประเด็นอภิปรายดังนี้

1. ผลการสร้างแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีจำนวน 4 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบ 20 ข้อ โดยคำถามจะเขียนไปตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ซึ่งมีขั้นตอนที่ชัดเจนฝึกให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และข้อสอบแต่ละข้อจะแยกไว้เป็นหน้า ๆ เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 3-4 นาที ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการศึกษาลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ แล้วจึงดำเนินสร้างแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ตามลักษณะเฉพาะซึ่งจำนวนข้อของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ควรมีจำนวน 5 - 35 ข้อ ตามแนวคิด Feletti and Engle (1980)

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับเนื้อหาและลำดับขั้นการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ทุกข้อ อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5 ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ จากนั้นได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เพื่อใช้ในการกำหนดกรอบของข้อคำถามและยังได้ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ การวัดผลและประเมินผล ทำให้ได้คำถามที่

สอดคล้องกับเนื้อหาและลำดับชั้นการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ซึ่งสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539) กล่าวไว้ในหนังสือเทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ว่า ถ้าดัชนีความ สอดคล้องที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อคำถามนั้นวัดได้สอดคล้องตามเนื้อหาที่ต้องการวัด

2.2 ผลการตรวจสอบความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ จากการทดลองครั้งที่ 1 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.49 – 0.54 และค่าอำนาจจำแนกรหว่าง 0.56-0.61โดยข้อสอบที่มี คุณภาพตามเกณฑ์ คือมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ทั้งนี้ เนื่องจากแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์มีเนื้อหาที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาที่ชัดเจน เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ และจุดเด่นของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ คือ ลด โอกาสในการเดา เนื่องจากมีเวลาจำกัด ทำให้สามารถแยกระดับความสามารถของผู้สอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สุไรยา หมัดหมั่น (2549) ได้ศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ในด้านความยากง่ายและอำนาจจำแนก พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.44–0.69 และอำนาจจำแนกรหว่าง 0.35-0.74 ซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์

2.3 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ มี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ 2 ท่านของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.904 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพิลึกซ์ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของ เฮลเลอร์และเฮลเลอร์มี ความชัดเจน ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ทำให้ไม่ว่าผู้ตรวจจะเป็นใครคะแนน ในการตรวจจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอำมาลา สารชาติ (2548) ได้ศึกษาการ พัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ สำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมีค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.91-1.00 แสดงว่าแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์มีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจ ให้คะแนนสูง ทำให้ลดข้อขัดแย้งของข้อสอบอัตนัยในเรื่องความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนต่ำ

2.4 ผลการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ มีค่า เท่ากับ 0.88 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน เนื่องจากมีค่ามากกว่า 0.70 ทั้งนี้ เนื่องจากแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ดีและจำนวนข้อของแบบทดสอบมีความเหมาะสม ทำให้ เมื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ค่าความเที่ยงจึงมีค่าสูง และอาจเป็นผลเนื่องจากค่าความแปรปรวนของ คะแนนมีมาก จึงส่งผลให้มีความเที่ยงสูงมากด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุไรยา หมัดหมั่น (2549) ได้ ศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในด้านความ เที่ยง พบว่า แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์มีความเที่ยงเท่ากับ 0.96 สูงกว่าเกณฑ์ 0.70

2.5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพิลึกซ์ ตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอับ ดับที่ 1 ด้วยโปรแกรม m-plus พบว่า ค่า $\chi^2 = 9.428$ ค่า $p\text{-value} = 0.932$ แสดงว่า โมเดลกับข้อมูลเชิง ประจักษ์มีความสอดคล้องกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากตัวชี้วัดแต่ละตัวในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พิลึกซ์ ผู้วิจัยได้มีการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้ตัวชี้วัดที่สามารถวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาพิลึกซ์ได้ และขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีขนาดมากเพียงพอตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่ง สอดคล้องกับศิริชัย กาญจนวาสี (2556) กล่าวว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เป็นการแสดงหลักฐาน ความตรงเชิงโครงสร้าง โดยหลักฐานที่แสดงนั้นเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล หาก

โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลจะบ่งชี้ถึงโมเดลองค์ประกอบที่ศึกษาเป็นหลักฐานสำหรับยืนยันองค์ประกอบคุณลักษณะที่วัด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผู้นำแบบทดสอบไปใช้ควรศึกษาคู่มือการใช้แบบทดสอบให้เข้าใจ และอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบให้กรรมการคุมสอบและผู้สอบให้เข้าใจตรงกันถึงวิธีการทำข้อสอบอย่างชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนและสะดวกต่อการดำเนินการสอบ รวมทั้งต้องดำเนินการตามคู่มือการใช้แบบทดสอบอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันการเกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการดำเนินการสอบ

1.2 ผู้นำแบบทดสอบไปใช้ควรปรับเวลาให้เหมาะสมสำหรับความสามารถของผู้สอบ เพื่อให้ได้ผลการวัดออกมาถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำผลคะแนนจากแบบทดสอบอัตโนมัติประยุกต์มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือคะแนน O-NET ของนักเรียน

2.2 ควรมีการศึกษาการสร้างโมเดลคำตอบให้ละเอียดและศึกษาในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กติกกร กมรัตน์สมบัติ. (2558). ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับจากแบบทดสอบอัตโนมัติต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).

<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/50593>

กรมวิชาการ. (2545). สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). คู่มือการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ฐิติมา ฐิติรุ่งเรือง. (2544). การพัฒนาแบบทดสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. TSU Knowledge Bank (TSUKB).

<http://kb.tsu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/1324/1/69745.pdf>

ไตรรงค์ เจนการ. (2530). การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบ เอ็ม อี คิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. มัธยมศึกษา [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/33674>

ฉันทกร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2559). การศึกษาข้อบกพร่องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮร์เลอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี: กรณีศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

ทิตนา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. สุวีริยาสาส์น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุโรยา หมัดหมั่น. (2549). *การพัฒนาแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. TSU Knowledge Bank (TSUKB). <http://kb.tsu.ac.th/jspui/handle/123456789/463>
- อำมาลา สารชาติ. (2548). *การพัฒนาแบบทดสอบ เอ็ม อี คิว สำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี]. ThaiLIS Thai Library Integrated System.

ภาษาอังกฤษ

- Feletti, G. I (1980). Reliability and validity studies on modified essay question. *Journal of Medical Education*, 55(11), 933-941. <http://doi.org/10.1097/00001888-198011000-00006>
- Heller, K., & Heller, P. (2000). *The competent problem solver for introductory physics*. <https://physics.Ohio-state.edu/~dvandom/Edu/thesis.html>