

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์
A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITIES ON DIFFERENTIAL
EQUATIONS BY USING A LEARNING MANAGEMENT OF KWDL TECHNIQUE FOR
UNDERGRADUATE MATHEMATICS MAJOR STUDENTS

ปรางฉัตร รัตโนสถ์* สุกัญญา หะยีสาและ ขวัญ เพี้ยชัย
เอนก จันทจรูญ และกาญจนา พานิชการ
Prangchut Rattanosot, Sukanya Hajjsalah, Khawn Piasai,
Anek Janjaroon and Karnchana Panichakarn
prangchut.r@gmail.com, sukanyah@g.swu.ac.th, khawn@g.swu.ac.th,
anek@g.swu.ac.th and Karnchan@g.swu.ac.th

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
Department of Mathematics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University,
Bangkok 10110 Thailand

*Corresponding Author E-mail: prangchut.r@gmail.com

(Received: July 15, 2019; Revised: September 5, 2019; Accepted: September 12, 2019)

ABSTRACT

The purposes of this research were to study the problem-solving abilities on differential equations by using KWDL technique learning management and to investigate the satisfaction levels of students towards learning management. The participants recruited by a purposive random sampling technique were 31 undergraduate mathematics major students from Srinakharinwirot University in Bangkok, Thailand, in the second semester of the 2018 academic year. We designed the KWDL technique learning management including four instructional plans for the topic of differential equations. Each plan was divided into three periods with 50 minutes for each. The subjects were taught differential equations through the four plans. The students, as well, were assigned to take the exams of students' mathematical problem-solving abilities on differential equations, and they were asked to complete questionnaires of students' satisfactions after studying differential equations via our created learning management at the end. Students' responses on the exams and questionnaires were graded and collected as the data of this study.

The research findings revealed the following: 1) after being taught the topic of differential equations via the KWDL technique learning management, over 60% of the participants satisfied the set criteria, at the statistically significant .05 level. 2) the mean score of the satisfaction of the subjects regarding learning management was at a "high" overall level.

Keywords: KWDL technique; Differential equations; Mathematical problem-solving

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปี 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา คณ 211 (สมการเชิงอนุพันธ์) ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 31 คน ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ให้กับนิสิตกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ประเมินจากคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยให้นิสิตกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ เพื่อประเมินความพึงพอใจของนิสิต ผลการวิจัยพบว่า 1) นิสิตกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนิสิตทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ 2) นิสิตกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สมการเชิงอนุพันธ์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. บทนำ

สมการเชิงอนุพันธ์ (Differential equations) เป็นเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เราเข้าใจถึงปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ลึกซึ้งลงไปอีกระดับหนึ่ง ลึกลงไปจากความคิดของคนทั่วไปที่จะสามารถคิดได้ การอธิบายเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ถูกเรียกว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical models) ซึ่งส่วนมากจะอยู่ในรูปของสมการเชิงอนุพันธ์ ตัวอย่างเช่น การศึกษาที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของประชากรของสิ่งมีชีวิต การศึกษาที่เกี่ยวกับการสลายตัวของกัมมันตรังสี การศึกษาเกี่ยวกับอัตราเร็วของวัตถุ การหาความชันในวิชาเรขาคณิต การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการผลิตเมื่อเทียบกับจำนวนสินค้าที่ผลิต เป็นต้น [1], [2], [3]

เมื่อกล่าวถึงการหาค่าตอบหรือผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ที่ซับซ้อน วิธีการหนึ่งที่นักคณิตศาสตร์นิยมใช้หรือแม้กระทั่งครูที่สอนในระดับอุดมศึกษานำมาใช้สอนให้กับนักศึกษา คือ การแปลงลาปลาซ (Laplace Transform) ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีสมบัติหลายอย่างที่น่าสนใจและมีประโยชน์ในการช่วยแก้สมการเชิงอนุพันธ์ การแปลงลาปลาซเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นด้วยค่าสัมประสิทธิ์คงตัว สำหรับวิธีการแปลงลาปลาซนี้ปัญหาค่าเริ่มต้นจะถูกแปลงเป็นสมการทางพีชคณิตหรือระบบสมการที่สามารถหาผลเฉลยได้ด้วยวิธีการทางพีชคณิตและตารางผลการแปลงลาปลาซ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการแก้ปัญหสมการเอกซ์โพเนนเชียลโดยใช้ความรู้เรื่องลอการิทึม [4]

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า สมการเชิงอนุพันธ์เป็นเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญโดยเฉพาะกับผู้เรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงอนุพันธ์ไปใช้แก้ปัญหาได้ แต่ที่ผ่านมามีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าการเรียนการสอนวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ยังมีปัญหา เช่น งานวิจัยของ Tague และ Czocher [5] พบว่ามีครูผู้สอนจำนวนมากที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการสอนและออกแบบการสอนในชั้นเรียน เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ หรืองานวิจัยของ Wittmann และ Black [6] ที่พบว่าผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ความรู้ทางด้านพีชคณิตในการแก้สมการเชิงอนุพันธ์แบบแยกตัวแปรได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thanasak Mouktonglang [7] ที่พบว่า การแก้ปัญหาและหาค่าตอบของสมการเชิงอนุพันธ์บางสมการหรือการพิสูจน์ว่าคำตอบมีอยู่จริงนั้นเป็นเรื่องที่ซับซ้อน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สอบถามอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจริงในวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ในการศึกษาที่ผ่านมา อาจารย์ผู้สอนให้ข้อมูลว่า มีนิสิตส่วนหนึ่งไม่สามารถนำความรู้ในวิชาแคลคูลัสมาช่วยแก้ปัญหสมการเชิงอนุพันธ์ เลือกใช้เทคนิคหรือวิธีการไม่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ ประกอบกับอาจารย์ผู้สอนเองจัดการเรียนรู้โดยใช้การบรรยายเป็นหลัก ทำให้นิสิตส่วนหนึ่งเกิดความเบื่อหน่ายและขาดความสนใจในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Kanokporn Theptee. [8] ที่กล่าวว่าความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนมี

ความสัมพันธ์ในทางบวก ผู้สอนต้องตระหนักถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพ ดังนั้นการหาวิธีการหรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ

เทคนิค KWDL [9] เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ครูสามารถนำมาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ ซึ่งเทคนิค KWDL พัฒนามาจากเทคนิค KWL ของ Ogle [10] ซึ่งใช้เทคนิค KWL ในการสอนและฝึกทักษะทางการอ่าน โดยที่ K (Know) หมายถึง รู้อะไรบ้างจากเรื่องที่เราอ่านหรือหัวข้อเรื่องที่กำหนด W (Want to know) หมายถึง ต้องการรู้อะไรเพิ่มเติมจากเรื่องที่เราอ่านต่อไป และ L (Learned) หมายถึง เกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง ในปี ค.ศ.1997 Shaw และคณะ [9] อาจารย์มหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Cooperative Learning) มาผสมผสานในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การดำเนินการตามขั้นตอน KWDL จะช่วยชี้แนะแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในการเร้าความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอน K (What we know) รู้อะไรหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง ขั้นตอน W (What we want) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร หรือโจทย์ให้ทำอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีการอะไรบ้าง ขั้นตอน D (What we do) เราทำอะไร อย่างไร ขั้นตอน L (What we learned) เราเรียนรู้รู้อะไร หรือคำตอบที่ได้ และบอกวิธีคิดคำตอบอย่างไร

จากแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ตามทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง และหลากหลายยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shaw และคณะ [9] ที่ศึกษาการเรียนแบบร่วมมือในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิค KWDL กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบปกติ นอกจากนี้ งานวิจัยของ Netnarin Pimlamas [11] และ Siriphat Kongsak [12] ยังพบว่า เมื่อนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการสอนการแก้โจทย์ปัญหา โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่คล่องความสามารถกับ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่านที่ยืนยันว่าการนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีผลดีต่อการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เช่น งานวิจัยของ Saowanee Bunkaew [13] ซึ่งได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ด้วยเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดี หรือ งานวิจัยของ Ruji-orn Rakmai [14] ที่ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ด้วยเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีพัทลุง จังหวัดพัทลุง ที่ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด เช่นเดียวกับ Kritsana Junpet [15] ที่นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาสาขาวิชาเทคนิคการผลิตระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม 1 สูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การวิจัยส่วนใหญ่จะศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนระดับประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษา ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา และจากความสำคัญของสมการเชิงอนุพันธ์ที่กล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาความพึงพอใจของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

3. สมมติฐานของการวิจัย

นิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนิสิตทั้งหมด ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดในงานวิจัยนี้ คือ คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนรวม กล่าวคือ ถ้านิสิตได้คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนรวมทั้งหมด แล้วถือว่านิสิตคนนั้นผ่านเกณฑ์

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ศึกษาในหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา คณ 211 (สมการเชิงอนุพันธ์) ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประจำภาค การศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 31 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง

4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์

4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ 2) ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์

4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาในรายวิชา คณ 211 (สมการเชิงอนุพันธ์) ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร โดยหัวข้อที่วิจัยคือ บทนิยามของผลการแปลงลาปลาซ ผลการแปลงลาปลาซ ของฟังก์ชันพิเศษ ผลการแปลงลาปลาซผกผัน การแก้สมการเชิงอนุพันธ์และระบบสมการเชิงอนุพันธ์โดยใช้การแปลงลาปลาซ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้หัวข้อละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวมระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 คาบ

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ และ 3) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำนวน 25 ข้อ โดยประเมิน 3 ด้าน คือ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และด้านผู้สอน

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

6.1 ขั้นตอนเตรียมการ

6.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ จำนวน 4 แผน ซึ่งการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเนื้อหาเรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ รวมทั้งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) ศึกษาหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล เพื่อวางโครงร่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

- 3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์
- 4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา และภาษาที่ใช้ รวมทั้งความถูกต้องของเนื้อหา แล้วปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะ
- 5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

6.1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบที่ใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แล้วนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป มาให้นิสิตที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ศึกษาในหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต จำนวน 40 คน ทำแบบทดสอบ เพื่อดูความเหมาะสมของภาษาและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ รวมทั้งวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าระหว่าง 0.61-0.80 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าระหว่าง 0.27-0.46 จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสมมาวิเคราะห์เพื่อหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบด้วย โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) ซึ่งพบว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า 0.73 จากนั้นจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนิสิตกลุ่มตัวอย่างต่อไป

6.1.3 แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์

1) ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้ในการวัดความพึงพอใจ

2) สร้างแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ จำนวน 25 ข้อ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณารายข้อความในแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับด้านที่ต้องการประเมินหรือไม่ และนำไปคำนวณหาค่า IOC ถ้าข้อความใดมีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุง จากนั้นนำไปให้คณะกรรมการตรวจสอบจนผ่านการพิจารณา

3) ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความพึงพอใจซึ่งเป็นแบบสอบถามให้เลือกตอบ 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้องทุกข้อมีค่ามากกว่า 0.67 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่ใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้กับนิสิตกลุ่มตัวอย่าง

6.3 ขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง แล้วพิจารณาจำนวนนิสิตทั้งหมดที่สามารถสอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จากนั้นใช้การทดสอบแบบทวินาม (Binomial Test) เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ สำหรับแบบวัดความพึงพอใจผู้วิจัยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ความพึงพอใจที่กำหนดไว้ เพื่อทำการประเมินความพึงพอใจของนิสิตกลุ่มตัวอย่างต่อไป

7. ผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ แสดงดังตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแสดงดังตารางที่ 2 และผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.
นิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์	65	45.31	13.27

จากตารางที่ 1 พบว่า นิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ เท่ากับ 45.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.27

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

จำนวนนิสิตกลุ่มตัวอย่าง (คน)	จำนวนนิสิตที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม (คน)	ร้อยละของจำนวนนิสิตที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60	ค่าสัดส่วนทดสอบ (Test. Prop.)	Exact Sig. (1-tailed)
31	24	77.42	0.60	0.033

*ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวน 24 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 77.42 และจากการทดสอบทวินามนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนิสิตทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ ของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง

รายการประเมิน	จำนวนข้อ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านการจัดการเรียนรู้	11	4.19	0.75	พึงพอใจมาก
ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	7	4.12	0.75	พึงพอใจมาก
ด้านผู้สอน	7	4.30	0.73	พึงพอใจมาก
รวมทั้งฉบับ	25	4.20	0.75	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 3 ภาพรวมของการประเมินพบว่า ผลการวัดความพึงพอใจของนิสิตกลุ่มตัวอย่างในด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และด้านผู้สอน ทุกด้านแปลผลความพึงพอใจได้อยู่ในระดับมาก และเมื่อรวมทั้งฉบับแล้วนิสิตกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ อยู่ในระดับมากเช่นกัน

8. สรุปและอภิปรายผล

8.1. ผลการวิจัยพบว่า นิสิตกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนิสิตทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก

8.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการสอนที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการสอนเรื่องการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นิสิตได้คิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ทั้งยังเปิดโอกาสให้นิสิตได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นิสิตสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและหลากหลายยิ่งขึ้น โดยขั้นตอนการแก้ปัญหตามขั้นตอน KWDL แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What we know) เป็นขั้นตอนที่ให้นิสิตวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จัดลำดับข้อมูล แยกแยะประเด็นปัญหา ในขั้นตอนนี้จะช่วยให้ นิสิตทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นิสิตส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง โดยระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วน มีเพียงนิสิตบางคนที่ยังมีสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ได้ครบถ้วนหรือไม่ระบุเลย ตัวอย่างเช่น ในเอกสารแนบแนวทาง 1 บทนิยามของผลการแปลงลาปลาซ “จงหาผลการแปลงลาปลาซของฟังก์ชันที่กำหนดให้โดยใช้บทนิยามของผลการแปลงลาปลาซ เมื่อกำหนดให้ $f(t) = 1$ สำหรับ $t > 0$ ”

นิสิตเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เพียง $f(t) = 1$ ซึ่งไม่ถูกต้อง ครูจึงอธิบายเพิ่มเติมจนกระทั่งนิสิตสามารถหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ ครบถ้วน คือ $f(t) = 1$ สำหรับ $t > 0$

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) เป็นขั้นตอนที่ให้นิสิตวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หาความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเพื่อกำหนดแนวทางหรือวางแผนในการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้นิสิตสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาหลากหลาย โดยครูเปิดโอกาสให้นิสิตได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นิสิตส่วนใหญ่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีเพียงนิสิตบางคนที่มีสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วนหรือไม่ระบุเลยและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น ในเอกสารแนวแนวทาง 2 ผลการแปลงลาปลาซของฟังก์ชันพิเศษ “จงหาผลการแปลงลาปลาซของ $t(2 * cost)$ ” นิสิตวางแผนการแก้ปัญหาโดยการหาค่าของ $2t * t cost$ โดยใช้ทฤษฎีบทของสังวนนาการ จากนั้นจึงหาผลการแปลงลาปลาซของ $2t * t cost$ ซึ่งไม่ถูกต้อง ครูจึงต้องอธิบายเพิ่มเติมและเน้นย้ำถึงสมบัติของผลการแปลงลาปลาซสังวนนาการ ซึ่งการวางแผนที่ถูกต้องคือ หาผลการแปลงลาปลาซของ $2 * cost$ จากนั้นจึงใช้สมบัติการคูณฟังก์ชันด้วย t หรืออีกวิธีหนึ่งคือ หาค่าของ $2 * cost$ โดยใช้ทฤษฎีบทของสังวนนาการ จากนั้นคูณด้วย t แล้วจึงหาผลการแปลงลาปลาซของ $t(2 * cost)$

ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) เป็นขั้นตอนที่ให้นิสิตดำเนินการแก้ปัญหาตามที่ได้ออกแบบไว้โดยอาศัยข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ในขั้นตอนนี้นิสิตสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นิสิตส่วนใหญ่แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง มีเพียงนิสิตบางคนที่เกิดความผิดพลาดในการคำนวณจนไม่สามารถแสดงการหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ตัวอย่างเช่น ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ “จงหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงอนุพันธ์โดยใช้การแปลงลาปลาซ โดยที่ $x' - 6x = -4y, y' - 2y = x$ และ $x(0) = 2, y(0) = 3$ เมื่อกำหนดให้ $L\{y(t)\} = Y(s)$ และ $L\{x(t)\} = X(s)$ ” สำหรับขั้นตอนการหาผลการแปลงลาปลาซ ผกผันเพื่อหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงอนุพันธ์ ครูเปิดโอกาสให้นิสิตใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้ตามความถนัด มีนิสิตบางส่วนใช้การแยกเศษส่วนย่อยแต่แยกได้ไม่ถูกต้อง ทำให้หาผลการแปลงลาปลาซผกผันได้ไม่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 L (What we learned) เป็นขั้นตอนที่ให้นิสิตสรุปสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้นั้นสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่ และสรุปสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหา จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นิสิตส่วนใหญ่สามารถสรุปสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ครบถ้วน มีเพียงนิสิตบางคนที่ไม่สรุปสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้องเนื่องจากความผิดพลาดในการคำนวณในขั้นตอนที่ 3 สำหรับการสรุปสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหา นิสิตส่วนใหญ่เขียนความรู้ เทคนิคที่ได้จากการแก้ปัญหา ซึ่งจะให้นิสิตได้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในครั้งต่อไป ตัวอย่างเช่น การจัดรูปโดยใช้การแยกเศษส่วนย่อยจะทำให้หาผลแปลงลาปลาซผกผันที่ละพจน์ได้ง่ายขึ้น

จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saowanee Bunkaew [13] ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL โรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช และ Krissada Worapin [16] ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jakkaphong Piewnaun [17] ที่ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาและ Ruji-orn Rakmai [14] ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีพิบูลย์ จังหวัดพัทลุง ซึ่งงานวิจัยที่กล่าวมานั้นได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกันว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Angkhan Intanin [18] ที่นำเทคนิค KWDL มาประยุกต์ใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการหาพื้นที่ปิดล้อมจากสมการด้วยวิธีการคำนวณแบบปริพันธ์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักศึกษาโดยรวมมีศักยภาพดีขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

8.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ นิสิตส่วนใหญ่จึงมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และสามารถใช้เทคนิค/วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เมื่อครูเปิดโอกาสให้นิสิตได้ออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนหน้าชั้นเรียน และให้นิสิตที่เหลื้อร์่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่เพื่อนนำเสนอ ซึ่งการฟังเพื่อนอธิบายอาจทำให้เกิดความเข้าใจมากกว่าการฟังครูอธิบาย หากมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นครูสามารถปรับแก้ ให้คำแนะนำเพิ่มเติม สอดคล้องกับข้อสรุปของกรมวิชาการที่ว่า ครูควรเปิดโอกาสให้นิสิตได้นำเสนอแนวคิดของตนเองหรือเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่ม เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้ง นิสิตมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน หรือซักถามกันด้วยเหตุผล ครูสามารถอธิบายเพิ่มเติม หรือสรุปประเด็นสำคัญ ๆ ของสาระที่นำเสนอ ทำให้นิสิตเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น จดจำสาระที่นำเสนอได้นาน และมีเจตคติที่ดีต่อการนำเสนอผลงานของตนเอง พร้อมทั้งจะให้ความร่วมมือกับกิจกรรมนั้น ๆ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต [19]

8.1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ บทนิยามของผลการแปลงลาปลาซ ผลการแปลงลาปลาซของฟังก์ชันพิเศษ ผลการแปลงลาปลาซผกผัน และการแก้สมการเชิงอนุพันธ์และระบบสมการเชิงอนุพันธ์โดยใช้การแปลงลาปลาซ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา คณ 211 (สมการเชิงอนุพันธ์) ที่เปิดสอนในหมวดวิชาบังคับตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2561 สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ นิสิตส่วนใหญ่จึงให้ความสนใจ มีความตั้งใจในการเรียน และเห็นประโยชน์ของเนื้อหาที่นำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ หรือการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป สังเกตได้จากนิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เป็นการช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันภายในชั้นเรียน สอดคล้องกับ Aumporn Makanong [20] ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้คิด แสดงวิธีคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และสะท้อนความคิดของตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทน นอกจากนี้ หากผู้สอนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างและเปลี่ยนความผิดพลาดเป็นโอกาสในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ผู้เรียนจะสะดวกใจที่จะเรียนรู้ และมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

8.2 จากการศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ โดยภาพรวมพบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL อยู่ในระดับพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ส่งเสริมให้นิสิตมีส่วนร่วมในการเรียนมากยิ่งขึ้น โดยเปิดโอกาสให้นิสิตได้แสดงความคิดเห็นและแก้ปัญหาร่วมกัน นอกจากนี้ยังฝึกการคิด การแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นเป็นตอน การเรียนรู้จึงมีความหมายสำหรับนิสิต เมื่อการแก้ปัญหาประสบผลสำเร็จจึงทำให้เกิดความพึงพอใจ ภาคภูมิใจในผลของตนเอง สอดคล้องกับกฎการเรียนรู้ตามแนวคิดของฮัลล์ (Hull's systematics behavior theory) ที่กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ว่า การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนมากขึ้น และการตอบสนองต่อการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อผู้เรียนได้รับการเสริมแรงในทางบวกเมื่อเข้าใจบรรลุเป้าหมาย [21] ทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanokporn Theptee [8] ที่ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง สมการเชิงอนุพันธ์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นิสิตได้วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา นิสิตต้องบันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างละเอียดเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ครูผู้สอนจำเป็นต้องเน้นย้ำให้นิสิตเห็นความสำคัญของการบันทึกอย่างละเอียด เพื่อเป็นตัวช่วยในการทบทวนความรู้และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหาไปในตัว ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL นี้ จะช่วยส่งเสริมให้นิสิตมีการลำดับความคิดอย่างเป็นขั้นตอน สามารถเข้าใจปัญหา ทำให้วิเคราะห์ปัญหาได้ตรงเป้าหมายตามที่โจทย์ต้องการ สามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งนำไปสู่การวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างครบถ้วน และเมื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาก็ได้ตามแผนที่วางไว้ก็จะสามารถแสดงวิธีปัญหาและหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อเป็นการทบทวนวิธีการต่าง ๆ จึงมีการตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้นั้นสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่อีกครั้งหนึ่ง ด้วยเหตุผลทั้งหมดนี้จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Supot Witayangkurn. 2007. **Ordinary differential Equations**. Bangkok: Department of Mathematics, Khon Kaen University.
- [2] Preeya Khumsup. 2007. **Differential Equations**. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok Press.
- [3] Pramote Dechaumphai. 2012. **Calculus and differential equations with MATLAB**. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [4] Finizio, N., & Ladas, G. 1982. **An introduction to differential equations with difference equations, Fourier series and partial differential equations**. Belmont, Calif.: Wadsworth Pub.
- [5] Tague, J., & Czocher, J. 2016. A Theoretical Approach to Ensuring Instructional and Curricular Coherence in the Flipped Classroom Model of a Differential Equations Course. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, 2(2), p. 223-245.
- [6] Wittmann, M. C., & Black, K. E. 2015. Mathematical Actions as Procedural Resources: An Example from the Separation of Variables. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, 11(2), p. 20114-1 – 20114-13.
- [7] Thanasak Mouktonglang. 2014. **Calculus**. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- [8] Kanokporn Theptee. 2016. **Effects of Organizing Learning Activity Using KWDL Techniques on Mathematics Word Problem-Solving Ability and Learning Retention on Systems of Linear Equations in Two Variables**. Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani.
- [9] Shaw, J. M., & et al. 1997. Cooperative Problem Solving: Using K-W-D-L as an Organizational Technique. **Teaching Children Mathematics**, 3(9), p. 482-486.
- [10] Ogle, D. M. 1986. K-W-L: A Teaching Model That Develops Active Reading of Expository Text. **The Reading Teacher**, 39(6), p. 564-570.
- [11] Netnarin Pimlamas. 2007. **Learning development in solving problems of Prathomsuksa 5 by using cooperative learning TGT technique and the KWDL technique**. Master thesis. Silpakorn University, Nakhon Pathom.
- [12] Siriphat Kongsak. 2007. **A comparative study of learning outcomes on Mathematics problem solving of times of fourth grad students taught by KWDL technique and ISPT approach**. Master thesis. Silpakorn University, Nakhon Pathom.
- [13] Saowanee Bunkaew. 2010. **The study of ability in learning Mathematics on Conic section by using learning activity with KWDL technique**. Master thesis. Kasetsart University, Bangkok.
- [14] Ruji-orn Rakmai. 2014. **A study of mathematical problem solving skill on sequences and series by using kwld technique for mathayomsuksa VI students in Sarri Phatthalung School Phatthalung Province**. Burapha University, Chonburi.
- [15] Kritsana Junpet. 2011. **A study of learning achievement in engineering Mechanics 1 by KWDL teaching technique**. King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok.
- [16] Krissada Worapin. 2011. **Effects of organizing mathematics learning activities using K-W-D-L techniques and higher order questions on mathematics problem solving ability and learning retention of eighth grade students**. Chulalongkorn University, Bangkok.

- [17] Jakkaphong Piewnaun. 2013. **The study of ability in Learning Mathematics on Variation by Using Learning Activity with K-W-D-L Technique of Mathayomsuksa Three Students at Kasetsart University Laboratory School, Center for Educational Research and Development.** Master thesis. Kasetsart University, Bangkok.
- [18] Angkhan Intanin. 2016. The Achievement-Development of Math-for-Science Learning Outcomes on Plane Area by Integration Problems of Undergraduate Students Taught by KWDL Technique. **NATIONAL EDUCATION CONFERENCE 1st Educational Management for Local Development towards ASEAN Community : New Direction in the 21 Century**, 1(1), p. 807-814.
- [19] Department of Curriculum and Instruction Development. 2008. **Research for Learning Development.** Bangkok: Ministry of Education.
- [20] Aumporn Makanong. 2010. **Mathematics skills and processes: The development for development.** Bangkok: Center for academic papers and book Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- [21] Preyaporn Wonganutararot. 2010. **Education Psychology.** Bangkok: Sahamit Offset.