

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย เรื่องกลศาสตร์ของไหล

Applying a Predict-Observe-Explain Sequence in Teaching of Fluid Mechanics

สุระ วุฒิพรหม¹ มานะ ชาติมนตรี²Sura Wuttiprom¹ Mana Chatmontri²¹ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี²ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับชุดการทดลองราคาถูก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 29 คน จากโรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2/2557 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 3 การวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบ 2 ลำดับชั้น (2-tier conceptual test) เรื่องกลศาสตร์ของไหล จำนวน 15 ข้อคำถาม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของของ Radovanovic และ Slisko

คำสำคัญ แนวคิดวิทยาศาสตร์, กลศาสตร์ของไหล, การเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย

Abstract

The objective of this research was to enhance students' scientific concept on fluid mechanics. An active learning sequence based on the predict-observe-explain teaching method incorporated with a low-cost experiment set is applied to a lesson on fluid mechanics. The participants were 29 Mathayom Suksa 5/2 students, enrolling in Physics 3 course at Nanongthum Wittaya School, Chaiyaphum province in the second semester of the 2014 academic year. A one group pre-test/post-test design was employed in the study. Students were asked to complete the 15 items two-tier conceptual test on fluid mechanics. The results showed that after learning students had increased their scientific concept, this finding corresponds to Radovanovic and Slisko's work.

Keywords: Scientific concept, Fluid mechanics, Predict-observe-explain technique

บทนำ

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย อธิบาย สังเกต

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย อธิบาย สังเกต (Predict-Observe-Explain หรือ POE)เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) โดยเน้นการทำนายให้ผู้เรียน "มีส่วนร่วม" ในกระบวนการที่จะเกิดขึ้น เพราะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบบรรยายอย่างเดียวนั้นผู้เรียนอยู่ในสถานะ "พยาน" แต่ผ่านมามีเห็นเหตุการณ์ ดังนั้นความเข้าใจและทัศนคติ ก็อาจแตกต่างกันไปจาก "ผู้อยู่ในเหตุการณ์" อย่างแท้จริง ลำดับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย อธิบาย สังเกต แบ่งเป็น 8 ขั้นตอน (Haysom and Bowen, 2010) คือ **ขั้นที่ 1 การแนะนำและสร้างแรงกระตุ้น (orientation and motivation)** ในขั้นตอนนี้มักเริ่มต้นด้วยประสบการณ์ของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการทดลองที่กำลังจะได้ทำต่อไป ขั้นตอนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงความเข้าใจหรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของการทดลอง **ขั้นที่ 2 แนะนำการทดลอง (introducing the experiment)** ในขั้นตอนนี้เป็นการแนะนำการทดลองที่จะทำโดยยังไม่ต้องลงมือทำ พยายามเชื่อมโยงการทดลองหรือการสาธิตกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ได้เกริ่นแล้วให้เกิดความหมายที่สมบูรณ์ **ขั้นที่ 3 การทำนาย ขั้นล่วงหน้าแนวคิดของผู้เรียน (Prediction: the elicitation of students' ideas)** ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนหรือนำเสนอแนวคิดของตนก่อนเริ่มการทดลองลงในใบบันทึก (worksheet) โดยทำนายว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ในขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อทั้งผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้รวบรวมความคิดและเกิดความตระหนักในการคิด **ขั้นที่ 4 อภิปรายผลการทำนาย (discussing their prediction)** ในขั้นนี้จะขอให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนผลการทำนายเพื่อทำการอภิปรายทั้งห้องโดยใช้กระดาน หรือ SMART board เพื่อนำเสนอผลการทำนายและเหตุผลที่ใช้การทำนายดังกล่าว ในขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องกระตุ้นให้เกิดแรงผลักดันในการส่งเสริมการให้ข้อมูล และไม่ให้ผู้เรียนเกิดความวิตก หรือรู้สึกว่าคำทำนายของตนนั้น "ด้อยค่า" จากนั้นให้อภิปรายเพื่อเลือกคำทำนายที่ดีที่สุด ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พิจารณาทบทวนแนวคิดของตนอีกครั้ง และอาจสิ้นสุดขั้นตอนนี้โดยการโหวต **ขั้นที่ 5 สังเกตการณ์ (observation)** การทดลองส่วนมากที่นำเสนอขึ้นจะเป็นการทดลองที่ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติเองได้ แต่หากเป็นการสาธิตก็ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วม จากนั้นให้ผู้เรียนเขียนบันทึกการสังเกต **ขั้นที่ 6 อธิบาย (explanation)** ผู้เรียนมักปรับแต่งแนวคิดของตนผ่านการพูดคุยและเขียน และมักพบบ่อยๆว่าผู้เรียนจะสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ ก่อนที่จะลงมือเขียนอธิบาย เมื่อผู้เรียนเขียนอธิบายเสร็จแล้ว ควรอภิปรายทั้งห้องอีกครั้ง **ขั้นที่ 7 เสนอการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (providing the scientific explanation)** ผู้สอนแนะนำการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยขึ้นต้นว่า "นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้คิดว่า..." ซึ่งจะดีกว่าการใช้ประโยคขึ้นต้นที่ว่า "การอธิบายที่ถูกต้องคือ..." แล้วให้ผู้เรียนตรวจสอบความเหมือนและความแตกต่างของการอธิบายโดยนักเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ **ขั้นที่ 8 ติดตามผล (follow-up)** นักวิจัยพบว่าแนวคิดของผู้เรียนมักจะต่อต้านการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในขั้นติดตามผลนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน

จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ก็คือสามารถช่วยให้ผู้สอนเข้าใจการคิดของผู้เรียน โดยในขั้นที่ 1 จนถึง 4 นั้นสามารถตรวจสอบ (สำรวจ) แนวคิดเริ่มแรกของผู้เรียน ในขั้นที่ 6 และขั้นที่ 7 จะช่วยให้

ผู้สอนสามารถติดตามดูการเปลี่ยนแปลงความคิดของผู้เรียน ส่วนในขั้นที่ 8 ก็จะนำไปสู่การสะท้อนผลที่แสดง ความก้าวหน้าของผู้เรียนดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะสนับสนุนหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการ แลกเปลี่ยนการคิด ซึ่งอาจจะเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ และให้คุณค่าต่อการเสนอแนวคิดของผู้เรียนเสมอ อันจะช่วยให้ผู้เรียนปรับตัวเข้ากับรูปแบบการเรียนการสอนนี้ได้เป็นอย่างดี

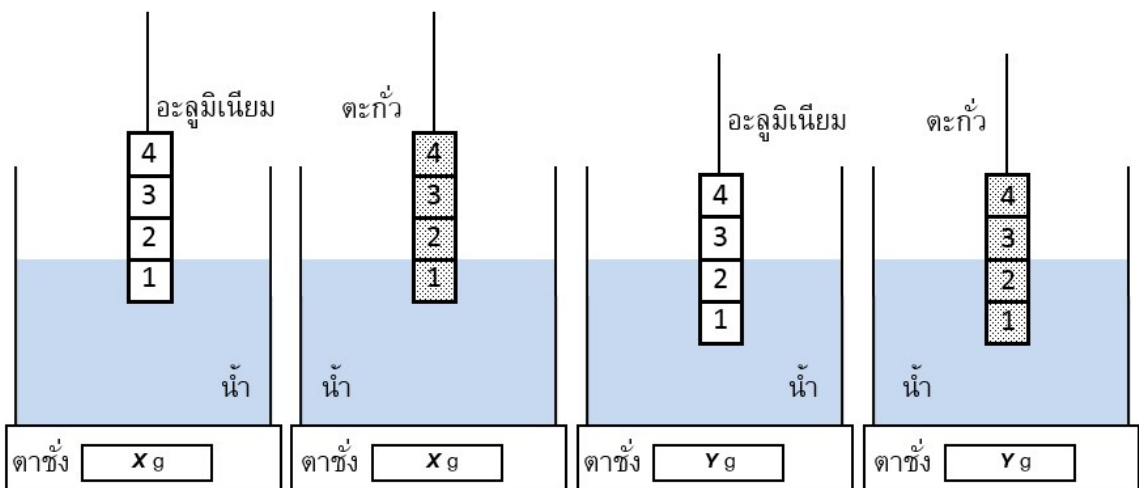
แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับของไหล

เป้าหมายสำคัญอย่างหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ (scientific concept) ให้เกิดกับผู้เรียน การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้นทำได้ยาก ผู้เรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (alternative conception บางคนใช้ misconception) จากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ และแนวคิดคลาดเคลื่อนนี้ ส่งผลให้การสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียนเกิดยากขึ้น เนื่องจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเกิดขึ้นจากการ รับรู้ของผู้เรียนที่มีต่อโลกที่ผู้เรียนอาศัยอยู่ และได้รับการพัฒนาขึ้นขณะที่ผู้เรียนพยายามอธิบายหรือเข้าใจ ปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัวโดยอาศัยความรู้เดิม (prior knowledge) ของผู้เรียนที่มีอยู่ซึ่งได้รับอิทธิพลจาก ประสบการณ์ บริบททางสังคม และวัฒนธรรม ความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่นี้อาจตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของ นักวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ (Davis, 1997)

ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้บรรจุแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหล สำหรับผู้เรียนตั้งแต่ช่วงชั้นที่ 2-4 มีงานวิจัยหลายชิ้นที่กล่าวถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนและวิธีการแก้แนวคิดคลาดเคลื่อนด้วยการทดลอง เช่น

แนวคิดคลาดเคลื่อน 1: แรงลอยตัวขึ้นกับน้ำหนักหรือความหนาแน่นของวัตถุที่จมน้ำ

การทดลอง: หากปริมาตรส่วนที่จมน้ำของแท่งอะลูมิเนียมเท่ากับปริมาตรส่วนที่จมน้ำของแท่งตะกั่ว ค่าที่อ่านได้จากตาชั่งจะมีค่าเท่ากันนั้นแสดงให้เห็นว่าแรงลอยตัวไม่ได้ขึ้นกับน้ำหนักหรือความหนาแน่นของวัตถุ ที่จมน้ำดังภาพที่ 1 (Rondald, 1994) แต่จะขึ้นกับปริมาตรส่วนที่จมน้ำของวัตถุ โดยเมื่อวัตถุไม่ว่าจะเป็นแท่ง อะลูมิเนียมหรือแท่งตะกั่ว ถ้าจมนลงในน้ำในปริมาตรที่เท่ากัน แรงลอยตัวที่เกิดขึ้นย่อมมีค่าเท่ากัน เพราะขนาด ของแรงลอยตัว มีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุ



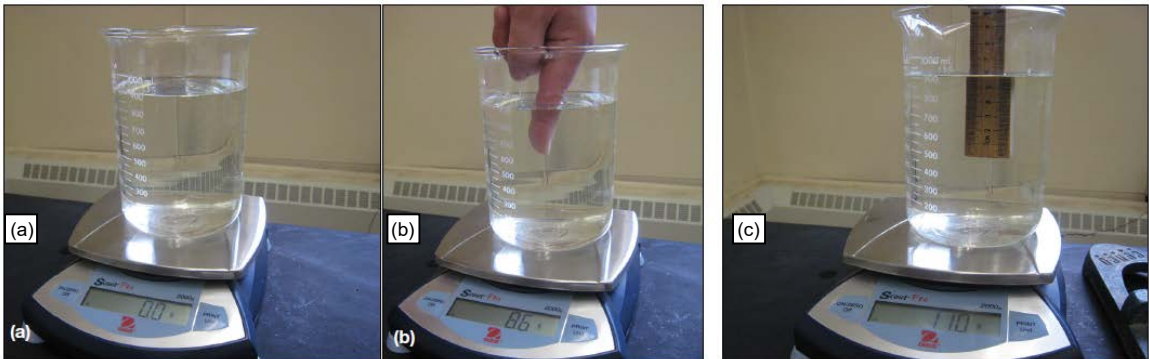
ภาพที่ 1 การทดลองเพื่อแก้แนวคิดคลาดเคลื่อนที่ว่าแรงลอยตัวขึ้นกับน้ำหนักหรือความหนาแน่นของวัตถุที่จมน้ำ

แนวคิดคลาดเคลื่อน 2: เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงกิริยาที่วัตถุกระทำกับของเหลวและแรงปฏิกิริยาที่ของเหลวกระทำกับวัตถุแรงกิริยา-ปฏิกิริยานี้มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกันขนาดของแรงลัพธ์จึงมีค่าเท่ากับศูนย์ดังนั้นค่าที่อ่านได้จากตาชั่งในกรณี (a) ที่มีเฉพาะบีกเกอร์ใส่น้ำจึงเท่ากับกรณี (b) ที่จุ่มนิ้วลงไปใบบีกเกอร์ใส่น้ำ

การทดลอง: จากข้อความที่ว่า “แรงกิริยา-ปฏิกิริยานี้มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน” เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำกับตาชั่งจะไม่เท่ากับศูนย์จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าที่อ่านได้จากตาชั่งในกรณี (b) มากกว่ากรณี (a) เนื่องจากแรงที่กระทำบนตาชั่งหรือแรงที่กดลงบนตาชั่งในกรณี (a) ประกอบด้วย 2 แรงเท่านั้นได้แก่น้ำหนักของน้ำและน้ำหนักของแก้วเท่านั้นแต่ในกรณี (b) มีแรงลอยตัวที่น้ำกระทำต่อนิ้วมือเพิ่มเข้ามา (แรงนี้คือแรงที่เพิ่มเข้ามาทำให้ค่าที่อ่านได้บนตาชั่งเพิ่มขึ้น) ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 2(a) และ 2(b)

แนวคิดคลาดเคลื่อน 3: ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน แรงที่ของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จุ่มมีค่าเท่ากัน (แนวความคิดคลาดเคลื่อนนี้เห็นได้จากการทำนายค่าที่อ่านได้จากตาชั่งเมื่อจุ่มไม้บรรทัดลึกลงไปในของเหลวมากขึ้นแต่ทำนายว่าค่าที่อ่านได้จากตาชั่งไม่เปลี่ยนแปลง)

การทดลอง: ในกรณี (c) ค่าที่อ่านได้จากตาชั่งเพิ่มขึ้นเมื่อจุ่มไม้บรรทัดลึกลงไปในน้ำจะมากขึ้น เนื่องจากที่ระดับความลึกมากขึ้นของเหลวจะออกแรงกระทำไม้บรรทัดมากขึ้น ดังภาพที่ 2(c)



ภาพที่ 2 การทดลองเพื่อแก้แนวคิดคลาดเคลื่อนที่ว่าของเหลวไม่ออกแรงกระทำต่อวัตถุที่จุ่มและที่ระดับความลึกแตกต่างกันแรงที่ของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จุ่มมีค่าเท่ากัน (Mohazzabi and James, 2012)

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอกำแพงศรี จังหวัดชัยภูมิ โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับชุดการทดลองราคาถูกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 7 การทดลองครอบคลุม 4 แนวคิด (concept) ได้แก่ ความหนาแน่น แรงลอยตัว การแทนที่ของวัตถุในของไหลและแบร์นูลลี

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 29 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากประชากรทั้งหมดจำนวน 68 คน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 – 5/2) โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยาเป็น โรงเรียนประจำตำบลขนาดกลางเปิดสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 นักเรียนที่มาเรียนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 เรียนดีแต่ยากจน กลุ่มที่ 2 สอบเข้าโรงเรียนประจำอำเภอไม่ได้หรือเรียนไปแล้วแต่เรียนไม่ได้ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเด็กที่ไม่ค่อยสนใจเรียน และกลุ่มที่ 3 เรียนอ่อน โดยส่วนใหญ่ที่มาเข้าเรียนจะเป็นนักเรียนในกลุ่มที่ 2 และ 3 สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแต่ละระดับชั้นมีนักเรียนประมาณ 80 คน มีเพียงร้อยละ 30 ของนักเรียนเท่านั้นที่ศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาอาชีพหลักของชุมชนคือ ทำนาผู้ปกครองของนักเรียนส่วนใหญ่มีฐานะยากจน จึงไม่สามารถส่งบุตรหลานไปเรียนต่อในระดับสูงขึ้นไปได้ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความมุ่งมั่นในการเรียน ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนมากเป็นแบบบรรยาย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ โดยเฉพาะรายวิชาฟิสิกส์ ในส่วนของเนื้อหาเรื่องกลศาสตร์ของไหล ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1) แบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบ 2 ลำดับขั้น (2-tier conceptual test) เรื่องกลศาสตร์ของไหล จำนวน 15 ข้อคำถาม ให้ความเวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที แบบทดสอบครอบคลุม 4 แนวคิด (concept) ได้แก่ ความหนาแน่น (ข้อสอบข้อที่ 5 และ 9) แรงลอยตัว (ข้อสอบข้อที่ 3,4,6,7,10,11 และ 12) การแทนที่ของวัตถุในของไหล (ข้อสอบข้อที่ 1,2, และ 8) และแบร์นูลลี (ข้อสอบข้อที่ 13, 14 และ 15) แต่ละข้อคำถามมี 2 ส่วนที่ต้องตอบ คือ ส่วนแรกเป็นคำถามประเภทตัวเลือกมี 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของส่วนแรก ข้อสอบแต่ละข้อเต็ม 3 คะแนน (ดูเกณฑ์การให้คะแนนในหัวข้อการวิเคราะห์ข้อมูล)

2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย อธิบาย สังเกต งานวิจัยนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ตั้งแต่วันที่ 13-20 พฤศจิกายน 2557 โดยแบ่งการเรียนการสอนออกเป็น 3 ครั้งๆ ละ 2 ชั่วโมง (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเริ่มจากทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล จำนวน 15 ข้อคำถาม ให้ความเวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที จากนั้นผู้สอนแนะนำรูปแบบการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย และดำเนินการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน แต่มีการสลับข้อ เมื่อได้ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วผู้วิจัยจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเพื่อนำเสนอผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัย อ่าน ตีความ และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน (content analysis) จากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ออกเป็น 5 กลุ่ม (Westbrook and Marek, 1991) ดังนี้ **กลุ่มที่ 1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)** หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครอบคลุมประกอบที่สำคัญสอดคล้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ ให้ 3 คะแนน **กลุ่มที่ 2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)** หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน **กลุ่มที่ 3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS)** หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ให้เหตุผลไม่ถูกหรือไม่ให้เหตุผลหรือเลือกคำตอบไม่ถูกแต่ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน **กลุ่มที่ 4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)** หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน และ **กลุ่มที่ 5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU)** หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

จากนั้นคณะผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มไปนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หากผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นไม่ตรงกับคณะผู้วิจัย คณะผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญจะอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของจากการจัดกลุ่มคำตอบก่อนคำนวณหาค่าร้อยละของความถี่ของคำตอบในแต่ละกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นกลุ่มศึกษา

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 หัวข้อ คือ ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องของไหลแยกตามกลุ่มคำตอบ และตัวอย่างความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดและน้อยที่สุดหลังการจัดการเรียนรู้

1) ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องของไหลแยกตามกลุ่มคำตอบ

จากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน (content analysis) ทั้ง 29 คนจากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลเป็นรายชื่อพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) แต่หลังจากที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับชุดการทดลองราคาถูกแล้ว นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) เพิ่มขึ้น และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนลดลง (PS+AC+NU) สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย รายแนวคิด

กลุ่มคำตอบ	ความหนาแน่น		แรงลอยตัว		การแทนที่ของวัตถุ ในของไหล		แบร์นูลลี	
	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest
CU	0.00	10.34	0.99	12.81	0.00	0.00	0.00	3.45
PU	5.17	24.14	21.18	37.44	3.45	27.59	1.15	19.54
PS	6.90	22.41	18.23	31.53	13.79	33.33	31.03	59.77
AC	75.86	39.66	46.80	13.79	39.08	26.44	29.89	10.34
NU	12.07	3.45	12.81	4.43	43.68	12.64	37.93	6.90

ความหนาแน่น

หลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียน(ร้อยละ 10.34) มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนคนใดอธิบายความเข้าใจแนวคิดนี้ได้อย่างสมบูรณ์และมีนักเรียน (ร้อยละ24.14) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 5.17) เช่นเดียวกันกับนักเรียน (ร้อยละ22.41) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 6.90) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ75.86) และหลังการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 39.66) และยังมีนักเรียน (ร้อยละ 3.45) ที่ไม่เข้าใจแนวคิดนี้ซึ่งลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 12.07) ทั้งนี้อาจเพราะแนวคิดนี้เป็นการทดลองในกิจกรรมแรกนักเรียนตั้งใจและให้ความสนใจในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี จึงอาจเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องมากขึ้นและจำนวนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง

แรงลอยตัว

หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ12.81) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ0.99) และมีนักเรียน (ร้อยละ37.44) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ21.18) เช่นเดียวกันกับนักเรียน (ร้อยละ31.53) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ18.23) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Radovanovic และ Slisko (2012)และ Wuttiprom (2013)ที่ศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลองอย่างง่าย ร่วมกับเทคนิค POE เรื่องแรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส พบว่านักเรียนสามารถที่จะอธิบายเหตุผลและมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 46.80) และหลังการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ13.79) และยังมีนักเรียน (ร้อยละ4.43) ที่ไม่เข้าใจแนวคิดนี้ซึ่งลดลงเมื่อ

เปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 12.81) ทั้งนี้อาจเพราะแนวคิดนี้มีการทดลองเพียง 2 กิจกรรมซึ่งอาจจะยังไม่ครอบคลุมสถานการณ์ที่หลากหลายในแบบทดสอบ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้นักเรียนยังไม่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์มากเท่าที่ควร

การแทนที่ของวัตถุในของไหล

เมื่อพิจารณาก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียน (ร้อยละ 43.68) ไม่เข้าใจแนวคิดนี้แต่หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 27.29) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 3.45) และมีนักเรียน (ร้อยละ 33.33) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 13.79) นอกจากนี้มีนักเรียน (ร้อยละ 26.44) มีความเข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 39.08) แต่ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความเข้าใจแนวคิดนี้อย่างสมบูรณ์ทั้งนี้อาจเพราะข้อคำถามเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดนี้มีสถานการณ์ที่แตกต่างจากกิจกรรมการทดลองทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ในสถานการณ์ที่แตกต่างของแบบทดสอบได้


แบร์นูลลี

ก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 37.93) ไม่เข้าใจแนวคิดนี้แต่หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 6.90) เท่านั้นที่ยังคงไม่เข้าใจแนวคิดนี้และมีนักเรียน (ร้อยละ 10.34) มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 29.89) นอกจากนี้มีนักเรียน (ร้อยละ 59.77) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 31.03) และยังมีนักเรียน (ร้อยละ 19.54) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 1.15) ทั้งนี้อาจเพราะแนวคิดนี้ไม่ได้ต่อเนื่องจากแนวคิดอื่นๆ ที่เรียนมาแล้ว นักเรียนยังไม่มีความรู้และความเข้าใจที่มากเท่าที่ควร จึงอาจเป็นสาเหตุให้มีนักเรียน (ร้อยละ 3.45) ที่มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนคนใดอธิบายความเข้าใจแนวคิดนี้ได้อย่างสมบูรณ์

1) ตัวอย่างความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดและน้อยที่สุดหลังการจัดการเรียนรู้

ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (คำถามข้อที่ 6)

คำถามข้อที่ 6

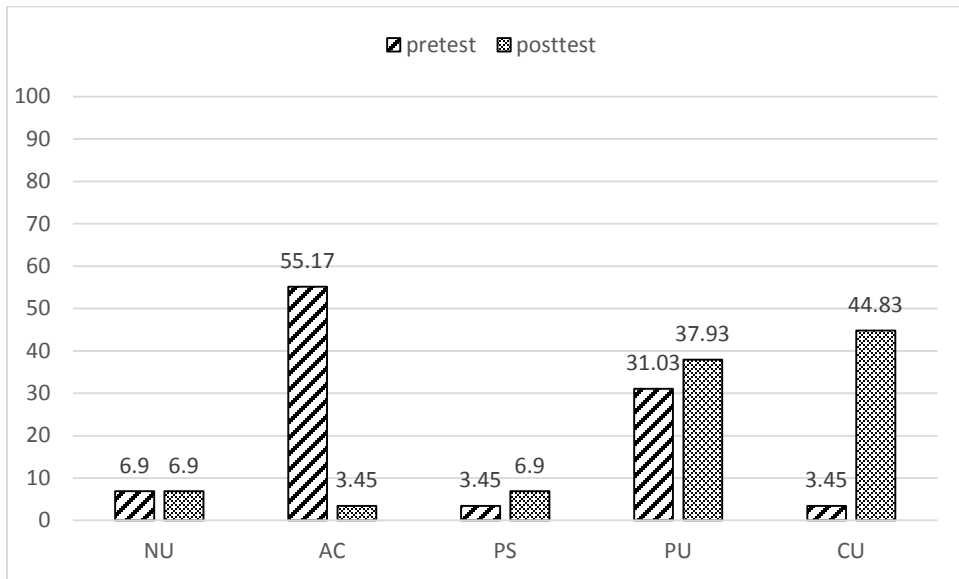


เรือสินค้ากำลังแล่นอยู่ในทะเล ดังรูป เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตอนที่เรือสินค้าไม่ได้บรรทุกอะไรเลยกับตอนที่เรือสินค้าบรรทุกโพมเต็มลำ เรือจะลอยสูงขึ้นหรือจมลงไปมากกว่าเดิม

ตัวเลือก	% pretest	% posttest
1. จมลงไปมากกว่าเดิม	37.93	89.66
2. เท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง	58.62	6.90
3. ลอยสูงขึ้นกว่าเดิม	3.45	3.45
4. สรุปลงไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ	0.00	0.00

ภาพที่ 1 คำถามข้อที่ 6 จากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล

ภาพที่ 1 แสดงคำถามข้อที่ 6 ทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลอยตัว สถานการณ์ในคำถามข้อนี้เกี่ยวข้องกับเรือสินค้ากำลังแล่นอยู่ในทะเล โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบท้องเรือที่จมในน้ำทะเลก่อนและหลังบรรทุกโพมเต็มลำ เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนเฉพาะส่วนแรกที่เป็นปรนัย (first-tier) พบว่าเกือบร้อยละ 90 ของนักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คือ เรือจมลงไปมากกว่าเดิม เพราะสินค้าต่างๆไม่ว่าสินค้านั้นจะเป็นโพมหรือเหล็ก ถ้าปริมาณสินค้าเพิ่มขึ้น น้ำหนักที่กดลงบนเรือจะเพิ่มขึ้น ทำให้เรือลอยต่ำในน้ำมากขึ้นด้วย หลังการจัดการเรียนรู้เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนทั้งสองส่วนร่วมกัน (first and second tier) พบว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) เกือบร้อยละ 50 ดังกราฟที่ 1

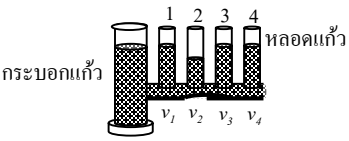


กราฟที่ 1 กลุ่มคำตอบของนักเรียนแสดงเป็นร้อยละข้อสอบข้อที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

เมื่อพิจารณาข้อสอบข้อที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องและสามารถให้เหตุผลได้ถูกต้องสมบูรณ์ซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าข้อสอบข้ออื่นทั้งนี้อาจเพราะข้อสอบข้อที่ 6 เป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดที่มีสถานการณ์ใกล้เคียงกันกับกิจกรรมการทดลอง

ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (คำถามข้อที่ 15)

คำถามข้อที่ 15

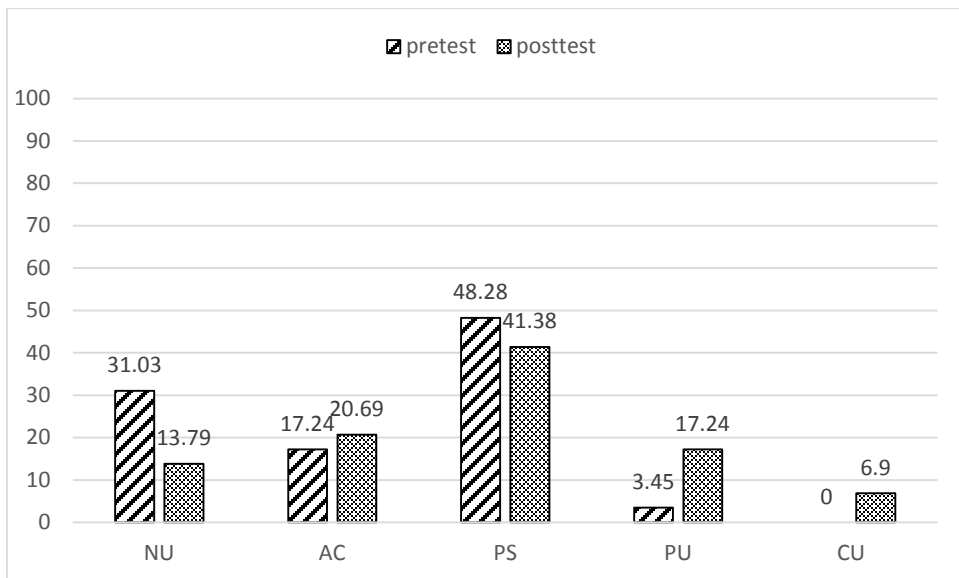


ของไหลในหลอดแก้ว 4 หลอดที่ต่อกันและต่อกับกระบอกแก้ว ดังรูป ของไหลได้หลอดแก้ว 1, 2, 3 และ 4 ไหลไปทางขวามือให้อัตราเร็วเป็น v_1, v_2, v_3 และ v_4 ตามลำดับ ความดันในของไหลได้หลอดแก้วเป็นอย่างไร

ตัวเลือก	% pretest	% posttest
1. หลอด 1 > 2 > 3 > 4	10.34	10.34
2. หลอด 1 < 2 < 3 < 4	10.34	10.34
3. หลอด 1 = 3 = 4 < 2	37.93	13.79
4. หลอด 1 = 3 = 4 > 2	41.38	65.52

ภาพที่ 2 คำถามข้อที่ 15 จากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล

ภาพที่ 2 แสดงคำถามข้อที่ 15 ทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แบร์นูลลี สถานการณ์ในคำถามข้อนี้เกี่ยวข้องกับของไหลที่กำลังไหลได้ไหลอดแก้วที่เชื่อมต่อกัน โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบความดันของของไหลได้ไหลอดแก้วแต่ละหลอด เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนเฉพาะส่วนแรกที่เป็นปรนัย (first-tier) หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่าเกือบร้อยละ 70 ของนักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คือ ความดันของของไหลได้ไหลอดแก้วที่ $1 = 3 = 4 >$ หลอดแก้วที่ 2 เนื่องจากระดับของไหลในหลอด 1 ,3 และ 4 อยู่ในระดับเดียวกันแสดงว่าความดันภายในของหลอดทั้งสามมีค่าเท่ากัน ในขณะที่หลอดที่ 2 ระดับของไหลต่ำกว่าหลอด 1 ,3 และ 4 แสดงว่าหลอดที่ 2 มีความดันภายในของหลอดน้อยกว่าหลอดที่หลอด 1 ,3 และ 4 เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนทั้งสองส่วนร่วมกัน (first and second tier) พบว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) เพียงเกือบร้อยละ 10 ดังกราฟที่ 2



กราฟที่ 2 กลุ่มคำตอบของนักเรียนแสดงเป็นร้อยละข้อสอบข้อที่ 15 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

เมื่อพิจารณาข้อสอบข้อที่ 15 หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ถูกต้องโดยนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในข้อที่ 15 น้อยที่สุดทั้งนี้อาจเพราะข้อสอบข้อที่ 15 เป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดที่มีสถานการณ์แตกต่างกับกิจกรรมการทดลองโดยกิจกรรมการทดลองจะใช้ลมในการทดลอง ซึ่งนักเรียนอาจจะยังไม่มีความเข้าใจแนวคิดในสถานการณ์ที่หลากหลาย

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลในทุกแนวคิดย่อยให้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้นและมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์และไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของไหลลดลงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต

อธิบาย ร่วมกับชุดการทดลองราคาถูกลงอย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้พบนักเรียนบางส่วนหลังการจัดการเรียนรู้ยังมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องความหนาแน่นส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัตถุที่สามารถหดตัวได้ง่ายตามแรงภายนอกที่มากกระทำ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ครูผู้สอนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เช่นนี้ควรให้เน้นในเรื่องของความสัมพันธ์ของปริมาตร มวลและความหนาแน่นข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไปผู้วิจัยควรศึกษาผลการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล โดยการจัดการเรียนรู้แบบอื่นร่วมกับชุดการทดลองราคาถูกลงและด้านเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- Davis, B. G. (1997). Misconceptions as barriers to understanding science. In B. G. Davis (Ed.), *Science Teaching Reconsidered: A Hand Book* (pp.27-32). Washington, DC: National Academy.
- Haysom and Bowen. (2010). Predict, observe, explain: Activities enhancing scientific understanding. *National Science Teachers Association*, United States of America.
- Mohazzabi, P. and James, M. (2012). A simple apparatus for demonstrating fluid force and newton's third. *Physics Teacher*, 50: 537. doi:10.1119/1.4767486.
- Radovanovic, J. and Slisko, J (2012). Approximate value of buoyant force: A water-filled balloon demonstration. *The Physics Teacher*, 2012, 50 (7), 428. doi:10.1119/1.4752051.
- Rondald, E. (1994). Does the buoyant force depend on the weight or density? *Physics Teacher*, (32), 262-263.
- Westbrook, S. L. and Marek, E. A. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 649-660.
- Wuttiprom, S. (2013). A comparison of teaching experiments between videotaped and demonstrative approaches in developing scientific concepts about Buoyant Force. *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, 4 (1), 7-17.