

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2023

การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและพลสัมพันธ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ
ทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโน เลิร์นนิ่ง

นันทนา สาลี

คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>



Part of the [Educational Assessment, Evaluation, and Research Commons](#)

Recommended Citation

สาลี, นันทนา, "การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและพลสัมพันธ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโน เลิร์นนิ่ง" (2023). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 12527.
<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/12527>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้
โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING
ACHIEVEMENT PROMOTION BY INTEGRATING COGNITIVE
LOAD THEORY WITH NANO LEARNING



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Education in Methodology for Innovation Development in Education
Department of Educational Research and Psychology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง
โดย	นางสาวนันทนา สาลี
สาขาวิชา	วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติคุณ วิวัฒน์ปัญญา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรินทร์ วินทะไชย์)

นันทนา สาลี : การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง.
(DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING ACHIEVEMENT PROMOTION BY INTEGRATING
COGNITIVE LOAD THEORY WITH NANO LEARNING) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.วิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 2.ออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 3.เปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 4.ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ

การวิจัยระยะที่ 1 มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ ได้แก่ การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) และการระบุปัญหาของผู้เรียน (Define) ในระยะนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยใช้แบบฟอร์มสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นเครื่องมือในการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์มีหลายด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ 2) ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์อุปสรรคที่เกิดจากตัวผู้เรียน 3) ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียน 4) ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ 5) ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ผู้วิจัยทำการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ จากข้อมูลเชิงลึกที่ได้ในระยะที่ 1 กรอบแนวคิดได้รับการพัฒนาจากการระดมความคิดผ่านการศึกษาในกลุ่มโดยมีผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คือ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน นักจิตวิทยาการศึกษา และผู้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่ง ตลอดจนสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 15 ชุด ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที

ระยะที่ 3 ขั้นตอนทดสอบ (Test) ผู้วิจัยทำการทดสอบผลของการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่มีต่อความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง กลุ่มตัวอย่างในระยะนี้เป็นผู้เรียนโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) จังหวัดศรีสะเกษ ในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในระยะนี้ ประกอบด้วย 1) ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง 2) แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ($M=3.71$, $SD=.71$) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ($M=15.33$, $SD=3.13$) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=7.83$, $Sig=.000$ และ $t=13.464$, $Sig=.000$ ตามลำดับ) นอกจากนี้หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง กลุ่มทดลองมีคะแนนความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 [$F(1,85)=11.042$, $Sig=.000$] ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 3.71 ($SD=.71$) และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.37 ($SD=.69$) ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 15.33 ($SD=3.13$) และ 12.23 ($SD=3.03$) ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ภายในกลุ่มทดลองที่ระดับ .01 ($r=.492$, $Sig=.001$) ป่งชี้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับปานกลาง

สาขาวิชา	วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6580068127 : MAJOR METHODOLOGY FOR INNOVATION DEVELOPMENT IN EDUCATION

KEYWORD: Happiness in studying mathematics cognitive load theory, Nano-learning, Secondary school students

Nuntana Salee : DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING ACHIEVEMENT PROMOTION
BY INTEGRATING COGNITIVE LOAD THEORY WITH NANO LEARNING. Advisor: Asst. Prof. Piyawan Visessuvanapoom,
Ph.D.

The purposes of this research are to 1) analyze experiences regarding mathematics learning and students' happiness in learning mathematics, 2) design a prototype of learning intervention based on cognitive load theory and nano-learning to promote happiness and achievement in mathematics learning, 3) compare happiness and achievement in mathematics learning of students in the experimental group, before and after receiving the intervention, and among those in the control group after receiving the intervention, and 4) study the relationship between happiness and achievement in learning mathematics of the experimental group students after receiving the learning intervention. The study consists of three phases.

Phase 1 of the research involved two key objectives: Understanding the target group (Empathize) and identifying students' problems (Define). Participants in an interview were five Grade 9 students selected through purposive sampling. A structured interview form was utilized as a tool for the interview. Findings from this phase revealed several challenges faced by learners in mathematics learning, including: 1) difficulties in grasping mathematics content, 2) self-imposed obstacles hindering learning progress, 3) struggles in recognizing the benefits of learning mathematics, 4) emotional responses during the mathematics learning process, and 5) experiences of happiness while studying mathematics.

In Phase 2, a learning intervention prototype was designed by integrating cognitive load theory with nano learning to enhance happiness and achievement in mathematics learning. Drawing from insights obtained in phase 1, a conceptual framework is developed. Collaborative discussions with five domain experts, including three middle school mathematics teachers, an educational psychologist, and a nano-learning expert, contribute to the formulation of a comprehensive set of fifteen learning activities. These activities are organized into a structured curriculum spanning fifteen sessions, each lasting fifty minutes, following synthesis of relevant literature and research findings.

Phase 3, the testing stage, involves assessing the impact of the learning intervention on Grade 9 students' happiness and mathematics achievement, as well as examining the relationship between happiness in mathematics learning and mathematics achievement of students in the experimental group. Participants in this phase were students from a school under the Office of the Basic Education Commission (OBEC) in Sisaket Province during the second semester of the academic year 2023. Purposive sampling was employed as a sampling method. The instruments used in this phase included: 1) a learning intervention prototype based on cognitive load theory and nano learning, 2) a scale of happiness in mathematics learning, and 3) a scale of mathematics learning achievement. Results show a significant increase in happiness and achievement of students in the experimental group, after receiving the intervention. Posttest scores of happiness in mathematics learning ($M=3.71$, $SD=.71$) and those of mathematics achievement ($M=15.33$, $SD=3.13$) were notably higher than their pretest scores, with statistical significance at the .05 level ($t = 7.83$, $Sig = .000$ and $t = 13.464$, $Sig = .000$ respectively). Additionally, the experimental group exhibited higher posttest scores of happiness and achievement in mathematics learning than those of the control group, with statistical significance at the .05 level [$F(1,85) = 11.042$, $Sig = .000$]. The mean scores for happiness in mathematics learning were 3.71 ($SD=.71$) for the experimental group and 3.37 ($SD=.69$) for the control group, while for mathematics achievement, the mean scores were 15.33 ($SD=3.13$) and 12.23 ($SD=3.03$) respectively. Moreover, a positive correlation was found between posttest scores of happiness in mathematics learning and mathematics achievement among students in the experimental group at the .01 level ($r = .492$, $Sig = .001$), suggesting a moderate positive relationship.

Field of Study: Methodology for Innovation Development in Education Student's Signature

Academic Year: 2023 Advisor's Signature

Year:

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และให้แนวทางในการดำเนินงาน รวมถึงให้กำลังใจ ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติคุณ วิวัฒน์ภิญโญ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรินทร์ วินทะไชย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำที่มีค่าต่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ รองศาสตราจารย์ ดร.สกล วรเจริญศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา สุรเศรษฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศรรา เลิศอมรพงษ์ อาจารย์ ดร.ชนัญชิตา ทูมมานนท์ คุณครูณัฐญา สามีมาน คุณครูกิตติยา ส่งสุข คุณครูมะติกา สุธาบุญ และคุณครูพิชญภา สีนามะ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยอบรมให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการเรียนรู้ที่ผ่านมา ผู้วิจัยจะนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปพัฒนาตนเองและใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา รองศาสตราจารย์ ดร.วรภาพร เอราวรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณภัสนันท์ ศรีสารคาม อาจารย์ ดร.จิรัชญาภา พิจักขณารินทร์ คณาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุก ๆ ท่าน ที่อำนวยความสะดวกและให้การช่วยเหลือด้านการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย และแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณครูประยงค์ ใจสว่าง คุณครูนคร ศรีสุธัญญาวงศ์ คณะครูและบุคลากรโรงเรียนสตรีสิริเกศ โรงเรียนห้วยทับทันวิทยาคม โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย และโรงเรียนผดุงนารี ที่ให้การสนับสนุนให้กำลังใจ และอำนวยความสะดวกให้กับผู้วิจัยในทุก ๆ ด้าน ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณพี่น้องสาขาวิชาวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา กลุ่มเชี่ยวชาญเฉพาะจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา และอยู่เคียงข้างตลอดตลอดระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อสุทธิรัก สาลี คุณแม่สมถวิล สาลี คุณพ่อวาทีต พิมพะนิตย์ คุณแม่พรสวรรค์ พิมพะนิตย์ ผู้เป็นแบบอย่างและแรงบันดาลใจตลอดจนเป็นผู้สนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้ ขอบพระคุณ คุณน้ำแสงเดือน อินทร์แก้ว คุณป้าอัมพรพรณ ขามเขตต์ ผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับที่พักและการเดินทางตลอดระยะเวลาการดำเนินการวิจัยและขอบคุณนางสาวสุวรรณา สาลี พี่สาวที่คอยอยู่เคียงข้างและให้กำลังใจเสมอ ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคนในครอบครัว รวมถึงเพื่อน ๆ รุ่น 10 สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้ที่อยู่เบื้องหลังที่คอยเป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันในการดำเนินงานวิจัยนี้ให้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นันทนา สาลี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง	
กิตติกรรมประกาศ.....จ	
สารบัญ.....ฉ	
สารบัญตาราง.....ญ	
สารบัญภาพ.....ฎ	
บทที่ 1 บทนำ.....1	
ที่มาและความสำคัญ.....1	
คำถามวิจัย.....6	
วัตถุประสงค์.....7	
สมมติฐานการวิจัย.....7	
ขอบเขตของการวิจัย.....8	
นิยามศัพท์เฉพาะ.....9	
ประโยชน์ที่ได้รับ.....10	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....12	
ตอนที่ 1 ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์.....12	
1.1 ความหมายของความสุขในการเรียน.....12	
1.2 ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์.....13	
1.3 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์.....14	
1.4 ลักษณะผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข.....17	
1.5 องค์ประกอบของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์.....18	

1.6 การวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์.....	24
1.7 การพัฒนาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์.....	28
ตอนที่ 2 การเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	31
2.1 การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์.....	32
2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	32
2.3 อารมณ์กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	37
ตอนที่ 3 ทฤษฎีภาระทางปัญญา.....	38
3.1 กระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล.....	38
3.2 นิยามภาระทางปัญญา.....	40
3.3 องค์ประกอบภาระทางปัญญา.....	41
3.4 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญา.....	43
ตอนที่ 4 นาโนเลิร์นนิ่ง.....	46
4.1 ความหมายของนาโนเลิร์นนิ่ง.....	46
4.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับนาโนเลิร์นนิ่ง.....	47
4.3 นาโนเลิร์นนิ่ง กับ Generation Z.....	50
4.4 การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์.....	54
ตอนที่ 5 พัฒนาการของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	55
5.1 พัฒนาการทางด้านสติปัญญาของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	55
5.2 พัฒนาการทางด้านจิตใจและอารมณ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	55
5.3 พัฒนาการทางด้านสังคมของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.....	56
ตอนที่ 6 การวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research).....	58
6.1 นิยามการวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research).....	58
6.2 ขั้นตอนการวิจัย.....	58
6.3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบ.....	59

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย	61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
ระยะที่ 1 การทำความเข้าใจและระบุปัญหา.....	65
1.1 ขั้นการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize).....	65
1.2 ขั้นนิยามปัญหา (Define)	68
ระยะที่ 2 ระดมความคิดและสร้างต้นแบบ.....	68
2.1 ขั้นระดมความคิด (Ideate)	68
2.2 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype).....	71
ระยะที่ 3 การทดสอบต้นแบบ	79
3.1 ขั้นทดสอบ (Test).....	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียน คณิตศาสตร์ของผู้เรียน	85
1.1 การวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียน คณิตศาสตร์ของผู้เรียน	85
1.2 ผลการนิยามปัญหา (Define) จากข้อมูลการทำความเข้าใจตัวอย่างวิจัย.....	96
ตอนที่ 2 ผลการระดมความคิดสู่การออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระ ทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์...97	
2.1 ผลการระดมความคิด (Ideate)	98
2.2 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype).....	104
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์.....	111
3.1 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่ม ทดลอง	111

3.2 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANOVA)	113
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง	115
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	117
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	120
สรุปผลการวิจัย	121
อภิปรายผลการวิจัย	125
ข้อเสนอแนะ	138
บรรณานุกรม	141
ภาคผนวก	153
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	154
ภาคผนวก ข เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย	157
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	164
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	198
ภาคผนวก จ ผลการตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย	297
ภาคผนวก ฉ บันทึกหลังการทำกิจกรรม.....	353
ภาคผนวก ช ตัวอย่างความรู้สึกของผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	357
ประวัติผู้เขียน	359

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความสุขในการเรียน.....	19
ตาราง 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการวัดความสุขในการเรียน.....	26
ตาราง 3 การสังเคราะห์องค์ประกอบภาระทางปัญญา.....	43
ตาราง 4 สรุปองค์ความรู้การประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญา.....	46
ตาราง 5 การเปรียบเทียบนาโนเลิร์นนิ่ง กับ ไมโครเลิร์นนิ่ง.....	50
ตาราง 6 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้เรียน Generation Z.....	51
ตาราง 7 การสังเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	57
ตาราง 8 ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์.....	66
ตาราง 9 ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสนทนากลุ่ม.....	69
ตาราง 10 รูปแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง.....	72
ตาราง 11 การเปรียบเทียบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	77
ตาราง 12 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	80
ตาราง 13 การเปรียบเทียบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	81
ตาราง 14 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	82
ตาราง 15 สรุปประเด็นจากการทำความเข้าใจกลุ่มตัวอย่าง.....	97
ตาราง 16 ผลจากการระดมความคิด.....	98
ตาราง 17 สังเคราะห์ผลจากการระดมความคิดแบ่งตามประเภทของภาระทางปัญญา.....	103
ตาราง 18 หลักการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง.....	105

ตาราง 19 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ..	107
ตาราง 20 การเปรียบเทียบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง	111
ตาราง 21 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง	112
ตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANOVA).....	114
ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์แยกตามตัวแปร ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	114
ตาราง 24 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง	116

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ลักษณะผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข	17
ภาพ 2 รูปแบบกระบวนการของความสัมพันธ์ระหว่างความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) และความพึงพอใจ (Pleasure).	23
ภาพ 3 โมเดลการทำงานของสมองแบบคู่หน่วยความจำ	39
ภาพ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย	62
ภาพ 5 การดำเนินการวิจัย	64
ภาพ 6 แบบแผนการวิจัย	80
ภาพ 7 แนวทางการพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	104
ภาพ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง	112
ภาพ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง	113
ภาพ 10 กราฟแสดง ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการ การเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	115
ภาพ 11 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	116

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมี การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความหลากหลายตลอดจนความถนัดและความสนใจของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ที่ หลากหลายถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และส่งเสริม ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ โดยประสิทธิภาพของผู้เรียนจะถูกสะท้อนผ่านการวัดผล ประเมินผลทางการศึกษาอย่างหลากหลาย จากข้อมูลการรายงานผลการทดสอบระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test; O-NET) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 ถึง ปีการศึกษา 2565 กลับพบว่า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย รายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 25.46, 24.47 และ 24.39 ตามลำดับ และในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.04, 21.28 และ 21.61 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระดับ คะแนนลดลงอย่างต่อเนื่อง มีเพียงคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2565 ที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากปีการศึกษา 2564 ในขณะที่ผลการประเมิน สมรรถนะผู้เรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี 2018 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนคณิตศาสตร์ของประเทศสมาชิก OECD คือ 489 คะแนน แต่ ผู้เรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนคณิตศาสตร์ของ ประเทศสมาชิก OECD ถึง 70 คะแนน โดยเทียบเท่ากับการเรียนที่ต่างกันเกือบสองปี (1.75 ปี) นอกจากนี้ OECD ได้แบ่งระดับความสามารถของผู้เรียนในแต่ละด้านเป็น 6 ระดับ โดยประเทศไทย มีผู้เรียนเกือบครึ่ง (47%) ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ในขณะที่ค่าเฉลี่ย ของประเทศสมาชิก OECD มีผู้เรียนประมาณ 76% อยู่ในกลุ่มนี้ และเมื่อพิจารณาแนวโน้ม

ผลการประเมินคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไทย นับตั้งแต่การประเมินครั้งแรกใน PISA 2000 พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของไทยเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีทิศทาง กล่าวคือ ในรอบการประเมิน PISA 2000 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์อยู่ที่ 432 คะแนน ในขณะที่ รอบการประเมินล่าสุด PISA 2018 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ลดลงอย่างมาก โดยมีคะแนนอยู่ที่ 419 คะแนนเท่านั้น ส่วนในรอบการประเมิน PISA 2003, 2006, 2009, 2012, 2015 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์อยู่ที่ 417, 417, 419, 427, และ 415 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยกับประเทศอื่นๆ แล้ว พบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 58 จากทั้งหมด 79 ประเทศ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) จากที่กล่าวข้างต้นสะท้อนให้เห็นปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนไทย รวมถึงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของไทย ที่ไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งถือเป็นปัญหาสำคัญที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

จากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน พบว่า มีการศึกษาอย่างกว้างขวางและมีรายงานผลการวิจัยที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัยส่วนหนึ่งได้นำเสนอข้อค้นพบเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่าประกอบไปด้วยปัจจัยหลายด้าน เช่น ปัจจัยด้านส่วนตัว (สุพัตรา ผลรัตน์ไพบูลย์ และคณะ, 2550; เมธาสิทธิ์ ธีรรัตน์ศรีสกุล, 2558; นันทวดี ทองอ่อน และ มฤชฎี แก้วจินดา, 2561; Widlund et al, 2022) ได้แก่ เพศ ระดับชั้น บุคลิกภาพ พฤติกรรมทางการเรียนความรู้ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจ ความเบื่อหน่าย และทัศนคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปัจจัยด้านครอบครัว (สุพัตรา ผลรัตน์ไพบูลย์ และคณะ, 2550; นันทวดี ทองอ่อน และ มฤชฎี แก้วจินดา, 2561) ได้แก่ ฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัวและสัมพันธภาพระหว่างผู้เรียนกับผู้ปกครอง ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน (สุพัตรา ผลรัตน์ไพบูลย์ และคณะ, 2550; เมธาสิทธิ์ ธีรรัตน์ศรีสกุล, 2558; นันทวดี ทองอ่อน และ มฤชฎี แก้วจินดา, 2561; Widlund et al, 2022) ได้แก่ สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ลักษณะทางกายภาพ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การมีส่วนร่วมของผู้เรียน สัมพันธภาพระหว่างผู้เรียนกับครู และสัมพันธภาพระหว่างผู้เรียนกับเพื่อน ในขณะที่อีกหลายงานวิจัยมุ่งศึกษาประเด็นปัจจัยการเรียนรู้คณิตศาสตร์อันเกิดจากกระบวนการของสมองและอารมณ์ (จุฑามาศ แหนจอน, 2558; Wawan & Retnawati, 2022) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสมองกับอารมณ์มีความสัมพันธ์กัน และอารมณ์ก็มีอิทธิพลต่อกระบวนการรู้คิด การประมวลผล รวมถึงการนำเข้าข้อมูล ความจำระยะสั้น และความจำระยะยาว นอกจากนี้ยังพบว่าอารมณ์เชิงบวกทำให้ผู้เรียน มีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียนและคิดแก้ปัญหาได้ดี ในขณะที่อารมณ์เชิงลบจะทำให้ผู้เรียนไม่มีสมาธิในการเรียน ส่งผลให้การนำเข้าข้อมูลไม่ต่อเนื่อง จึงเรียนไม่เข้าใจและไม่สามารถนำข้อมูลระยะยาวออกมาใช้ได้ อารมณ์ กระบวนการรู้คิด และความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูลทาง

คณิตศาสตร์ จึงเป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อความสำเร็จ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน (จุฑามาศ แหนจอน, 2558) จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กับ อารมณ์ เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับอารมณ์และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่าได้มีงานวิจัยหลายงานให้ ผลการวิจัยสอดคล้องกันเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอารมณ์กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถ กล่าวโดยสรุป ได้ว่า อารมณ์เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอารมณ์เชิงบวก เช่น ความสุข (Joy) และความพึงพอใจ (pride) ช่วยให้ผู้เรียนมีการรับรู้และเข้าใจเนื้อหาทาง คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามอารมณ์เชิงลบ เช่น ความวิตกกังวล (Anxiety) และความเบื่อหน่าย (Boredom) ก็สามารถมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อันนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ที่ต่ำลง (ปิยวรรณ พันธุ์มงคล, 2552; Ashcraft, 2002; Plass & Kalyuga, 2019; Bieleke et al., 2022; Schukajlow et al., 2023) ดังนั้นหากต้องการให้การเรียนการสอน คณิตศาสตร์ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเสริมสร้างอารมณ์เชิงบวก ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

ความสุขถือเป็นอารมณ์เชิงบวกที่มีความสัมพันธ์อย่างมากต่อการเรียนรู้ โดยพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2546 ได้นิยามความสุขไว้ว่า ความสุข คือ ความสบายกายสบายใจ ความสุขเป็นสถานะ ที่เกิดจากการรับรู้ความสำเร็จในชีวิตและเป็นความรู้สึกที่ดีที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาใด เวลาหนึ่ง (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) นอกจากนี้ได้มีนักจิตวิทยาที่กล่าวถึงความสุขในการเรียนรู้ว่า บุคคลจะมีความสุขในการเรียนรู้มากที่สุด เมื่อตกอยู่ในสภาวะลื่นไหล (Flow) ซึ่งเป็นสภาวะที่เกิดจาก การมีสมาธิจดจ่อกับสิ่งที่ทำหรือสิ่งที่เรียนรู้อย่างสมบูรณ์ โดยเกิดขึ้นได้ในขณะที่ระดับความท้าทายสูง และทักษะที่สูงสอดคล้องสมดุลกัน (Csikszentmihalyi et al., 1990) ความสุขจึงถือเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุขจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของสารเคมีในสมอง เช่น โดปามีน นอเอพิเนฟริน ซึ่งเป็นสารเคมีที่ทำให้มีความสุข ส่งผลให้ผู้เรียน เกิดความอยากรู้ กระตือรือร้นและสนใจที่จะเรียนรู้มากยิ่งขึ้น (คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ, 2544) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขในการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าความสุขในการเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น (วิลาวัลย์ กองสะดี, 2552) และความฉลาดทางอารมณ์ด้านความเก่งและด้านความสุขมี ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (นิธิภา อาจฤทธิ์, 2560) รวมทั้งพบว่าผู้เรียนที่มีความสุข ในการเรียนสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และในทางกลับกันผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนต่ำจะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (Tabbodi et al., 2015) ซึ่งมีงานวิจัยหลายงาน ได้ให้ผลการวิจัยที่ สนับสนุนว่าความสุขในการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น สายทิพย์ แก้วอินทร์ (2548) ได้ทำการวิจัยและพบว่า การเรียนรู้อย่างมีความสุขของผู้เรียนระดับประถมศึกษา มี ความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับ โชติพงศ์ ธรรมสว่างสุข (2561)

ที่พบว่าผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากรที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน จะมีความสุขในการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสุขในการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ในปัจจุบันมีรายงานการวิจัยที่ระบุถึงความสุขทางการเรียนของผู้เรียนไทย โดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ได้กล่าวถึงประเด็นของผู้เรียนไทยในยุค 4.0 ว่าผู้เรียนไทยมีความเครียดในการเรียน ซึ่งอาจเกิดจากความเครียดจากสภาพแวดล้อมหรือความเครียดที่เกิดจากตัวบุคคล ส่งผลให้ความสุขในการเรียนลดลง (Thai Health Promotion Foundation, 2020) นอกจากนี้ยังมีการรายงานเกี่ยวกับความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศูนย์สำรวจความคิดเห็น นิด้าโพลของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า) ได้เผยแพร่ผลสำรวจซึ่งพบว่าผู้เรียนไทยไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 37.52 (นิด้าโพล, 2555) ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกันกับศูนย์วิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่ได้ดำเนินการสำรวจความคิดเห็นเรื่อง “ที่สุดโรงเรียน” โดยเก็บข้อมูลจากผู้เรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายและชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าในหัวข้อวิชาที่ผู้เรียนไม่ชอบเรียนมากที่สุด (5 อันดับ) อันดับแรก คือ วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 21.3 โดยผู้เรียนได้ให้เหตุผลประกอบว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เรียนแล้วไม่มีความสุข ไม่สนุกและมีการบ้านค่อนข้างเยอะ (กรุงเทพโพลล์, 2552) อย่างไรก็ตามจากการรายงานเกี่ยวกับความสุขในการเรียน และความชอบในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต่ำของผู้เรียน นำมาซึ่งผลกระทบต่าง ๆ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งความกลัวคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติเชิงลบต่อคณิตศาสตร์ และขัดขวางไม่ให้ผู้เรียนจดจ่อกับปัญหาที่ตนกำลังเผชิญอยู่ ความกลัวคณิตศาสตร์ยังทำให้ผู้เรียนรู้สึกกระวนกระวาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาของการทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่าความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จะลดประสิทธิภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน โรคกลัวคณิตศาสตร์และความวิตกกังวลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ถือเป็นจุดอ่อนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับมิติทางจิตวิทยาของการเรียนรู้ (Devi, 2022) ซึ่งถือเป็นปัญหาสำคัญและเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องเผชิญกับสภาวะความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมในการรับมือต่อสถานการณ์ความเปลี่ยนแปลงของผู้เรียน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เอื้อต่อผู้เรียนในยุคปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (Csikszentmihalyi et al., 1990) การใช้วิธีการสอนที่น่าสนใจ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกและตื่นตัวกับการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่ากระบวนการที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้นั้นมีหลากหลาย นักจิตวิทยา กลุ่มแนวคิดปัญญานิยมได้มีการสนับสนุนการใช้ทฤษฎีภาวะทางปัญญาเพื่ออำนวยความสะดวกในการ

เรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งทฤษฎีการะทางปัญญานั้นได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายถึงผลกระทบของการออกแบบการเรียนการสอน โดยเป็นภาระทางสมองที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการอธิบายถึงข้อจำกัดของหน่วยความจำเชิงปฏิบัติการ อันเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในการเข้าสู่ความจำระยะยาว เพื่อให้มีความรู้อย่างถาวร เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ได้รับมาจากการออกแบบ การเรียนการสอนของครูผู้สอน เมื่อข้อมูลเข้าสู่ระบบประสาทการรับรู้ ขณะที่ผู้เรียนพยายามทำความเข้าใจกับข้อมูลหรือเนื้อหาที่ได้รับนั้น สมองจะเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำเชิงปฏิบัติการที่มีขนาดจำกัด และเก็บได้เพียงระยะสั้นเท่านั้น ในระยะเวลาไม่เกิน 20 - 30 วินาที ในขณะที่สมองกำลังทำความเข้าใจกับข้อมูลใหม่ สมองจะมีการเรียกข้อมูลเก่าในหน่วยความจำระยะยาว และเชื่อมโยงเกิดเป็นความรู้ใหม่ เมื่อสมองได้รับข้อมูลมากเกินไป หรือไม่สัมพันธ์กับฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวก็จะเกิดภาระที่หนักมากเกินไป (Overload) หรือเกินขีดความสามารถของสมองที่จะทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้รับเข้ามา (Sweller, 2010) โดยการเรียนรู้ของมนุษย์มีขีดจำกัดหลายอย่างทั้งในด้านขีดจำกัดของช่องทางการรับรู้ข้อมูล (ตาและหู) และขีดจำกัดของสมองในการประมวลผลข้อมูลในความจำระยะสั้น ซึ่งส่งผลต่อทั้งการเรียนรู้ และจดจำความรู้ใหม่ของหน่วยความจำระยะยาว (สุธา เหลือสมัย, 2557) ดังนั้น การลดภาระที่หนักมากเกินไปหรือเกินความสามารถของสมอง จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดอารมณ์เชิงบวกและมีโอกาสที่ผู้เรียนจะมีความสุขในการเรียนมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีตามลำดับ

อย่างไรก็ตามงานวิจัยของสถาบัน Statistic Brain แสดงให้เห็นว่าในปี 2000 ช่วงความสนใจของมนุษย์ คือ 12 วินาที และงานวิจัยจากไมโครซอฟท์ได้รายงานว่าผู้เรียนในศตวรรษ ที่ 21 นั้น มีช่วงความสนใจที่สั้นลง จาก 12 วินาที เหลือเพียง 8 วินาที (ศยามน อินสะอาด, 2564) ดังนั้น การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล จึงต้องปรับเปลี่ยนให้เข้ากับพฤติกรรมของผู้เรียนรุ่นใหม่มากขึ้น การเรียนรู้ของมนุษย์จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดในระยะเวลานั้น จากนั้นจะลดลงตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพการทำงานของสมองมนุษย์ นาโนเลิร์นนิ่งเป็นรูปแบบบทเรียนที่ออกแบบมาสำหรับคนรุ่นใหม่ โดยเฉพาะช่วง Gen Z ที่คุ้นเคยกับการเสพสื่อเนื้อหาสั้น ๆ อาจเนื่องด้วยค่าเฉลี่ยระยะเวลาความสนใจของคน (Human Attention Span) ที่ลดลง ดังนั้น ในปี 2023 นี้ คาดว่าน่าจะมีผู้เรียนที่หันมาเรียนในรูปแบบนาโนเลิร์นนิ่งกันมากขึ้น ซึ่งนาโนเลิร์นนิ่งถูกพัฒนามาจากไมโครเลิร์นนิ่ง โดยการแบ่งย่อยเนื้อหาเป็นส่วน ๆ ให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับข้อมูลขนาดกำลังพอดีผ่านสื่อการเรียนรู้ในเวลาที่ยกจำกัดได้ในช่วงเวลาตั้งแต่ 2 - 10 นาที การแบ่งย่อยบทเรียนทีละส่วนเช่นนี้ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าการถ่ายทอดบทเรียนเป็นชั่วโมง ซึ่งอาจทำให้เกิดความเหนื่อยล้าจากการใช้สมาธิต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานได้ อย่างไรก็ตาม ไมโครเลิร์นนิ่งนั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นจากแนวคิดทฤษฎีทางจิตวิทยา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีปัญญานิยม

(Cognitivism) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) และทฤษฎีเชื่อมต่อ (Connectivism) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งทำให้การออกแบบโมโครเลิร์นนิ่งแตกต่างกันออกไป (Baumgartner, 2013)

จากสภาพปัญหาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งถูกสะท้อนผ่านการประเมินการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน และประเมินสมรรถนะผู้เรียนมาตรฐานสากล และจากการรายงานปัญหาผู้เรียนไม่มีความสุขในการเรียนส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ถือเป็นปัญหาสำคัญระดับประเทศที่ควรได้รับการแก้ไข ในขณะที่การออกแบบการจัดการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นหนึ่งในกระบวนการพัฒนาผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จำเป็นจะต้องได้รับการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเหมาะสมในทุกด้าน ทฤษฎีภาระทางปัญญาถือเป็นหนึ่งทฤษฎีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญาคือ การลดภาระทางปัญญา จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในเวลาอันสั้น (กอบเกียรติ สรรอุบล และ พัลลภ พิริยะสุรวงศ์, 2557) ในขณะที่นาโนเลิร์นนิ่งเป็นรูปแบบบทเรียนที่ออกแบบมาสำหรับผู้เรียนในยุคดิจิทัล ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่งในวงการศึกษายังไม่เป็นที่ปรากฏชัดเจนและมีน้อย เนื่องจากเพิ่งได้รับการพัฒนาขึ้น แต่ในเชิงตรรกะสามารถอธิบายนาโนเลิร์นนิ่งว่าเป็นการนำเสนอ และมอบโอกาสสำหรับความคล่องตัวในการเรียนรู้ อีกทั้งยังลดภาระทางปัญญาที่หนักเกินไป มีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ (Garcia et al., 2022) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการส่งเสริมความสุขในการเรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โดยการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งเพื่อนำมาพัฒนาเป็นต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

คำถามวิจัย

1. ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นอย่างไร
2. ต้นแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งเป็นอย่างไร
3. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน
2. เพื่อออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญาพบว่า การลดภาระทางปัญญาจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในเวลาอันสั้น (กอบเกียรติ สระอุบล และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์, 2557) ในขณะที่นาโนเลิร์นนิ่งเป็นรูปแบบบทเรียนที่ออกแบบมาสำหรับผู้เรียนในยุคดิจิทัล นาโนเลิร์นนิ่งเป็นการนำเสนอและมอบโอกาสสำหรับความคล่องตัวในการเรียนรู้ อีกทั้งยังลดภาระทางปัญญาที่หนักเกินไป มีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ (Garcia et al., 2022) นอกจากนี้มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญาโดยการนำกรอบทฤษฎีภาระทางปัญญามาปรับใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีและมีความสุขในการเรียนมากยิ่งขึ้น เช่น งานวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง การเรียนรู้สมการเชิงเส้นการใช้ประโยชน์จากทฤษฎีภาระทางปัญญาและการเรียนรู้โดยการเปรียบเทียบ ซึ่งพบว่าทฤษฎีภาระทางปัญญาช่วยให้ครูผู้สอนเพิ่มความเข้าใจในวิธีการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดีให้กับผู้เรียน สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาซับซ้อนได้อย่างมีความสุข (Ngu & Phan, 2021) และมีงานวิจัยทางการศึกษาที่นำแนวคิดพื้นฐานทางด้านนาโนเลิร์นนิ่งมาใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เช่น งานวิจัยเรื่องการปรับปรุงความรู้เรื่องจำนวนตรรกยะโดยใช้เกมดิจิทัล NanoRoboMath ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการเรียนรู้ผ่านเกมดิจิทัลส่งผลเชิงบวกต่อทัศนคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างสนุกสนาน (Kärki et al., 2021) จะเห็นได้ว่าทฤษฎีภาระทางปัญญาและนาโนเลิร์นนิ่งมีความสอดคล้องกัน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนใน

หลายๆ ด้าน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความเพลิดเพลินในการเรียนรู้ สร้างอารมณ์เชิงบวก เช่น ความสุข ความสนุกสนาน และความพึงพอใจในการเรียน และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าความสุขในการเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (วิลาวุธ กองสะติ, 2552) และความฉลาดทางอารมณ์ด้านความเก่งและด้านความสุขมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (นิธิภา อัจฉฤทธิ์, 2560) รวมทั้งพบว่าผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และในทางกลับกันผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนต่ำจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (Tabbodi et al., 2015) ซึ่งมีงานวิจัยหลายงาน ได้ให้ผลการวิจัยที่สนับสนุนว่าความสุขในการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น สายทิพย์ แก้วอินทร์ (2548) ได้ทำการวิจัยและพบว่าการเรียนรู้อย่างมีความสุขของผู้เรียนระดับประถมศึกษา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับ โชติพงศ์ ธรรมสว่างสุข (2561) ที่พบว่าผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากรที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน จะมีความสุขในการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสุขในการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จากที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. ความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้นหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง
2. หลังการทดลอง ความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลองมีความสัมพันธ์กันทางบวก

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของประชากรที่ผู้วิจัยศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตจังหวัดศรีสะเกษ

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เกณฑ์กำหนดคือเป็นห้องเรียน ที่เน้นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้อง ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และระดับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน คือระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 43 คน เป็นกลุ่มทดลอง และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 44 คน เป็นกลุ่มควบคุม รวมทั้งสิ้น 87 คน

ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในครั้งนี้ เพื่อใช้ในการจัดโปรแกรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม จากหนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

นิยามศัพท์เฉพาะ

ภาระทางปัญญา หมายถึง ภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน และหน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ

นาโนเลิร์นนิ่ง หมายถึง รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้น ในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียน

ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำในห้องเรียน รวมถึงบรรยากาศสภาพแวดล้อมในห้องเรียน เห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากการเรียน ตลอดจนรับรู้ถึงความสามารถของตนเองเห็นคุณค่าของตนเองและมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่น วัดได้จากแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) คือการมีความพึงพอใจในผลการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง การมีความเชื่อมั่นต่อความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และการมีความมั่นใจและกล้าเปิดรับประสบการณ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย 2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognition) คือการมีความเข้าใจในหลักการและตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ และการรับรู้ว่าคุณค่าตนเองมีความเข้าใจหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) คือการมีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาวิชาเรียนคณิตศาสตร์ การให้ความสนใจในสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้ง การมีความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับสิ่งที่เรียน และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningfulness) คือการเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ และการมีจุดหมายในการเรียนและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ 5) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) คือการมีความมุ่งมั่นในการเรียนคณิตศาสตร์ การทุ่มเทกับการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ และการหมั่นแสวงหาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ 6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive

emotions)และความพึงพอใจ (Pleasure) คือการรู้สึกมีความสุขและเพลิดเพลินสนุกสนาน ขณะเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) คือการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์เมื่อมีปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างเรียนคณิตศาสตร์ และทำงานหรือทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายร่วมกับเพื่อนจนสำเร็จ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากการสอบ ซึ่งวัดจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัดครั้งละ 45 นาที

ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง หมายถึง การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม จากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชา พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีหลักการในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ 3 หลักการ ได้แก่ 1) การจัดการกับภาระทางปัญญาภายใน สามารถทำได้โดยจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน 2) การลดภาระทางปัญญาภายนอก สามารถทำได้โดย ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สร้างความชัดเจนในข้อมูล ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และ 3) ขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ สามารถทำได้โดย สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที

ผู้เรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนมัธยมสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านนโยบายสำหรับโรงเรียน ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

ด้านนโยบายสำหรับโรงเรียน

1. สถานศึกษาได้แนวทางในการกำหนดกรอบหลักสูตรสถานศึกษาเพื่อลดภาระทางปัญญา และเพิ่มความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

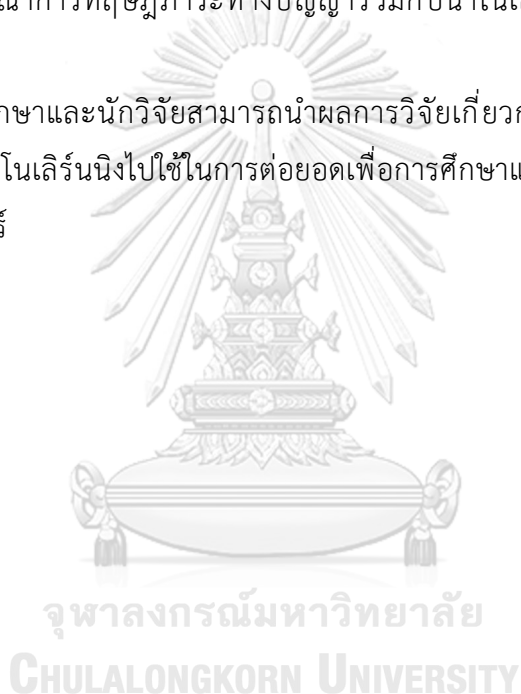
ด้านการนำไปใช้

1. ครูผู้สอนได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียน คณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ด้านการวิจัย

1. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียน คณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งสำหรับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษา

2. นักการศึกษาและนักวิจัยสามารถนำผลการวิจัยเกี่ยวกับการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งไปใช้ในการต่อยอดเพื่อการศึกษาและคิดค้นนวัตกรรมการศึกษา ในรายวิชาคณิตศาสตร์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งโดยแบ่งออกเป็น 7 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 การเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 ทฤษฎีภาระทางปัญญา

ตอนที่ 4 นาโนเลิร์นนิ่ง

ตอนที่ 5 พัฒนาการของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 6 การวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research)

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ความสุขในการเรียนของผู้เรียน เป็นการที่ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียน ต้องการที่จะเรียนรู้ และร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียน ตลอดจนมีความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียน การที่ผู้เรียนมีความสุขจะช่วยกระตุ้นให้สมองหลั่งสารเคมี โดปามีน นอร์เอปิเนพริน ซึ่งมีส่วนช่วยเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ในสมอง ดังนั้นความสุขในการเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (ชนพล บรรดาศักดิ์ และคณะ, 2560) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสุขจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียน สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดทั้งหมด 7 หัวข้อ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ความหมายของความสุขในการเรียน

ความสุขในการเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ในการเรียนรู้ เช่น การมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและมีความสนใจในการเรียน ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายหลายแง่มุม ดังนี้

ความสุขในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความพึงพอใจในการเรียน ความสนุกสนานเพลิดเพลินจากการเรียนและการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน โดยที่ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ในการเรียนและไม่เครียดในการเรียนมากเกินไป ผู้เรียนสามารถเรียนได้

อย่างมีชีวิตชีวาและได้อยู่ในบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย มีสัมพันธภาพที่ดีกับคนรอบข้าง ตลอดจนเห็นคุณค่าของตนเอง มองเห็นประโยชน์ของการเรียน จนทำให้เกิดการพัฒนาตนให้บรรลุความมุ่งหมาย สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการและมีความรู้เพิ่มมากขึ้น (UNESCO, 2008; สำลี รักสุทธี, 2544; ศิริพร ท้องย้อย, 2557; ลัดดา หวังภษิต, 2557; ภารดี ภักดีโยธิน, 2560; ว่าที่ร้อยตรีชญา บุตรศรี, 2563) ในขณะที่ สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) ได้ให้ความหมายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสุขในการเรียนว่า เป็นความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้และความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่น ช่วยเหลือและยอมรับความแตกต่างซึ่งกันและกัน รับรู้ถึงความสามารถและเห็นคุณค่าในตนเอง กล้าที่จะเรียนรู้และสร้างสรรค์ในสิ่งใหม่ ๆ และกล้าเผชิญปัญหาและอุปสรรค การมองโลกในแง่ดี การคิดบวก และการมีสุขภาวะที่ดี

จากการให้ความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสุขในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอน และกิจกรรมต่างๆ ที่ทำในห้องเรียนรวมถึงบรรยากาศสภาพแวดล้อมในห้องเรียน เห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากการเรียน รับรู้ถึงความสามารถของตนเอง เห็นคุณค่าของตนเองและมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่น

1.2 ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ คือการมีความสนใจและความชื่นชอบในการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องคณิตศาสตร์ โดยไม่มีความกดดันจากภาระหน้าที่หรือการสอบ เมื่อเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ การเรียนคณิตศาสตร์ยังสามารถช่วยเสริมสร้างความมั่นใจและสมดุลในชีวิตประจำวันได้ด้วย การเรียนคณิตศาสตร์มีหลายวิธีที่ทำให้เกิดความสุข เช่น การแก้ปัญหาที่มีความท้าทาย การตอบคำถามที่ท้าทาย การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา การเรียนรู้เทคนิคและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ เช่น การใช้เทคนิคการประมาณค่า หรือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา (Hersh, 1998; Boaler, 2016) ความสุขจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องสร้างให้เกิดขึ้นตลอดการเรียนรู้ การศึกษาเกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น และมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หลายแห่งมสำหรับประเทศไทยการศึกษาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์นั้น มุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับความสุขที่เกิดขึ้นจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน การใช้เทคนิควิธีการสอนต่างๆ ที่ส่งเสริมความสุขให้กับผู้เรียน และปัจจัยที่ส่งผลต่อความสุขในการเรียน อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ยังไม่ได้ได้รับความสนใจอย่างเต็มที่ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ที่เป็นหลักในการเรียนรู้ในสายการศึกษาต่าง ๆ

1.3 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ปัจจุบันแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนได้ถูกกล่าวถึงอย่างกว้างขวางเนื่องจากความสุข

นั้นมีความสำคัญต่อการเรียน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอ 2 แนวคิดทฤษฎีซึ่งมีความสอดคล้องกัน คือ แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข และแนวคิดทฤษฎีทางจิตวิทยาเชิงบวก PERMA Model (+ PLUS) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540) ร่วมกับผู้ช่วยศาสตราจารย์กิติยวดี บุญเชื้อ ซึ่งเป็นหัวหน้าคณะได้นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข โดยมีแนวคิดพื้นฐานมาจากระบวนการเรียนการสอน 5 ประการ คือ 1) แก่นแท้ของการเรียนการสอน 2) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกแห่งทุกเวลาต่อเนื่องยาวนานตลอดชีวิต 3) ศรัทธาเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ 4) ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีจากการสัมผัสและสัมพันธ์ และ 5) สาระที่สมมูลเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ซึ่งสรุปหลักการสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุขว่าประกอบด้วย 6 ทฤษฎีย่อย ดังนี้

1) ทฤษฎีการสร้างความรักและศรัทธา (love and respect) ความรักและศรัทธาที่ผู้เรียนมีต่อครู ต่อเพื่อนร่วมชั้น ทำให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขขึ้น โดยมีแนวคิดหลัก ได้แก่ การเรียนรู้บนฐานแห่งความรัก การสร้างบทเรียนที่สนุกและน่าสนใจ การส่งเสริมความสนใจและการสร้างความผูกพัน การทำความรู้จักผู้เรียนรายบุคคล และการรักษามิตรภาพสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรักและศรัทธา

2) ทฤษฎีการเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ (learning appreciation) ทฤษฎีนี้จะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ ว่าเรียนไปทำไมและเรียนไปเพื่ออะไร ทำให้นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนมากขึ้นโดยมีแนวทางปฏิบัติ คือ สร้างการเรียนรู้ที่มีความหมาย การมีบทเรียนที่เหมาะสมกับวัยและความสนใจ รวมถึงเนื้อหาวิชาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3) ทฤษฎีเปิดประตูสู่ธรรมชาติ (naturalization) เป็นการให้อิสระกับผู้เรียน กล่าวคือ ผู้เรียนควรจะได้ศึกษาทั้งในและนอกห้องเรียนไปพร้อมกัน เช่น การจัดกิจกรรมที่หลากหลาย การเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้ การได้สัมผัสกับประสบการณ์จริง การนำธรรมชาติมาเป็นบทเรียน การจัดให้มีการศึกษานอกสถานที่ หรือเปิดโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วม สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียนมากยิ่งขึ้น

4) ทฤษฎีมุ่งมั่นและมั่นคง (willing and firm) ทฤษฎีนี้เน้นการให้ผู้เรียนได้เข้าใจและรู้จักตนเองรู้ถึงจุดเด่น จุดด้อย พร้อมทั้งจะแก้ไขปรับปรุงตนเอง รวมทั้งรู้จักการระงับอารมณ์ อันจะนำไปสู่ความภาคภูมิใจ และเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นการพัฒนาความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง ยอมรับสภาพตนเอง

กล้ารับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์เกี่ยวกับตนเอง สามารถแยกแยะเหตุผล ไตร่ตรองหาคำตอบและเชื่อมโยงประสบการณ์ พร้อมทั้งตัดสินใจอย่างมีหลักการมีเป้าหมายที่ชัดเจนในตนเอง

5) ทฤษฎีดำรงไมตรีจิต (friendship) การอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุขนั้นเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์เป็นสัตว์สังคมต้องอาศัยอยู่ร่วมกัน สิ่งที่คุณสอนจะต้องตระหนักถึง คือการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและการยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล

6) ทฤษฎีชีวิตที่สมดุล (equilibrium of life) แนวคิดนี้เน้นการปรับตัวให้พอเหมาะรู้ถึงขีดจำกัดและความปรารถนาของตนเอง มีความประพฤติปฏิบัติที่ดีงามมีความสามัคคีไม่หลงตนเองและไม่ดูถูกตนเอง

แนวคิดทฤษฎีทางจิตวิทยาเชิงบวก PERMA Model (+ PLUS)

แนวคิดทฤษฎีทางจิตวิทยาเชิงบวก เป็นหนึ่งในทฤษฎีที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาความสุขในการเรียน และพัฒนาศักยภาพผู้เรียนด้วยพื้นฐานความเข้าใจธรรมชาติของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข จากการศึกษาเรื่อง ความสุขของเด็ก ๆ ในโรงเรียน โมเดลเชิงแนวคิด (Happiness for our kids in schools : A conceptual model) ที่ได้นำทฤษฎี PERMA Model ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบสำคัญได้แก่ 1) อารมณ์ทางบวก (positive emotion) 2) การยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (engagement) 3) ความสัมพันธ์ (relationships) 4) การมีความหมาย (meaning) และ 5) การประสบความสำเร็จ (accomplishments) ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน องค์ประกอบเหล่านี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาชีวิตที่ดีขึ้นและช่วยให้สามารถค้นพบความสุขที่แท้จริงได้ (Seligman, 2011) นอกจากนี้ Halliday et al. (2018) ได้ศึกษาเรื่องความคิดเห็นของนักเรียนต่อสุขภาวะที่ดี กรณีศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ในการศึกษาเชิงบวก โดยเพิ่มองค์ประกอบ “plus” คือ การเพิ่มมุมมองความรู้สึกที่ดีในแง่มุมต่างๆ และค้นหาหลักสูตรการศึกษาในเชิงบวกที่ดีที่สุด รวมถึงการจัดหาหลักสูตรการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน ดังนั้น PERMA Model (+ PLUS) มีองค์ประกอบสำคัญ 6 องค์ประกอบ (Seligman, 2011) คือ

1) การมีอารมณ์ทางบวก (positive emotion) หมายถึง การรู้สึกมีความสุขและความพึงพอใจในชีวิต รวมถึงการสร้างอารมณ์ที่ดี

2) การยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (engagement) หมายถึง การมีส่วนร่วมในกิจกรรมและสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างสิ้นเปลือง มีสมาธิจดจ่อและมีความสุขเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันกับสิ่งที่ทำ

3) การมีความสัมพันธ์ (relationships) หมายถึง การมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น การมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและการสนับสนุนทางสังคม ซึ่งความสัมพันธ์ที่ดีจะช่วยสร้างสุขภาพทางจิตใจที่ดีขึ้น

4) การมีชีวิตที่มีความหมาย (meaning) หมายถึง ความมุ่งหวังและมีจุดหมายในการดำเนินชีวิต การใช้ชีวิตที่มีความหมายช่วยให้รู้สึกว่าการมีชีวิตมีความสำคัญและมีคุณค่า

5) การประสบความสำเร็จ (accomplishment) หมายถึง ความสำเร็จในการทำภารกิจต่าง ๆ ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ซึ่งเมื่อได้รับความสำเร็จแล้วจะช่วยเสริมสร้างความสุขและความพึงพอใจในชีวิต

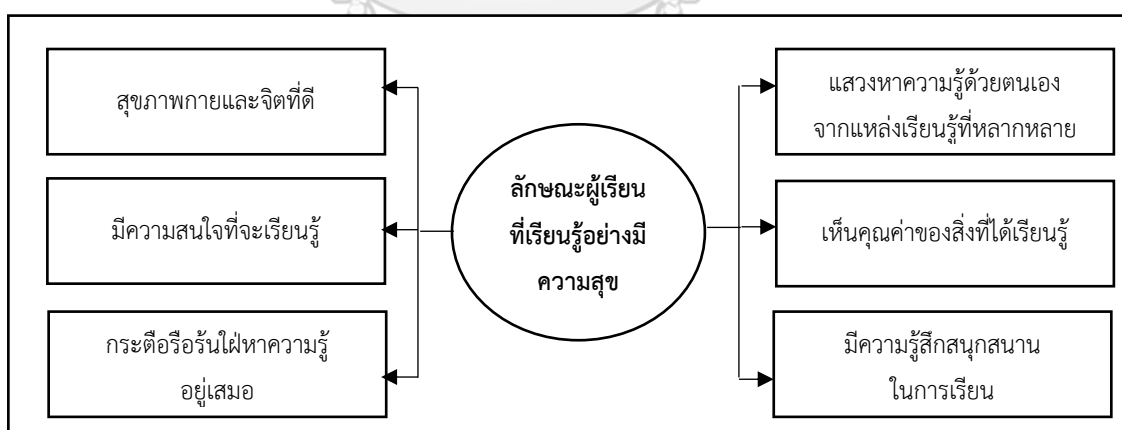
6) + พลัส (plus) หมายถึง การเพิ่มแถมของความรู้สึกที่ดี และการค้นหาหลักสูตรการศึกษาที่ดีที่สุดในการศึกษาที่ดียิ่งที่สุดในเชิงบวกในแถมต่าง ๆ รวมถึงการจัดหาหลักสูตรการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีข้างต้น กล่าวโดยสรุปได้ว่า กิตยวดี บุญเชื้อและคณะ ได้ระบุทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความสุข 6 ทฤษฎี ซึ่งมีความสอดคล้องกับ PERMA Model (+ PLUS) ของ Seligman คือ 1) ทฤษฎีสร้างความรักและศรัทธา ที่กล่าวถึงการสร้างความเข้าใจอันดีระหว่างผู้สอนและผู้เรียน การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน สอดคล้องกับการมีความสัมพันธ์ (relationships) ที่มองว่าความสัมพันธ์ที่ดีจะช่วยสร้างสุขภาพทางจิตใจที่ดีขึ้น 2) ทฤษฎีการเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ เป็นการเน้นที่การสร้างบทเรียนที่มีความหมาย บทเรียนที่มีความเหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนรู้สึกเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ การยึดมั่นผูกพัน และการมีส่วนร่วม (engagement) โดยผู้เรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ และทำกิจกรรมด้วยความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับกิจกรรมที่ทำอย่างมีสมาธิจดจ่อ 3) ทฤษฎีเปิดประตูสู่ธรรมชาติ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้อย่างมีอิสระ ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ไม่กดดันในการเรียนสอดคล้องกับ การมีอารมณ์ทางบวก (positive emotion) คือมีความพึงพอใจและมีอารมณ์ที่ดีในการเรียนรู้ 4) ทฤษฎีการมุ่งมาดและมั่นคง เป็นการพัฒนาความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง เข้าใจตนเอง มีความตั้งใจ และมีเป้าหมายที่ชัดเจน ในส่วนนี้สอดคล้องกับ การมีชีวิตที่มีความหมาย (meaning) ที่มองว่าการใช้ชีวิตที่มีความหมายช่วยให้รู้สึกว่าการมีชีวิตมีความสำคัญและมีคุณค่า 5) ทฤษฎีการดำรงไมตรีจิต และ 6) ทฤษฎีชีวิตที่สมดุล เป็นการกล่าวเกี่ยวกับการยอมรับความแตกต่าง การรับรู้ถึงขีดความสามารถของตน ซึ่งสอดคล้องกับ การประสบความสำเร็จ (accomplishment) เนื่องจากความสำเร็จในการทำภารกิจต่าง ๆ เกิดจากการรับรู้ขีดความสามารถของตนและวางเป้าหมายเพื่อให้ตนสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตาม + พลัส (plus) ก็มีความสำคัญ เพราะเป็นการเพิ่มแถมของความรู้สึกที่ดี และการค้นหาหลักสูตรการศึกษาที่ดีที่สุดในการศึกษาในเชิงบวกในแถมต่าง ๆ รวมถึงการจัดหาหลักสูตรการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม ทำให้การเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ที่มีความสุขอย่างแท้จริง

1.4 ลักษณะผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข

การเรียนรู้ที่มีความสุขนั้นเป็นผลมาจากลักษณะของผู้เรียนที่มีแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ โดยมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุขว่า ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนรู้ มักเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการเรียนและต้องการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่เรียน ขยันมุ่งมั่นตั้งใจในการเรียน มีแรงจูงในการเรียนซึ่งแสดงออกผ่านการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนอย่างสม่ำเสมอ รู้สึกสนุกกับการเรียนและพยายามแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย สามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ พร้อมทั้งสามารถปรับตัวเข้ากับผู้อื่นในชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี (ชูศรี ต้นพงษ์, 2544; คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542; กิตติวดี บุญเชื้อ และคณะ, 2540) นอกจากนี้ สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) ได้สรุปลักษณะของผู้เรียนที่เรียนอย่างมีความสุขเพิ่มเติมว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข จะต้องเป็นผู้เรียนที่มีสุขภาพกาย และจิตที่ดี มีความขยันและอดทน สนใจใฝ่เรียนรู้อยู่เสมอ ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมทั้งมีความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียนรู้และสามารถฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ในชีวิตได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาลักษณะผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข สรุปได้ว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข จะมีสุขภาพกายและจิตที่ดี มีความสนใจที่จะเรียนรู้ กระตือรือร้นใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมทั้งมีความรู้สึกสนุกสนานในการเรียน



ภาพ 1 ลักษณะผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข

1.5 องค์ประกอบของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ในหัวข้อองค์ประกอบของความสุขในการเรียนนี้ ผู้วิจัยนำเสนอหัวข้อหลัก 2 ส่วน คือ องค์ประกอบความสุขในการเรียน และองค์ประกอบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบของความสุขในการเรียน

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบความสุขในการเรียน ได้มีนักวิจัยที่ทำการศึกษาและนำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสุขในการเรียนไว้หลากหลายประเด็น ดังนี้

Tobia et al. (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ สุขภาวะของเด็กในโรงเรียน โดยใช้วิธีการแบบหลายมิติและความหลากหลายข้อมูล ซึ่งพบว่าองค์ประกอบความสุขในการเรียนมีอยู่ 5 ด้าน คือ 1) ด้านความสัมพันธ์ในบริบทของโรงเรียน 2) ด้านการรับรู้ความสามารถของผู้เรียน 3) ด้านการทำงานด้านอารมณ์ของผู้เรียน 4) ด้านกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และ 5) ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลการเรียน

สำราญ สิริภคมงคล (2554) ได้ทำการศึกษาและพัฒนามาตรวัดความสุขในการเรียนสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งพบว่าองค์ประกอบของความสุขในการเรียน มีองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ 1) ด้านคุณภาพของครูผู้สอน 2) ด้านความสัมพันธ์กับเพื่อน 3) ด้านความคิดเชิงบวก 4) ด้านความเชื่อมั่นในตนเอง และ 5) ด้านการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

ขวัญจิต มหากิตติคุณ และคณะ (2559) ได้ศึกษาระดับความสุขของนักเรียนวัยรุ่น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวัยรุ่นที่ศึกษาในโรงเรียนมัธยมเขตพื้นที่จังหวัดภาคใต้ โดยพบองค์ประกอบของความสุขในการเรียน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านสภาพจิตใจ ซึ่งเป็นการรับรู้สภาพที่เป็นสุขหรือเป็นทุกข์ของจิตใจตนเองและการเจ็บป่วยทางกายที่มีผลต่อจิตใจ แสดงออกผ่านอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด 2) ด้านสมรรถภาพของจิตใจ คือ ความสามารถในการสร้างสัมพันธ์ภาพกับผู้อื่น รวมถึงความสามารถในการเผชิญปัญหาและแก้ไขปัญหา 3) ด้านคุณภาพจิตใจ คือ ลักษณะของจิตใจที่ดีงามที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ช่วยให้มีสุขภาพชีวิตที่ดี และ 4) ด้านปัจจัยสนับสนุนคือปัจจัยที่ส่งเสริมให้บุคคลมีสุขภาพจิตที่ดี ได้แก่สภาพแวดล้อม ครอบครัว และความเชื่อ เป็นต้น

กิงแก้ว ศิริหล้า และคณะ (2560) ได้ศึกษาความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 ที่เข้าโครงการลดเวลาเรียน ซึ่งได้ศึกษาองค์ประกอบความสุขในการเรียน 6 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้สึที่ดีต่อการเรียน 2) ด้านความพอใจในการเรียน 3) ด้านความรู้สึที่ผ่อนคลาย 4) ด้านความสนใจใฝ่รู้ 5) ด้านความภาคภูมิใจในตนเอง และ 6) ด้านความมีกำลังใจ

สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) ได้ทำการพัฒนามาตรวัดความสุขในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพโดยการสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์เชิงลึกกับนักเรียน ซึ่งพบว่าองค์ประกอบของความสุขในการเรียนมี 12 ด้าน คือ 1) ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อน 2) ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครู 3) ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ปกครอง 4) ด้านการมีสุขภาวะทางร่างกายและจิตใจที่แข็งแรงสมบูรณ์ 5) ด้านการเห็นคุณค่าในตนเอง 6) ด้านการเห็นคุณค่าในการเรียนรู้ 7) ด้านการมีเป้าหมายในการเรียนรู้ 8) ด้านการมีอารมณ์ทางบวกในการเรียนรู้ 9) ด้านการกำกับตนเองในการเรียนรู้ 10) ด้านภาวะสิ้นไหวในการเรียนรู้ 11) ด้านการได้เรียนในสิ่งที่ถนัดและสนใจ และ 12) ด้านการได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดีและเอื้อต่อการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบความสุขในการเรียนข้างต้นสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของความสุขในการเรียน แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความสุขในการเรียน

องค์ประกอบของความสุขในการเรียน	ผู้วิจัย				
	Tobia et al. (2018)	สำราญ สิริมงคล (2554)	ขวัญจิต มหากิตติคุณ และคณะ (2559)	กิงแก้ว ศิริกล้า และคณะ (2560)	สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562)
ด้านความสัมพันธ์ในบริบทของโรงเรียน	/	/			/
ด้านการรับรู้ความสามารถของผู้เรียน	/				/
ด้านการทำงานด้านอารมณ์ของผู้เรียน	/	/	/	/	/
ด้านกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน	/	/		/	/
ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลการเรียน	/	/		/	
ด้านคุณภาพของครูผู้สอน		/			
ด้านความสัมพันธ์กับเพื่อน		/			
ด้านความคิดเชิงบวก	/	/	/	/	/
ด้านความเชื่อมั่นในตนเอง	/	/		/	/
ด้านการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน	/	/		/	/

ตาราง 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความสุขในการเรียน (ต่อ)

องค์ประกอบของความสุขในการเรียน	ผู้วิจัย				
	Tobia et al. (2018)	สำราญ สิริมงคล (2554)	ขวัญจิต มหากิตติคุณ และคณะ (2559)	กั้งแก้ว ศิริท้าว และคณะ (2560)	สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562)
ด้านสภาพจิตใจ	/		/	/	
ด้านสมรรถภาพของจิตใจ	/		/		/
ด้านคุณภาพจิตใจ	/		/		/
ด้านปัจจัยสนับสนุน	/		/		/
ด้านความรู้สึที่ดีต่อการเรียน	/	/		/	/
ด้านความพอใจในการเรียน	/	/		/	/
ด้านความรู้สึที่ผ่อนคลาย		/	/	/	
ด้านความสนใจใฝ่รู้		/		/	/
ด้านความภาคภูมิใจในตนเอง	/			/	/
ด้านความมีกำลังใจ			/	/	
ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อน	/		/		/
ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครู	/		/		/
ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ปกครอง			/		/
ด้านการมีสุขภาวะทางร่างกายและจิตใจที่แข็งแรง			/		/
สมบูรณ์					
ด้านการเห็นคุณค่าในตนเอง	/			/	/
ด้านการเห็นคุณค่าในการเรียนรู้	/			/	/
ด้านการมีเป้าหมายในการเรียนรู้				/	/
ด้านการมีอารมณ์ทางบวกในการเรียนรู้	/	/	/	/	/
ด้านการกำกับตนเองในการเรียนรู้				/	/
ด้านภาวะสิ้นไหวในการเรียนรู้				/	/
ด้านการได้เรียนในสิ่งที่ถนัดและสนใจ				/	/
ด้านการได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดีและเอื้อต่อการเรียนรู้	/	/	/		/

จากตาราง 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบของความสุขในการเรียน พบว่า แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบความสุขในการเรียนมีความสอดคล้องกัน โดยแต่ละด้านขององค์ประกอบของความสุข ในการเรียนนั้นสามารถจัดเข้าเป็นองค์ประกอบหลักได้ 4 ด้าน คือ 1) ด้านผู้เรียน ได้แก่ อารมณ์ของผู้เรียน กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน การรับรู้ความสามารถของผู้เรียน การเห็นคุณค่าและมีเป้าหมายในการเรียนรู้ การเห็นคุณค่าในตนเองและการกำกับตนเองของผู้เรียน ตลอดจนสุขภาวะทางร่างกายและจิตใจที่แข็งแรงสมบูรณ์ 2) ด้านผู้สอน ได้แก่ ความสัมพันธ์ที่ดีกับครูและคุณภาพของครูผู้สอน 3) ด้านครอบครัว ได้แก่ ความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ปกครอง และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดีและเอื้อต่อการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ในบริบทของโรงเรียน และการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อน

องค์ประกอบของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งอธิบายและให้ผลการศึกษาที่หลากหลาย ดังนี้

Hill et al. (2021) ได้ทำการศึกษาเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความเป็นอยู่ที่ดีและการทำงานอย่างดีในการศึกษาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดของความสำเร็จในการศึกษาทางคณิตศาสตร์ในมิติที่หลากหลาย รวมถึงความรู้สึกที่ดีที่ผู้เรียนมีต่อทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ทั้งหมด 7 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความสำเร็จ (Accomplishment) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่มาจากความสำเร็จในการแก้ปัญหา ผู้เรียนที่สามารถตอบสนองต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและมีความหมาย ผู้เรียนจะรู้สึกพึงพอใจและมีความสุขกับความสำเร็จของตน

2) ความรู้ความเข้าใจ (Cognitions) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากความเข้าใจที่ดีในหลักการและตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ ผู้เรียนรับรู้ได้ว่าตนเองมีเข้าใจและสามารถปรับใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3) ความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่มาจากความยึดมั่นผูกพันเกิดจากการที่ผู้เรียนมีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาวิชาเรียนคณิตศาสตร์ และให้ความสนใจในสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้ง มีความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับสิ่งที่เรียน

4) ความมุ่งหมาย (Meaning) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการเห็นคุณค่าในสิ่งที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์และมีจุดมุ่งหมายในการเรียนคณิตศาสตร์

5) ความเพียรพยายาม (Perseverance) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่มาจากความรู้สึกของแรงผลักดัน ความมุ่งมั่น หรือการอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างหนัก เพื่อให้เป้าหมายในการเรียนคณิตศาสตร์สำเร็จ

6) อารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากความสนุกสนานในกระบวนการเรียนรู้ การเรียนคณิตศาสตร์ที่สนุกสนานจะสร้างความน่าสนใจ และผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

7) ความสัมพันธ์ (Relationships) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียน การทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ช่วยสร้างความรู้สึกร่วมกันและการทำงานร่วมกันซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกมั่นใจและมีความสุขในการเรียนรู้

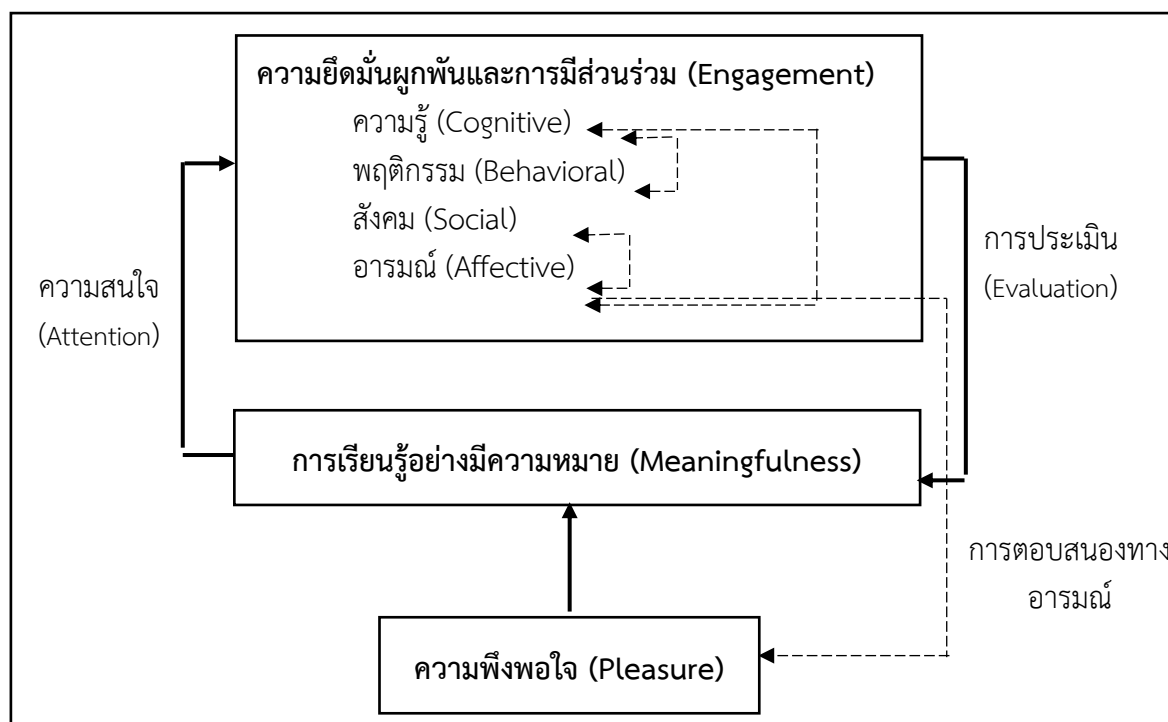
Wiesel et al. (2019) ได้ทำการศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ การปฏิบัติเพื่อความสุขและความสุขในการปฏิบัติ ซึ่งได้นำเสนอองค์ประกอบของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ว่ามี 3 องค์ประกอบ คือ

1) ความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนมีความตั้งใจและมุ่งมั่นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดขึ้นในบทเรียน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วมสูง แสดงถึงความสนใจที่ผู้เรียนมีในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2) การเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningfulness) คือการที่ผู้เรียนรับรู้และเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ ว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันอย่างไร สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่นๆ ได้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนาทักษะความคิดเชิงตรรกะ และทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตทั่วไป

3) ความพึงพอใจ (Pleasure) เกิดจากความเพลิดเพลินในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความมุ่งมั่นในการศึกษาและการพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ โดยไม่รู้สึกเบื่อหรือเครียด การเรียนคณิตศาสตร์ที่เพลิดเพลินยังสร้างสภาวะทางจิตใจที่ดี ซึ่งส่งผลให้เกิดความความสุขในการเรียนรู้

นอกจากนี้งานวิจัยได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้งสามองค์ประกอบ ดังภาพ 2



ภาพ 2 รูปแบบกระบวนการของความสัมพันธ์ระหว่างความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) และความพึงพอใจ (Pleasure)
ที่มา : (Wiesel et al., 2019)

จากการศึกษาองค์ประกอบของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ประกอบไปด้วย 1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) คือการมีความพึงพอใจในผลการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง การมีความเชื่อมั่นต่อความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และการมีความมั่นใจและกล้าเปิดรับประสบการณ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย 2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognition) คือการมีความเข้าใจในหลักการและตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ และการรับรู้ที่ตนเองมีความเข้าใจหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) คือการมีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาวิชาเรียนคณิตศาสตร์ การให้ความสนใจในสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้ง การมีความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับสิ่งที่เรียน และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) คือการเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ และการมีจุดมุ่งหมายในการเรียนและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ 5) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) คือการมีความมุ่งมั่นในการเรียนคณิตศาสตร์ การทุ่มเทกับการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้สำเร็จตาม

เป้าหมายที่วางไว้ และการหมั่นแสวงหาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ 6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) คือการรู้สึกมีความสุขและเพลิดเพลินสนุกสนานขณะเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) คือการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์เมื่อมีปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างเรียนคณิตศาสตร์ และทำงานหรือทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายร่วมกับเพื่อนจนสำเร็จ

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบความสุขในการเรียนนั้น มีทั้งหมด 4 ด้าน คือ 1) ด้านผู้เรียน 2) ด้านผู้สอน 3) ด้านครอบครัว และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อม โดยองค์ประกอบความสุขในการเรียนด้านผู้เรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หลายด้าน ได้แก่ ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) เนื่องจากการเรียนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยทักษะและกระบวนการเรียนรู้ ตลอดจนความรู้ความเข้าใจอันเกิดจากตัวผู้เรียนเป็นหลัก ในขณะที่ ความสุขในการเรียน ด้านผู้สอน ด้านครอบครัว และด้านสิ่งแวดล้อม มีความสอดคล้องกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ด้านความสัมพันธ์ ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน อย่างไรก็ตาม หากผู้เรียนมีความสุขในการเรียนย่อมส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีความซับซ้อน ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

1.6 การวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

การวัดความสุขในการเรียนเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อวัดและประเมินความพึงพอใจ และความสุขที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และการศึกษาของผู้เรียน มุ่งเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อประเมินถึงความพึงพอใจ และความสุขของผู้เรียนในสถานการณ์ การเรียนรู้ที่ต่างกัน ซึ่งมีแนวทางในการวัดและประเมินความสุขหลายแนวทาง จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดความสุขในการเรียน พบว่า มีการพัฒนามาตรวัดความสุขในการเรียนโดยใช้หลักการทางจิตวิทยาและหลักการทางการศึกษา ดังนี้

บพิตร อิสระ (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุของการเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งใช้วิธีการวัดการเรียนรู้อย่างมีความสุข 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรู้สึกต่อกิจกรรมการเรียนการสอน 2) ด้านความรู้สึกต่อบุคคลอื่น และ 3) ด้านความรู้สึกต่อสภาพแวดล้อมในการเรียน โดยใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ

สำอาก์ สุตสอาด และคณะ (2560) ได้ทำการพัฒนาแบบวัดความสุขของผู้เรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาในภาคตะวันออก พบว่า ความสุขในการเรียนประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลักสำคัญ ดังนี้

1. ด้านกายภาพ มี 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) สภาพแวดล้อมการจัดสถานที่ภายในโรงเรียน 2) สิ่งอำนวยความสะดวก 3) การดูแลสุขภาพ 4) สื่อเทคโนโลยีและแหล่งเรียนรู้
2. ด้านสังคมและอารมณ์ มี 5 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) สัมพันธภาพกับผู้บริหารและครู 2) สัมพันธภาพระหว่างเพื่อนนักเรียน 3) การป้องกันอาชญากรรม 4) ทศนคติของนักเรียน และ 5) การเห็นคุณค่าในตนเอง
3. ด้านการเรียนการสอน มี 6 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) บรรยากาศการเรียนการสอน 2) ลักษณะครู 3) วิธีการเรียนการสอน 4) บทเรียนเนื้อหาที่เรียน 5) ความเอาใจใส่ต่อการเรียน และ 6) การวัดและประเมินผล
4. ด้านการส่งเสริมศักยภาพผู้เรียนมี 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ 1) การกระตุ้นพรสวรรค์ 2) การส่งเสริมความสามารถพิเศษ 3) การมีส่วนร่วมของนักเรียน และ 4) การประชาสัมพันธ์ผลงานนักเรียน

สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) ได้ทำการพัฒนามาตรวัดความสุขในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งพบว่าความสุขในการเรียนที่ได้จากการศึกษาประกอบด้วย 12 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อน 2) ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครู 3) ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ปกครอง 4) ด้านการมีสุขภาวะทางร่างกายและจิตใจที่แข็งแรงสมบูรณ์ 5) ด้านการเห็นคุณค่าในตนเอง 6) ด้านการเห็นคุณค่าในการเรียนรู้ 7) ด้านการมีเป้าหมายในการเรียนรู้ 8) ด้านการมีอารมณ์ทางบวกในการเรียนรู้ 9) ด้านการกำกับตนเองในการเรียนรู้ 10) ด้านภาวะสิ้นไหวในการเรียนรู้ 11) ด้านการได้เรียนในสิ่งที่ถนัดและสนใจ 12) ด้านการได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดีและเอื้อต่อการเรียนรู้ และนำมาสร้างเครื่องมือวัดความสุข ในการเรียนที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 80 ข้อคำถาม

Furlong et al. (2023) การศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือการวัดและประเมินสุขภาพทางอารมณ์และสังคมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งครอบคลุมไปถึงความสุขและความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียน โดยใช้เครื่องมือวัดที่มีชื่อเรียกว่า "Social Emotional Health Measure" ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อวัดและประเมินสุขภาพทางอารมณ์และสังคมของนักเรียน โดยพิจารณาจากหัวข้อหลัก 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเชื่อในตนเอง 2) ด้านความเชื่อในผู้อื่น 3) ด้านความสามารถทางอารมณ์ และ 4) ด้านการมีส่วนร่วม

การวัดความสุขในการเรียน เกิดจากการนำองค์ประกอบของความสุขในการเรียน มาพัฒนาและสร้างเครื่องมือในการวัดความสุขในการเรียน ซึ่งในหัวข้อ 1.5 พบว่า องค์ประกอบความสุขในการ

เรียนนั้น มี 4 ด้าน คือ 1) ด้านผู้เรียน 2) ด้านผู้สอน 3) ด้านครอบครัว และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อม และจากการศึกษาการวัดความสุขในการเรียน พบว่า องค์ประกอบของการวัดความสุขในการเรียนมีหลากหลาย และสอดคล้องกับองค์ประกอบความสุขในการเรียน ซึ่งสามารถทำการสังเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการวัดความสุขในการเรียน

องค์ประกอบของการวัดความสุขในการเรียน	ผู้วิจัย			
	บพิตร อิศระ (2550)	ลำอังกศ์ สุดสอาด และคณะ (2560)	สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562)	Furlong et al. (2023)
ด้านผู้เรียน				
ด้านความรู้สึกร่วมต่อการเรียนการสอน	/	/	/	
ด้านสังคมและอารมณ์	/	/	/	/
ด้านการมีสุขภาวะทางร่างกายและจิตใจที่แข็งแรงสมบูรณ์		/	/	/
ด้านการเห็นคุณค่าในตนเอง			/	/
ด้านการเห็นคุณค่าในการเรียนรู้	/		/	
ด้านการมีเป้าหมายในการเรียนรู้	/		/	
ด้านการมีอารมณ์ทางบวกในการเรียนรู้	/		/	/
ด้านการกำกับตนเองในการเรียนรู้			/	/
ด้านภาวะสิ้นไหวในการเรียนรู้		/	/	
ด้านการได้เรียนในสิ่งที่ถนัดและสนใจ	/	/	/	
ด้านความเชื่อในตนเอง	/	/	/	/
ด้านความสามารถทางอารมณ์	/	/	/	/
ด้านผู้สอน				
ด้านการเรียนการสอน	/	/	/	
ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครู	/	/	/	

ตาราง 2 การสังเคราะห์องค์ประกอบของการวัดความสุขในการเรียน (ต่อ)

องค์ประกอบของการวัดความสุขในการเรียน	ผู้วิจัย			
	บพิตร อิศระ (2550)	ลำอานงค์ สุดสอาด และคณะ (2560)	สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562)	Furlong et al. (2023)
ด้านครอบครัว				
ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ปกครอง	/	/	/	
ด้านสิ่งแวดล้อม				
ด้านการมีส่วนร่วม	/	/	/	/
ด้านความเชื่อต่อผู้อื่น	/	/	/	/
ด้านความรู้สึกรู้สึกต่อบุคคลอื่น	/	/	/	/
ด้านความรู้สึกต่อสภาพแวดล้อมในการเรียน	/	/	/	/
ด้านกายภาพ	/	/	/	/
ด้านการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อน	/	/	/	/
ด้านการได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดีและเอื้อต่อการเรียนรู้	/	/	/	/

จากตาราง 2 จะเห็นว่ามาตรวัดความสุขในการเรียนถือเป็นสิ่งที่จะช่วยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายในที่ต้องการวัดกับพฤติกรรมที่แสดงออก อย่างไรก็ตามเพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงอ้างอิงมาตรวัดความสุขในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานคร ของ สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) เป็นหลักในการศึกษาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในงานวิจัย เนื่องจากเป็นมาตรวัดความสุขในการเรียนที่สามารถวัดความสุขในการเรียนได้ครอบคลุมประเด็นศึกษาทุกด้าน โดยการปรับปรุงข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) คือการมีความพึงพอใจในผลการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง การมีความเชื่อมั่นต่อความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และการมีความมั่นใจและกล้าเปิดรับประสบการณ์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย 2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognition) คือการมีความเข้าใจในหลักการและตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ และการรับรู้

ตนเองมีความเข้าใจหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) คือการมีสมาธิ จดจ่อกับเนื้อหาวิชาเรียนคณิตศาสตร์ การให้ความสนใจในสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้ง การมีความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับสิ่งที่เรียน และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningfulness) คือการเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ และการมีจุดหมายในการเรียน และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวันได้ 5) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) คือการมีความมุ่งมั่นในการเรียนคณิตศาสตร์ การทุ่มเทกับการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อให้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ และการหมั่นแสวงหาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ 6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) คือการรู้สึกมีความสุขและเพลิดเพลิน สนุกสนานขณะเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) คือการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์เมื่อมีปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างเรียนคณิตศาสตร์ และทำงานหรือทำกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายร่วมกับเพื่อนจนสำเร็จ

1.7 การพัฒนาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสุขในการเรียน เป็นสิ่งที่ทางการศึกษาให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากความสุขส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน นักการศึกษาได้เสนอถึงแนวทางในการพัฒนาความสุข ตลอดจนกำหนดหลักสูตร นโยบายต่าง ๆ ที่จะช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้มีความสุข ดังนี้

กานต์ธีรา ภูริวิกรัย (2564) ได้อธิบายเกี่ยวกับหัวข้อ เปิดชั้นเรียนสร้างสุข เมื่อปลายทางของการเรียนคือ “ความสุข” ของผู้เรียน ผ่านเว็บไซต์ the101.world ว่า ปัจจุบันมีแนวทางและนวัตกรรมทางการศึกษาที่เรียกว่า “หลักสูตรความสุข” (Happiness Curriculum) จากประเทศอินเดีย ที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างรากฐานของความสุขและความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับผู้เรียนทุกคน ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างผู้เรียนให้พร้อมรับกับความผันผวนของโลก และเติบโตเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพของประเทศและของโลก โดยอ้างอิงข้อมูลบางส่วนจากการสัมมนาออนไลน์ ในหัวข้อ Happiness Curriculum: Happiness class and how it is implemented (หลักสูตรความสุข: ชั้นเรียนความสุข และกระบวนการสร้างสุข) ในวันพุธที่ 22 ธันวาคม 2564 ซึ่งจัดขึ้นโดยกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา(กสศ.) สรุปประเด็นสำคัญจากการเสวนาผ่านมุมมองของวิทยากรได้ดังนี้

ศรียะรี รวินทรนาถ (2564) รองผู้อำนวยการ Research and Impact จากองค์กร Dream a Dream กล่าวว่าสิ่งที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จของหลักสูตรความสุข คือ หลักสูตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการศึกษาที่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลเดลี เกิดขึ้นจากความร่วมมือของหลายภาคส่วน

และที่สำคัญคือหลักสูตรนี้ไม่ได้เป็นเพียงกิจกรรมหลังเลิกเรียน ซึ่งปัจจัยทั้งหมดจะช่วยให้หลักสูตรความสุขประสบความสำเร็จและยั่งยืนได้ในระยะยาว

ในขณะที่ประเทศไทยได้พยายามนำหลักสูตรนี้มาปรับใช้ให้สอดคล้องกับบริบทไทย ทินสรี ศิริโพธิ์ (2564) Early Childhood Development Officer จากกองทุนเพื่อเด็กแห่งสหประชาชาติ (UNICEF) ประเทศไทย ชี้ให้เห็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการนำหลักสูตรความสุขไปใช้ในบริบทของไทย ว่าจะต้องพิจารณาใน 3 มิติ ซึ่งประกอบด้วย มิติของครู มิติของผู้เรียน และมิติในเรื่องของระบบ และการนำหลักสูตรความสุขไปขยายต่อ โดยในภาพรวม ควรมองเรื่องของภาวะผู้นำ (Leadership) ในการนำหลักสูตรนี้มาใช้ ซึ่งอาจจะใช้ได้ตั้งแต่ในระดับกระทรวง หรือในระดับโรงเรียนที่นำมาปรับใช้ในบริบทของแต่ละท้องถิ่นได้ด้วย

ปานทิพย์ พอดิ (2564) ได้ทำการวิจัยรูปแบบการเรียนรู้อย่างมีความสุข (FART) โดยรูปแบบการเรียนรู้อย่างมีความสุข (FART) ประกอบด้วย สัมพันธภาพในครอบครัว (Family relationship) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement motivation) สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน (Relationship between students and peers) คุณภาพการสอนของครู (Teacher teaching quality) มีรายละเอียดดังนี้

1. สัมพันธภาพในครอบครัว (Family relationship) การแสดงออกด้านพฤติกรรมที่คนในครอบครัวปฏิบัติต่อกัน กล่าวคือความสัมพันธ์ระหว่าง พ่อ แม่ ลูก พี่น้อง ที่มีความรักใคร่ห่วงใยกัน ไว้วางใจกัน ปรับตัวเข้าหากัน มีกิจกรรมร่วมกัน ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ดีต่อกันให้โอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ตลอดจนสนับสนุนส่งเสริมให้กำลังใจกัน ครอบครัวที่มีสัมพันธภาพที่ดีจะต้องมีความรักใคร่ห่วงใยกัน ไว้วางใจกัน ปรับตัวเข้าหากัน มีกิจกรรมร่วมกัน ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ดีต่อกันให้โอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ตลอดจนสนับสนุนส่งเสริมให้กำลังใจกัน ประกอบด้วยพ่อแม่/ผู้ปกครอง ทำให้นักเรียนรู้สึกอบอุ่นและรักครอบครัว นักเรียนมีปัญหา พ่อแม่/ผู้ปกครองจะเป็นที่ปรึกษาที่ดี และพ่อแม่/ผู้ปกครองให้กำลังใจเมื่อนักเรียนมีปัญหาในการเรียน

2. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement motivation) เป็นความปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จในสิ่งที่มุ่งหวัง ทั้งในด้านการเรียนและการทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ย่อท้อต่อความยากลำบาก ประกอบด้วย การตั้งความหวังไว้สูงและพยายามทำให้ได้อย่างที่หวัง ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนตลอด ชอบแก้ปัญหาด้วยวิธีของตนเองไม่ชอบตามใคร

3. สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนกับเพื่อนปฏิบัติต่อกันในด้านการเรียนและเรื่องส่วนตัว ทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลกันในเรื่อง การเรียนและเรื่องส่วนตัว การยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การร่วมมือทำงานและ กิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ได้รับมอบหมายเพื่อให้เกิดความสำเร็จด้านการเรียน การให้ความช่วยเหลือและ

แลกเปลี่ยนความรู้ด้านการเรียน การรับฟังปัญหาของกันและกันด้วยความเต็มใจ ตลอดจนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือ และมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับกิจกรรมภายในชั้นเรียน

4. คุณภาพการสอนของครู Teacher teaching quality ครูมีความสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง ครูควรมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ตนสอนเป็นอย่างดีควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน เพราะว่าคุณภาพการสอนของครูสะท้อนได้จากตัวผู้เรียน กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่มีบทเรียนสนุก เนื้อหาน่าสนใจ จัดบรรยากาศในการเรียนและสื่อที่เอื้อต่อการเรียนรู้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนมีส่วนร่วมการเรียนรู้ ตลอดจนมีการวัดประเมินผลที่หลากหลายและประเมินตามสภาพจริง ประกอบด้วย การใช้เทคนิคการสอนที่น่าสนใจการวัดประเมินผลตามสภาพจริง การมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย

เปโตร วัชศิลป์ กฤษเจริญ. (ม.ป.ป.) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความสุขในการเรียนไว้ 10 ประการดังนี้ 1) สร้างเอกลักษณ์ประจำห้องเรียน 2) สร้างความสัมพันธ์ 3) ร่วมกันสร้างระเบียบประจำห้อง 4) ทำให้เป็นกิจวัตร 5) การให้รางวัล 6) การเจียบ การแก้ไขอย่างรวดเร็ว 7) การชมเชยต่อสาธารณชน 8) จงสงบ หนักแน่น มั่นคง และปฏิบัติตัวอย่างสม่ำเสมอ 9) ตั้งเป้าหมายให้สูงไว้ และ 10) เป็นแบบอย่าง

Suldo et al. (2014) ได้ศึกษาการส่งเสริมความสุขในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยโปรแกรมการพัฒนาจิตวิทยาเชิงบวก ผ่านการให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาเชิงบวกในรูปแบบกลุ่ม โดยกิจกรรมเหล่านี้เน้นในการสร้างทักษะและความเข้าใจในเรื่องต่างๆ เช่น การมองโลกในแง่บวก การตั้งเป้าหมายและวางแผนชีวิต การพัฒนาความเข้าใจในอารมณ์และความรู้สึก การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น และการเลือกทำสิ่งที่ชอบในชีวิตประจำวัน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เข้าร่วมกลุ่มการแนะนำทางจิตวิทยาเชิงบวกมีระดับความพึงพอใจในชีวิตที่สูงขึ้น มีทักษะในการจัดการอารมณ์ที่ดีกว่า และมีความรู้สึกที่เชื่อมั่นและมั่นคงมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้พบว่าผลการแนะนำทางจิตวิทยาเชิงบวกยังคงอยู่ในระยะยาว เนื่องจากผู้เรียนที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาเชิงบวกกลุ่มนี้ จะมีระดับความสุขความพึงพอใจในชีวิตที่สูงขึ้นต่อเนื่องในช่วงเวลาภายหลัง องค์ความรู้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการช่วยเตรียมความพร้อมให้กับโรงเรียนและองค์กรที่เกี่ยวข้องในการพัฒนากิจกรรมและโปรแกรมที่สนับสนุนความสุขความพึงพอใจของผู้เรียน หลักการทางจิตวิทยาเชิงบวกจะเสริมสร้างสุขภาพจิตที่ดีให้กับผู้เรียนและช่วยในการพัฒนาทักษะส่วนบุคคลที่สำคัญ ซึ่งมีผลต่อความสำเร็จทางการศึกษาและการเติบโตในอนาคตของผู้เรียน

Roth et al. (2017) ได้ศึกษาการพัฒนาความสุขด้วยโปรแกรมส่งเสริมความสุขในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้จิตวิทยาเชิงบวก ได้แก่ การมองโลกในแง่ดี มีประสบการณ์

ทางบวก หรือมีความหวังและการตั้งเป้าหมาย ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เข้าร่วม มีการพัฒนาทักษะส่วนบุคคลและการจัดการอารมณ์ได้ดีขึ้น มีความพึงพอใจและมีคุณภาพชีวิตที่ดีมากขึ้น

White and McCoy (2019) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การใช้เกมในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความสุขและสนุกสนาน มีส่วนร่วม และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น ทั้งนี้ยังมีส่วนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น เกมจึงถือเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถพัฒนาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ได้

จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าแนวทางในการพัฒนาความสุขในการเรียนนั้น สามารถเริ่มต้นจากการพัฒนาหลักสูตร อันนำไปสู่การออกแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสุขของผู้เรียน ซึ่งมีองค์ประกอบหลายด้าน ทั้งด้านผู้เรียน ด้านผู้สอน ด้านครอบครัว ตลอดจนบริบทและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การกำหนดเป้าหมายในการออกแบบหลักสูตรและแนวทางในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปหลักการในการพัฒนาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ดังนี้ 1) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีการกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ที่ชัดเจน 2) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าสนใจ และดำเนินไปด้วยความสนุกสนาน เช่น การใช้เกมประกอบการเรียน 3) การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับผู้เรียน และผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้น 4) การนำหลักทางจิตวิทยาเชิงบวกมาประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน 5) จัดบรรยากาศในการเรียนและใช้สื่อที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยโดยการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ตอนที่ 2 การเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากในหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านวิชาการ วิชาชีพ และชีวิตประจำวัน และช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ในหัวข้อนี้

จะกล่าวถึงการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และอารมณ์กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1 การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

Fehr and Phillips (1981, อ้างถึงใน ณัฐวุฒิ สกุนี, 2559) ได้กล่าวว่า วิธีการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ได้ผลนั้น ควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะต้องรู้จักสังเกต รู้จักสาเหตุ รู้จักเลือก รู้จักเชื่อมโยงข้อสรุปจากกฎไปสู่นามธรรม และรู้จักสร้างความคิดรวบยอดจากผลที่ได้

Carpenter and Lehrer (1999) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ดีควรประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ๆ คือ 1) การสร้างความสัมพันธ์ หมายถึงการเชื่อมโยงแนวคิดหรือกระบวนการใหม่กับแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนเข้าใจแล้ว 2) การขยายและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3) ผลสะท้อนจากประสบการณ์ กล่าวคือผู้เรียนสามารถทำการสำรวจแนวคิดที่ได้จากการเรียนและตระหนักว่าจะใช้แนวคิดนั้นอย่างไร 4) การแสดงออกอย่างชัดเจนในสิ่งที่รู้ และ 5) การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

วัชร กัญจน์ศิริ (2554) กล่าวว่า หลักการจัดการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ 1) การสอนให้ผู้เรียนเกิดโน้ตสโนหรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม 2) การสอนให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์ 3) การสอนโดยคำนึงว่าจะให้ผู้เรียนเรียนอะไรและเรียนอย่างไร 4) การสอนโดยใช้สิ่งที่ป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม 5) การจัดกิจกรรมการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้เรียน 6) การสอนโดยใช้การฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ คือการเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ โดยอาศัยการออกแบบการเรียนการสอนของครู โดยใช้สิ่งที่ป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม และจัดกิจกรรมที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนทั้งด้านความรู้และประสบการณ์ และให้ความสำคัญกับผู้เรียน ตลอดจนการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความรู้ การสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และสามารถนำการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกนำเสนอ 2 ประเด็น ได้แก่ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักวิชาการหลายท่านได้อธิบายและให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Wilson et al (1993, อ้างถึงใน พรพรรณ เสาร์คำเมืองดี, 2562) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยอ้างอิงลำดับชั้นของพฤติกรรมพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ

1) ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัย การคิดคำนวณ

1.3) ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง ผู้เรียนไม่ต้องพบความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน

2.1) ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2) ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principle, rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3) ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4) ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5) ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6) ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียน ค้นเคย เพราะคล้ายปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และ เลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถ ในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหานี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง

3.3) ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถ ในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่ อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่

3.4) ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize, patterns, isomorphism, and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้อง อาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์

4.) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้น คือ

4.1) ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve non routine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างและไม่เคยเห็นมาก่อน

4.2) ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3) ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4) ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ยุ่งยากซับซ้อนกว่าความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ เน้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5) ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยใช้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาคำตอบและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

มะลิวรรณ ศรีชัยปัญญา (2550) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่าเป็นผลที่เกิดจากการกระทำที่อาศัยความสามารถในด้านความรู้และทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ดวงดาว ทรัพย์คุณารักษ์ (2561) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในด้านความรู้และทักษะกระบวนการซึ่งแสดงออกมาในรูปความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์

พรพรรณ เสาร์คำเมืองดี (2562) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กล่าวโดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ระดับความสำเร็จที่ได้จากความรู้ความสามารถทางสติปัญญาและทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากการสอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผลคะแนนทดสอบหลังการเรียนที่สูงขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สามารถวัดได้หลากหลายวิธี สมพร เชื้อพันธ์ (2547) ได้อธิบายแนวความคิดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่า สามารถใช้แบบทดสอบที่เป็นอัตนัยและแบบทดสอบที่เป็นปรนัย โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะวัดในด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ซึ่งเป็นการวัดด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ นอกจากนี้ ศศิธร แม้นสงวน (2556)

ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้ รวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนหรือการจัดการเรียนรู้ เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในระดับใด บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด และเป็นไปตามมาตรฐานตัวชี้วัดอย่างไร ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เชื่อถือได้ มีกระบวนการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ โดยประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และ 2) แบบทดสอบมาตรฐาน สอดคล้องกับ พรวิ อ่อนสอาด (2556) ที่ได้สรุปเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง ชุดคำถามที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง เพื่อวัดความรู้ผู้เรียนหรือดูความพร้อมในการเรียนบทเรียนใหม่ในปัจจุบันนิยมใช้แบบทดสอบทั้งที่เป็นทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย 2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือครูผู้สอน และได้ผ่านการทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ สามารถนำมาใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนได้

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการตรวจสอบผลการเรียนรู้จากการเรียนการสอน ซึ่งช่วยในการวัดผลประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้และมาตรฐานตัวชี้วัดของการเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็น 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้แบบทดสอบทั้งที่เป็นแบบปรนัยและแบบอัตนัย โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สามารถวัดในด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ประกอบด้วย ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์

2.3 อารมณ์กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับอารมณ์ในการเรียน เริ่มต้นตั้งแต่ปี 1990 โดยนักจิตวิทยาชาวยุโรป เป็นการศึกษาอิทธิพลของอารมณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนของผู้เรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งค้นพบว่า อารมณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในการเรียน กล่าวคือ อารมณ์มีผลกระทบต่อการเรียนรู้ ทั้งอารมณ์เชิงบวก เช่น ความสุข ความพึงพอใจ หรืออารมณ์เชิงลบ เช่น ความเครียด ความกลัว ความวิตกกังวล สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งสิ้น อารมณ์เชิงบวกช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ในขณะที่อารมณ์เชิงลบจะลดความสามารถในการเรียนรู้ของสมอง ซึ่งในระยะยาวจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง (ปิยวรรณ พันธุ์มงคล, 2552; ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ, 2566)

สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอารมณ์กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ได้มีนักวิจัยที่ทำการศึกษามากหลายประเด็น ดังนี้ 1) งานวิจัยที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอารมณ์กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นิธิภา อาจฤทธิ์ (2560) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดทางอารมณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยรังสิต รายวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน โดยผลการวิจัยพบว่าความฉลาดทางอารมณ์ด้านความเก่งและด้านความสุขมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับ Schifffrin & Nelson (2010) ที่ได้รายงานผลการวิจัยที่ชัดเจนว่า อารมณ์เชิงบวกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนจะทำให้ผลการเรียนดีตามไปด้วย ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายในการเรียน 2) งานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับอารมณ์เชิงลบที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดย Essuman et al. (2021) ได้ทำการสำรวจผลกระทบของความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ต่อผลการเรียนของนักเรียนมัธยมต้นในเขต Bongo ของประเทศกานา ซึ่งพบว่าความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ส่งผลเสียต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Brand et al. (2007) ที่สนับสนุนว่าอารมณ์ด้านลบส่งผลให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนรู้นานขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานถ่ายโอนข้อมูลต่าง ๆ ลดลง นอกจากนี้งานวิจัยของ D'Mello et al. (2013) ได้แสดงให้เห็นว่า อารมณ์ด้านลบของผู้เรียน ที่ประสบกับความหงุดหงิดและความเบื่อหน่าย จะมีผลการเรียนรู้ต่ำกว่าผู้เรียนที่ไม่มีอารมณ์เชิงลบ 3) งานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับอารมณ์เชิงบวกกับการเรียนรู้ สายทิพย์ แก้วอินทร์ (2548) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการวิจัยและพบว่าการเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับ โชติพงศ์ ธรรมสว่างสุข (2561) ที่พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากรที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน จะมีความสุขในการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสุขในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ในขณะที่ วิลาวลัย กองสะติ (2552) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษารหัส 52 คณะบริหารธุรกิจวิทยาลัยราชพฤกษ์ ปีการศึกษา 2552 พบว่า ความสุขในการเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

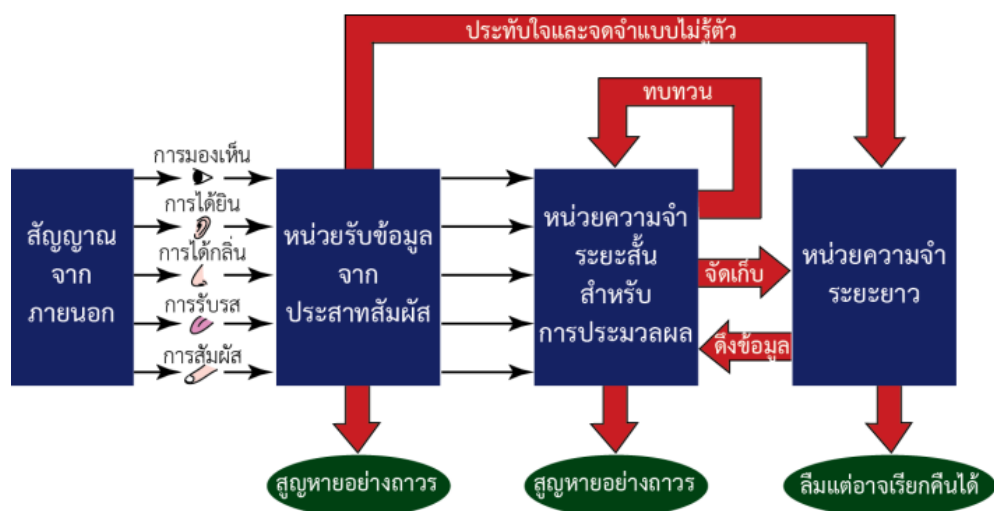
จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า อารมณ์มีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้ กล่าวคือ อารมณ์เชิงลบ เช่น ความเบื่อหน่าย ความวิตกกังวล ส่งผลให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนลดต่ำลง ในขณะที่ อารมณ์เชิงบวก เช่น ความสุข ความพึงพอใจ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีความยากและความซับซ้อนของเนื้อหา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเสริมสร้างอารมณ์เชิงบวกให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในระหว่างที่เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ความสุขจึงถือเป็นอารมณ์เชิงบวกที่ผู้เรียนพึงปรารถนา เนื่องจากความสุขในการเรียนส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยตรง และความสุขถือเป็นหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

ตอนที่ 3 ทฤษฎีภาระทางปัญญา

ทฤษฎีภาระทางปัญญาถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ การเชื่อมโยงของสมอง การจัดระเบียบข้อมูล และถือเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับครูผู้สอนที่จะต้องควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดผลเสียต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ในส่วนนี้จะกล่าวถึง กระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล นิยามของภาระทางปัญญา องค์ประกอบภาระทางปัญญา และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญาโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 กระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล

การเรียนรู้เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมรอบตัวและลักษณะของเนื้อหาวิชาที่กำลังเรียน กระบวนการเรียนรู้ของสมองในการประมวลผลข้อมูลเป็นเรื่องที่มีความหลากหลายและขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล แนวความคิดของกลุ่มนักจิตวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบการทำงานของสมอง ได้นำเสนอและอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูลที่หลากหลาย แต่ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ โมเดลการทำงานของสมองแบบคู่หน่วยความจำ (A Dual Store Model of Memory) โดย Richard Atkinson และ Richard Shiffrin (กวิน เชื้อมงคล, 2556) สามารถแสดงได้ดังภาพ 3



ภาพ 3 โมเดลการทำงานของสมองแบบคู่หน่วยความจำ
ที่มา : (กวิน เชื้อมงคล, 2556)

จากภาพ 3 สามารถอธิบายการทำงานของสมองได้ว่า เกิดจากการทำงานขององค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ หน่วยรับข้อมูลจากประสาทสัมผัส (Sensory Register) ซึ่งเป็นการรับข้อมูลจากภายนอกผ่านการมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การรับรส และการสัมผัส หลังจากนั้นส่งต่อไปยังหน่วยความจำระยะสั้นหรือหน่วยความจำสำหรับการประมวลผล (Short-Term/Working Memory) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยรับข้อมูลจากประสาทสัมผัส โดยใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำระยะยาว (Long-Term Memory) ในการตีความและทำความเข้าใจข้อมูล ซึ่งหน่วยความจำระยะยาว (Long-Term Memory) จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นเพื่อให้สมองสามารถเรียกข้อมูลส่วนนั้นกลับมาใช้ได้อีกครั้ง (กวิน เชื้อมงคล, 2556) ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียด ได้ดังนี้

หน่วยความจำประสาทสัมผัส (Sensory Register) Collingwood (2023) ได้อธิบายว่า หน่วยความจำประสาทสัมผัส รับรู้ข้อมูลที่เข้ามาผ่านประสาทสัมผัส ทางสายตา หู หรืออวัยวะทางสัมผัสอื่น ๆ การรับรู้ในส่วนนี้จะเก็บข้อมูลได้เพียงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ข้อมูลที่มีความยาว 4 ตัวอักษรจะสามารถคงอยู่ได้เป็นระยะเวลาไม่เกิน 500 มิลลิวินาที ในขณะที่ข้อมูลภาพสามารถคงอยู่ได้เป็นระยะเวลา 3-4 วินาที โดยหน้าที่ของหน่วยความจำประสาทสัมผัสคือ รับรู้ข้อมูลที่เข้ามาและทำให้ข้อมูลนั้นสามารถใช้งานได้ในหน่วยความจำระยะสั้น

หน่วยความจำระยะสั้น หน่วยความจำระยะสั้นหรือหน่วยความจำสำหรับการประมวลผล (Short-Term/Working Memory) เป็นหน่วยความจำที่มีความจุในการรักษาข้อมูลได้เป็นเวลาสั้น ๆ

จากงานวิจัยของ Miller (1956) อธิบายว่าหน่วยความจำระยะสั้นมีความสามารถในการรักษาข้อมูลจำนวน 7 หน่วยข้อมูล อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่เกิน 2 หน่วยข้อมูล ซึ่งหน่วยความจำระยะสั้นสามารถเก็บข้อมูลที่เป็นรูปแบบเสียงหรือภาพได้

หน่วยความจำระยะสั้นและหน่วยความจำในการทำงานมีบทบาทสำคัญในกระบวนการความคิดและการจดจำ โดยหน่วยความจำระยะสั้นใช้ในการรักษาข้อมูลชั่วคราวเพื่อประมวลผลและการเข้าถึงข้อมูลทันที ในขณะที่หน่วยความจำในการทำงานใช้ในการควบคุมกระบวนการในหน่วยความจำระยะสั้น และเชื่อมโยงกับหน่วยความจำระยะยาวเพื่อให้มีการนำความรู้และประสบการณ์ที่เก็บไว้นาน เข้ามาใช้ในการประมวลผลข้อมูลใหม่ในปัจจุบัน

หน่วยความจำระยะยาว (Long-Term Memory) เป็นหน่วยความจำที่เก็บรักษาประสบการณ์ ความรู้ และกระบวนการต่าง ๆ อย่างถาวร โดยข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาวจะไม่ได้รับการรับรู้ในทันที แต่จะถูกเรียกคืนเมื่อมีความต้องการใช้งานในหน่วยความจำในการทำงาน หน่วยความจำระยะยาวมีโครงสร้างที่ถูกจัดเตรียมและเก็บรักษาข้อมูลไว้อย่างเรียบร้อย สามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเพื่อให้เข้ากันได้กับความรู้ที่มีอยู่ และระดับความเชี่ยวชาญในสาขาที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นได้

จากองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน หน่วยความจำใช้งานถือเป็นส่วนที่ทำหน้าที่สำคัญในการประมวลผลข้อมูล เพื่อส่งต่อไปยังความจำระยะยาว ดังนั้นข้อมูลที่ผู้เรียนรับเข้ามาจากประสาทสัมผัสทั้งที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้หรือไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ข้อมูลทั้งหมดคือภาระทางปัญญา (Cognitive load) ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้ หากมีภาระทางปัญญาที่มากเกินไปจะขัดจำกัดของของหน่วยความจำใช้งาน จะส่งผลให้เกิดอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นในการออกแบบการเรียนการสอนที่ลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็น และส่งเสริมภาระทางปัญญาในส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ จะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น

3.2 นิยามภาระทางปัญญา

จากการศึกษาเกี่ยวกับภาระทางปัญญา มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายเกี่ยวกับภาระทางปัญญาดังนี้

Sweller (2010) เสนอว่า ทฤษฎีภาระทางปัญญา หมายถึง กระบวนการรับรู้ของมนุษย์เป็นระบบการประมวลผลข้อมูลตามธรรมชาติที่เลียนแบบที่ก่อให้เกิดสถาปัตยกรรมความรู้ความเข้าใจของมนุษย์

กอบเกียรติ สระอุบล และพัลลภ พิริยสุรวงศ์ (2557) กล่าวว่า ภาระทางปัญญา (Cognitive Load) เป็นภาระทางสมองที่เกิดขึ้นอัตโนมัติ โดยสมองจะเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำทำงาน (Working memory) ที่มีขนาดจำกัดและเก็บได้ในระยะเวลาไม่เกิน 20 - 30 วินาที โดยระหว่างที่สมองทำความเข้าใจข้อมูลที่เพิ่งได้รับมาใหม่ สมองจะมีการเรียกข้อมูลเก่าจากหน่วยความจำระยะ

ยาว (Long-term memory) เพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่ หากสมองได้รับข้อมูลจำนวนมาก ๆ หรือ ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กับฐานข้อมูลเดิมในหน่วยความจำระยะยาวจะทำให้เกิดภาวะหนักสมอง (Over Load)

สุจรรยา สมบัติธีระ (2557) ให้ความหมายว่า ภาระทางปัญญา หมายถึง การที่รับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ทาง คือ รูป รส กลิ่น เสียง และสัมผัส ซึ่งกระบวนการรับส่งข้อมูล สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนประสาทสัมผัส (Sensory memory) ส่วนความจำชั่วคราว (Working memory) และ ส่วนความจำถาวร (Long-term memory) โดยส่วนประสาทสัมผัสจะส่งข้อมูลไปยังส่วนความจำชั่วคราว ทำให้เกิดกระบวนการคิดและการประมวลผลข้อมูล ถ้าข้อมูลที่ได้รับเข้ามามากเกินไป จะทำให้เกิดภาวะหนักสมองหรือข้อมูลสูญหาย ซึ่งถือว่าเกิดความล้มเหลวในการเรียนรู้ แต่ถ้าข้อมูลถูกส่งต่อสำเร็จ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งมาที่ส่วนความจำถาวร ในส่วนนี้สมองสามารถเรียกกลับข้อมูลได้ตามที่ต้องการ ซึ่งถือว่าครบกระบวนการจำ

จุฬามาศ จันทรศรีสุต (2560) กล่าวว่า ภาระทางปัญญาเป็นเรื่องความจำระยะการทำงานที่เชื่อมโยงกับความจำระยะยาวที่มีอย่างไม่จำกัด ประกอบด้วย แหล่งภาระงานทางปัญญา 3 แหล่ง ได้แก่ ภาระงานทางปัญญาภายนอก ภาระงานทางปัญญาภายใน และภาระงานทางปัญญาแบบอัตโนมัติ

วิกานดา ชัยรัตน์ (2560) กล่าวว่า ทฤษฎีภาระทางปัญญา เป็นสถาปัตยกรรมทางการคิดของการทำงานทางสมอง เมื่อรับข้อมูลเข้ามาสมองจะทำหน้าที่ประมวลข้อมูลบนความจำเชิงปฏิบัติการเพื่อการประมวลผลข้อมูลเนื้อหาในการเข้าสู่ความจำอย่างถาวรหรือระยะยาว (Long-term)

สรุบทฤษฎีภาระทางปัญญา หมายถึง ภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมองเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ

3.3 องค์ประกอบภาระทางปัญญา

นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา และได้อธิบายถึงองค์ประกอบ ภาระทางปัญญาไว้ ดังนี้

Kalyuga (2009) ได้แบ่งองค์ประกอบของภาระทางปัญญาออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic load) องค์ประกอบที่ 2 ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous load) เป็นและองค์ประกอบที่ 3 ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane load)

Sweller (2010) ได้อธิบายถึงภาระทางปัญญาว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic load) หมายถึง จำนวนของข้อมูลที่ได้รับเข้ามานับหน่วยความจำเชิงปฏิบัติการ องค์ประกอบที่ 2 ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous load) หมายถึง การแสดงปฏิกิริยาที่ตอบสนองภายใต้การควบคุมการเรียนการสอน องค์ประกอบที่ 3 ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane load) หมายถึง การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ข้อมูลในหน่วยความจำปฏิบัติการเข้าใกล้โครงสร้างของข้อมูล

สุจรรยา สมบัติธีระ (2557) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบที่อาจก่อให้เกิดภาระทางปัญญา (Cognitive load) ในการรับข้อมูลว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic load) หมายถึง ความยากง่าย ความใหม่ ความยาวของข้อมูลหรือเนื้อหาที่สลับซับซ้อน

องค์ประกอบที่ 2 ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous load) หมายถึง รูปแบบวิธีการสอนการนำเสนอข้อมูลและสื่อการสอนของผู้สอน

องค์ประกอบที่ 3 ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane load) หมายถึง วิธีการที่ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลเนื้อหาที่เรียนและเข้าใจแล้วไว้ในความจำระยะยาว (Long term memory) ผู้เรียนสามารถจดจำและเก็บข้อมูลที่เรียนรู้เป็นความรู้ (Schemas) ได้ สามารถนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่โครงสร้างความจำได้โดยอัตโนมัติ

กอบเกียรติ สระอุบล และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2557) จำแนกภาระทางปัญญาเป็น 3 องค์ประกอบ คือ

องค์ประกอบที่ 1 ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic load) ซึ่งเกิดจากความความยากและความซับซ้อนของข้อมูลรวมถึงจำนวนข้อมูลที่มากเกินไป ส่งผลให้เกิดภาระทางปัญญาเพิ่มมากขึ้น

องค์ประกอบที่ 2 ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous cognitive load) เป็นภาระภายนอกที่เกิดจากสื่อและการนำเสนอข้อมูล ซึ่งหากนำเสนอไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดภาระทางปัญญาเพิ่มมากขึ้น

องค์ประกอบที่ 3 ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane cognitive load) เป็นภาระที่เกิดจากกระบวนการอัตโนมัติ ซึ่งเกิดจากการที่สมองจะพยายามทำความเข้าใจกับสื่อและการนำเสนอข้อมูลข่าวสารนั้น ๆ

กล่าวโดยสรุปองค์ประกอบภาระทางปัญญา มี 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic load) องค์ประกอบที่ 2 ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous load) และองค์ประกอบที่ 3 ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane load) แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 การสังเคราะห์องค์ประกอบภาระทางปัญญา

องค์ประกอบภาระทางปัญญา	คำอธิบาย
องค์ประกอบที่ 1 ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic load)	เกิดจากความยากง่าย ความใหม่ ความละเอียดและความซับซ้อนของข้อมูล รวมถึงจำนวนของข้อมูล หากมีมากเกินไปจะทำให้ภาระทางปัญญาภายในเพิ่มมากขึ้น
องค์ประกอบที่ 2 ภาระทางปัญญานอก (Extraneous load)	เกิดจากการนำเสนอข้อมูล สื่อต่างๆ รวมถึงรูปแบบวิธีการสอน ซึ่งหากเลือกใช้ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ภาระทางปัญญานอกเพิ่มมากขึ้น
องค์ประกอบที่ 3 ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane load)	เกิดจากกระบวนการทำงานของสมองที่พยายามทำความเข้าใจข้อมูลและสื่อสามารถนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่โครงสร้างความรู้ความจำได้โดยอัตโนมัติ

3.4 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญา

สำหรับวิธีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญานั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา พบว่ามีการศึกษาให้แนวทางไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

Ayres (2006) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการลดภาระทางปัญญาภายใน ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าวิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี

- 1) การใช้การกระจายข้อมูลที่เป็นระเบียบ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายและลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็น
- 2) การใช้สื่อการสอนที่ช่วยให้เข้าใจได้ง่าย การใช้ภาพเคลื่อนไหว แผนภูมิ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น
- 3) การให้คำแนะนำและตัวอย่างที่ชัดเจน การให้คำแนะนำที่ชัดเจนและตัวอย่างที่ชัดเจนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
- 4) การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการคิด การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5) การให้โอกาสสำหรับการฝึกปฏิบัติ การให้นักเรียนมีโอกาสดูฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและความชำนาญในการใช้คณิตศาสตร์

Aditomo (2009) ได้อธิบายสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีภาระทางปัญญาและการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในบทความ "Cognitive Load Theory and Mathematics Learning: A Systematic Review" ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญาและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยชี้ให้เห็นว่า การจัดการภาระทางปัญญาในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการลดภาระทางปัญญาภายนอก (extraneous cognitive load) และขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (germane cognitive load) ที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ การออกแบบการสอนที่เหมาะสมสามารถช่วยลดภาระทางปัญญาภายใน (intrinsic cognitive load) โดยเลือกใช้วิธีการสอนที่ชัดเจน และเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ สำหรับแนวทางเบื้องต้นในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญา สามารถทำได้ดังนี้

ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ควรลำดับความยากง่ายในการแก้ไขปัญห ทางคณิตศาสตร์

ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) ควรลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เช่น รูปภาพที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือข้อความที่ซับซ้อนเกินไปที่สร้างภาระทางปัญญาภายนอกและมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ควรสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการทำงานของความคิด จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chinnappan & Chandler (2010) ได้สรุปแนวคิดและแนวทางในการจัดการภาระทางปัญญาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมองการจัดการภาระทางปัญญาเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความซับซ้อนและต้องการการวิเคราะห์และคำนวณที่ละเอียด การลดภาระทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่จำเป็นและซับซ้อนสามารถทำได้ดังนี้

1) การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การให้คำแนะนำและตัวอย่างที่ชัดเจนจะช่วยลดความกำกวมในการเข้าใจและนำไปสู่การคิดอย่างถูกต้อง

2) การใช้ตัวช่วยการสอน การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมเช่นภาพเคลื่อนไหว แผนภูมิ หรือแผนภาพเพื่อสร้างภาพรวมและช่วยในการเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์

3) การใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ การสร้างโครงสร้างการเรียนรู้ที่เป็นระเบียบ เช่น การแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาออกเป็นส่วนใหญ่ หรือการใช้กระบวนการคิดแบบโปรแกรมในการแก้ปัญหา

4) การให้คำแนะนำและตอบคำถาม การให้คำแนะนำและตอบคำถามเป็นตัวช่วยในการชี้แนะ แนวคิดทางคณิตศาสตร์และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

5) การให้โอกาสสำหรับการฝึกปฏิบัติ การฝึกปฏิบัติเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการภาระทางปัญญา โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนและปฏิบัติการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

Gupta & Zheng (2020) ได้อธิบายเกี่ยวกับภาระทางปัญญาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นการตรวจสอบบทบาทของแรงบันดาลใจและปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ก่อนหน้า ตัวอย่างการทำงาน และความยากของงาน โดยพบว่า แรงบันดาลใจสามารถเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สมองอย่างเต็มที่ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีแรงบันดาลใจสูง มักมีภาระทางปัญญาภายในที่ต่ำกว่าผู้เรียนที่ไม่มีแรงบันดาลใจเพียงพอ ดังนั้นการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนมีความสำคัญต่อการจัดการภาระทางปัญญา ในขณะที่ความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียนก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับภาระทางปัญญา การมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับงานที่ต้องการแก้ไข สามารถช่วยลดภาระทางภายในได้ ผู้เรียนที่มีความรู้ก่อนหน้ามากจะมีภาระทางปัญญาภายในที่ต่ำกว่าผู้เรียนที่มีความรู้น้อย นอกจากนี้ การใช้ตัวอย่างการทำงานที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนสามารถช่วยลดภาระทางปัญญาภายในได้ การให้ตัวอย่างการทำงานช่วยในการกำหนดรูปแบบและกลยุทธ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และช่วยเพิ่มความมั่นใจในการแก้ปัญหากับผู้เรียน ในส่วนของความยากของงาน หากมีความยากมากเกินไปอาจทำให้มีภาระทางปัญญาภายในสูงขึ้น ในทางกลับกัน งานที่ง่ายมากอาจทำให้มีภาระทางปัญญาภายในต่ำลง อย่างไรก็ตาม ความยากของงานสามารถปรับแต่งได้โดยพิจารณาตามความพร้อมและความสามารถของผู้เรียน

จากการศึกษาแนวทางในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญาเบื้องต้น ผู้วิจัยได้สรุปองค์ความรู้ในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญาว่าสามารถ แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ 1) การจัดการกับภาระทางปัญญาภายใน สามารถทำได้โดย จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน 2) การลดภาระทางปัญญาภายนอก สามารถทำได้โดย ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สร้างความชัดเจนในข้อมูล ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา 3) ขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ สามารถทำได้โดย สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 สรุปองค์ความรู้การประยุกต์ใช้ทฤษฎีภาระทางปัญญา

หัวข้อ	การนำไปใช้
ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load)	จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน
	สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน
	เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน
	ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน
ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load)	ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์
	สร้างความชัดเจนในข้อมูล
	ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม
ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load)	ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา
	สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน
	ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

ตอนที่ 4 นานิเลิร์นนิ่ง

4.1 ความหมายของนานิเลิร์นนิ่ง

Illeris (2016) กล่าวว่า นานิเลิร์นนิ่ง หมายถึง โปรแกรมการเรียนรู้ที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เข้าร่วมสามารถเรียนรู้เรื่องใดก็ได้ในระยะเวลา 10 นาที เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์และไม่มีการโต้ตอบกับผู้สอนแบบเรียลไทม์

Gramming et al. (2019) ได้ให้ความหมายของนานิเลิร์นนิ่งว่าสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า การเรียนรู้ขนาดพอดีคำ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง ซึ่งผู้เรียนได้รับความรู้โดยไม่ต้องใช้เวลา นานิเลิร์นนิ่ง มีแคปซูลการเรียนรู้ที่สั้นกว่า ซึ่งมีการสังเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สูงสุด ตัวอย่าง เช่น ปฏิสัมพันธ์สองนาทีกับผู้เชี่ยวชาญจะช่วยจัดข้อสงสัยและปรับปรุงเชาวน์ความรู้ของผู้เรียน

Lakshmi Puthanveedu (2022) กล่าวว่า นานิเลิร์นนิ่ง เป็นวิธีการสอนที่ผู้ครุสร้างบทเรียนขนาดพอดีคำที่ส่งถึงผู้เรียนในกรอบเวลาที่สั้นลง แต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน

Arpana Shandilya (2023) ได้ให้ความหมายของนาโนเลิร์นนิ่งว่า เป็นคำที่ใช้อธิบายวิธีการนำเสนอเนื้อหาเพื่อการศึกษาเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดพอดีคำโดยปกติชิ้นส่วนเหล่านี้จะถูกส่งในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ และได้รับการออกแบบมาให้ ใช้งานได้ภายในเวลาไม่กี่นาที หรือไม่ก็วินาที

Hadsvik (2023) ได้ให้ความหมายว่า นาโนเลิร์นนิ่งหรือที่เรียกว่าการเรียนรู้แบบสั้นๆ เป็นวิธีที่เรียนรู้ความรู้เฉพาะด้านอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แนวคิดคือการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ได้อย่างง่ายดาย

กล่าวโดยสรุป นาโนเลิร์นนิ่ง หมายถึง รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้น ในระยะเวลาไม่กี่นาทีหรือ ไม่กี่วินาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน

4.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับนาโนเลิร์นนิ่ง

นาโนเลิร์นนิ่ง เป็นแนวคิดที่พัฒนามาจากไมโครเลิร์นนิ่ง ซึ่งเน้นการให้ข้อมูลที่กระชับและสั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาสั้น ๆ และรับความรู้ในระยะเวลาอันสั้น ๆ การพัฒนานาโนเลิร์นนิ่งเป็นการตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่นและรวดเร็วในยุคที่ผู้คนต้องการรับข้อมูลและความรู้ได้อย่างรวดเร็ว โดยเน้นเนื้อหาที่สั้น ๆ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน เช่น ผ่านวิดีโอสั้น โพสต์ บทความสั้น แบบทดสอบออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากแนวคิด e-Learning ซึ่งมีรากฐานมาจากการเรียนการสอนทางไกล (Distance Learning) โดยแนวคิดนี้เริ่มต้นมาตั้งแต่การส่งบทเรียนผ่านระบบไปรษณีย์ในปี ค.ศ. 1840 และต่อมาพัฒนาเป็น Home-study program ทางไปรษณีย์และ Web-based education ในยุคของอินเทอร์เน็ต การพัฒนาแนวคิด e-Learning เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกลได้เรียนรู้และฝึกอบรมได้อย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และสร้างโอกาสการเรียนรู้และการฝึกอบรมในลักษณะที่ไม่ต้องมาเรียนในห้องเรียนโดยตรง

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษามีความสำคัญอย่างมากและมีความก้าวหน้าตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 โดยมีการพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อใช้คอมพิวเตอร์และสื่อดิจิทัลเป็นสื่อการเรียนรู้และการสอน ตั้งแต่การใช้เทปบันทึกภาพและเสียงไปจนถึงการใช้ซีดีรอมในเครื่องคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา CAI (Computer-aided instruction) และ CBT (Computer-based training) ในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรม ในปี ค.ศ. 1990 เมื่ออินเทอร์เน็ตแพร่หลายผ่านโปรแกรมแสดงผลและโปรโตคอล TCP/IP มีการพัฒนาการเรียนการสอนผ่าน World Wide Web เป็น Web-based education ในวงการศึกษาและ Web-based training ในวงการธุรกิจ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการศึกษาและการฝึกอบรมผ่านระบบเครือข่ายออนไลน์ได้อย่างสะดวกสบาย ในปี ค.ศ. 2000 มีคำว่า e-Learning เกิดขึ้นจากคำว่า Electronic learning หรือ Online learning ซึ่งเป็นการเรียนรู้

ผ่านอินเทอร์เน็ตเสมือนการเรียนในห้องเรียนและเป็นการผสมผสานการเรียนรู้และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ซึ่งการติดต่อและการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนเป็นสิ่งสำคัญของ e-Learning

ดังนั้นการใช้เทคโนโลยี e-Learning เป็นวิธีการถ่ายทอดเนื้อหาการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่นคอมพิวเตอร์, เครือข่ายอินเทอร์เน็ต, อินทราเน็ต, เอ็กสทราเน็ต หรือทางสัญญาณโทรทัศน์หรือดาวเทียม โดยเนื้อหาบทเรียนถูกบันทึกในรูปแบบใหม่ ลักษณะของ e-Learning คือการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาการเรียนรู้ได้อย่างสะดวกสบาย มีความรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย โดยสร้างการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน และช่วยประหยัดเวลาในการเรียนรู้หรือฝึกอบรมในระหว่างการทำงาน นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น (น้ำทิพย์ วิภาวิน, 2545)

ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วของโลกในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การเรียนรู้แบบเดิม อาจไม่ส่งเสริมและตอบสนองประสิทธิภาพสำหรับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน แนวทางการจัดการเรียนการสอนจึงถูกพัฒนาขึ้น ไมโครเลิร์นนิ่ง คือกลยุทธ์หนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ไมโครเลิร์นนิ่ง คือกระบวนการแบ่งบทเรียนออกเป็นชิ้นเล็กๆ แทนที่จะเป็นบทเรียนที่ยืดเยื้อ เป็นการเรียนรู้บทเรียนขนาดเล็กและแต่ละบทเรียนครอบคลุมหัวข้อเดียว (LEARN CORPORATION, 2021) ข้อได้เปรียบที่ใหญ่ที่สุดของ ไมโครเลิร์นนิ่ง คือความสามารถในการจัดการกับความท้าทายของสมาธิสั้นของผู้เรียนในปัจจุบัน แม้ว่าการสร้างเนื้อหาจะถูกทำให้น่าสนใจ แต่ผู้เรียนก็อาจจะประสบปัญหากับการให้ความสนใจกับบทเรียนที่มีความยาวมากกว่าสองสามชั่วโมง นี่ถือเป็นวิธีการทำงานของจิตเจมนุสย์ ไมโครเลิร์นนิ่ง สามารถชนะความท้าทายนี้โดยลดระยะเวลาที่ผู้เรียนต้องใช้สมาธิลงอย่างมาก ใช้เวลาเพียงหนึ่ง สอง ห้า หรือสิบนาที แทนที่จะใช้เวลานานหลายชั่วโมง (Hector Simoudis, 2023)

แม้ว่าไมโครเลิร์นนิ่งอาจดูเหมือนเป็นแนวคิดใหม่ แต่แท้จริงแล้วมีมานานหลายทศวรรษ แนวคิดนี้ มาจาก "การสอนแบบจุลภาค" (Microteaching) ซึ่งแพร่หลายในช่วงทศวรรษที่ 1960 การสอนแบบจุลภาค เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพวิธีการฝึกอบรมสำหรับครูใหม่ ซึ่งทำได้โดยการปรับขนาดองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น เวลา ขนาด และเนื้อหา นี่คือการสร้างรากฐานสำหรับการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่ง ในปี ค.ศ. 2005 มีการประชุมที่เกี่ยวข้องกับไมโครเลิร์นนิ่งเป็นครั้งแรก สถานที่คือเมืองอินส์บรุค ประเทศออสเตรีย และงานนี้จัดขึ้นโดย Research Studio eLearning Environments และ Institute of Educational Sciences แห่งมหาวิทยาลัยอินส์บรุค การประชุมมุ่งเน้นไปที่คุณลักษณะของการสอนแบบจุลภาค(Microteaching) และสถานะของการศึกษาระดับอุดมศึกษาและการฝึกอบรมขององค์กรในช่วงเวลาดังกล่าว ข้อสรุปประการหนึ่งคือศักยภาพของการสอนแบบจุลภาค(Microteaching) เพื่อปรับปรุงการสื่อสารภายในระหว่างพนักงาน

และสร้างความสัมพันธ์ส่วนบุคคลในรูปแบบใหม่ ด้วยเหตุนี้ไมโครเลิร์นนิ่ง จึงถือกำเนิดขึ้นและกลายเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (Hector Simoudis, 2023)

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าหัวใจสำคัญของไมโครเลิร์นนิ่ง คือการนำเสนอเนื้อหาหรือจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบสำคัญ คือ เนื้อหาสั้นกระชับตรงประเด็น ใช้เวลาในการเรียนรู้น้อย ภาษาเข้าใจง่ายไม่นั้นวิชาการหรือศัพท์เทคนิคมากเกินไปเพราะอาจเกิดความสับสน มีขั้นตอนชัดเจนเพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติตามได้โดยไม่ต้องคิดวิเคราะห์ หรือตีความ แทรกความบันเทิงเนื้อหาที่มีความสำคัญแล้วควรแทรกความบันเทิงอารมณ์ขัน ช่วยเพิ่มความน่าสนใจและดึงดูดให้อยากเรียนรู้ต่อมากขึ้น และเข้าถึงง่ายทุก Platform (LEARN CORPORATION, 2021) แต่การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วส่งผลต่อการเปลี่ยนไปของระบบดิจิทัลในการศึกษา ทำให้ช่วงความสนใจของผู้เรียนลดลง ไมโครเลิร์นนิ่งจึงถูกพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปสู่ นานาเลิร์นนิ่ง

นานาเลิร์นนิ่งนั้นคล้ายกับไมโครเลิร์นนิ่ง แต่ระยะการเรียนรู้ได้รับการออกแบบให้มีขนาดเล็กลง นานาเลิร์นนิ่ง อาจนำเสนอโมดูลภายใน 2 นาที โดยมุ่งเน้นที่การสอนทักษะเดียวภายในวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นเฉพาะจุดและบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างรวดเร็ว (Chandra, 2021) การเรียนแบบนานาเลิร์นนิ่ง นอกจากจะใช้สมาธิและความสนใจในการเรียนเพียงระยะเวลาสั้น ๆ ต่อครั้ง ยังมีความน่าสนใจและสนุกสนาน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายกว่า และได้ผลลัพธ์ในการเรียนรู้ที่ดีกว่าการให้นั่งเรียนแบบเดิมนาน ๆ แม้ว่าปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับนานาเลิร์นนิ่งในวงการศึกษายังไม่เป็นที่ปรากฏชัดเจนและมีน้อยเนื่องจากเพิ่งได้รับการพัฒนาขึ้น แต่ในเชิงตรรกะสามารถอธิบายนานาเลิร์นนิ่งว่าเป็นการนำเสนอและมอบโอกาสสำหรับความคล่องตัว ในการเรียนรู้ อีกทั้งยังลดภาระทางปัญญที่หนักเกินไป มีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ (Garcia et al., 2022) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบนานาเลิร์นนิ่งกับไมโครเลิร์นนิ่ง

แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบนาโนเลิร์นนิ่ง กับ ไมโครเลิร์นนิ่ง

ชนิด	ระยะเวลา	ลักษณะเฉพาะ	การประเมิน	ตัวอย่าง
นาโนเลิร์นนิ่ง	10 นาทีหรือน้อยกว่า	1. ไม่เป็นทางการ 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียว 3. เรียนจบเนื้อหาได้ในครั้งเดียว 4. สามารถเรียนรู้ได้ตามอิสระ 5. ส่งมอบบนอุปกรณ์ต่างๆ 6. ไม่มีการประเมินอย่างเป็นทางการและไม่มีการบันทึกคะแนน 7. สามารถเรียนซ้ำได้	ไม่มีการประเมิน/ บางครั้งมีการ ตรวจสอบความ เข้าใจ	วิดีโอหรือ คลิปเสียงที่ สั้นมาก
	ใช้ระยะเวลาสั้น ไม่แน่นอน ความยาว โดยทั่วไปวัดใน หน่วยนาที	1. ส่วนใหญ่มักไม่เป็นทางการ 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียว 3. เรียนจบเนื้อหาได้ในครั้งเดียว 4. สามารถเรียนรู้ได้ตามอิสระ 5. ส่งมอบในอุปกรณ์ที่ หลากหลาย 6. อาจมีหรือไม่มีการประเมิน 7. สามารถเรียนซ้ำได้	ปกติจะไม่มีการ ประเมิน/บางครั้งมี การตรวจสอบความ เข้าใจ	สื่อการสอน สั้นๆ หรือ วิดีโอ (TED talk)

ที่มา : การเปรียบเทียบ นาโนเลิร์นนิ่ง กับ ไมโครเลิร์นนิ่ง ดัดแปลงจาก (Carpenter et al, 2016)

4.3 นาโนเลิร์นนิ่ง กับ Generation Z

Generation Z คือผู้ที่เกิดหลังปี 2540 เป็นต้นไป (ดนุสดา จามจุรี, 2563) ซึ่งกลุ่ม Generation Z จะเติบโตมาพร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากมายรวมถึงเครื่องมือทางเทคโนโลยีต่าง ๆ ทำให้สามารถเรียนรู้ ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งบทความ Personality Traits of Thai Gen Z Undergraduates: Challenges in the EFL Classroom? (Sriprom et al., 2019) ได้อธิบายคุณลักษณะของ Generation Z ไว้ 8 ประการ ดังนี้ 1) เป็นผู้ประกอบการและนวัตกรรม (Entrepreneurship and innovation) 2) นักวิจารณ์ (Criticizer) 3) ช่วงความสนใจสั้น (Short attention span) 4) ต้องการความพึงพอใจทันที (Instant gratification) 5) ทำงานได้หลายอย่างพร้อมกัน (Multitasking) 6) ขาดการทำงานร่วมกัน (Lack of collaboration) 7) การขาดทักษะใน

การสื่อสาร (Lack of communication skills) 8) มีความภักดีและความใจกว้าง (Loyalty and openmindedness)

สำหรับพฤติกรรมของผู้เรียน Generation Z มีรายงานจาก Grail Research ในหัวข้อ “Consumers of Tomorrow Insights and Observations about Generation Z” (Grail Research, 2011) พบว่าผู้เรียน Generation Z มีพฤติกรรมและแนวโน้มดังต่อไปนี้ 1) เติบโตมาพร้อมกับอินเทอร์เน็ตและเทคโนโลยี ในการสำรวจจากทั่วโลก Generation Z ปฏิเสธการดูทีวีแบบเดิม โดยส่วนใหญ่จะใช้ streaming Video On Demand (VOD) ร้อยละ 51 ดูผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และร้อยละ 43 ดูผ่านมือถือ 2) วิธีการเรียนรู้ของ Generation Z เปลี่ยนแปลงไป โดยส่วนใหญ่ชอบเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตสื่อสิ่งพิมพ์และออนไลน์ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เลือกเรียนรู้ผ่านการอ่านหนังสือ 3) ชอบสื่อที่ใช้งานง่ายและโต้ตอบได้ 4) มีความรับผิดชอบต่อสังคม 5) เชื่อมต่อตลอดเวลาผ่านอินเทอร์เน็ต โทรศัพท์มือถือ และเว็บไซต์เครือข่ายสังคม

ดนุลดา จามจุรี (2563) ได้สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้เรียน Generation Z ซึ่งถือเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการออกแบบการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน Generation Z โดยมีรายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้เรียน Generation Z

คุณลักษณะและพฤติกรรมผู้เรียน Generation Z	แนวทางในการจัดการเรียนรู้
1. ผู้เรียน Generation Z ชอบการเรียนรู้ระหว่างบุคคล (interpersonal learning) และต้องการเรียนรู้อย่างอิสระ	1. การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบ จะช่วยให้ผู้เรียนได้อยู่ในสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น 2. การออกแบบห้องเรียนที่ดี จะช่วยส่งเสริมการมองเห็น การรับรู้และการจดจำของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมกระบวนการทางสมองของผู้เรียน ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

ตาราง 6 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้เรียน Generation Z (ต่อ)

คุณลักษณะและพฤติกรรมผู้เรียน Generation Z	แนวทางในการจัดการเรียนรู้
1. ผู้เรียน Generation Z จะรับฟังเฉพาะเรื่องที่ตนเองสนใจ	1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน แรงจูงใจในการเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นความอยากรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น 2. การสอนให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญของเนื้อหาในการเรียน การเชื่อมโยงองค์ความรู้กับชีวิตประจำวัน การยกตัวอย่าง หรือใช้ภาพประกอบที่ชัดเจน ตลอดจนการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. ผู้เรียน Generation Z มีค่าเฉลี่ยช่วงความสนใจ (Attention Span) ที่สั้นลง	1. การสำรวจและเข้าใจองค์ประกอบของเทคโนโลยีสื่อสังคมและเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ผู้เรียนสนใจ การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจของผู้เรียน จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในความต้องการของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น 2. นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบและเลือกเทคโนโลยี การใช้สื่อต่างๆ เช่น ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ภาพวาด หรือวิดีโอที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น
4. ผู้เรียน Generation Z มักขาดวิจาร์ณญาณในการพิจารณาความถูกต้องข้อเท็จจริงของข้อมูล	1. การสร้างความตระหนักรู้ให้กับผู้เรียนเกี่ยวกับการละเมิดความเป็นส่วนตัวของผู้อื่นบนโซเชียล เป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังให้กับผู้เรียน การฝึกให้ผู้เรียนได้แยกแยะข้อมูลจะช่วยให้ผู้เรียนตัดสินใจเชื่อได้อย่างถูกต้อง 2. การส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ โดยการใช้ข้อมูลที่เหมาะสมและมีคุณภาพ จะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 6 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้เรียน Generation Z (ต่อ)

คุณลักษณะและพฤติกรรมผู้เรียน Generation Z	แนวทางในการจัดการเรียนรู้
5. ผู้เรียน Generation Z มีความเข้าใจเทคโนโลยีเป็นอย่างดี	1. การใช้นวัตกรรมการสอนในรูปแบบเทคโนโลยี เช่น เกมออนไลน์ และการใช้โซเชียลมีเดียที่เหมาะสม เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ 2. การใช้เทคโนโลยีในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจและสร้างสรรค์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม เข้าใจเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ
6. ผู้เรียน Generation Z ชอบวิธีการสอนรูปแบบใหม่ และชอบเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง	1. การใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน การใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การใช้สมมติฐาน การเรียนรู้ผ่านการใช้ปัญหาเป็นฐาน การใช้เกม การใช้กรณีศึกษา และกิจกรรมกลุ่ม สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง
7. ผู้เรียน Generation Z ชอบผู้สอนที่เปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมและสร้างแรงบันดาลใจ	1. การเพิ่มเติมเวลาที่มีค่าด้วยประสบการณ์ที่มีความหมาย จะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความตั้งใจของผู้สอน และเกิดความเชื่อมั่นในความรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและปฏิสัมพันธ์กับกระบวนการเรียนรู้ได้ดีมากยิ่งขึ้น
8. ผู้เรียน Generation Z ไม่ชอบเรียนรู้ผ่านการบรรยายเป็นเวลานาน	1. การอธิบายเนื้อหาเพียงสั้น ๆ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงมากขึ้น จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนเต็มที่ มีความสนุกสนานในการเรียน และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้นผ่านการแก้ปัญหาในกลุ่มหรือกิจกรรมที่ผู้เรียนทำในกลุ่ม

จากตาราง 6 จะเห็นได้ว่านาโนเลิร์นนิ่ง เป็นหนึ่งในรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน Generation Z ด้วยเหตุผลตามธรรมชาติหลายประการ เช่น ผู้เรียน Generation Z ชอบการเรียนรู้ อย่างเป็นอิสระ ไม่ชอบวิธีการสอนแบบบรรยายที่ใช้ระยะเวลานาน เพราะผู้เรียน Generation Z มีช่วงความสนใจสั้น และชอบเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง อีกทั้งมีความรู้ความเข้าใจในการใช้ เทคโนโลยีเป็นอย่างดี เนื่องจากเติบโตมาพร้อมกับสมาร์ทโฟน (Bertaux & Thompson, 2020) จึงมี แนวโน้มว่านาโนเลิร์นนิ่งจะเป็นที่นิยมในหมู่ Generation Z มากกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบเดิม ซึ่งการ เรียนรู้ที่กระชับรวดเร็วสนุกสนาน จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สิ่งต่างๆ เหล่านี้จึงกลายเป็น พื้นฐานแนวคิดของนาโนเลิร์นนิ่ง ในปัจจุบัน (Marks, 2021) อย่างไรก็ตามนาโนเลิร์นนิ่งเป็นลักษณะ บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อฝึกการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงมักใช้ร่วมกับวิธีการเรียนรู้แบบรายบุคคล ส่งผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น ข้อความ เสียง วิดีโอ หรือรูปภาพ สามารถเข้าถึงได้ง่ายจากทุกอุปกรณ์และเรียน ข้ามได้ทุกที่ทุกเวลา ช่วยให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ (Lakshmi Puthanveedu, 2022) จึงอาจกล่าวได้ว่านาโนเลิร์นนิ่งเป็นหนึ่งในรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของ ผู้เรียนใน Generation Z ได้ดี

4.4 การบูรณาการทักษะการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ ผู้วิจัยสรุปแนวทาง ในการบูรณาการทักษะการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

การบูรณาการการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถ ทำได้โดย การจัดลำดับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพียงหนึ่งวัตถุประสงค์ โดยในแต่ละครั้งของการเรียนสามารถเรียนเนื้อหาจบได้ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียน ต้องการเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ เน้นวิธีการเรียนรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ จำเป็น เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานก่อนหน้า สืบค้นและเข้าใจองค์ประกอบของ เทคโนโลยีสื่อสังคมและเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ผู้เรียนสนใจ ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตาม ความสนใจและความสามารถของผู้เรียน

การบูรณาการการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถทำได้โดย การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอข้อมูลใน รูปแบบสั้นๆ กระชับ และตรงประเด็น สร้างความชัดเจนในเนื้อหา ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และใช้ สื่อการสอนที่เหมาะสม เช่น นวัตกรรมการสอนเทคโนโลยีรูปแบบต่างๆ เช่น Web Searches, Web Games และการใช้โซเชียลมีเดียที่สามารถเข้าถึงได้จากทุกอุปกรณ์ ผู้เรียนสามารถเรียนข้ามได้

การบูรณาการการทางปัญญาอัตโนมัติร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถทำได้โดย การสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน จัดสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบ ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน เช่น มีการใช้เกม

หรือกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ในระหว่างเรียน สร้างบทเรียนที่มีความหมาย เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง สนับสนุนประสบการณ์ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

ตอนที่ 5 พัฒนาการของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วัยรุ่น เป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ มากมาย ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ พัฒนาการทางด้านสติปัญญา พัฒนาการทางด้านจิตใจและอารมณ์ และพัฒนาการทางด้านสังคมของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 พัฒนาการทางด้านสติปัญญาของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ทฤษฎีพัฒนาการด้านสติปัญญาที่สำคัญและมีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คือทฤษฎีพัฒนาการของ Piaget (1896-1980, as cited in Turner & Helms, 1995) ซึ่งได้แบ่งลำดับขั้นพัฒนาการด้านสติปัญญาตามอายุไว้ 4 ช่วง คือ 1) ช่วงอายุ 0 ถึง 2 ปี เป็นช่วงวัยทารกซึ่งพัฒนาการด้านสติปัญญาในช่วงนี้จะใช้ประสาทสัมผัสพื้นฐานและการรับรู้แบบอัตโนมัติโดยการตอบสนองแบบสะท้อนกลับ มีการรับรู้ที่จำกัด และเริ่มมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งรอบตัว 2) ช่วงอายุ 2 ถึง 7 ปี ในช่วงนี้จะเริ่มแสดงให้เห็นถึงความสามารถทางภาษาที่เพิ่มขึ้น และมีแนวคิดซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จะยึดตนเองเป็นศูนย์กลางและมองโลกจากมุมมองของตนเอง การคิดมักจะหมุนหันปล้นแล่น และการแยกแยะวัตถุมักจะอยู่บนพื้นฐานของรูปลักษณ์ภายนอกที่เห็นได้ชัดเจน 3) ช่วงอายุ 7 ถึง 11 ปี ในช่วงวัยนี้จะเริ่มมีความเข้าใจสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ชัดเจนขึ้น เข้าใจเกี่ยวกับ จำนวน มวล น้ำหนัก รูปทรง และสามารถจำแนกแยกแยะจำลำดับได้ มีความเข้าใจแนวคิดเชิงสัมพันธ์ แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมได้ และ 4) ช่วงอายุ 11 ถึง 15 ปี ในระยะนี้ เริ่มมีพัฒนาการความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถใช้กระบวนการคิดเชิงตรรกะที่หลากหลาย ให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย คิดอย่างเป็นระบบ รวมถึงมีความคิดที่ยืดหยุ่น ซึ่งผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจัดอยู่ในช่วงนี้

5.2 พัฒนาการทางด้านจิตใจและอารมณ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

Sigmund Freud (1856-1939, as cited in Turner & Helms, 1995) ได้แบ่งขั้นตอนพัฒนาการทางจิตออกเป็น 5 ขั้น คือ 1) ขั้นปาก (Oral Stage) 2) ขั้นทวารหนัก (Anal Stage) 3) ขั้นอวัยวะเพศ (Phallic Stage) 4) ขั้นแฝง (Latency period Stage) 5) ขั้นสนใจเพศตรงข้าม (Genital Stage) ซึ่งผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจัดอยู่ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะเริ่มมีความรู้สึกทางเพศ มีความสนใจเพศตรงข้าม อารมณ์และความรู้สึกของช่วงวัยนี้ มักมีอารมณ์อ่อนไหวง่าย ควบคุมอารมณ์ไม่ค่อยได้ เป็นช่วงวัยที่อยากรู้อยากลอง มีความเป็นตัวของตัวเองสูง มั่นใจในตนเอง

รักความเป็นอิสระ ชอบแสดงออกทางอารมณ์ ลักษณะของอารมณ์เหล่านี้เรียกว่า “พายุบูแคม (Strom & Stress)” จึงมักทำให้เกิดความขัดแย้งกับผู้ใหญ่ได้ง่าย อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ของช่วงวัยนี้ เกิดจากหลายปัจจัย เช่น การปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม การเปลี่ยนผ่านช่วงวัย สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลต่ออารมณ์ทั้งสิ้น

5.3 พัฒนาการทางด้านสังคมของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

พัฒนาการทางด้านสังคมของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถอธิบายได้ด้วยขั้นพัฒนาการทางจิตสังคมของ Erikson (1902-1994, as cited in Turner & Helms, 1995) ซึ่งได้แบ่งระยะพัฒนาการออกเป็นขั้นต่าง ๆ 8 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 วัยแห่งความไว้วางใจหรือความไม่ไว้วางใจผู้อื่น (Trust vs. mistrust) อยู่ในระหว่างปีแรกของชีวิต หรือ 0-1 ปี

ขั้นที่ 2 วัยแห่งความเป็นอิสระหรือความสงสัยไม่แน่ใจ (Autonomy vs. shame and doubt) อยู่ในระหว่างอายุ 1-3 ปี

ขั้นที่ 3 วัยแห่งความคิดริเริ่มหรือความรู้สึกผิด (Initiative vs. guilt) อยู่ในระหว่างอายุ 3-5 ปี

ขั้นที่ 4 วัยแห่งความขยันหมั่นเพียรหรือความรู้สึกมีปมด้อย (Industry vs. inferiority) อยู่ในระหว่างอายุ 6-11 ปี

ขั้นที่ 5 วัยแห่งการรู้จักตนเองหรือความสับสนไม่เข้าใจตนเอง (Identity vs. role confusion) เป็นช่วงวัยรุ่น

ขั้นที่ 6 วัยแห่งความใกล้ชิดสนิทสนมหรือความรู้สึกอ้างว้าง (Intimacy vs. isolation) เป็นช่วงวัยหนุ่มสาว

ขั้นที่ 7 วัยแห่งความสนใจบำรุงคนอื่นหรือการใส่ใจหมกมุ่นแต่เรื่องของตนเอง (Generativity vs. self-absorption) วัยกลางคน

ขั้นที่ 8 วัยแห่งความมั่นคงสมบูรณ์หรือความสิ้นหวัง (Integrity vs. Despair) อยู่ในระยะที่บุคคลเข้าสู่วัยชรา

จากระยะพัฒนาการของอีริคสัน ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจัดอยู่ในพัฒนาการขั้นที่ 5 วัยแห่งการรู้จักตนเองหรือความสับสนไม่เข้าใจตนเอง (Identity vs. Role Confusion) การมีส่วนร่วมทางสังคมของช่วงวัยนี้ พบว่าเป็นช่วงวัยแห่งการสร้างอัตลักษณ์ เร่งค้นหาความเป็นตัวตนของตนเอง มีความกังวลในเรื่องการแต่งกายและรูปลักษณ์ภายนอก มีรูปแบบพฤติกรรมที่เป็นลักษณะเฉพาะที่สะท้อนให้เห็นถึงความสนใจในการมีส่วนร่วมทางสังคม ต้องการเป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อน ในช่วงวัยนี้มักจะให้ความสำคัญกับครอบครัวน้อยลง พึ่งพาครอบครัวน้อยลง แต่จะให้ความสำคัญกับกลุ่มเพื่อนมากขึ้น มักคบกลุ่มเพื่อนที่มีความรู้สึกและทัศนคติคล้ายกัน ช่วงวัยรุ่นจึงกลายเป็นช่วงเวลา

สำคัญสำหรับการพัฒนามิตรภาพและการเป็นสมาชิกของกลุ่มเพื่อนที่มีความหมายแสดงได้
ดังตาราง 7

ตาราง 7 การสังเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

พัฒนาการ	คุณลักษณะ
ด้านสติปัญญา	1) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรมได้ 2) สามารถคิดเชิงตรรกะที่หลากหลายได้ 3) สามารถให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้ 4) สามารถคิดอย่างเป็นระบบได้ 5) สามารถคิดยืดหยุ่นได้
ด้านจิตใจและอารมณ์	1) มีอารมณ์อ่อนไหวง่าย 2) ไม่สามารถควบคุมอารมณ์ของตนเองได้ 3) แสดงออกทางอารมณ์ชัดเจน 4) มีความมั่นใจในตนเองสูง 5) รักความเป็นอิสระ
ด้านสังคม	1) มุ่งสร้างอัตลักษณ์ของตน 2) กังวลเรื่องการแต่งกายและรูปลักษณ์ภายนอก 3) สนใจในการมีส่วนร่วมทางสังคม 4) ต้องการเป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อน 5) ให้ความสำคัญและพึ่งพาครอบครัวน้อยลง 6) ให้ความสำคัญกับกลุ่มเพื่อนมากขึ้น 7) คบกลุ่มเพื่อนที่มีความรู้สึกและทัศนคติคล้ายกัน

จากการสังเคราะห์พัฒนาการของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับผู้เรียนในวัยนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นฐานและความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ รูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น การรับฟังความคิดเห็น ข้อเสนอแนะตลอดจนการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ต่าง ๆ จะช่วยเสริมสร้างกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และทักษะการเข้าสังคมของผู้เรียน นอกจากนี้การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลองฝึกปฏิบัติจริง หรือเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่มจะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 6 การวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research)

งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่ใช้หลักการการคิดเชิงออกแบบซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความหมาย และขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

6.1 นิยามการวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research)

การวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน ด้วยการนำเสนอขั้นตอนและเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจปัญหาและนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น เพื่อพัฒนาแนวคิดสร้างสรรค์ที่เหมาะสม การคิดเชิงออกแบบ จึงเป็นแนวทางใหม่ในการสร้างนวัตกรรมที่อาศัยการใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ในกระบวนการแก้ปัญหาการทำงานอย่างร่วมมือร่วมใจ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาหรือการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ (Brown, 2009; ภูงค์ โรจน์แสงรัตน์, 2559; Plattner et al., 2017; Roberts et al., 2016)

6.2 ขั้นตอนการวิจัย

กระบวนการวิจัยสำหรับการวิจัยแบบ Design Thinking นั้นจะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize) 2) การกำหนดปัญหา (Define Problems) 3) การสร้างความคิด (Ideate) 4) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และ 5) การทดสอบ (Test) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize)

ในขั้นตอนนี้ ต้องเข้าใจและศึกษาเกี่ยวกับผู้ใช้หรือกลุ่มเป้าหมาย ผ่านการสังเกตและสัมผัสประสบการณ์ของผู้ใช้หรือกลุ่มเป้าหมาย การสัมภาษณ์ผู้ใช้ หรือการทำวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อเข้าใจความต้องการปัญหา และความรู้สึกของผู้ใช้งานหรือกลุ่มเป้าหมาย

การกำหนดปัญหา (Define Problems)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการสรุปข้อมูลที่ได้จากขั้นตอน Empathize เพื่อกำหนดปัญหาหรือความท้าทายที่ต้องการแก้ไขในการออกแบบ ในการกำหนดปัญหาต้องให้ความสำคัญกับความต้องการและแนวคิดของผู้ใช้งานหรือกลุ่มเป้าหมาย

การสร้างความคิด (Ideate)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการเริ่มสร้างและพัฒนาความคิดและแนวคิดใหม่ ๆ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การสร้างไอดีภาพ, การสร้างแผนภาพกระจายความคิด (Mind Mapping), การสร้างโมเดลเชิงกลุ่ม (Brainstorming) เพื่อหาทางเลือกและการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

การสร้างต้นแบบ (Prototype)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการร่างต้นแบบ (Prototype) หรือต้นแบบเสมือนของผลิตภัณฑ์หรือบริการ ที่ออกแบบขึ้น เพื่อทดสอบและปรับปรุงองค์ประกอบต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ สามารถใช้วัสดุที่ง่ายต่อการสร้าง เช่น กระดาษ, วัสดุเสมือน, หรือโมเดลที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ในการสร้าง

การทดสอบ (Test)

ในขั้นตอนสุดท้ายนี้ เป็นการทดสอบต้นแบบที่สร้างขึ้นกับผู้ใช้จริงหรือกลุ่มเป้าหมาย เพื่อรับข้อมูลและความคิดเห็น สามารถทดสอบต้นแบบโดยการสังเกตการใช้งานจริง สัมผัส หรือใช้ระบบส่งเสริมให้ผู้ใช้จริงหรือกลุ่มเป้าหมายให้คำแนะนำหรือความเห็น เพื่อให้เราปรับปรุงและปรับให้ผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับความต้องการ ของผู้ใช้จริงหรือกลุ่มเป้าหมาย

6.3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบ

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับการวางแผนและสร้างแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนเพื่อการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลที่สูงขึ้นด้วยการใช้การคิดเชิงออกแบบ ผู้สอนสามารถเน้นไปที่ปัญหาหรือความต้องการเฉพาะของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมที่สุดจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบที่หลากหลาย ดังนี้

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยสำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ผลการวิจัยสรุปได้ว่า หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย ประกอบด้วย 1) การสร้างประสบการณ์เกี่ยวกับอัตลักษณ์ไทย 2) การวิเคราะห์รูปทรงนัยยะไทย 3) การสังเคราะห์และออกแบบ และองค์ประกอบของรูปแบบการสอนได้แก่ โจทย์ในงานออกแบบ เนื้อหา ผู้สอน ผู้เรียน สื่อการสอน กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการประเมินผล โดยผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบพบว่า คะแนนผลงานออกแบบที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับ .05

ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ และคณะ(2563) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการคิดเชิงออกแบบ ร่วมกับแนวคิดการสะท้อนคิดการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมความพร้อมและสร้างแรงบันดาลใจ 2) การศึกษาข้อมูลและระบุประเด็นปัญหา 3) การสืบค้นข้อมูลและทวนสอบแนวทางการแก้ปัญหา 4) การสร้างและตรวจสอบต้นแบบนวัตกรรมการพยาบาล และ 5) การเผยแพร่และสะท้อนการเรียนรู้ผลการประเมิน

รูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.67, SD = 0.13$)

ชนาธิป บุบผามาศ และคณะ(2565) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดประสบการณ์โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานของนักศึกษาครู ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีความหลากหลายและท้าทายให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรม ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สื่อที่ใช้ต้องมีความหลากหลาย น่าสนใจ หาง่าย การวัดและประเมินผลต้องมีการกำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจน วัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้ครบทุกด้าน 2) รูปแบบการสอนตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดประสบการณ์โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานของนักศึกษาครู (SIPIR Model) มีทั้งหมด 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน 4) การวัดและประเมินผล ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.62 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56

ภทรรณท์ ไวทยะสิน และคณะ(2565) ได้ทำการวิจัยการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดเชิงออกแบบร่วมกับกระบวนการละครประยุกต์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยร่างต้นแบบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดเชิงออกแบบร่วมกับกระบวนการละครประยุกต์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดเชิงออกแบบร่วมกับกระบวนการละครประยุกต์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมแบบองค์รวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.61

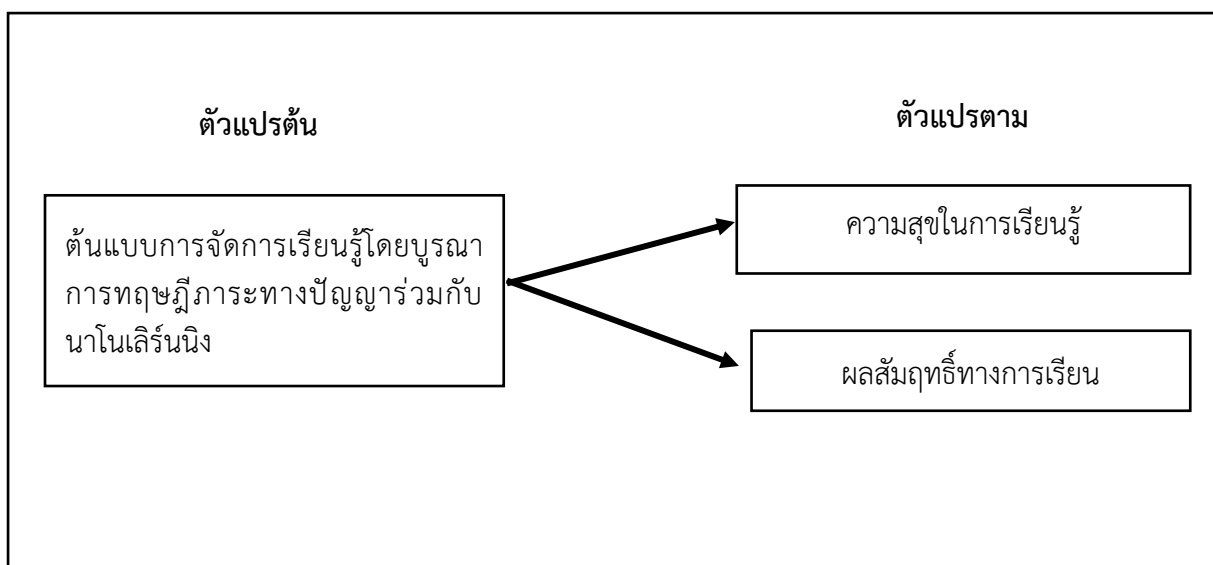
Painter (2018) ได้ทำการสำรวจมุมมองของครูเกี่ยวกับการใช้การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ในการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมุ่งเน้นที่การสร้างความรู้เข้าใจและความสนใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า การใช้การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ในการสอนคณิตศาสตร์สามารถสร้างการเรียนรู้ที่น่าสนใจ และส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในผู้เรียน

จากที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบ(Design Thinking) ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจ และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์จริงของผู้เรียน ซึ่งการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ถือเป็นหนึ่งในรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอนที่ช่วยแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้จึงใช้ กระบวนการ

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ในการพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎี ภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าความสามารถในการเรียนรู้และแก้ปัญหาของผู้เรียนนั้นถูกกำหนดด้วยความจำใช้งานที่มีอยู่อย่างจำกัด หากผู้เรียนได้รับข้อมูลที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดภาวะหนักสมอง ส่งผลกระทบต่ออารมณ์ของผู้เรียน เช่น ความสุขในการเรียนที่ลดลง หรือความเครียดและความวิตกกังวลในการเรียนที่เพิ่มมากขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้การเรียนรู้ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เมื่อพิจารณาผลกระทบในระยะยาวอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ลดต่ำลงอีกด้วย การออกแบบการเรียนรู้ที่ดีจึงควรมีการนำเสนอข้อมูลและสื่อที่มีความเหมาะสม ทฤษฎีภาระทางปัญญาเป็นหนึ่งในทฤษฎีที่สำคัญสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรม การเรียนการสอนเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยเน้น 1) จัดการกับภาระทาง ปัญญาภายใน ซึ่งเป็นภาระที่ไม่สามารถกำจัดทิ้ง แต่สามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 2) ลดภาระทาง ปัญญาภายนอก ซึ่งเกิดจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกัวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเกิดจากการออกแบบ กระบวนการสอนที่ไม่มีประสิทธิภาพ และ 3) ส่งเสริมภาระทางปัญญาอัตโนมัติ ซึ่งเป็นส่วนกระตุ้นให้ ผู้เรียนใช้ความพยายามทางปัญญาไปกับการแก้ไขปัญหา ในขณะที่นาโนเลิร์นนิ่งเป็นหนึ่งในรูปแบบ การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับทฤษฎีภาระทางปัญญา กล่าวคือเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สั้นและ กระชับ สามารถเข้าถึงได้ง่าย รวดเร็ว เหมาะสำหรับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน เนื่องจากสามารถตอบสนอง ต่อความต้องการของผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเพลิดเพลินในการ เรียนรู้ สร้างอารมณ์เชิงบวก เช่น ความสุข ความสนุกสนาน และความพึงพอใจในการเรียน อันนำไปสู่ ความสำเร็จในการเรียนรู้ คือมีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาและองค์ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอด ทำให้ เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้ออกแบบ ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุข ในการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการวิจัยการคิดเชิงออกแบบ โดยมุ่งเน้นทำความเข้าใจ ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อนำ ประสบการณ์ที่ได้มาประกอบสร้างต้นแบบการส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อตอบสนองต่อ กลุ่มเป้าหมาย นำไปสู่ความสุขในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ดังกรอบแนวคิด การวิจัย



ภาพ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3

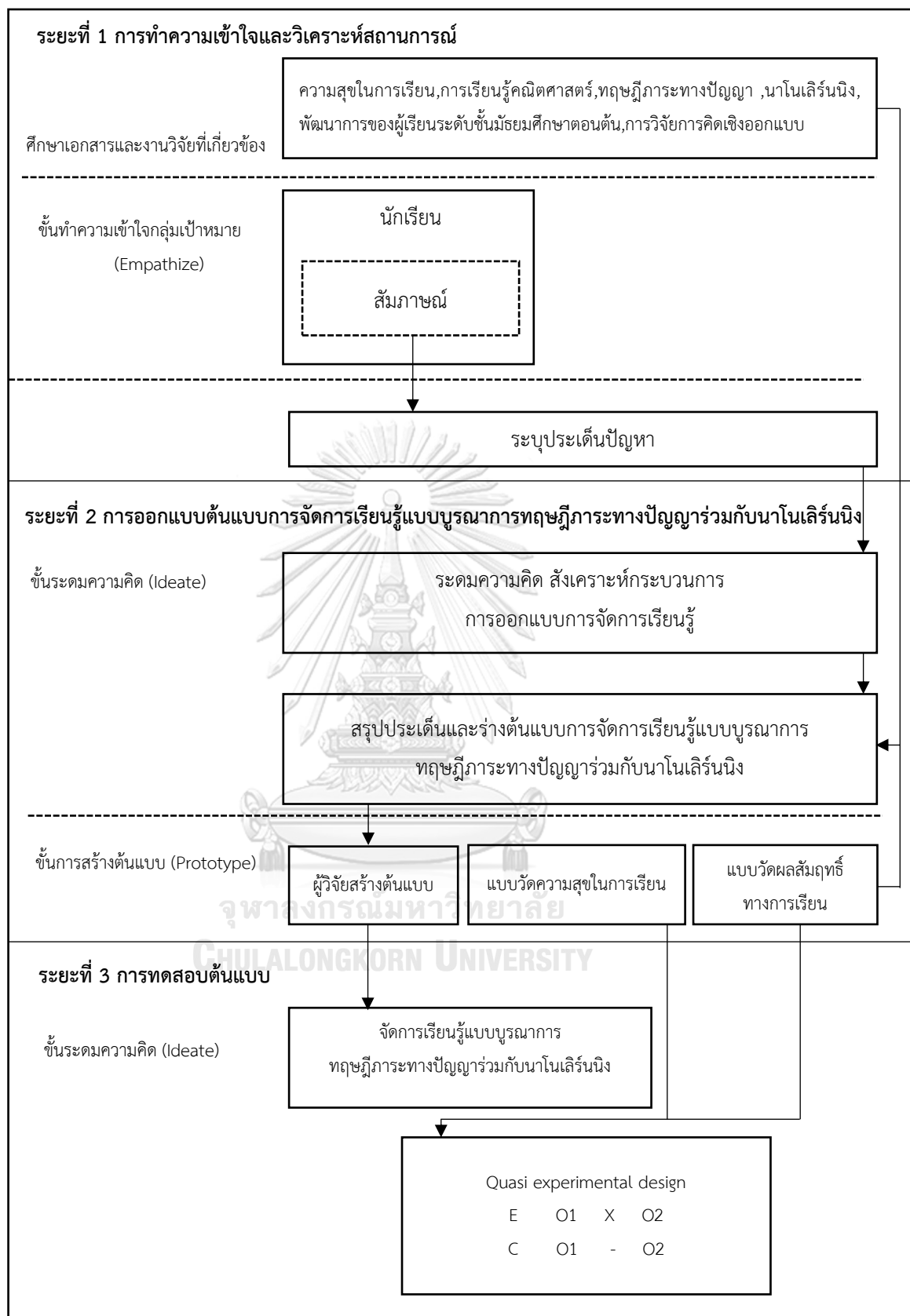
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีระเบียบวิธีวิจัยโดยใช้การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นแนวทางเพื่อพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ Nano Learning ซึ่งการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) 2) นิยามปัญหา (Define) 3) ขั้นระดมความคิด (Ideate) 4) สร้างต้นแบบ (Prototype) และ 5) ขั้นทดสอบ (Test) โดยผู้วิจัยแบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ระยะเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์วิจัยได้แก่

ระยะที่ 1 ระยะทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) และระบุปัญหาของผู้เรียน (Define) ผู้วิจัยเข้าไปสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ปัญหาที่พบ และปัจจัยภายนอกที่คาดว่าจะเป็นตัวที่ส่งผลต่อความสุขในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย ข้อ 1

ระยะที่ 2 ระยะระดมความคิด (Ideate) และสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นระยะที่ผู้วิจัยทำการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อ 2

ระยะที่ 3 ขั้นทดสอบ (Test) ผู้วิจัยทำการทดสอบผลของการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่มีผลต่อความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ของกลุ่มทดลองเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4 โดยรายละเอียดการดำเนินการทั้ง 3 ระยะมีรายละเอียดดังนี้



ภาพ 5 การดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การทำความเข้าใจและระบุปัญหา

การดำเนินการวิจัยในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยการสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนได้รับตลอดจนความสุขที่เกิดจากการเรียนคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงนิยามปัญหาที่พบเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในระยะต่อไป ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ชั้นได้แก่ 1) ชั้นการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) และ 2) ชั้นนิยามปัญหา (Define) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ชั้นการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize)

เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเข้าไปศึกษาและเก็บข้อมูลประสบการณ์ของกลุ่มเป้าหมายในการเรียนคณิตศาสตร์ตลอดจนประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์และทำความเข้าใจประสบการณ์ของผู้เรียน และนำไปใช้ในการนิยามปัญหาในขั้นถัดไป

1.1.1 ตัวอย่างวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในระดับสูง รวมไปถึงความสำคัญของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ถือเป็นพื้นฐานในการต่อยอดเนื้อหาอื่นๆ ระดับสูงขึ้นไป ผู้วิจัยจึงกำหนดประชากรที่ศึกษาคือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตจังหวัดศรีสะเกษ โดยตัวอย่างวิจัยในการให้ข้อมูลขั้นนี้คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เกณฑ์กำหนดผู้ให้ข้อมูลคือ

- 1) เป็นผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ผู้เรียนทั้ง 5 คนต้องมีเกรดเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานแตกต่างกัน
- 3) ให้ความร่วมมือในการทำวิจัย

1.1.2 เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือที่ใช้ประกอบการทำความเข้าใจเป้าหมาย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ โดยมีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผู้วิจัยใช้กระบวนการสัมภาษณ์ผ่านการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเพื่อทำความเข้าใจปัญหาและวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยในการสัมภาษณ์ ประเด็นการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ถึงความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อปริมาณเนื้อหาและความเข้าใจเนื้อหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ปัญหาที่ผู้เรียนคิดว่าเป็นอุปสรรคต่อ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมไปถึงความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์ดังตาราง 8

ตาราง 8 ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

ประเด็นสัมภาษณ์	คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์
1. ด้านความเข้าใจเนื้อหา คณิตศาสตร์	- ในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ เนื้อหา คณิตศาสตร์หรือไม่ - เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด ที่นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ และเพราะเหตุใด
2. ด้านอุปสรรคในการเรียน คณิตศาสตร์	- อุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคืออะไร - นักเรียนมีวิธีการจัดการกับอุปสรรคในการเรียน คณิตศาสตร์อย่างไร
3. ด้านการเห็นประโยชน์ของการ เรียนคณิตศาสตร์	- ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนคิดว่าเนื้อหา คณิตศาสตร์ที่เรียนมีประโยชน์หรือไม่ - เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใดที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์/ไม่ มีประโยชน์ และเพราะเหตุใด
4. ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่าง การเรียนคณิตศาสตร์	- ในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร เพราะอะไรจึงรู้สึกเช่นนั้น - นักเรียนชอบเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ และเพราะเหตุใด
5. ด้านความสุขในการเรียน คณิตศาสตร์	- นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ (ถ้ามี) ความสุขในการเรียนนั้นเกิดขึ้นจากอะไร (ถ้าไม่มี) ความสุข ในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นเพราะเหตุใด - นักเรียนคิดว่าการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความสุขจะต้อง ทำอย่างไร

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการวัดผลและจิตวิทยาการศึกษา 2 ท่าน และเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านการสอนคณิตศาสตร์ 1 ท่าน ทำการประเมินโดยใช้ ดัชนี IOC (item objective congruence) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ความครอบคลุมในประเด็นที่ต้องการศึกษา และความเหมาะสมของระดับภาษาที่ใช้โดยมีเกณฑ์การพิจารณามากกว่า .50

ผลการตรวจสอบพบว่าคุณภาพเครื่องมืออยู่ระหว่าง .67 - 1.00 ทั้งนี้ ผู้วิจัยปรับปรุงข้อคำถามจากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งส่วนมากเป็นเรื่องของการใช้ภาษาและการยกตัวอย่างเพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจในข้อคำถามที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (รายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ แสดงไว้ในภาคผนวก)

1.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตจังหวัดศรีสะเกษแห่งหนึ่ง โดยส่งหนังสือขออนุญาตเข้าพบผู้บริหารโรงเรียนและขอความอนุเคราะห์ให้เป็นสถานที่ในการศึกษาวิจัย จากนั้นแจ้งรายละเอียดการทำวิจัย ให้กับผู้บริหารทราบ รวมถึงขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล หลังจากได้รับอนุญาต ผู้วิจัยติดต่อผู้เรียนและผู้ปกครองผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการสัมภาษณ์ เพื่อชี้แจงรายละเอียด พร้อมตอบข้อซักถาม จากนั้นให้ผู้เรียนและผู้ปกครองลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมวิจัย (consent form) ผู้วิจัยเริ่มเก็บข้อมูล โดยการสัมภาษณ์ผู้เรียนใช้เวลาไม่เกินคนละ 30 นาที

1.1.4 การพิทักษ์สิทธิ

การดำเนินการวิจัยระยะนี้ ได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนหนังสือรับรองเลขที่ COA No. 374/66 และก่อนดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ในการวิจัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียน จากนั้นผู้วิจัยอธิบายรายละเอียดกระบวนการวิจัย และขั้นตอนการพิทักษ์สิทธิของตัวอย่างวิจัย โดยตัวอย่างวิจัยสามารถตัดสินใจว่าจะยินยอมเข้าร่วมการวิจัยหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัย โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อตัวอย่างวิจัย ทั้งด้านการเรียนและความสัมพันธ์ใด ๆ ในโรงเรียน ผู้วิจัยขออนุญาตบันทึกเสียง โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการตอบแบบสัมภาษณ์และการบันทึกเสียงจะถูกเก็บเป็นความลับ ทั้งนี้ผู้ที่มีสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลวิจัยประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น

1.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อทำการสรุป และเขียนบรรยายอย่างละเอียดเพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย

1.1.6 การป้องกันความผิดพลาดเชิงระบบ หรือความมีอคติ (Systematic error / bias)

ผู้วิจัยทำการชี้แจงกลุ่มตัวอย่างวิจัย เกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ในครั้งนี้ จะไม่ส่งผลกระทบต่อตัวอย่างวิจัย ทั้งด้านการเรียนและความสัมพันธ์ใด ๆ ในโรงเรียน ดังนั้น การวิจัย

ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือที่ดีและความเต็มใจตอบคำถามจากกลุ่มตัวอย่างวิจัย และกลุ่มตัวอย่างวิจัยให้คำตอบที่เป็นจริงปราศจากอคติ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2 ขั้นตอนนิยามปัญหา (Define)

ในขั้นของการนิยามปัญหานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดและอธิบายสภาพปัญหาที่ผู้วิจัยพบ รวมถึงอธิบายถึงความต้องการจำเป็น การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ จากขั้นที่ 1 โดยการดำเนินการคือผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการทำความเข้าใจเป้าหมาย มาสรุปเป็นประเด็นปัญหาที่พบในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 ระดมความคิดและสร้างต้นแบบ

ในระยะนี้เป็นการนำข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องผนวกกับข้อมูลจากการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายในระยะแรก มาพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งให้กับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นระดมความคิด (Ideate) และ 2) ชั้นสร้างต้นแบบ (Prototype)

2.1 ชั้นระดมความคิด (Ideate)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อร่างต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยนำเอาปัญหาที่พบมาระดมความคิดกับผู้ที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดการระดมความคิดมีดังนี้

2.1.1 ตัวอย่างวิจัย

ผู้วิจัยทำการกำหนดกลุ่มผู้ให้ข้อมูลและเลือกแบบเจาะจง โดยผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วย

- 1) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน
- 2) นักจิตวิทยาการศึกษาจำนวน 1 ท่าน และ
- 3) ผู้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่งจำนวน 1 ท่าน

2.1.2 เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

เครื่องมือที่ใช้ประกอบการระดมความคิดและสร้างต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ได้แก่ ชุดคำถามสำหรับการสนทนากลุ่ม โดยมีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

ชุดคำถามสำหรับการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยใช้กระบวนการสนทนากลุ่ม โดยมีประเด็นคำถามครอบคลุม 3 ประเด็น คือ 1.การส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 2. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ตัวอย่างประเด็นคำถามในการสนทนากลุ่มดังตาราง 9

ตาราง 9 ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสนทนากลุ่ม

ประเด็นในการสนทนากลุ่ม	คำถามที่ใช้ในการสนทนากลุ่ม
1. การส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	- การสอนคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุขควรทำอย่างไร - พฤติกรรมใดบ้างที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์
2. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	- การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ควรทำอย่างไร - ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทักษะการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	- รูปแบบ/ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบันควรเป็นอย่างไร - การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนทำให้ผู้เรียน เข้าใจ/จดจำ เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้สามารถทำได้อย่างไรบ้าง - สื่อการสอนทางคณิตศาสตร์/รูปแบบวิธีการสอนที่กระชับสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาสั้นๆ และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นควรเป็นอย่างไร - การส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยช่องทางที่หลากหลาย ผ่านสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถทำได้อย่างไรบ้าง - วิธีการนำเสนอเนื้อหาคณิตศาสตร์รูปแบบใดที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ผู้วิจัย นำแบบสัมภาษณ์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการวัดผลและจิตวิทยาการศึกษา 2 ท่าน และเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านการสอนคณิตศาสตร์ 1 ท่าน ทำการประเมินโดยใช้

ดัชนี IOC (item objective congruence) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ความครอบคลุมในประเด็นที่ต้องการศึกษา และความเหมาะสมของระดับภาษาที่ใช้โดยมีเกณฑ์การพิจารณามากกว่า .50 ผลการตรวจสอบ พบว่าคุณภาพเครื่องมืออยู่ระหว่าง .33 - 1.00 ทั้งนี้ ผู้วิจัยปรับปรุงข้อคำถามจากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ข้อคำถามมีความชัดเจนและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น (รายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแสดงไว้ในภาคผนวก)

2.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้การสนทนากลุ่มผ่านแอปพลิเคชันออนไลน์ (ZOOM Cloud Meetings) ตลอดการดำเนินการสนทนากลุ่มเพื่อเก็บข้อมูล โดยมีผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสังเกตอย่างมีส่วนร่วม และสัมภาษณ์พูดคุยแยกกันตามประเด็นที่สรุปได้ในขั้นนิยามปัญหา จดความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการสนทนากลุ่มลงในตาราง โดยก่อนการสนทนากลุ่มผู้วิจัยขออนุญาตผู้ร่วมการสนทนากลุ่มในการบันทึกเสียง หลังจากการเก็บข้อมูลผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากสนทนากลุ่มมาสรุปตามประเด็นการสนทนาคณิศาสตร์ที่ได้จากขั้นระบุปัญหา

2.1.4 การพิทักษ์สิทธิ

การดำเนินการวิจัยระยะนี้ ได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนหนังสือรับรองเลขที่ COA No. 374/66 และก่อนดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยอธิบายรายละเอียด กระบวนการวิจัย และขั้นตอนการพิทักษ์สิทธิของตัวอย่างวิจัย โดยตัวอย่างวิจัยสามารถตัดสินใจว่าจะยินยอมเข้าร่วมการวิจัยหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัย โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อตัวอย่างวิจัย ผู้วิจัยขออนุญาตบันทึกเสียง โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการตอบแบบสัมภาษณ์และการบันทึกเสียงจะถูกเก็บเป็นความลับ ทั้งนี้ ผู้ที่มีสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลวิจัยประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น

2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการสรุปความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลโดยจัดแบ่งตามประเภทของภาระทางปัญญา โดยการทำดัชนีหรือกำหนดรหัสข้อมูล โดยกำหนดดัชนีภาระทางปัญญา ดังนี้

ดัชนีภาระทางปัญญาภายใน ประกอบด้วย

- 1) ความง่ายของข้อมูลและเนื้อหา
- 2) ความซับซ้อนของข้อมูลและเนื้อหา
- 3) ปริมาณข้อมูลและเนื้อหาที่มากเกินไป
- 4) ระดับทักษะและความท้าทายที่ไม่สอดคล้องกัน

ดัชนีภาระทางปัญญาภายนอก ประกอบด้วย

- 1) รูปแบบการนำเสนอข้อมูลและเนื้อหา
- 2) รูปแบบวิธีการสอน

3) สื่อการเรียนรู้

4) ความชัดเจนของข้อมูลและเนื้อหา

ดัชนีภาระทางปัญญาอัตโนมัติ ประกอบด้วย

1) สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้

2) การประยุกต์ใช้ความรู้

3) การฝึกปฏิบัติ

ข้อเสนอแนะใดที่มีความสอดคล้องและเกี่ยวข้องกับดัชนีภาระทางปัญญา ผู้วิจัยทำการอธิบายเพิ่มเติมและสร้างข้อสรุปชั่วคราวถึงวิธีการออกแบบการเรียนการสอน การส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง เพื่อนำข้อมูลส่วนนี้มาสร้างเป็นบทสรุปในการออกแบบต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

2.2 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จากการระดมความคิดโดยผู้เชี่ยวชาญตามกรอบแนวคิดการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.2.1 เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

ผู้วิจัยสร้างต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จากข้อมูลที่ได้จากการระดมความคิดร่วมกับครูผู้สอน และนักจิตวิทยาการศึกษาแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง 2) แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยออกแบบต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งภายหลังการระดมความคิด ซึ่งจัดทำในรูปแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 15 ชุด โดยเนื้อหาอ้างอิงจากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวอย่างรูปแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ดังตาราง 10

ตาราง 10 รูปแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับ
นาโนเลิร์นนิ่ง

ครั้งที่	ชื่อกิจกรรม	รูปแบบ กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้
1.	ทบทวนความรู้ พื้นฐานก่อนเรียน	กิจกรรมกลุ่ม	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของ วงกลม มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูป สี่เหลี่ยมรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ สมบัติ ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว และรูปสามเหลี่ยมคล้าย
2.	ครึ่งวงกลม และ ส่วนโค้งน้อยส่วน โค้งใหญ่	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับครึ่งวงกลม และ ส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่
3.	มุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของ วงกลม และมุมใน ครึ่งวงกลม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม
4.	ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ มุมที่จุดศูนย์กลาง และส่วนโค้งที่ รองรับมุม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุด ศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุด ศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุมไปใช้ในการให้ เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
5.	ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ มุมในส่วนโค้งของ วงกลมและส่วน โค้งที่รองรับมุม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมใน ส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้ง ของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุมไปใช้ในการให้ เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6.	ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ มุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้ง ของวงกลม	กิจกรรมกลุ่ม	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุด ศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุด ศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการ ให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ตาราง 10 รูปแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาพร้อมกับ
นาโนเลิร์นนิ่ง (ต่อ)

ครั้งที่	ชื่อกิจกรรม	รูปแบบ กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้
7.	ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ มุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบท เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม แนบในวงกลม	กิจกรรมกลุ่ม	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
8.	คอร์ดของวงกลม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลม
9.	เซกเมนต์ของ วงกลม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเซกเมนต์ของวงกลม
10.	ทฤษฎีบทคอร์ด และส่วนโค้งของ วงกลม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
11.	ทฤษฎีบทคอร์ด และจุดศูนย์กลาง ของวงกลม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
12.	ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ คอร์ดที่ยาวเท่ากัน	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากันไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ตาราง 10 รูปแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาพร้อมกับนาโนเลิร์นนิ่ง (ต่อ)

ครั้งที่	ชื่อกิจกรรม	รูปแบบกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้
13.	เส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส
14.	ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
15.	ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและ คอร์ด ของวงกลม	กิจกรรมเดี่ยว	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยขอความเห็นจากอาจารย์ที่ปรึกษาและให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน 2) นักจิตวิทยาการศึกษาจำนวน 1 ท่าน และ 3) ผู้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 1 ท่าน เพื่อทำการประเมินโดยใช้ ดัชนี IOC (item objective congruence) มีเกณฑ์การพิจารณามากกว่า .50 ผลการตรวจสอบพบว่าคุณภาพเครื่องมืออยู่ระหว่าง .33 - .67 ทั้งนี้ ผู้วิจัยรวบรวมข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขก่อนทดลองใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาพร้อมกับนาโนเลิร์นนิ่ง (รายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแสดงไว้ในภาคผนวก)

แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดการวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบวัดความสุขในการเรียนของ สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์พบว่ามีองค์ประกอบ

ทั้งหมด 7 ด้าน คือ 1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) 2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions) 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) 4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือ การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) 5) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) 6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) และ 7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) ผู้วิจัยดำเนินการสร้างข้อคำถามจำนวน 26 ข้อ ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบข้างต้น

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ ความเที่ยง และอำนาจจำแนก โดยผู้วิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสมของแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญในด้านจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 3 ท่าน โดยใช้ดัชนี IOC (item objective congruence) มีเกณฑ์การพิจารณามากกว่า .50 ผลการตรวจสอบพบว่าคุณภาพเครื่องมือ อยู่ระหว่าง .67 - 1.00 ทั้งนี้ ผู้วิจัยปรับปรุงข้อคำถามจาก ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ข้อคำถามมีความชัดเจนและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น แล้วนำไป ทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงตัวอย่างวิจัย จำนวน 33 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) โดยการใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่า ความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ .913 นอกจากนี้ใช้วิธีการหาอำนาจจำแนก (Corrected Item Total Correlation; CITC) แยกรายองค์ประกอบของแบบวัดความสุขในการเรียน คณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้ออยู่ระหว่าง .050 ถึง .862 โดยพบว่า 1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้ออยู่ ระหว่าง .515 ถึง .610 2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนรายข้ออยู่ระหว่าง .355 ถึง .697 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้ออยู่ระหว่าง .050 ถึง .563 4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้ออยู่ระหว่าง .443 ถึง .654 5) ด้านความเพียร พยายาม (Perseverance) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้ออยู่ระหว่าง .324 ถึง .576 6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) มีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้ออยู่ระหว่าง .614 ถึง .862 และ 7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้ออยู่ระหว่าง .162 ถึง .731 ทั้งนี้ ผู้วิจัยทำการคัดข้อคำถามที่มีค่า Corrected Item-Total Correlation ต่ำกว่า .2 ออก คงเหลือไว้ เพียง 24 ข้อ จากทั้งหมด 26 ข้อ นอกจากนี้ ผู้วิจัยทำการ วิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง โดยใช้การ วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 480 คน ได้มาโดยการสุ่ม

แบบหลายขั้นตอน พบว่า โมเดลการวัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าไค-สแควร์ (Chi-square) แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2(230, N = 480) = 508.45, \chi^2/df = 2.211, p = .061, CFI = 0.990, GFI = .920, AGFI = .900, SRMR = .0042, RMSEA = .0480$) 4) และวิเคราะห์ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .445 ซึ่งมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (รายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแสดงไว้ในภาคผนวก)

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม จำนวน 2 ชุด ชุดละ 30 ข้อ ประกอบไปด้วยชุดทดสอบก่อนเรียน และชุดทดสอบหลังเรียน

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสมในส่วนความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความเหมาะสมในเนื้อหา IOC (item objective congruence) มีเกณฑ์การพิจารณามากกว่า .50 ผลการตรวจสอบพบว่าคุณภาพเครื่องมือ อยู่ระหว่าง .33 - 1.00 ทั้งนี้ ผู้วิจัยปรับปรุงข้อคำถามจากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ข้อคำถามมีความชัดเจนและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการทดลองใช้ (try out) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งชุดทดสอบก่อนเรียนและชุดทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงตัวอย่างวิจัยจำนวน 26 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) โดยการใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่า ความเที่ยงของแบบวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชุดทดสอบก่อนเรียนทั้งฉบับเท่ากับ .720 และความเที่ยงของแบบวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชุดทดสอบหลังเรียนทั้งฉบับเท่ากับ .737 นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้เทคนิค 27% มีเกณฑ์พิจารณาอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และความยากง่ายของข้อสอบรายข้อโดยใช้สูตร $p = (R_H + R_L)/(N_H + N_L)$ มีเกณฑ์พิจารณาค่าความยากพอเหมาะระหว่าง .20 ถึง .80 (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชุดทดสอบก่อนเรียนมีค่าอำนาจจำแนก และความยากง่ายผ่านเกณฑ์ จำนวน 16 ข้อ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชุดทดสอบหลังเรียนมีค่าอำนาจจำแนก และความยากง่ายผ่านเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบ ในจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกันที่ผ่านเกณฑ์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 12 ข้อ และปรับปรุงข้อคำถามเพิ่มเติมจำนวน 8 ข้อ รวมข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกและสามารถนำไปใช้ในการทดลองได้ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ คำถาม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ชุดที่	r	p
1	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.43
		2 หลังเรียน	.57	.71
2	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.29	.86
		2 หลังเรียน	.43	.79
3	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.71
		2 หลังเรียน	.43	.50
4	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.43
		2 หลังเรียน	.29	.57
5	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.57
		2 หลังเรียน	.43	.36
6	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.43
		2 หลังเรียน	.57	.29
7	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.43	.64
		2 หลังเรียน	.00	.71
8	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.29	.71
		2 หลังเรียน	.29	.86
9	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.57
		2 หลังเรียน	.29	.57
10	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.43	.79
		2 หลังเรียน	.29	.57
11	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.29	.86
		2 หลังเรียน	.29	.86

ตาราง 11 การเปรียบเทียบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ คำถาม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ชุดที่	r	p
11	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตของ วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.29	.86
		2 หลังเรียน	.29	.86
12	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตของ วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.14	.50
		2 หลังเรียน	.71	.64
13	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตของ วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.71
		2 หลังเรียน	.14	.79
14	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตของ วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.43	.79
		2 หลังเรียน	.29	.71
15	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตของ วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.43	.79
		2 หลังเรียน	.43	.79
16	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้น สัมผัสวงกลม	1 ก่อนเรียน	.29	.71
		2 หลังเรียน	.57	.71
17	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้น สัมผัสวงกลม	1 ก่อนเรียน	.29	.57
		2 หลังเรียน	.14	.93
18	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัส วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.14	.79
		2 หลังเรียน	.43	.79
19	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัส วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.57
		2 หลังเรียน	.71	.64
20	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัส วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.71	.64
		2 หลังเรียน	.29	.57

เมื่อทำการตรวจสอบสหสัมพันธ์ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผ่านการคัดเลือก พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คะแนนสอบชุดทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเท่ากับ .588 และเมื่อทำการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติแล้วพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 โดยหน่วยในการวิเคราะห์มีจำนวน 26 หน่วย มีค่า $\text{sig} = .002$ ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ แสดงว่าคะแนนชุดทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .01 โดยขนาดสัมพันธคะแนนชุดทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาทิศทางความสัมพันธ์พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก แสดงว่าคะแนนชุดทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนคล้อยตามกัน กล่าวคือ ถ้าค่าของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งมีค่ามากขึ้นอีกตัวแปรหนึ่งก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย ในขณะที่ความแปรปรวนที่อธิบายได้ (Variance Explained) คำนวณจาก $(r_{xy})^2 \times 100$ ซึ่งคำนวณค่าได้ $(.588)^2 \times 100 = 34.57$ ดังนั้นตัวแปรทั้งสอง อธิบายความแปรปรวนร่วมกันได้ร้อยละ 34.57 (รายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแสดงไว้ในภาคผนวก)

2.2.2 การพิทักษ์สิทธิ

การดำเนินการวิจัยระยะนี้ ได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนหนังสือรับรองเลขที่ COA No. 374/66 ก่อนการดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยอธิบายรายละเอียด เครื่องมือวิจัย และขั้นตอนการพิทักษ์สิทธิของตัวอย่างวิจัย ทั้งนี้ผู้ที่มีสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลวิจัยประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น

ระยะที่ 3 การทดสอบต้นแบบ

ในระยะนี้ผู้วิจัยทำการทดสอบต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่ได้จากการศึกษาสาเหตุของปัญหาในระยะที่ 1 และการออกแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในระยะที่ 2

3.1 ขั้นตอนทดสอบ (Test)

ผู้วิจัยขอความอนุเคราะห์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ท่าน เป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มทดลอง ใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 15 ชุด และใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที โดยก่อนการดำเนินการผู้วิจัยมีการอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ตลอดจนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย

บูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างละเอียด และซักซ้อมทำความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดกิจกรรม

กลุ่มควบคุม ใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครึ่งละ 50 นาที ทั้งนี้จะมีการดำเนินการวัดความสุขในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังตาราง 12

ตาราง 12 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	ก่อนเรียน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	ครั้งที่ 11	ครั้งที่ 12	ครั้งที่ 13	ครั้งที่ 14	ครั้งที่ 15	หลังเรียน
ควบคุม	H	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	H+
	A																A
ทดลอง	H	CNL	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	CN	H+
	+	+	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	A
	A	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	A
			N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	

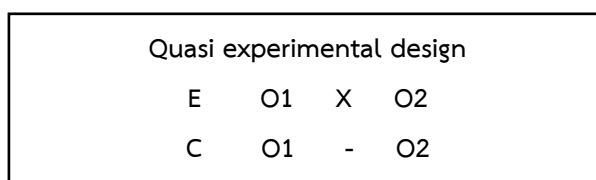
หมายเหตุ T คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

CNL+N คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

H คือ แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

A คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

โดยการทดสอบนี้จะใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง Quasi experimental design โดยมีแบบแผนการวิจัยดังภาพ 6



ภาพ 6 แบบแผนการวิจัย

E (experimental group) หมายถึง กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

C (control group) หมายถึง กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

O1 (pretest) หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

O2 (posttest) หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

X (treatment variable) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎี
ภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ผู้วิจัยศึกษาคือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตจังหวัดศรีสะเกษ

3.1.2 ตัวอย่างวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) มีเกณฑ์การ
คัดเลือกคือเป็นห้องเรียนที่เน้นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ก่อนเรียน และระดับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน จึงได้
ห้องเรียน จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2
ผู้วิจัยใช้วิธีการจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มเป็นทดลอง 1 ห้อง โดยกลุ่มทดลองมีจำนวนผู้เรียน 43 คน
แบ่งเป็นเพศชาย 18 คน เพศหญิง 25 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง โดยกลุ่มควบคุมมีจำนวนผู้เรียน
44 คน แบ่งเป็นเพศชาย 17 คน เพศหญิง 27 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการเปรียบเทียบความสุข
และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎี
ภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นดังนี้

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการ
เรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ($M=3.02$,
 $SD=.72$) แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($M=3.22$, $SD=.70$) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ดังตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณา
การทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ก่อนเรียน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	df	Sig. (2-tailed)
	M	SD	M	SD			
ความสุขในการเรียน คณิตศาสตร์	3.02	.72	3.22	.70	1.286	85	.202

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ($M=9.42$, $SD=2.88$) แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($M=9.70$, $SD=3.24$) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 14

ตาราง 14 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ก่อนเรียน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	df	Sig. (2-tailed)
	M	SD	M	SD			
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์	9.42	2.88	9.70	3.24	.435	85	.665

3.1.3 เกณฑ์คัดเข้า

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างวิจัยประกอบด้วย

1) เป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตจังหวัดศรีสะเกษ โดยเป็นห้องเรียนที่เน้นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

2) เป็นผู้เรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มที่ใช้ในการทดลองและปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือ

3.1.4 เกณฑ์คัดออก

เกณฑ์การคัดออกประกอบด้วย

- 1) ผู้เรียนขอลถอนตัวจากการเป็นกลุ่มตัวอย่าง
- 2) ผู้เรียนทำแบบวัดไม่ครบตามจำนวนครั้งที่กำหนด

3.1.5 การติดต่อและเข้าถึงตัวอย่างวิจัย

ผู้วิจัยประสานงานขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการสถานศึกษาเพื่อแจ้งรายละเอียดของการวิจัย และประสานงานกับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ท่าน เป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 15 ชุด และใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที โดยก่อนการดำเนินการผู้วิจัยมีการอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับต้นแบบการ

ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง ตลอดจนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างละเอียด และชักชวนทำความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดกิจกรรมกับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มควบคุม ใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที ทั้งนี้จะมีการดำเนินการวัดความสุขในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.1.6 การพิทักษ์สิทธิ

การดำเนินการวิจัยระยะนี้ ได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนหนังสือรับรองเลขที่ COA No. 034/67 ผู้วิจัยส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ในการวิจัยถึง ผู้อำนวยการโรงเรียน จากนั้นผู้วิจัย ดำเนินการอธิบายรายละเอียด กระบวนการวิจัย และขั้นตอนการพิทักษ์สิทธิของตัวอย่างวิจัยโดยตัวอย่างวิจัยสามารถตัดสินใจว่าจะยินยอมเข้าร่วมการวิจัยหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยโดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อตัวอย่างวิจัยทั้งด้านการเรียนและความสัมพันธ์ใด ๆ ในโรงเรียน ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเก็บข้อมูล ทั้งผลการตอบแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะถูกเก็บเป็นความลับ ทั้งนี้ผู้ที่มีสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลวิจัย ประกอบด้วย ผู้วิจัย อาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น และหลังจากเสร็จสิ้นการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ขดเซย์ให้กับกลุ่มควบคุม

3.1.7 เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือวิจัยในระยะนี้มี 2 ส่วนได้แก่ (1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.1.8 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยแจ้งรายละเอียดการทำวิจัยให้กับผู้บริหารและครูผู้สอนทราบ รวมถึงขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลในระยะที่ 3 มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบผลของการใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะก่อนทดลอง 2) ระยะระหว่างทดลอง และ 3) ระยะหลังทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ระยะก่อนทดลอง

ผู้วิจัยทำการอบรมครูซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้จัดโปรแกรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรูปแบบการดำเนินการจัดกิจกรรมอย่างถูกต้อง ครบถ้วน และดำเนินการวัดความสุขในการเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้แบบวัดความสุขในการเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดที่ 1 (ก่อนเรียน)

2) ระยะระหว่างทดลอง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ผู้วิจัยมีการประเมินความตรงเชิงการนำไปใช้โดยทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้หรือไม่และทำการบันทึกหลังการสอน

3) ระยะหลังทดลอง

ผู้วิจัยทำการวัดความสุขในการเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนโดยใช้แบบวัดความสุขในการเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดที่ 2 (หลังเรียน)

3.1.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยใช้สถิติบรรยาย

บรรยายลักษณะของข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรม SPSS

2) การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์วิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากแบบวัดความสุขในการเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงกลม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ของกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent samples t-test) และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากแบบวัดความสุขในการเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องวงกลม หลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One way MANOVA) หลังจากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ของกลุ่มทดลอง โดยใช้การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation : r_{xy})

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ตอนที่ 2 ผลการระดมความคิดสู่การออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลองและเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

1.1 การวิเคราะห์ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

การนำเสนอข้อมูลส่วนนี้เป็นการตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ผู้วิจัยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) จากนั้นนำผลที่ได้มานิยามสภาพปัญหา (Define) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัย สามารถนำเสนอประเด็นการสัมภาษณ์ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ 2) ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ 3) ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ 4) ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ 5) ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 ผลการสัมภาษณ์ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีทั้งความเข้าใจและไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาที่เข้าใจส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การคำนวณอย่างง่าย บวก ลบ คูณ หาร พื้นที่ ปริมาตร ร้อยละ เศษส่วน ทศนิยม และพาราโบลา ในขณะที่เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐาน หรือเนื้อหาที่ต้องใช้การคำนวณที่ซับซ้อน เช่น เรื่อง ทฤษฎี

บทพีทาโกรัส การแก้สมการกำลังสอง และเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิตต่าง ๆ รวมถึงการแปลงทางเรขาคณิต ดังคำสัมภาษณ์

คำถาม : ในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ เนื้อหาคณิตศาสตร์หรือไม่

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม ในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ เนื้อหาคณิตศาสตร์หรือไม่ พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจและไม่เข้าใจ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ หากเป็นเนื้อหาที่ง่ายจะสามารถเข้าใจได้ดีกว่าเนื้อหาที่ยาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความสนใจและความชอบส่วนตัว ตลอดจนวิธีการสอนของครูผู้สอน ดังคำสัมภาษณ์

“หนูคิดว่าหนูมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่ก่อนหนูอาจจะยังไม่เข้าใจ เพราะหนูไม่ใช่เด็ก ที่เก่งคณิตศาสตร์เลย แต่พอโตขึ้นหนูเริ่มใส่ใจและสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น เลยทำให้หนูเข้าใจคณิตศาสตร์มากขึ้น”

ผู้เรียน_1

“หนูเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ เพราะว่าเวลาเรียนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จะสอนแบบเปิดประเด็นและก็นั่นแหละจะงงเนื้อหาเลย คอยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามเวลาที่นักเรียนไม่เข้าใจ ทำให้หนูเข้าใจในเนื้อหานั้นจริงๆ”

ผู้เรียน_2

“หนูเข้าใจบ้างไม่เข้าใจบ้าง จะมีบางเรื่องที่เนื้อหาเข้าใจยาก หนูพยายามฟังคุณครูพูดเรื่อย ๆ และถ้าคุณครูอธิบายเพิ่มเติม หนูก็จะพยายามตั้งใจฟังให้มากขึ้น”

ผู้เรียน_3

“หนูเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ เพราะหนูเป็นคนชอบเรียนคณิตศาสตร์ หนูรู้สึกชอบเรียนคณิตศาสตร์มาตั้งแต่ประถม ประมาณ ป.5 ป.6 ก็เริ่มชอบคณิตศาสตร์แล้ว”

ผู้เรียน_4

“หนูว่าหนูเข้าใจคณิตศาสตร์ แต่ว่าก็ไม่ได้เข้าใจทุกเรื่อง”

ผู้เรียน_5

คำถาม : เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด ที่นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ และเพราะเหตุใด

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด ที่นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ และเพราะเหตุใด พบว่า เนื้อหาที่ผู้เรียนเข้าใจส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การคำนวณอย่างง่าย ในขณะที่เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐาน หรือเนื้อหาที่ต้องใช้การคำนวณที่ซับซ้อน ดังคำสัมภาษณ์

“เนื้อหาที่หนูเข้าใจเป็นเรื่อง พาราโบลา เพราะว่าป็นเนื้อหาเคยเรียนพิเศษมาก่อน แล้ว แล้วพอมารเรียนอีกเหมือนสรุปเนื้อหาอีกครั้ง มันเลยง่าย”

“ส่วนเนื้อหาที่ไม่เข้าใจคือ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพราะหนูว่ามันซับซ้อนและหนูก็เอง”

ผู้เรียน_1

“ตอนนี้หนูอยู่ ม.3 จะมีเรียนเรื่อง ความคล้าย และก็กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ซึ่งเรื่องความคล้ายหนูก็เข้าใจเพราะมันเป็นการเปรียบเทียบอัตราส่วนของด้านของความยาวของรูปเฉย ๆ แล้วก็จะได้คำตอบออกมา ส่วนเรื่องกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ต้องอ่านกราฟออก สร้างกราฟเป็น เข้าใจว่ากราฟนั้นสื่อถึงอะไร บอกความหมายได้”

“เรื่องที่หนูไม่เข้าใจ เป็นเรื่องการเขียนสมการและการแก้สมการกำลังสอง เพราะมันมีวิธีการคิดซับซ้อนทำให้หนูแก้สมการไม่ได้”

ผู้เรียน_2

“การแยกตัวประกอบดีกรีมากกว่าสอง หนูไม่ค่อยเข้าใจ แต่เนื้อหาเรื่องฟังก์ชันกำลังสองหนูเข้าใจเพราะพูดถึงพาราโบลาเพราะหนูมองเห็นภาพหนูเลยเข้าใจ”

ผู้เรียน_3

“หนูเรียนคณิตศาสตร์เข้าใจทุกเรื่อง แต่เรื่องที่หนูเข้าใจน้อยที่สุด จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับ เรขาคณิต และการแปลงทางเรขาคณิต คือถ้าเป็นการคำนวณโดยตรงหนูจะทำได้เลย แต่พอให้เป็นการหมุน การเลื่อนขนาน การสะท้อนและต้องทำพร้อม ๆ กัน หนูจะทำได้ไม่ค่อยได้”

ผู้เรียน_4

“เรื่องที่เรียนแล้วเข้าใจ ก็คณิตพื้นฐาน พื้นที่ ปริมาตร ร้อยละ ทศนิยม เพราะมันเป็นเรื่องที่เข้าใจง่าย ส่วนเรื่องที่เรียนแล้วไม่เข้าใจคือเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต เพราะว่ามันยากเกินไป”

ผู้เรียน_5

1.1.2. ผลการสัมภาษณ์ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า อุปสรรคในการเรียนเกิดขึ้นได้จากหลายองค์ประกอบ เช่นอุปสรรคที่เกิดจากตัวของผู้เรียนเอง ได้แก่ ความขี้เกียจ การไม่มีสมาธิในการเรียน ความรู้พื้นฐานที่น้อย และอุปสรรคที่เกิดจากภายนอก ได้แก่ ระยะเวลาในการเรียน ช่วงเวลาในการเรียน ความยากและซับซ้อนของเนื้อหา คุณครูผู้สอน เพื่อนในชั้นเรียน ตลอดจนบรรยากาศในชั้นเรียน ในขณะที่วิธีการจัดการกับอุปสรรคส่วนใหญ่ผู้เรียนใช้วิธีการกำกับตนเอง เช่น ตั้งใจเรียนให้มากขึ้น มีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาที่เรียน ทบทวนเนื้อหาด้วยตนเอง ทั้งจาก

การอ่านหนังสือและการศึกษาจากคลิปวิดีโอการสอนผ่าน YouTube หรือสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และหากยังไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ส่วนใดก็จะใช้วิธีการสอบถามเพื่อนและสอบถามคุณครูผู้สอน ดังคำสัมภาษณ์

คำถาม : อุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคืออะไร

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม อุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคืออะไร พบว่า อุปสรรคในการเรียนเกิดขึ้นได้จากหลายองค์ประกอบ เช่นอุปสรรคที่เกิดจากตัวของผู้เรียนเอง ได้แก่ ความขี้เกียจ การไม่มีสมาธิในการเรียน ความรู้พื้นฐานที่น้อย และอุปสรรคที่เกิดจากภายนอก ได้แก่ ระยะเวลาในการเรียน ช่วงเวลาในการเรียน ความยากและซับซ้อนของเนื้อหา คุณครูผู้สอน เพื่อนในชั้นเรียน ตลอดจนบรรยากาศในชั้นเรียน ดังคำสัมภาษณ์

“หนูได้เรียนคณิตศาสตร์ในคาบท้าย คือตอนเช้าเหมือนกับว่าใช้สมองไปเต็มที่แล้วใช้พลังจนหมดแล้ว มันเลยทำให้หนูหมดไฟที่เรียนคณิตศาสตร์ เพราะมันต้องคิดเยอะคำนวณเยอะเลยรู้สึกเบื่อ”

“การอธิบายของคุณครู บางทีครูอธิบายเร็ว ก็ตามไม่ทัน หรือเพื่อนพูดเสียงดังในห้องก็ทำให้ไม่ยินเสียงครูอธิบาย ก็เลยตามเนื้อหาไม่ทัน”

ผู้เรียน_1

“อุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์คือตัวหนูเอง เพราะหนูไม่เก่งคณิตศาสตร์ ดังนั้นเวลาถึงคาบเรียนเลยรู้สึกกดดัน แล้วหนูจะมีความคาดหวังกับตัวเองมาก ๆ เวลาทำข้อสอบ แล้วก็จะทำให้ทำข้อสอบไม่ได้ไม่ถูกต้อง”

“รองลงมาคือคุณครู คุณครูคืออุปสรรคหลัก ๆ เลย ที่ทำให้ไม่อยากเรียนคณิตศาสตร์ เพราะคุณครูบางคนทีหนูเจอมาในระหว่างเรียน มีการเปรียบเทียบเด็ก ซึ่งหนูมองว่ามันทำให้เด็กคนหนึ่งเกิดความน้อยใจแล้วก็ทำให้รู้สึกเชื่อว่าตัวเองทำคณิตศาสตร์ไม่ได้”

ผู้เรียน_2

“เนื้อหาเยอะและยาก เข้าใจยาก ซับซ้อน ต้องจำสูตรเยอะ จำสูตรไม่ได้ก็หาค่าไม่ถูก”

ผู้เรียน_3

“ความขี้เกียจของตัวเอง เวลาเจอโจทย์ยาก ๆ แล้วไม่อยากทำ”

“เพื่อนในห้องเสียงดัง ทำให้คุณครูต้องหยุดสอน จนกว่าเพื่อนจะเงียบ คุณครูถึงจะสอนต่อ”

ผู้เรียน_4

“อุปสรรคในการเรียนคือ ไม่ค่อยมีสมาธิในการเรียน และบางครั้งคุณครูก็สอนไม่เข้าใจอธิบายไม่เคลียร์ เพื่อนๆ ก็เสียงดังฟังไม่รู้เรื่อง”

ผู้เรียน_5

คำถาม : นักเรียนมีวิธีการจัดการกับอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไร

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม นักเรียนมีวิธีการจัดการกับอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไร พบว่าผู้เรียนใช้วิธีการกำกับตนเอง เช่น ตั้งใจเรียนให้มากขึ้น มีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาที่เรียน ทบทวนเนื้อหาด้วยตนเอง ทั้งจากการอ่านหนังสือและการศึกษาจากคลิปวิดีโอการสอนผ่าน YouTube หรือสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และหากยังไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ส่วนใดก็จะใช้วิธีการสอบถามเพื่อนและสอบถามคุณครูผู้สอน ดังคำสัมภาษณ์

“สำหรับตัวหนู หนูใช้วิธีการจด จดเนื้อหา สรุปที่เรียนในคาบ แล้วก็นำกลับมาทบทวนทีหลัง บางครั้งก็มีการเปิดคลิปใน YouTube และอ่านหนังสือประกอบกัน ก็จะทำให้หนูเรียนเข้าใจมากขึ้น”

ผู้เรียน_1

“ก่อนถึงคาบเรียนต้องเตรียมตัวเองให้พร้อม พร้อมรับมือกับคุณครู พร้อมรับมือกับเนื้อหา และต้องมีสมาธิจดจ่อกับสิ่งที่เรียน เวลาไม่เข้าใจต้องถามคุณครูทันที”

ผู้เรียน_2

“ใช้วิธีการสอบถามคุณครูเวลาที่ไม่เข้าใจเนื้อหา และก็มีถามเพื่อนบ้างเป็นบางครั้ง แต่ส่วนใหญ่จะถามคุณครู”

ผู้เรียน_3

“บางครั้งเวลาเจอโจทย์ยาก ๆ แล้วทำไม่ได้ หนูก็จะสอบถามเพื่อน สอบถามครู ส่วนใหญ่จะถามเพื่อน หรือไม่หนูก็จะไปค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต”

“ส่วนความขี้เกียจ มันก็มาเป็นพัก ๆ พอขี้เกียจไปสักพัก หนูก็จะฮึดขึ้นมาสู้ใหม่ เหมือนว่าขี้เกียจจนไม่อยากขี้เกียจแล้ว ก็จะกลับมาตั้งใจเหมือนเดิม”

ผู้เรียน_4

“วิธีการแก้ไขอุปสรรคคือต้องตั้งใจเรียน พยายามจดจ่อกับสิ่งที่คุณครูสอน ถ้าไม่เข้าใจเนื้อหา ก็ไปถามเพื่อน ถามคุณครู”

ผู้เรียน_5

1.1.3. ผลการสัมภาษณ์ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และมีความสำคัญสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต โดยผู้เรียนให้มุมมองเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์ ประกอบไปด้วย พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หาร การหาพื้นที่ ปริมาตร และสถิติ ในขณะที่เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกลับนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความคล้าย พาราโบลา และสมการที่มีความซับซ้อน ดังคำสัมภาษณ์

คำถาม : ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนคิดว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมีประโยชน์หรือไม่

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนคิดว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมีประโยชน์หรือไม่ พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และมีความสำคัญสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต ดังคำสัมภาษณ์

“คณิตศาสตร์มีประโยชน์ เพราะเป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้สอบในรายวิชาอื่น ๆ ได้ เช่นพวกวิชาที่ต้องอาศัยการคำนวณ และก็ต้องนำไปใช้ต่อในระดับชั้นที่สูงขึ้น เอาไปใช้ในอนาคตได้”

ผู้เรียน_1

“มีประโยชน์ เพราะอย่างหนูกำลังจะจบ ม.3 หนูก็จะเลือกเรียนต่อในสาย วิทยาศาสตร์ ซึ่งคณิตเป็นสิ่งที่ต้องการของทุกสายอาชีพเยอะมาก ๆ สามารถเอาไปต่อในสายอาชีพได้หลายอาชีพมาก เป็นตัวเลือกอย่างหนึ่งที่นักเรียนที่จบไปเลือกเยอะมากที่สุด อยากจะเป็นหมอ เป็นครู ก็ต้องใช้คณิตศาสตร์ แล้วคณิตศาสตร์ก็เอาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้”

ผู้เรียน_2

“มีประโยชน์ค่ะเพราะว่าได้ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่นการคำนวณรายรับรายจ่าย บวกลบ คูณ หหาร ซ้ำของ”

ผู้เรียน_3

“มีประโยชน์ถ้านำไปใช้ตรงสาย แต่ถ้าไม่ได้เอาไปใช้ประโยชน์ต่อก็เหมือนเรียนเพื่อให้ได้รู้เฉย ๆ”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้เรียน_4

“คณิตศาสตร์มีประโยชน์ เพราะใช้ในชีวิตประจำวัน”

ผู้เรียน_5

คำถาม : เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใดที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์/ไม่มีประโยชน์ และเพราะเหตุใด

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใดที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์/ไม่มีประโยชน์และเพราะเหตุใด พบว่า ผู้เรียนให้มุมมองเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์ ประกอบไปด้วย พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หาร การหาพื้นที่ ปริมาตร และสถิติ ในขณะที่เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกลับนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความคล้าย พาราโบลา และสมการที่มีความซับซ้อน ดังคำสัมภาษณ์

“เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส มันไม่ค่อยได้เอาเนื้อหาส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์อะไร ในชีวิตประจำวันหนูไม่ได้ใช้”

ผู้เรียน_1

“เรื่องสถิติเป็นเรื่องที่มีประโยชน์มากที่สุด เพราะว่าช่วยจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบสถิติ คือจัดให้อยู่ในรูปแบบตัวเลข เอาไปเปรียบเทียบและประมาณค่าต่าง ๆ ทำให้เห็นความแตกต่างของข้อมูลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น”

“เรื่องความคล้ายเป็นเรื่องที่ไม่ค่อยมีประโยชน์ มันเป็นเรื่องง่าย ๆ แต่ในชีวิตประจำวันก็ไม่ได้จำเป็นต้องใช้อะไร”

ผู้เรียน_2

“เนื้อหาเกี่ยวกับสถิติมีประโยชน์ เพราะทำให้เห็นภาพ เห็นโอกาสเห็นแนวโน้ม”

“ความคล้ายเป็นเรื่องที่ไม่ค่อยมีประโยชน์ มันอาจจะเอาไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ไม่ค่อยได้ใช้”

ผู้เรียน_3

“เนื้อหาที่มีประโยชน์ก็จะเป็นเกี่ยวกับการหาพื้นที่ เหมือนในชีวิตประจำวันต้องใช้ ส่วนเรื่องที่ไม่มีความหมายก็จะเป็นเรื่องสมการที่ยาก ๆ เพราะไม่รู้ว่าจะเอาไปใช้ประโยชน์อย่างไร”

ผู้เรียน_4

“เนื้อหาที่มีประโยชน์ ก็จะเป็น การบวกการลบเลข เรื่องพื้นที่ปริมาตร เนื้อหาที่ไม่มีประโยชน์ ก็จะเป็นพาราโบลา เพราะไม่รู้จะเอาไปใช้ประโยชน์อย่างไร”

ผู้เรียน_5

1.1.4. ผลการสัมภาษณ์ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์
พบว่า ผู้เรียนมีความรู้สึกในการเรียนที่แตกต่างกัน เริ่มตั้งแต่ความรู้สึกเชิงบวก เช่น มีความสุข สนุกสนาน ตื่นเต้น ความรู้สึกกลาง ๆ เช่น รู้สึกเฉย ๆ ในเวลาเรียนคณิตศาสตร์ และความรู้สึกเชิงลบ เช่น เบื่อ เครียด กังวล กลัวและกดดัน หากพิจารณาในภาพรวมแล้ว ผู้เรียนมีความรู้สึกชอบคณิตศาสตร์ เมื่อสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ตอบคำถามได้ แก้โจทย์ได้และเห็นว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ ในทางกลับกันผู้เรียนที่ไม่ชอบคณิตศาสตร์ เกิดจากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดี ส่งผลให้เวลาเรียนคณิตศาสตร์แล้วเกิดอารมณ์เชิงลบ ดังคำสัมภาษณ์

คำถาม : ในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร เพราะอะไรจึงรู้สึกเช่นนั้น

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม ในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร เพราะอะไรจึงรู้สึกเช่นนั้น พบว่า ผู้เรียนมีความรู้สึกในการเรียนที่แตกต่างกัน เริ่มตั้งแต่

ความรู้สึกเชิงบวก เช่น มีความสุข สนุกสนาน ตื่นเต้น ความรู้สึกกลางๆ เช่น รู้สึกเฉย ๆ ในเวลาเรียน คณิตศาสตร์ และความรู้สึกเชิงลบ เช่น เบื่อ เครียด กังวล กลัวและกดดัน ดังคำสัมภาษณ์

“หนูรู้สึกเบื่อมาก ๆ เวลาเรียน แต่ถ้าเวลาที่คุณครูสุ่มถามก็จะรู้สึกตื่นเต้น หรือไม่ ถ้าเป็นเรื่องที่ไม่ชอบก็จะกลัวเพราะกลัวตอบไม่ได้”

ผู้เรียน_1

“ตอนเรียนคณิตศาสตร์แทบทุกครั้ง หนูจะมีความรู้สึกเครียด เพราะมันใช้ความคิด เยอะ เวลาเรียนแล้วหลุดโฟกัสจากสิ่งที่เรียน ก็จะไม่เข้าใจเนื้อหาทันที แล้วเวลาขาดสิ่งใดสิ่งหนึ่งไป ก็จะทำให้ไม่เข้าใจเนื้อหาเลย เช่นเวลาคุณครูแสดงวิธีทำอยู่ แล้วหนูไปโฟกัสสิ่งอื่น พอกลับมาโฟกัสที่คุณครูสอนหนูก็ไม่เข้าใจเลย พอเรียนจบคาบก็จะกังวล เพราะว่าไม่รู้ว่าเนื้อหาที่เรียนไปเป็นยังไง”

ผู้เรียน_2

“รู้สึกสนุกเวลาเรียน เพราะได้เขียนแสดงวิธีทำหน้าห้องเรียน คุณครูให้ออกไปแสดงวิธีทำ”

ผู้เรียน_3

“ก็รู้สึกมีความสุขและสนุกดี เวลาที่ได้ทำโจทย์ได้หาคำตอบได้ มีความภูมิใจเวลาที่ทำได้ เหมือนเป็นความพยายามของตัวเอง”

ผู้เรียน_4

“รู้สึกเฉย ๆ เวลาเรียน แล้วก็จะรู้สึกกดดัน กลัวถ้าคุณครูสุ่มเลขที่ถาม”

ผู้เรียน_5

คำถาม : นักเรียนชอบเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ และเพราะเหตุใด

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม นักเรียนชอบเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ และเพราะเหตุใด พบว่า โดยภาพรวมแล้ว ผู้เรียนมีความรู้สึกชอบคณิตศาสตร์ เมื่อสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ตอบคำถามได้ แก้โจทย์ได้และเห็นว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ ในทางกลับกันผู้เรียนที่ไม่ชอบคณิตศาสตร์ เกิดจากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดี ส่งผลให้เวลาเรียนคณิตศาสตร์แล้วเกิดอารมณ์เชิงลบ ดังคำสัมภาษณ์

“โดยรวม ๆ แล้ว หนูก็ยังชอบคณิตศาสตร์ เพราะยังงั้นมันก็ได้ใช้ต่อในระดับที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ”

ผู้เรียน_1

“หนูเป็นคนไม่ชอบคณิตศาสตร์ เพราะหนูรู้ว่าหนูเรียนไม่เก่งคณิตศาสตร์อยู่แล้ว เวลาเรียนก็จะกดดันตัวเอง เวลาคุณครูถามในท้องก็ตอบไม่ได้ก็จะกดดันและเครียด กังวลกลัวว่าจะทำงานที่คุณครูมอบหมายไม่ได้ การบ้านอะไร ๆ ต่าง ๆ เพราะคณิตศาสตร์สูตรเยอะ ต้องใช้ความจำ และก็มีวิธีคิดคำนวณค่อนข้างเยอะ”

ผู้เรียน_2

“ชอบเรียนคณิตศาสตร์ เพราะได้แสดงความคิด ได้ทำโจทย์ ได้หาคำตอบ”

ผู้เรียน_3

“ชอบคณิตศาสตร์ เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วขี้ลามาก เพราะก่อนหน้านี้เรียนพิเศษมาแล้วเข้าใจพอเรียนเข้าใจก็เลยทำให้ชอบเรียน”

ผู้เรียน_4

“ชอบคณิตศาสตร์เพราะรู้สึกว่าเป็นคนชอบตัวเลขมากกว่าชอบอ่านหนังสือ ชอบแก้โจทย์ปัญหาถ้าแก้โจทย์ได้ก็จะดีใจสุด ๆ ถ้าแก้ไม่ได้ก็จะพยายามหาคำตอบไปเรื่อย ๆ”

ผู้เรียน_5

1.1.5. ผลการสัมภาษณ์ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากองค์ประกอบหลายด้าน เช่น เกิดจากความชอบส่วนตัว เนื้อหาที่เรียน คุณครูผู้สอนวิธีการและรูปแบบการสอน เพื่อนร่วมชั้นเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน คะแนนที่ได้รับ และการได้ทำโจทย์ที่ท้าทาย สำหรับแนวทางในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข จะต้องเริ่มต้นจากการเปิดใจที่จะเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งใจและพยายามในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน เช่น ตอบคำถามบ่อยๆ นอกจากนี้วิธีการสอนของคุณครู รวมถึงสื่อการสอนต้องมีความหลากหลาย และบรรยากาศการเรียนจะต้องผ่อนคลาย ดังคำสัมภาษณ์

คำถาม : นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ (ถ้ามี) ความสุขในการเรียนนั้นเกิดขึ้นจากอะไร (ถ้าไม่มี) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นเพราะเหตุใด

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ (ถ้ามี) ความสุขในการเรียนนั้นเกิดขึ้นจากอะไร (ถ้าไม่มี) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นเพราะเหตุใด พบว่า ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบหลายด้าน เช่น เกิดจากความชอบส่วนตัว เนื้อหาที่เรียน คุณครูผู้สอน วิธีการและรูปแบบการสอน เพื่อนร่วมชั้นเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน คะแนนที่ได้รับ และการได้ทำโจทย์ที่ท้าทาย ดังคำสัมภาษณ์

“หนูว่าหนูก็ยังมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะว่า เกิดจากที่คุณครูสอน แล้วใส่ใจในรายละเอียดในเนื้อหา และถ้าไม่เข้าใจคุณครูก็จะให้ยกมือถาม แล้วคุณครูก็จะอธิบายซ้ำว่า ส่วนนี้ทำยังไง มีความเป็นมาอย่างไรประมาณนี้ แล้วเวลาถามคุณครู คุณครูก็จะตอบกลับมาทุกครั้ง”

“เพื่อนสนิทหนูก็ช่วยทำให้หนูมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย เพราะเวลาที่เรียนไม่เข้าใจเพื่อนก็จะบอกว่าไม่ต้องเครียด หรือถ้าทำข้อสอบไม่ได้เพื่อนก็จะคอยให้กำลังใจว่าทำให้เต็มที่ เหมือนเราทำดีที่สุดแล้วก็ไม่ต้องเสียใจ”

ผู้เรียน_1

“หนูมีความสุขบางเวลา บางเวลาก็ไม่มีความสุข ถ้าได้ตอบคำถามที่คุณครูถาม มาแล้วตอบได้ แล้วคุณครูจะชม หนูก็จะมีความสุข แต่ช่วงที่ไม่มีความสุขก็จะตรงข้ามกันเลย คือถ้า หนูตอบคำถามไม่ได้หนูก็จะไม่มีความสุข”

“บรรยากาศในห้องเรียน เพื่อนในห้องร่าเริง คุณครูยิ้มแย้มชวนคุยเรื่องตลก ก็ทำให้มีความสุขในการเรียน”

ผู้เรียน_2

“รู้สึกมีความสุขในการเรียน เพราะได้ตอบคำถาม ได้คะแนนจากการตอบคำถาม คะแนนจาก การสอบ ถ้าทำคะแนนได้ดีก็รู้สึกมีความสุข”

ผู้เรียน_3

“มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะมันเกิดจากความชอบส่วนตัว ชอบเนื้อหา และวิธีการสอนของคุณครู รูปแบบการสอนของคุณครู”

“การได้เกรดดี ๆ คะแนนดี ๆ ก็จะช่วยทำให้มีความสุขในการเรียน”

ผู้เรียน_4

“ในการเรียนคณิตศาสตร์ก็มีความสุขเป็นบางครั้ง เช่น เวลาที่แก้โจทย์ได้ แต่ถ้าไปเจอโจทย์ที่ยากเกินแล้วแก้ไม่ได้ก็จะไม่มีความสุข”

ผู้เรียน_5

คำถาม : นักเรียนคิดว่าการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความสุขจะต้องทำอย่างไร

ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นคำถาม นักเรียนคิดว่าการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความสุข จะต้องทำอย่างไร พบว่า ผู้เรียนได้เสนอแนวทางในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข ว่าจะต้อง เริ่มต้นจากการเปิดใจที่จะเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งใจและพยายามในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน เช่น ตอบคำถามบ่อย ๆ นอกจากนี้วิธีการสอนของคุณครู รวมถึงสื่อการสอนต้องมีความหลากหลาย และบรรยากาศการเรียนจะต้องผ่อนคลายดังคำสัมภาษณ์

“ต้องตั้งใจกับสิ่งที่ครูสอน ให้ความสนใจกับสิ่งที่เรียน พยายามตอบคำถามบ่อย ๆ”

“อยากให้คุณครูสอนแบบสนุกสนาน ไม่เครียดจนเกินไป”

“เวลาตอบคำถามได้ อยากให้คุณครูชมหรือปรบมือให้ เพื่อนปรบมือให้”

ผู้เรียน_1

“บรรยากาศในการเรียนต้องดี นักเรียนต้องช่วยกันตอบคำถามเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ คุณครูให้กำลังใจนักเรียน อาจจะเป็นให้คำชมหรือให้คะแนน ก็จะช่วยให้ห้องเรียนมีความสุข มีเสียงหัวเราะ”

“วิธีการสอนของคุณครู อาจจะมีอุปกรณ์เสริม สื่อการเรียนการสอนใหม่ ๆ”

“อยากให้คุณครูคณิตศาสตร์ทุก ๆ คน สอนนักเรียนอย่างมีความสุข ไม่บึ้งตึงจนเกินไป”

ผู้เรียน_2

“เรียนแบบผ่อนคลาย ไม่ต้องกังวลเกินไป ไม่ต้องซีเรียส และเปิดใจในการเรียนคณิตศาสตร์”

ผู้เรียน_3

“การจะเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความสุขได้ 1. จะต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อน เพราะพื้นฐานจะช่วยให้นำไปประยุกต์ใช้ได้ 2. ใจต้องดี เพราะเวลาที่เจอโจทย์ที่ยากเกินความสามารถก็ต้องตั้งใจมุ่งมั่นหาคำตอบออกมาให้ได้ 3. ความพยายาม ต้องมีความพยายามให้ถึงที่สุดจนกว่าเราจะทำได้ แล้วเราก็จะมีความสุข”

ผู้เรียน_4

“ต้องตั้งใจเรียน คิดตามสิ่งที่คุณครูสอน ทบทวนสิ่งที่เรียนเพื่อให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น”

ผู้เรียน_5

จากการสัมภาษณ์ พบว่า ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนมีทั้งความเข้าใจและไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาที่เข้าใจส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์การคำนวณอย่างง่าย บวก ลบ คูณ หาร พื้นที่ ปริมาตร ร้อยละ เศษส่วน ทศนิยม และพาราโบลา ในขณะที่เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐาน หรือเนื้อหาที่ต้องใช้การคำนวณที่ซับซ้อน เช่น เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การแก้สมการกำลังสอง และเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิตต่าง ๆ รวมถึงการแปลงทางเรขาคณิต ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า อุปสรรคในการเรียนเกิดขึ้นได้จากหลายองค์ประกอบ เช่น อุปสรรคที่เกิดจากตัวของนักเรียนเอง ได้แก่ ความขี้เกียจ การไม่มีสมาธิในการเรียน ความรู้พื้นฐานที่มีน้อย และอุปสรรคที่เกิดจากภายนอก ได้แก่ ระยะเวลาในการเรียน ช่วงเวลาในการเรียน ความยาก

และซับซ้อนของเนื้อหา คุณครูผู้สอน เพื่อนในชั้นเรียน ตลอดจนบรรยากาศในชั้นเรียน โดยวิธีการจัดการกับอุปสรรคส่วนใหญ่ ผู้เรียนใช้วิธีการกำกับตนเอง เช่น ตั้งใจเรียนให้มากขึ้น มีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาที่เรียน ทบทวนเนื้อหาด้วยตนเอง ทั้งจากการอ่านหนังสือและการศึกษาจากคลิปวิดีโอการสอนผ่าน YouTube หรือสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และหากยังไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ส่วนใดก็จะใช้วิธีการสอบถามเพื่อนและสอบถามคุณครูผู้สอน ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และมีความสำคัญสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต โดยผู้เรียนให้มุมมองเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์ ประกอบไปด้วย พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หาร การหาพื้นที่ ปริมาตร และสถิติ ในขณะที่เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกลับนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ความคล้าย พาราโบลา และสมการที่มีความซับซ้อน ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีความรู้สึกในการเรียนที่แตกต่างกัน เริ่มตั้งแต่ความรู้สึกเชิงบวก เช่น มีความสุข สนุกสนาน ตื่นเต้น ความรู้สึกกลางๆ เช่น รู้สึกเฉย ๆ ในเวลาเรียนคณิตศาสตร์ และความรู้สึกเชิงลบ เช่น เบื่อ เครียด กังวล กลัวและกดดัน หากพิจารณาในภาพรวมแล้ว ผู้เรียนมีความรู้สึกชอบคณิตศาสตร์ เมื่อสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ตอบคำถามได้ แก้โจทย์ได้และเห็นว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ ในทางกลับกันผู้เรียนที่ไม่ชอบคณิตศาสตร์ เกิดจากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดี ส่งผลให้เวลาเรียนคณิตศาสตร์แล้วเกิดอารมณ์เชิงลบ ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากองค์ประกอบหลายด้าน เช่น เกิดจากความชอบส่วนตัว เนื้อหาที่เรียน คุณครูผู้สอนวิธีการและรูปแบบการสอน เพื่อนร่วมชั้นเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน คะแนนที่ได้รับ และการได้ทำโจทย์ที่ท้าทายสำหรับแนวทางในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข จะต้องเริ่มต้นจากการเปิดใจที่จะเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งใจและพยายามในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน เช่น ตอบคำถามบ่อย ๆ นอกจากนี้วิธีการสอนของคุณครู รวมถึงสื่อการสอนต้องมีความหลากหลาย และบรรยากาศการเรียนจะต้องผ่อนคลาย จากที่กล่าวข้างต้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับผู้เรียนได้โดย สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนให้ผู้เรียนตระหนักและเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาให้เหมาะสมกับสามารถของผู้เรียน เลือกใช้สื่อการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในชั้นเรียน

1.2 ผลการนิยามปัญหา (Define) จากข้อมูลการทำความเข้าใจตัวอย่างวิจัย

จากข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้เรียน สามารถสรุปประเด็นปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับปัญหาที่พบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ดังตาราง 15

ตาราง 15 สรุปประเด็นจากการทำความเข้าใจกลุ่มตัวอย่าง

ประเด็นคำถาม	ประเด็นปัญหาที่พบ
1.ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์	1.1 ผู้เรียนจะไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนหรือมีการประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลาย
2. ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์	2.1 อุปสรรคที่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง เช่น ความขี้เกียจ การไม่มีสมาธิในการเรียน การขาดความรู้พื้นฐาน 2.2 ระยะเวลาในการเรียนที่มากเกินไป ระยะเวลาในการเรียน เช่น ต้องเรียนคณิตศาสตร์ในช่วงบ่าย 2.3 ความซับซ้อนและความยากของเนื้อหาที่เรียน 2.4 รูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน 2.5 สื่อการสอนที่ไม่มีความหลากหลายและน่าสนใจ 2.6 บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เอื้อต่อการเรียนรู้
3. ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียน	3.1 เนื้อหาที่มีความยากและความซับซ้อนนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้น้อย
4. ด้านความรู้สึที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์	4.1 ระหว่างเรียนคณิตศาสตร์ มีความรู้สึกเชิงลบ เช่น เบื่อ เครียด กังวล กลัวและกดดัน
5. ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	5.1 ผู้เรียนที่ไม่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากการขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 5.2 การไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียนส่งผลต่อความสุขในการเรียน

ตอนที่ 2 ผลการระดมความคิดสู่การออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้เป็นการระดมความคิด (Ideate) โดยมีผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน 2) นักจิตวิทยาการศึกษาจำนวน 1 ท่าน และ 3) ผู้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่งจำนวน 1 ท่าน โดยผู้วิจัยใช้การสนทนากลุ่มผ่านแอปพลิเคชันออนไลน์ (ZOOM Cloud Meetings) ตลอดการดำเนินการสนทนากลุ่มเพื่อเก็บข้อมูล ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสังเกตอย่างมีส่วนร่วม และสัมภาษณ์พูดคุยแยกกันตามประเด็นที่สรุปได้ในขั้นนิยามปัญหา หลังจากการเก็บข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากสนทนากลุ่มมาสรุปตามประเด็นการสอนคณิตศาสตร์ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้

ไปใช้ในการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (Prototype) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการระดมความคิด (Ideate)

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยแบ่งเป็น 3 ประเด็น สามารถนำเสนอได้ตามตาราง 16

ตาราง 16 ผลจากการระดมความคิด

ประเด็นการสอนคณิตศาสตร์	ผลการระดมความคิด (Ideate)
1. การส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	การสอนคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนมีความสุข ควรเริ่มต้นจากการรู้จักผู้เรียนรายบุคคล และมีความเข้าใจในรูปแบบความสุขของผู้เรียน สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ว่าผู้เรียนมีความสุขหรือไม่อย่างไร ถ้ามีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ความสุขนั้นเกิดจากอะไร หรือถ้าไม่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ทำไมถึงไม่มีความสุข ขั้นที่ 2 เมื่อทราบและเข้าใจในสาเหตุชัดเจนแล้ว เข้าสู่กระบวนการออกแบบวิธีการสอนที่จะส่งเสริมความสุขให้กับผู้เรียนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และเน้นการสอนอย่างมีความหมาย ซึ่งเรียงลำดับได้ดังนี้ การนำเข้าสู่บทเรียน ครูจะต้องทำให้ผู้เรียนเปิดใจที่จะเรียนรู้ สร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้เรียน พูดคุยและพยายามเข้าถึงผู้เรียน มีความเป็นกันเองกับผู้เรียน ในด้านการสอนควรเน้นการสอนอย่างเป็นกัลยาณมิตร เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสอน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก สังเกตพฤติกรรมการตอบโต้ของผู้เรียนในชั้นเรียน มีการลำดับเนื้อหาความยาก-ง่าย มีการยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจน

ตาราง 16 ผลจากการระดมความคิด (ต่อ)

ประเด็นการสอนคณิตศาสตร์	ผลการระดมความคิด (Ideate)
	การสรุปบทเรียน ควรสรุปให้ตรงประเด็น กระชับและเข้าใจง่าย ทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปอย่างเป็นระบบ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย หรือประเด็นศึกษาเพิ่มเติม หรือครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน อาจมีการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน การเสริมแรง การให้รางวัล หรือคะแนน เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียนก็จะทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากยิ่งขึ้น สำหรับพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1) พฤติกรรมที่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น ใบหน้าที่มีรอยยิ้ม เสียงหัวเราะ การตอบคำถาม จำนวนครั้งของการส่งงานส่งการบ้าน การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน 2) พฤติกรรมที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้สึกรักคิดต่าง ๆ เป็นต้น
2. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ได้ผลดี ครูจะต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล สามารถแบ่งกลุ่มผู้เรียนได้ เพื่อจะได้เตรียมความรู้พื้นฐานสำหรับผู้เรียนให้พร้อมปรับเปลี่ยนกระบวนการสอน วิธีการสอนที่หลากหลาย พัฒนาสื่อการสอนใหม่ๆ สื่อหรือนวัตกรรมที่จับต้องได้ เพื่อให้ผู้เรียนสนใจ ใช้รูปแบบกิจกรรมที่แตกต่างกันสำหรับผู้เรียนที่มีพื้นฐานต่างกัน ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน เช่น ผู้เรียนกลุ่มเก่ง ควรเน้นกิจกรรมที่ต่อยอดองค์ความรู้ ผู้เรียนกลุ่มกลาง ควรเน้นการสอนที่มีการทวนซ้ำหรือลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้

ตาราง 16 ผลจากการระดมความคิด (ต่อ)

ประเด็นการสอนคณิตศาสตร์	ผลการระดมความคิด (Ideate)
	ผู้เรียนกลุ่มอ่อน ควรเน้นการเตรียมพื้นฐานและฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความเข้าใจ มีความสม่ำเสมอของการทำแบบฝึกหัด พยายามจัดกิจกรรมภายในห้องเรียนให้สำเร็จ ใช้กระบวนการกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน การวัดผลและการประเมินผล ควรมีการประเมินเป็นระยะ เก็บคะแนนหลาย ๆ ครั้ง เช่น ระหว่างเรียน หลังเรียน และวัดผลตามสภาพจริง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถือเป็นสิ่งปลายทางที่เกิดจากการประเมินเป็นระยะ ด้านปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งเป็น 2 ปัจจัยหลักได้ดังนี้ ปัจจัยภายใน เป็นปัจจัยที่เกิดจากตัวของผู้เรียนเอง ได้แก่ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ การตระหนักรู้ตนเอง (Self-awareness) การมีความมั่นใจและเชื่อในความสามารถของตนเอง (Self esteem) เป็นต้น ปัจจัยภายนอก เป็นปัจจัยที่มาจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ครูผู้สอน ความรู้ความสามารถของครูผู้สอน บุคลิกภาพของครูผู้สอน วิธีการสอนของครู รวมถึงความแม่นยำในเนื้อหาการสอนของครูผู้สอน ตลอดจนภาระงานที่ครูได้รับมอบหมาย สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน นโยบายของโรงเรียน นโยบายเชิงวิชาการ บรรยากาศภายในชั้นเรียน เพื่อนในชั้นเรียน ช่วงเวลาเรียน ระยะเวลาเรียน สภาพครอบครัว ความเป็นอยู่ของผู้เรียน ภาระความรับผิดชอบของผู้เรียน ตลอดจนการเดินทางมาโรงเรียนผู้เรียน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ตาราง 16 ผลจากการระดมความคิด (ต่อ)

ประเด็นการสอนคณิตศาสตร์	ผลการระดมความคิด (Ideate)
3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการ ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	รูปแบบ/ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นการทบทวนเนื้อหาและความรู้เดิมของผู้เรียน สํารวจความพร้อมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะนำไปประกอบกับความรู้นใหม่ที่จะเรียนได้ ขั้นสอน ควรออกแบบการสอนและวิธีการสอนที่ กระชับ แบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วย่อย ๆ สั้นๆ ที่ละจุดประสงค์ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา เน้นการเรียนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง สร้างคลังความรู้ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ทุกที่ทุกเวลา สามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำ ๆ ได้ เช่น สื่อออนไลน์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ คลิปวิดีโอ ขนาดสั้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูกับผู้เรียนสามารถติดต่อซึ่งกันและกันผ่านออนไลน์ได้ การสรุปองค์ความรู้และบทเรียนต่าง ๆ ควรสรุปที่ละประเด็นและสามารถมองเห็นภาพรวมของเนื้อหาได้ชัดเจน ขั้นการประเมินผล ประเมินผลจากผลงานที่เกิดขึ้นหรือประเมินตามสภาพจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนทำให้ผู้เรียน เข้าใจและจำจดเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถทำได้โดยหลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของการเรียนเนื้อหานั้น ๆ กิจกรรมที่ยืดหยุ่นและหลากหลาย รวมถึงเทคนิคการสอนของครูผู้สอน

ตาราง 16 ผลจากการระดมความคิด (ต่อ)

ประเด็นการสอนคณิตศาสตร์	ผลการระดมความคิด (Ideate)
	สื่อการสอนทางคณิตศาสตร์และรูปแบบวิธีการสอนที่กระชับสามารถเรียนรู้ได้ในระยะเวลาสั้น ๆ และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ควรเป็นสื่อที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เช่น สื่อออนไลน์ที่เข้าถึงง่าย สื่อที่นำเสนอเนื้อหาในระยะเวลาสั้น ๆ สื่อที่มีการเคลื่อนไหว ภาพ เสียง ประกอบที่ชัดเจน จังหวะการนำเสนอที่เหมาะสม มีความทันสมัย และทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ช่วยสร้างสีสันและความสนุกสนานให้กับผู้เรียนได้
	การส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยช่องทางที่หลากหลาย ผ่านสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถทำได้โดยการสร้างคลังความรู้สำหรับผู้เรียนไว้ในแพลตฟอร์มต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ทุกที่ ทุกเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกและความพร้อมของผู้เรียนด้วย จัดระบบความรู้ให้เป็นระเบียบ ลำดับเนื้อหาก่อนหลังให้ชัดเจน
	รูปแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน สามารถทำได้หลากหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของผู้เรียน เนื้อหาที่เรียนและความพร้อมของครูผู้สอนการนำเสนออาจเริ่มต้นจากสิ่งที่น่าสนใจง่าย และเพิ่มระดับความท้าทายตามลำดับ ใช้รูปแบบวิธีการนำเสนอที่ยืดหยุ่นได้

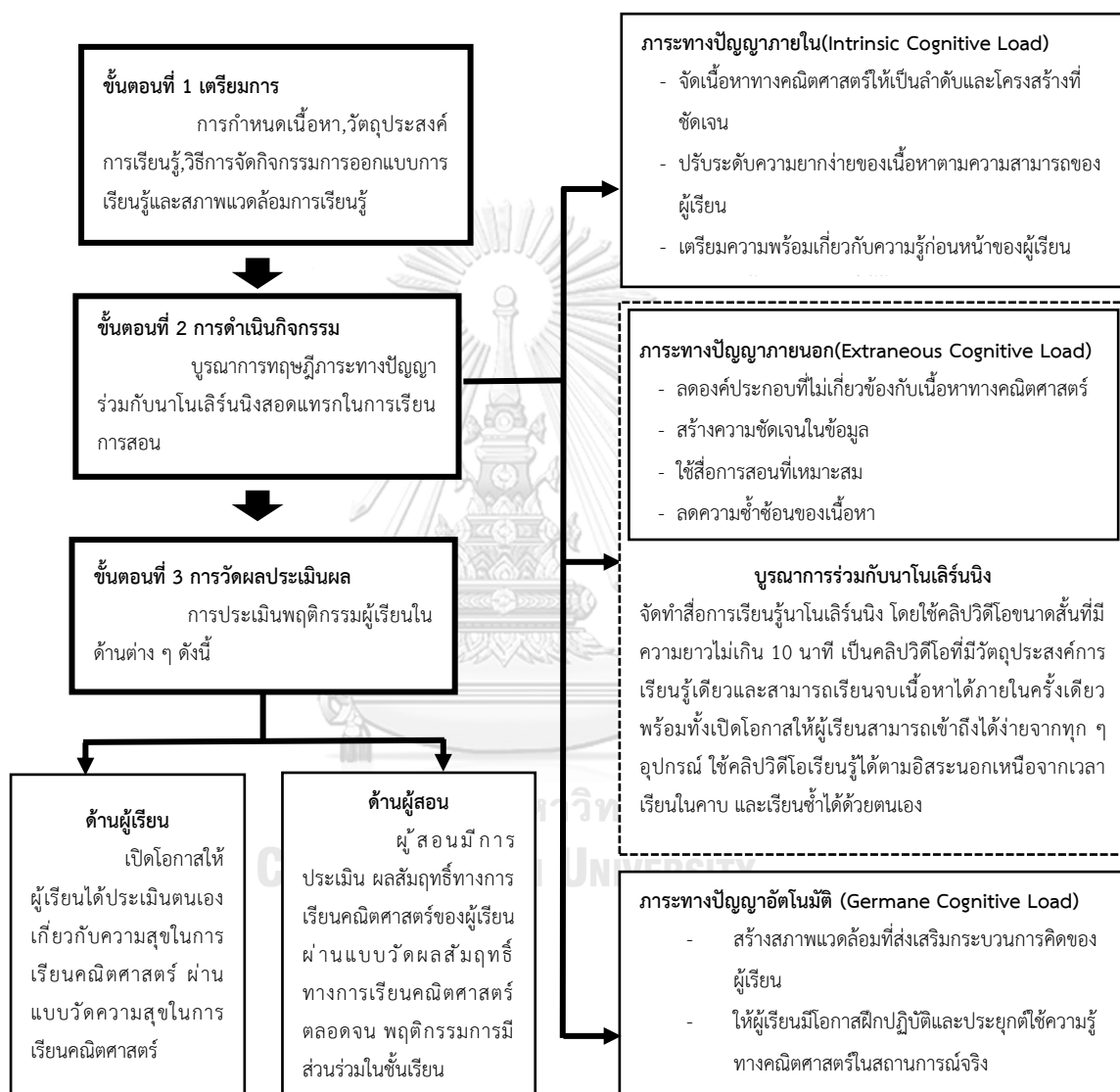
ผู้วิจัยสังเคราะห์ผลการระดมความคิดและทำการสรุปความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญโดยจัดแบ่งตามประเภทของภาระทางปัญญา เพื่อนำข้อมูลมาสร้างเป็นบทสรุปในการออกแบบต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สามารถนำเสนอได้ตาม ตาราง 17

ตาราง 17 สังเคราะห์ผลจากการระดมความคิดแบ่งตามประเภทของภาระทางปัญญา

ประเด็นการสอน คณิตศาสตร์	ภาระทางปัญญา		
	ภายใน	ภายนอก	อัตโนมัติ
1. การส่งเสริม ความสุข ในการเรียน คณิตศาสตร์	- สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน - ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน	- สร้างความชัดเจนในข้อมูล	- สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน - ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง
2. การพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน คณิตศาสตร์	- เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน	- ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม	- ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง
3. กิจกรรมการ เรียนรู้โดยบูรณา การทฤษฎีการ ทางปัญญา ร่วมกับนา โนเลิร์นนิ่ง	- จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน - เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน - ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน	- ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ - ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมเข้าถึงง่าย - ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา	- สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน - ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

2.2 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype)

ขั้นตอนการสร้างต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จากการระดมความคิดโดยผู้เชี่ยวชาญ ตามกรอบแนวคิดการวิจัย ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและแนวทางในการพัฒนาต้นแบบ ดังภาพ 7



ภาพ 7 แนวทางการพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

จากการระดมความคิดโดยผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนจากการรวบรวมข้อมูลและแนวทางในการพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งข้างต้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวเป็นหลักในการออกแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม ซึ่งสามารถนำเสนอตัวอย่างการออกแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งโดยสังเขป ดังตาราง 18

ตาราง 18 หลักการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ทฤษฎีภาระทางปัญญา	หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้
ภาระทางปัญญภายใน (Intrinsic Cognitive Load)	1. จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน 2. ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน 3. เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน 4. สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน
ภาระทางปัญญภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	1. ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 2. สร้างความชัดเจนในข้อมูล 3. ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง เป็นคลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวและสามารถเรียนจบเนื้อหาได้ภายในครั้งเดียว 4. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา
ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load)	1. สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน 2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสดึงปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

ผู้วิจัยได้จัดทำชุดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งจำนวน 15 ชุด อ้างอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 เรื่อง วงกลม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที โดยมีรายละเอียดการนำ

กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง
เพื่อออกแบบกิจกรรมทั้ง 15 ครั้ง แสดงดังตาราง 19 (รายละเอียดของกิจกรรมแสดงไว้ในภาคผนวก)



ตาราง 19 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการการเรียนรู้การร่วมกันในเรียนรู้

		การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load)				ภาระทางปัญญาเบื้องต้น			
		ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load)				ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load)			
ผู้เรียน	ขั้นตอน	1. จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างชัดเจน	2. ปรับระดับความง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน	3. เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน	4. สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน	1. ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์	2. สร้างความชัดเจนในข้อสงสัย	3. ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำไม่เกิน 10 นาที	4. ลดความซับซ้อนของเนื้อหา
		1. จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างชัดเจน	2. ปรับระดับความง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน	3. เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน	4. สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน	1. ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์	2. สร้างความชัดเจนในข้อสงสัย	3. ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำไม่เกิน 10 นาที	4. ลดความซับซ้อนของเนื้อหา
1	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/
2	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/
3	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/
4	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/

ตาราง 19 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการศึกษาเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา (ต่อ)

การประเมินผล (Assessment)												
ภาระทางปัญญา (Cognitive Load)												
ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)												
ชุดกิจกรรม	ขั้นตอน	1. จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน	2. ปรับระดับความง่ายของเนื้อหา	ตามความสามารถของผู้เรียน	3. เปรียบเทียบความยากง่ายกับความยากก่อนหน้าของผู้เรียน	4. สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน	1. ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้อง	2. สร้างความชัดเจนในข้อสงสัย	3. ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์	4. ลดความซับซ้อนของเนื้อหา	1. สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน	2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง
		ภาระทางปัญญา (Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)
5	ขั้นต้น	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสูง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	ขั้นต้น	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสูง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	ขั้นต้น	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสูง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	ขั้นต้น	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	ขั้นสูง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

ตาราง 19 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการการเรียนรู้ร่วมกันในเลิร์นนิ่ง (ต่อ)

		ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)				ภาระทางปัญญาในการเรียนการสอน				ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ			
ผู้สอน	ขั้นตอน	ภาระทางปัญญา (Intrinsic Cognitive Load)				ภาระทางปัญญาในการเรียนการสอน				ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ			
		1. จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน	2. ปรับระดับความง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน	3. เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน	4. สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน	1. ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์	2. สร้างความชัดเจนในข้อมูล	3. ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำสื่อการเรียนรู้ในเลิร์นนิ่ง ความยาวไม่เกิน 10 นาที	4. ลดความซับซ้อนของเนื้อหา	1. สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน	2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง		
9	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
10	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
11	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
12	ขั้นนำ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นกิจกรรม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
	ขั้นสรุป	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสามารถนำเสนอได้ 2 ประเด็น คือ 1) ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง และ 2) ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANOVA)

หลังจากได้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่งที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นแล้ว จึงนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างวิจัย โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 43 คน และทำการเปรียบเทียบผลกับกลุ่มควบคุม จำนวน 44 คน ได้ผลดังนี้

3.1 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

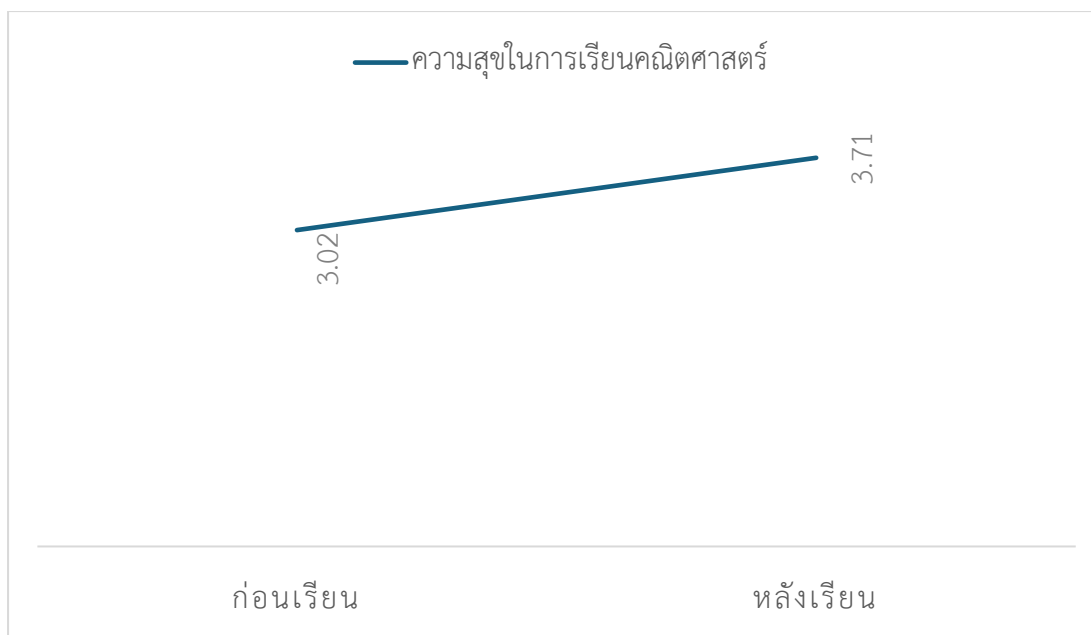
การเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการนำเสนอ ดังนี้

3.1.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง พบว่าความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังเรียน ($M=3.71$, $SD=.71$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M=3.02$, $SD=.72$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 20 และภาพ 8 ตามลำดับ

ตาราง 20 การเปรียบเทียบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	df	Sig. (1-tailed)
	M	SD	M	SD			
ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	3.02	.72	3.71	.71	-7.830	42	.000



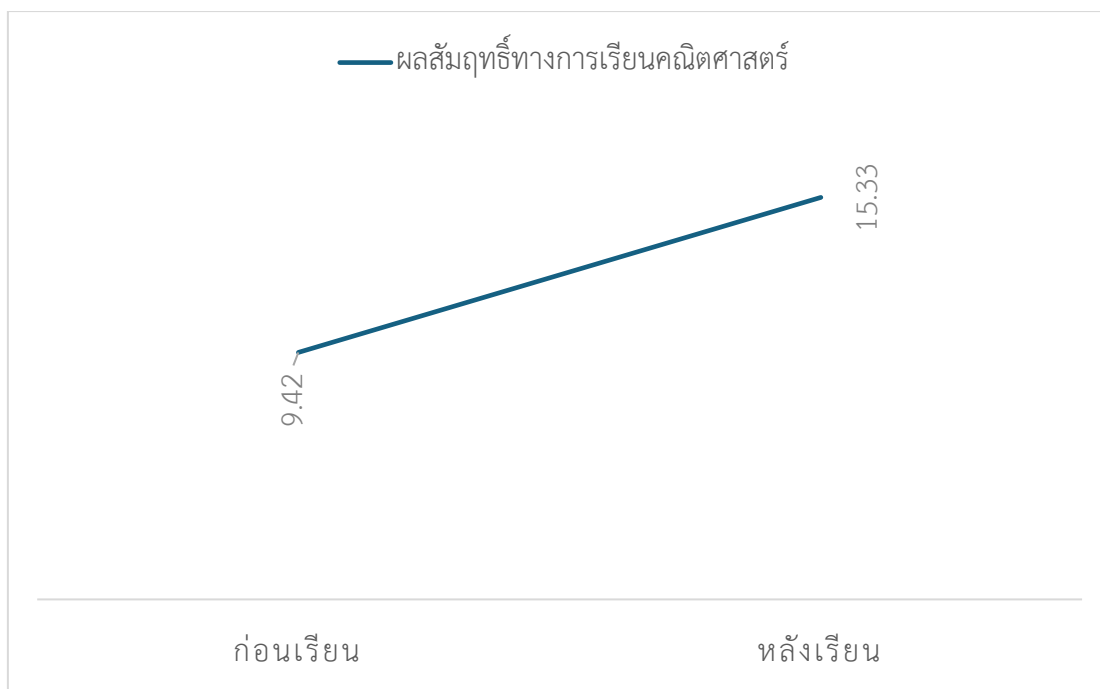
ภาพ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

3.1.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่ม ทดลอง

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง พบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังเรียน ($M=15.33$, $SD=3.13$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M=9.42$, $SD=2.88$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 21 และภาพ 9 ตามลำดับ

ตาราง 21 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ
บูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	df	Sig. (1-tailed)
	M	SD	M	SD			
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน คณิตศาสตร์	9.42	2.88	15.33	3.13	13.464	42	.000



ภาพ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

3.2 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANOVA)

ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (One-Way MANOVA) โดยทดสอบความแปรปรวน (Homogeneity of Variance Covariance Matrices) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariate Matrices ซึ่งมีค่า Box's M = 2.112 [F(3,1323463.652) = .686, Sig = .560] พบว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน รวมถึงทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่าความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน (Sig = .000) นอกจากนี้ทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality) ด้วยการใช้สถิติ Shapiro-Wilk พบว่า ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ (Sig = .177) และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (Sig = .118) มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ MANOVA

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่าง

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุข และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 [$F(1,85) = 11.042$, $Sig = .000$] โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 3.71 ($SD = .71$) และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.37 ($SD = .69$) และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 15.33 ($SD = 3.13$) และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 12.23 ($SD = 3.03$) ดังตาราง 22

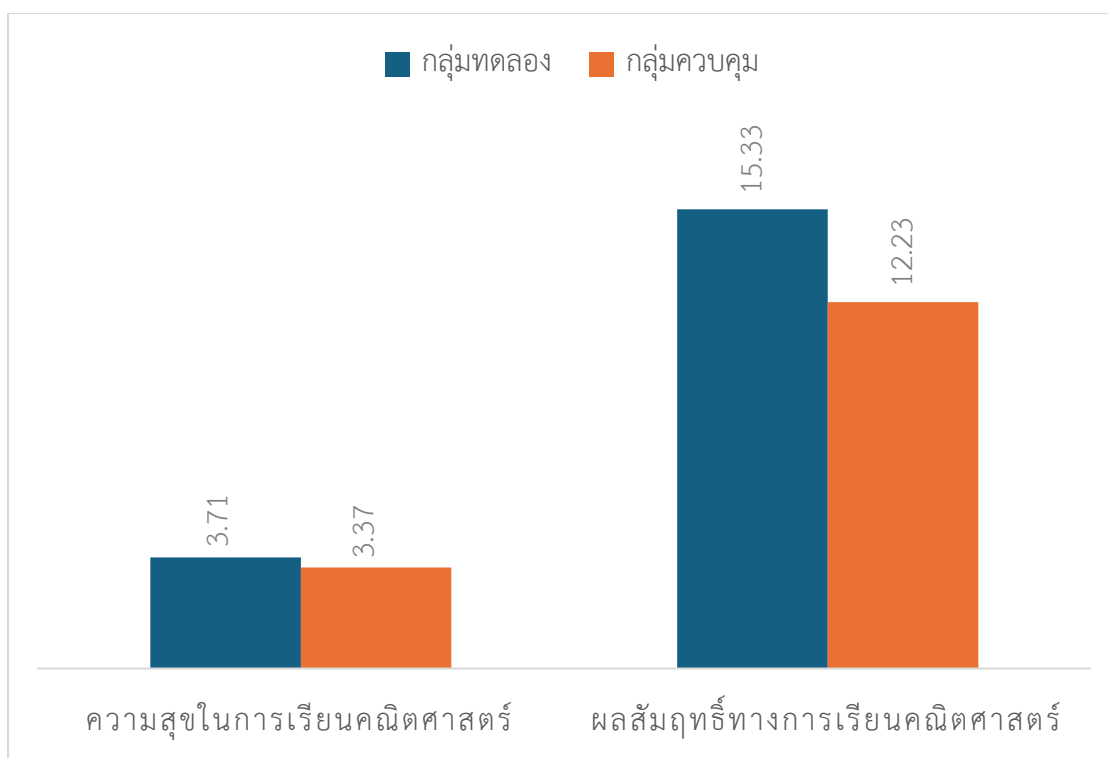
ตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANOVA)

Statistic Test	Value	F	df1	df2	Sig
wilks' lambda	.792	11.042	1	85	.000

เมื่อพิจารณารายตัวแปร พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 [$F(1,85) = 5.059$, $Sig = .027$] และกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 [$F(1,85) = 21.984$, $Sig = .000$] ดังตาราง 23 และภาพ 10 ตามลำดับ

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์แยกตามตัวแปร ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

หลังเรียน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		F	df	Sig.
	M	SD	M	SD			
ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	3.71	.71	3.37	.69	5.059	(1,85)	.027
ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์	15.33	3.13	12.23	3.03	21.984	(1,85)	.000



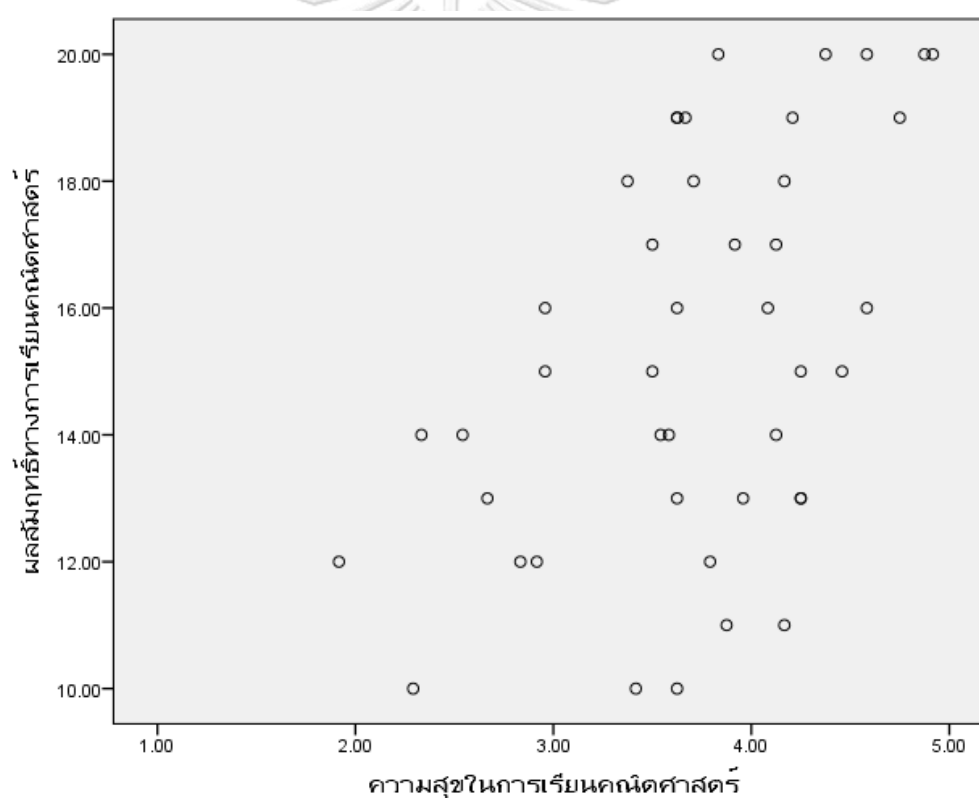
ภาพ 10 กราฟแสดง ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลองพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคะแนนเฉลี่ยแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .492 ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (Cohen, 1998) ดังตาราง 24 และ ภาพ 11 ตามลำดับ

ตาราง 24 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

	ความสุข ในการเรียนคณิตศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ความสุข ในการเรียนคณิตศาสตร์	1	
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์	.492**	1
<i>M</i>	3.71	15.33
<i>SD</i>	.71	3.13



ภาพ 11 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน พบว่า 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนมีทั้งความเข้าใจและไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาที่เข้าใจส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การคำนวณอย่างง่าย ในขณะที่เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานหรือเนื้อหาที่ต้องใช้การคำนวณที่ซับซ้อน 2) ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งอุปสรรคในการเรียนเกิดขึ้นได้จากหลายองค์ประกอบ เช่น อุปสรรคที่เกิดจากตัวของผู้เรียนเอง และอุปสรรคที่เกิดจากภายนอก โดยวิธีการจัดการกับอุปสรรคส่วนใหญ่ ผู้เรียนใช้วิธีการกำกับตนเอง 3) ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และมีความสำคัญสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต 4) ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้เรียนมีความรู้สึกในการเรียนที่แตกต่างกัน เริ่มตั้งแต่ความรู้สึกเชิงบวก ความรู้สึกกลาง ๆ และความรู้สึกเชิงลบ หากพิจารณาในภาพรวมแล้ว ผู้เรียนมีความรู้สึกชอบคณิตศาสตร์ เมื่อสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ในทางกลับกันผู้เรียนที่ไม่ชอบคณิตศาสตร์ เกิดจากพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดี และ 5) ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากองค์ประกอบหลายด้าน เช่น เกิดจากความชอบส่วนตัว เนื้อหาที่เรียน คุณครูผู้สอนวิธีการและรูปแบบการสอน เพื่อนร่วมชั้นเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน คะแนนที่ได้รับ และการได้ทำโจทย์ที่ท้าทายสำหรับแนวทางในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข จะต้องเริ่มต้นจากการเปิดใจที่จะเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งใจและพยายามในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน นอกจากนี้วิธีการสอนของคุณครูรวมถึงสื่อการสอนต้องมีความหลากหลาย และบรรยากาศการเรียนจะต้องผ่อนคลาย

นอกจากนี้ จากการสัมภาษณ์ผู้เรียน สามารถสรุปประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเพิ่มเติม ได้ดังนี้ 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน หรือมีการประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลาย 2) ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย อุปสรรคที่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง เช่น ความขี้เกียจ การไม่มีสมาธิในการเรียน การขาดความรู้พื้นฐาน และอุปสรรคจากภายนอก เช่น ระยะเวลาในการเรียนที่มากเกินไป ช่วงเวลาในการเรียน การเรียนคณิตศาสตร์ในช่วงบ่าย ความซับซ้อนและความยากของเนื้อหาที่เรียน รูปแบบวิธีการสอนของคุณครู สื่อการสอนที่ไม่มีความหลากหลายและน่าสนใจ และบรรยากาศในชั้นเรียนไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ 3) ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียน ผู้เรียนเห็นว่าเนื้อหาที่มีความยากและความซับซ้อนนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้น้อย 4) ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่าระหว่างเรียนคณิตศาสตร์ผู้เรียนบางส่วนมีความรู้สึกเชิงลบ เช่น เบื่อ เครียด กังวล กลัวและกดดัน และ 5) ด้านความสุขในการเรียน

คณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่ไม่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากการขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และการไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียนส่งผลต่อความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

2. ผลการระดมความคิดสู่การออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

พบว่า รูปแบบชุดกิจกรรมประกอบด้วย ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งจำนวน 15 ชุด อ้างอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 เรื่อง วงกลม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที ผู้วิจัยได้พัฒนาจากผลการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญโดยจัดแบ่งตามประเภทของภาระทางปัญญา ได้แก่ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 1) การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน 2) การปรับระดับความยากของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน 3) การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และ 4) การสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ภาระทางปัญญานอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วยขั้นตอน 1) การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 2) การสร้างความชัดเจนในข้อมูล 3) การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำสื่อการเรียนรู้ฐานนาโนเลิร์นนิ่ง เป็นคลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาทีมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวและสามารถเรียนจบเนื้อหาได้ภายในครั้งเดียว และ 4) การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ประกอบด้วยขั้นตอน 1) การสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน และ 2) การให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

3. ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า

3.1 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ระยะหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ($M=3.71$, $SD=.71$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M=3.02$, $SD=.72$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -7.83$, $Sig = .000$) และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ($M=15.33$, $SD=3.13$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M=9.42$, $SD=2.88$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 13.464$, $Sig = .000$) ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

3.2 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขและค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 [$F (1,85) = 11.042$,

Sig =.000] โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 3.71 ($SD=.71$) และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.37 ($SD=.69$) และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองเท่ากับ 15.33 ($SD=3.13$) และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 12.23 ($SD=3.03$) ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3.3 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง กลุ่มทดลองคะแนนเฉลี่ยแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เท่ากับ .492 ที่ระดับนัยสำคัญ .01 (Sig =.001) เป็นความสัมพันธ์ทางบวกระดับปานกลาง ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง มีวัตถุประสงค์ 4 ประการคือ 1) เพื่อวิเคราะห์ ประสิทธิภาพเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 2) เพื่อ ออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 3) เพื่อเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 4) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์น นิงของกลุ่มทดลอง โดยใช้การวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research) ผู้วิจัย แบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) และระบุปัญหาของผู้เรียน (Define) ตัวอย่างวิจัยในการให้ข้อมูลระยะนี้คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 คน ได้มาโดย การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพ เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ปัญหาที่พบ และ ปัจจัยภายนอกที่คาดว่าจะเป็นตัวที่ส่งผลต่อความสุขในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ โดยสัมภาษณ์ในประเด็นเกี่ยวกับความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ อุปสรรคในการเรียน คณิตศาสตร์ การเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ อารมณ์และความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่าง เรียนคณิตศาสตร์ และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นระยะเวลาประมาณ 30 นาที ซึ่งมีคำถาม ทั้งหมด 10 ข้อ เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1

ระยะที่ 2 ระดมความคิด (Ideate) และสร้างต้นแบบ (Prototype) ในระยะนี้เป็นการนำ ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องผนวกกับข้อมูลจากการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายใน ระยะแรก มาพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการ ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งให้กับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างวิจัย ในการให้ข้อมูลระยะนี้ ประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มี ประสิทธิภาพในการสอนอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน 2) นักจิตวิทยาการศึกษาจำนวน 1 ท่าน และ 3) ผู้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 1 ท่าน ระดมความคิดโดยทำการสนทนา กลุ่ม 3 ประเด็น คือ 1) การส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 2) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ 3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง เป็นระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์และออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2

ระยะที่ 3 ขั้นทดสอบ (Test) ในระยะนี้ผู้วิจัยทำการทดสอบต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ได้จากการศึกษาสาเหตุของปัญหาในระยะที่ 1 และการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เกณฑ์กำหนดคือเป็นห้องเรียนที่เน้นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้อง ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และระดับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน คือ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 43 คน เป็นกลุ่มทดลอง และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 44 คน เป็นกลุ่มควบคุม รวมทั้งสิ้น 87 คน ผู้วิจัยทำการทดสอบผลของการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่มีผลต่อความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีการจัดกิจกรรมจำนวน 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที ในกลุ่มทดลองและทำการเปรียบเทียบผลกับกลุ่มควบคุมเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลองเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 4

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถแบ่งเป็น 4 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 2) ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 3) ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลองและเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ 4) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง ซึ่งนำเสนอรายละเอียดดังนี้

1. ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อวิเคราะห์ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน สามารถสรุปได้ดังนี้ 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนมีทั้งความเข้าใจและไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาที่เข้าใจส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์การคำนวณอย่างง่าย ในขณะที่เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐาน หรือเนื้อหาที่ต้องใช้การคำนวณที่ซับซ้อน 2) ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ อุปสรรคในการเรียนเกิดขึ้นได้จากหลายองค์ประกอบ เช่นอุปสรรคที่เกิดจากตัวของผู้เรียนเอง และอุปสรรคที่เกิดจากภายนอก โดยวิธีการจัดการกับอุปสรรคส่วนใหญ่ ผู้เรียนใช้วิธีการกำกับตนเอง และหากยังไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ส่วนใดก็จะใช้วิธีการสอบถามเพื่อนและสอบถามคุณครูผู้สอน 3) ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ และมีความสำคัญสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคต 4) ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้เรียนมีความรู้สึกในการเรียนที่แตกต่างกัน เริ่มตั้งแต่ความรู้สึกเชิงบวก ความรู้สึกกลาง ๆ และความรู้สึกเชิงลบ และ 5) ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากองค์ประกอบหลายด้าน เช่น เกิดจากความชอบส่วนตัว เนื้อหาที่เรียน คุณครูผู้สอนวิธีการและรูปแบบการสอน เพื่อนร่วมชั้นเรียนบรรยากาศในชั้นเรียน คะแนนที่ได้รับ และการได้ทำโจทย์ที่ท้าทาย

เมื่อนำข้อสรุปข้างต้นมานิยามปัญหา (Define) พบว่าประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน สามารถสรุปได้ดังนี้ 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน หรือมีการประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลาย 2) ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย อุปสรรคที่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง เช่น ความขี้เกียจ การไม่มีสมาธิในการเรียน การขาดความรู้พื้นฐาน และอุปสรรคจากภายนอก เช่น ระยะเวลาในการเรียนที่มากเกินไป ระยะเวลาในการเรียน การเรียนคณิตศาสตร์ในช่วงบ่าย ความซับซ้อนและความยากของเนื้อหาที่เรียน รูปแบบวิธีการสอนของคุณครูผู้สอน สื่อการสอนที่ไม่มีความหลากหลายและน่าสนใจ และบรรยากาศในชั้นเรียนไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ 3) ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียน ผู้เรียนเห็นว่าเนื้อหาที่มีความยากและความซับซ้อนนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้น้อย 4) ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่าระหว่างเรียนคณิตศาสตร์ผู้เรียนบางส่วนมีความรู้สึกเชิงลบ เช่น เบื่อ เครียด กังวล กลัวและกดดัน และ 5) ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่ไม่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากการขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และการไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียนส่งผลต่อความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

2. ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

การพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาจากข้อมูลการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีภาระทางปัญญาและนาโนเลิร์นนิ่ง ตลอดจนผลจากการศึกษาวิจัยในระยะที่ 1 มาเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนา โดยผู้วิจัยได้ระดมความคิดด้วยวิธีการสนทนากลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีประสบการณ์ในการสอนอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 ท่าน 2) นักจิตวิทยาการศึกษาจำนวน 1 คน และ 3) ผู้มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 1 ท่าน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสังเกตอย่างมีส่วนร่วม และสัมภาษณ์พูดคุยแยกกันตามประเด็นที่สรุปได้ในขั้นนิยามปัญหา หลังจากการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากสนทนากลุ่มมาสรุปตามประเด็นการสอนคณิตศาสตร์ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง มีทั้งหมด 15 ชุด อ้างอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 เรื่อง วงกลม ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที โดยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ทั้ง 15 ชุด ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญาบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ดังนี้

ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ประกอบด้วยขั้นตอน 1) การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน 2) การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน 3) การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และ 4) การสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน

ภาระทางปัญญานอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วยขั้นตอน 1) การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 2) การสร้างความชัดเจนในข้อมูล 3) การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำสื่อการเรียนรู้บนนาโนเลิร์นนิ่ง เป็นคลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวและสามารถเรียนจบเนื้อหาได้ภายในครั้งเดียว และ 4) การลดความซับซ้อนของเนื้อหา

ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ประกอบด้วยขั้นตอน 1) การสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน และ 2) การให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

3. ผลการเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

หลังจากผู้วิจัยทดลองใช้ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง ผ่านชุดกิจกรรมทั้ง 15 ชุด พบว่า ระยะเวลาหลังทดลอง กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 3.71 ($M=3.71$, $SD=.71$) และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 15.33 ($M=15.33$, $SD=3.13$) สูงกว่าระยะก่อนทดลองที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 3.02 ($M=3.02$, $SD=.72$) และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 9.42 ($M=9.42$, $SD=2.88$) โดยความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้นหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

นอกจากนี้ ระยะเวลาหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 3.71 ($M=3.71$, $SD=.71$) และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 15.33 ($M=15.33$, $SD=3.13$) สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 3.37 ($M=3.37$, $SD=.69$) และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 12.23 ($M=12.23$, $SD=3.03$) โดยความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

4. สรุปผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง

ความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .492 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง และตัวแปรทั้งสองอธิบายความแปรปรวนร่วมกันได้ร้อยละ 24.21 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

อภิปรายผลการวิจัย

ข้อค้นพบจากการวิจัยทั้ง 3 ระยะ สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ทั้งหมด 4 ประเด็น ประกอบด้วย 1) ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 2) ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 3) ผลของการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่มีต่อความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และ 4) ความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ประสพการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับประสพการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีหลากหลาย ในส่วนนี้ผู้วิจัยอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียน ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ด้านความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมักไม่เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน หรือมีการประยุกต์ใช้ความรู้ที่หลากหลาย ซึ่งมีหลายปัจจัยที่อาจทำให้ผู้เรียนมีความยากลำบากในการเข้าใจคณิตศาสตร์ บางครั้งอาจเกิดจากขั้นตอนการสอนที่ไม่เข้าใจอย่างถูกต้อง หรือการใช้วิธีการสอนที่ไม่เข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน การทำความเข้าใจในคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้เวลาในการฝึกฝนและทำความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง ความถี่ในการฝึกฝนทำให้เกิดความคล่องตัวในการแก้ปัญหาและเพิ่มความมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้วิธีการหลากหลายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ การแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ หลายขั้นตอน เช่น การวางแผน การรวบรวมข้อมูล การกำหนดสารสนเทศเพิ่มเติม การแสดงความคิดเห็น และการเสนอแนะอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์อาจมีความหลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง การประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา และการพัฒนาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสม ดังนั้นการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับผู้เรียน รวมถึงมีการแสดงวิธีการและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

ด้านอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า อุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีหลายด้าน เช่น อุปสรรคที่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง ได้แก่ ความขี้เกียจ การไม่มีสมาธิในการเรียน การขาดความรู้พื้นฐาน หรืออุปสรรคภายนอก ได้แก่ ความซับซ้อนและความยากของเนื้อหาที่เรียน รูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน สื่อการสอนที่ไม่มีความหลากหลายและน่าสนใจ บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตลอดจนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ข้อค้นพบนี้มีความสอดคล้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านบุคลิกภาพ พฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครูของวนิดา นามโคตร (2559) ที่ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 5 ปัจจัย คือ ด้านบุคลิกภาพ พฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับผู้ปกครอง สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน ในขณะที่ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น การจัดการกับอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องจัดการทั้งอุปสรรคภายในและอุปสรรคภายนอก จากผลการสัมภาษณ์ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์จากงานวิจัยนี้ และงานวิจัยที่ผ่านมา ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เลือกใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ตลอดจนการทำความเข้าใจผู้เรียนรายบุคคลเพื่อให้ทราบถึงพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ก็จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ด้านการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และมีความสำคัญต่อการประกอบอาชีพในอนาคต สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความยากและซับซ้อน ผู้เรียนมองว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้น้อย อย่างไรก็ตามการที่ผู้เรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ สอดคล้องกับ สิริพร ทองมาลี (2563) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่เพียงแค่เรียนการคำนวณเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการใช้ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการทำงานและชีวิตประจำวันในอนาคต ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องเน้นไปที่การเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นความพร้อมในการประกอบอาชีพหลังจบการศึกษา หรือความพร้อมในการศึกษาต่อในระดับที่

สูงขึ้น ครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพและความสนใจของผู้เรียน โดยการใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมและสร้างสถานการณ์เรียนรู้ที่เพิ่มความน่าสนใจให้กับวิชาคณิตศาสตร์

ด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในเวลาเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ยากและซับซ้อน ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเชิงลบในระหว่างเรียน เช่น เบื่อ เครียด กังวล กลัวและกดดัน ซึ่งความรู้สึกเหล่านี้ส่งผลต่อความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่ไม่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เกิดจากการขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และการไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียน เมื่อผู้เรียนไม่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ทำให้ส่งผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนด้วย ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับ Essuman et al. (2021) ที่ได้ทำการสำรวจผลกระทบของความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ต่อผลการเรียนของนักเรียนมัธยมต้นในเขต Bongo ของประเทศกานา ซึ่งพบว่าความวิตกกังวลทางคณิตศาสตร์ส่งผลเสียต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brand et al. (2007) ที่สนับสนุนว่าอารมณ์ด้านลบส่งผลให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนรู้นานขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานถ่ายโอนข้อมูลต่าง ๆ ลดลง นอกจากนี้งานวิจัยของ D'Mello et al. (2013) ได้แสดงให้เห็นว่า อารมณ์ด้านลบของผู้เรียนที่ประสบกับความหงุดหงิดและความเบื่อหน่าย จะมีผลการเรียนรู้ต่ำกว่าผู้เรียนที่ไม่มีอารมณ์เชิงลบ ในขณะที่ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ให้สัมภาษณ์ว่าเกิดจากองค์ประกอบหลายด้าน เช่น เกิดจากความชอบส่วนตัว เนื้อหาที่เรียน คุณครูผู้สอน วิธีการและรูปแบบการสอน เพื่อนร่วมชั้นเรียน บรรยากาศในชั้นเรียน คะแนนที่ได้รับ และการได้ทำโจทย์ที่ท้าทาย โดยแนวทางในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขจะต้องเริ่มต้นจากการเปิดใจที่จะเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งใจและพยายามในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน เช่น ตอบคำถามบ่อยๆ นอกจากนี้วิธีการสอนของครู รวมถึงสื่อการสอนต้องมีความหลากหลาย และบรรยากาศการเรียนจะต้องผ่อนคลาย ก็จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ความสุขในการเรียนจึงถือเป็นสิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนควรทำให้เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนคณิตศาสตร์

ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ความสุขถือเป็นอารมณ์เชิงบวกที่มีความสัมพันธ์อย่างมากต่อการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีความสุขในการเรียนรู้นานที่สุดเมื่อตกอยู่ในสภาวะลื่นไหล (Flow) ซึ่งเป็นสภาวะที่เกิดจากการมีสมาธิจดจ่อกับสิ่งที่ทำหรือสิ่งที่เรียนรู้อย่างสมบูรณ์ โดยเกิดขึ้นได้ในขณะที่ระดับความท้าทายสูงและทักษะที่สูงสอดคล้องสมดุลกัน (Csikszentmihalyi et al., 1990) จากการสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนที่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ หรือผู้เรียนที่มีความรู้สึกชอบคณิตศาสตร์ จะสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ตอบคำถามได้ และแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ วิลาวลัย กองสะติ (2562) ที่ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ความสุขในการเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อคณิตศาสตร์ตามระดับความท้าทายที่

สอดคล้องกับทักษะของผู้เรียน จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และส่งผลให้มีระดับผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

จะเห็นได้ว่าประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่กล่าวข้างต้น ปัญหาส่วนใหญ่ในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เกิดจากความไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้เกิดอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ เช่น บทเรียนและเนื้อหาที่มากเกินไป ความยากของเนื้อหาที่เรียน และความซับซ้อนของเนื้อหาคณิตศาสตร์สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ถือเป็นภาระทางปัญญาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนและส่งผลต่อความรู้สึของผู้เรียนระหว่างเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้น การจัดการกับภาระทางปัญญภายใน โดยการจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การลดภาระทางปัญญภายนอก โดยลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา การนำเสนอเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่กระชับขนาดสั้น ๆ ซึ่งนำเสนอทีละหัวข้อ และการขยายภาระทางปัญญอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เฉพาะด้านอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดอารมณ์เชิงบวกในการเรียนคณิตศาสตร์ และส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

2. ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งที่ส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นแนวทางเพื่อพัฒนาด้านต้นแบบ การส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการอภิปราย 3 ประเด็น คือ 1) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 2) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีการกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ที่ชัดเจน มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าสนใจ ตลอดจนการจัดบรรยากาศในการเรียนและใช้สื่อที่เอื้อต่อการเรียนรู้ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า แนวทางในการพัฒนาความสุขในการเรียนนั้นสามารถเริ่มต้นจากการพัฒนาหลักสูตร อันนำไปสู่การออกแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสุขของผู้เรียน ซึ่งมีองค์ประกอบหลายด้าน ทั้งด้านผู้เรียน ด้านผู้สอน ด้านครอบครัว บริบทและ

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ตลอดจนการกำหนดเป้าหมายในการออกแบบหลักสูตรและแนวทางในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น โดยงานวิจัย ส่วนใหญ่มุ่งเน้นพัฒนาโปรแกรมเพื่อส่งเสริมความสุขในการเรียนให้กับผู้เรียนผ่านรูปแบบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาเชิงบวก การส่งเสริมสุขภาพจิตและการพัฒนาทักษะส่วนบุคคล (Suldo et al, 2014; Roth et al, 2017)

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แนวคิดจิตวิทยาเชิงบวก ของ อติสร เนาวนนท์ และ สุภาวดี วิสุวรรณ (2565) เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสุขในการเรียนโดยใช้แนวคิดจิตตปัญญาศึกษาและการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสุขในการเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความตระหนักจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ขั้นออกแบบหาคำตอบ ขั้นสนุกกับการหาคำตอบ ขั้นตรวจสอบความเข้าใจของตนเองและสมาชิก ขั้นสะท้อนคิด และขั้นสรุปผลการเรียนรู้ โดยมุ่งพัฒนาจิตใจและปัญญาเพื่อให้เข้าถึงความจริงผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่อย่างไรก็ตามที่ผ่านมามีพบว่า งานวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์นั้น มีการใช้เกมในการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น White and McCoy (2019) ได้ศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งเป็นการสำรวจการเรียนรู้จากเกม โดยใช้บทเรียนผ่านเกม ซึ่งเป็นบทเรียนสั้น ๆ ผ่านหน่วยการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า เกมช่วยให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์และมีความสุขในการเรียนมากขึ้น จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่ผ่านมามีการพัฒนาความสุขในการเรียนที่หลากหลาย ทั้งความสุขในการเรียนโดยทั่วไปและมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ผ่านรูปแบบกิจกรรมจิตวิทยาเชิงบวก จิตตปัญญาศึกษา และการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม

การพัฒนาและการส่งเสริมความสุขในการเรียนได้รับการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวาง แต่จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า แนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความสุขในการเรียนนั้น เป็นเพียงการนำแนวคิดทฤษฎี ที่มีอยู่มาใช้ในการออกแบบพัฒนา ซึ่งไม่ได้เริ่มต้นจากการศึกษาปัญหาและวิเคราะห์บริบทจริงที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน สิ่งนี้อาจทำให้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ไม่ตรงจุด และไม่สอดคล้องกับปัญหาในบริบทจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องที่มีความละเอียดอ่อนควรได้รับความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจผู้เรียน (Empathize) เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและเข้าใจผู้เรียนอย่างลึกซึ้ง ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างตรงจุด และจากการระดมความคิดด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม พบว่าการสอนคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนมีความสุข ควรเริ่มต้นจากการที่ครูผู้สอนรู้จักผู้เรียนรายบุคคล และมีความเข้าใจในรูปแบบความสุขของผู้เรียน โดยสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ว่าผู้เรียนมีความสุขหรือไม่อย่างไร ถ้ามีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ความสุขนั้นเกิด

จากอะไร หรือถ้าไม่มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ทำไมถึงไม่มีความสุข เมื่อครูผู้สอนทราบและเข้าใจในสาเหตุชัดเจนแล้ว ก็เข้าสู่กระบวนการออกแบบวิธีการสอนที่จะส่งเสริมความสุขให้กับผู้เรียน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และเน้นการสอนอย่างมีความหมาย เช่น ในการนำเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนเปิดใจที่จะเรียนรู้ สร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้เรียน พูดคุยและพยายามเข้าถึงผู้เรียน ตลอดจนมีความเป็นกันเองกับผู้เรียน สำหรับด้านการสอนควรเน้นการสอนอย่างเป็นกัลยาณมิตร โดยครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสอน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก สังเกตพฤติกรรมการตอบโต้ของผู้เรียนในชั้นเรียน นอกจากนี้ควรมีการลำดับเนื้อหาความยาก-ง่าย ยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจน ในขั้นตอนการสรุปบทเรียน ครูผู้สอนควรสรุปให้ตรงประเด็น กระชับ และเข้าใจง่าย ทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปอย่างเป็นระบบ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย หรือประเด็นศึกษาเพิ่มเติม หรือครูผู้สอนตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน นอกจากนี้อาจมีการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนการเสริมแรง การให้รางวัล หรือคะแนน เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความสุข ในการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากยิ่งขึ้น

ในขณะที่ข้อมูลจากการระดมความคิดในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1) พฤติกรรมที่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น ใบหน้าที่มีรอยยิ้ม เสียงหัวเราะ การตอบคำถาม จำนวนครั้งของการส่งงานส่งการบ้าน การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และ 2) พฤติกรรมที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้สึกนึกคิดต่าง ๆ เป็นต้น สอดคล้องกับ สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) ที่ได้สรุปลักษณะของผู้เรียนที่เรียนอย่างมีความสุขว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้อย่างมีความสุข จะต้องเป็นผู้เรียนที่มีสุขภาพกายและจิตที่ดี มีความขยันและอดทน สนใจใฝ่เรียนรู้อยู่เสมอ ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมทั้งมีความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียนรู้และสามารถฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ในชีวิตได้อย่างเหมาะสม

อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์โดยอาศัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) พบว่ามีค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับบริบทการศึกษาและพัฒนานวัตกรรมรูปแบบอื่น ๆ ดังนั้นกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทำให้มีความเข้าใจในปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น เกิดการพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเหมาะสมตามความต้องการของผู้เรียน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาด้านอารมณ์เชิงลบของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากอารมณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนของผู้เรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การส่งเสริมความสุขให้กับผู้เรียน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีตามลำดับ

2.2 การพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นการเพิ่มความเข้าใจและทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้วิธีการและกิจกรรมที่เหมาะสมเพื่อสร้างการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้เกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นในหลากหลายด้าน เช่น การนำเสนอการเรียนการสอนที่หลากหลาย และมีนวัตกรรมช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น การใช้วิธีการเรียนการสอนที่กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้ง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (Svane et al., 2023) นอกจากนี้งานวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่นิยมใช้การเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5E (Inquiry Cycle) ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) (จิรภา นุชทองม่วง, 2558) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยค้นพบว่า ข้อจำกัดของรูปแบบการส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนคณิตศาสตร์ของงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ผ่านมาค่อนข้างใช้ระยะเวลาในการดำเนินการนาน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพบริบทของผู้เรียนในปัจจุบัน

ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย แต่งานวิจัยในครั้งนี้นำหลักการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยตรง ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาและการวิจัยที่ผ่านมา โดยเริ่มตั้งแต่ การทำความเข้าใจผู้เรียน (Empathize) โดยการสัมภาษณ์ผู้เรียนโดยตรงจนทราบสภาพปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน จากนั้นทำการระบุปัญหาของผู้เรียน (Define Problems) เพื่อความชัดเจนในข้อมูล และนำข้อมูลได้เข้าสู่กระบวนการ การระดมความคิด (Ideate) ซึ่งผลการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดี ครูผู้สอนจะต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล สามารถแบ่งกลุ่มผู้เรียนได้ เพื่อจะได้เตรียมความรู้พื้นฐานสำหรับผู้เรียนให้พร้อม ปรับเปลี่ยนกระบวนการสอน วิธีการสอนที่หลากหลาย พัฒนาสื่อการสอนใหม่ ๆ สร้างสื่อหรือนวัตกรรมที่จับต้องได้ เพื่อให้ผู้เรียนสนใจ และเลือกใช้รูปแบบกิจกรรมที่แตกต่างกันสำหรับผู้เรียนที่มีพื้นฐานต่างกัน รวมถึงออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน เช่น ผู้เรียนกลุ่มเก่ง ควรเน้นกิจกรรมที่ต่อยอดองค์ความรู้ ผู้เรียนกลุ่มกลาง ควรเน้นการสอนที่มีการทวนซ้ำหรือลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ ผู้เรียนกลุ่มอ่อน ควรเน้นการเตรียมพื้นฐานและฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความเข้าใจ มีความสม่ำเสมอของการทำแบบฝึกหัด ครูผู้สอนต้องพยายามจัดกิจกรรมภายในห้องเรียนให้สำเร็จ ใช้กระบวนการกลุ่มให้

ผู้เรียนได้ช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ในด้านการวัดผลและการประเมินผล ครูผู้สอนควรมีการประเมินเป็นระยะ เก็บคะแนนหลาย ๆ ครั้ง เช่น ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน และวัดผลตามสภาพจริง ซึ่งข้อค้นพบข้างต้น สอดคล้องกับคู่มือวัดผลประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ที่กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการวัดผลประเมินผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่า การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ต้องทำควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอน โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระยะก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

นอกจากนี้งานวิจัยในครั้งนี้ ยังได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนและการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าสามารถแบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ 2 ปัจจัยหลัก คือ 1) ปัจจัยภายใน เป็นปัจจัยที่เกิดจากตัวของผู้เรียนเอง ได้แก่ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ การตระหนักรู้ตนเอง (Self-awareness) การมีความมั่นใจและเชื่อในความสามารถของตนเอง (Self-esteem) เป็นต้น และ 2) ปัจจัยภายนอก เป็นปัจจัยที่มาจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ครูผู้สอน ความรู้ความสามารถของครูผู้สอน บุคลิกภาพของครูผู้สอน วิธีการสอนของครู รวมถึงความแม่นยำในเนื้อหาการสอนของครูผู้สอน ภาระงานที่ครูได้รับมอบหมาย สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน นโยบายของโรงเรียน นโยบายเชิงวิชาการ บรรยากาศภายในชั้นเรียน เพื่อนในชั้นเรียน ช่วงเวลาเรียน ระยะเวลาเรียน สภาพครอบครัว ความเป็นอยู่ของผู้เรียน ภาระความรับผิดชอบของผู้เรียน ตลอดจนการเดินทางมาโรงเรียนผู้เรียน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ภูษงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยสำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่า หลักการของรูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย ช่วยให้นักศึกษามีคะแนนผลงานออกแบบหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับ .05

2.3 การพัฒนาโปรแกรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ทฤษฎีภาระทางปัญญา เป็นภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้ามาผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่ผ่านมา

พบว่า การจัดการภาระทางปัญญาในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการลดภาระทางปัญญาภายนอก (extraneous cognitive load) และขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (germane cognitive load) ที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้มาใช้ในการแก้ไข ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ การออกแบบการสอนที่เหมาะสมสามารถช่วยลดภาระทางปัญญา ภายใน (intrinsic cognitive load) ให้กับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (Aditomo, 2009) โดยพบตัวอย่างวิจัยเกี่ยวกับการนำทฤษฎีภาระทางปัญญาไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอน บนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาที่ใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอน การลดการแยกความสนใจ(Split- Attention Effect) การลดความซ้ำซ้อน (Redundancy Effect) และการใช้สื่อผสมลดภาระ(Modality Effect) (วิลาวัณย์ จินวรรณ และ ณมน จิรังสุวรรณ, 2556) จะ เห็นได้ว่าการศึกษาและวิจัยทฤษฎีภาระทางปัญญาในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบความเชื่อมโยงระหว่างการจัดการภาระทางปัญญาในการเรียนรู้ ในด้านการลดภาระทาง ปัญญาภายนอกซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบนาโนเลิร์นนิ่ง ที่ว่าด้วยการนำเสนอ เนื้อหาที่กระชับและมีขนาดสั้น ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสนใจและความสนุกสนานให้กับผู้เรียน ได้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายกว่า และได้ผลลัพธ์ในการเรียนรู้ที่ดีกว่า แม้ว่าปัจจุบันการศึกษา เกี่ยวกับนาโนเลิร์นนิ่งในวงการศึกษายังไม่เป็นที่ปรากฏชัดเจนและมีน้อยเนื่องจากเพิ่งได้รับการพัฒนาขึ้น แต่ในเชิงตรรกะสามารถอธิบายนาโนเลิร์นนิ่งว่าเป็นการนำเสนอและมอบโอกาสสำหรับ ความคล่องตัวในการเรียนรู้ อีกทั้งยังลดภาระทางปัญญาที่หนักเกินไป มีส่วนช่วยในการส่งเสริม การเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ (Garcia et al., 2022) ดังนั้นการนำทฤษฎีภาระทางปัญญา และรูปแบบการเรียนรู้แบบนาโนเลิร์นนิ่งมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จะช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

การวิจัยในครั้งนี้จึงได้บูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นการ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากข้อมูลการระดมความคิด พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนใน ยุคปัจจุบัน สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นการทบทวนเนื้อหาและ ความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งสำรวจความพร้อมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะนำไป ประกอบกับความรู้ใหม่ที่จะเรียนได้ 2) ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนควรออกแบบการสอนและวิธีการ สอนที่กระชับ แบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ สั้น ๆ ทีละจุดประสงค์ ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา เน้นการเรียนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง สร้างคลังความรู้ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย ทุกที่ทุกเวลา ให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำ ๆ ได้ เช่น สื่อออนไลน์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ คลิปวิดีโอขนาดสั้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนกับผู้เรียนสามารถติดต่อซึ่งกันและกัน ผ่านออนไลน์ได้ นอกจากนี้การสรุปองค์ความรู้และบทเรียนต่าง ๆ ควรสรุปทีละประเด็น ให้ผู้เรียน

สามารถมองเห็นภาพรวมของเนื้อหาได้ชัดเจน และ 3) ขั้นการประเมินผล ครูผู้สอนควรประเมินผลจากผลงานที่เกิดขึ้น หรือประเมินตามสภาพจริง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง ซึ่งการออกแบบต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จึงสอดคล้องกับภาระทางปัญญา 3 ประเภท

1. ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมจะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ซึ่งหลักการดังกล่าว สอดคล้องกับ Ayres (2006) ที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการลดภาระทางปัญญาภายใน ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และพบว่าวิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้การกระจายข้อมูลที่เป็นระเบียบ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย และลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็น การให้คำแนะนำที่ชัดเจนและตัวอย่างที่ชัดเจนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gupta & Zheng (2020) ที่ได้อธิบายเกี่ยวกับภาระทางปัญญา ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการตรวจสอบบทบาทของแรงบันดาลใจและปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ก่อนหน้า โดยพบว่าแรงบันดาลใจสามารถเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สมองอย่างเต็มที่ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีแรงบันดาลใจสูง มักมีภาระทางปัญญาภายในที่ต่ำกว่าผู้เรียนที่ไม่มีแรงบันดาลใจเพียงพอ

2. ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมจะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งกระบวนการลดภาระทางปัญญาภายนอกดังกล่าว สอดคล้องกับ Chinnappan & Chandler (2010) ที่ได้สรุปแนวคิดและแนวทางในการจัดการภาระทางปัญญาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมองการจัดการภาระทางปัญญาเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความซับซ้อนและต้องการการวิเคราะห์และคำนวณที่ละเอียด การลดภาระทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่น่าจำเป็นและซับซ้อนสามารถทำได้โดย 1) การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การให้คำแนะนำและตัวอย่างที่ชัดเจนจะช่วยลดความกำกวมในการเข้าใจและนำไปสู่การคิดอย่างถูกต้อง 2) การใช้ตัวช่วยการสอน การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม เช่น ภาพเคลื่อนไหว แผนภูมิ หรือแผนภาพเพื่อสร้างภาพรวมและช่วยในการเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และ 3) การใช้กลยุทธ์การเรียนรู้การสร้างโครงสร้าง

การเรียนรู้ที่เป็นระเบียบ เช่น การแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาออกเป็นส่วนย่อย หรือการใช้กระบวนการคิดแบบโปรแกรมในการแก้ปัญหา

3. ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมจะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้ นานาเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม สอดคล้องกับ Ayres (2006) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและความชำนาญในการใช้คณิตศาสตร์

3. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนานาเลิร์นนิ่งที่มีต่อความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

3.1 หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนานาเลิร์นนิ่ง ความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงขึ้น

ผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ระยะเวลาหลังทดลอง กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าระยะก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยผลการวิจัยในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการกับภาระทางปัญญาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับ Aditomo (2009) ที่ได้อธิบายสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีภาระทางปัญญาและการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในบทความ "Cognitive Load Theory and Mathematics Learning A Systematic Review" ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญาและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการจัดการภาระทางปัญญาในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ นอกจากนี้การใช้สื่อการสอนและวิธีการนำเสนอที่เหมาะสมก็สามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ สอดคล้องกับ กอบเกียรติ สระอุบล และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2557) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง สื่อการสอนช่วยลดภาระทางปัญญาสำหรับการศึกษาในยุคดิจิทัล ซึ่งผลการศึกษา พบว่า การลดภาระทางปัญญาโดยการใช้สื่อและวิธีการนำเสนอที่เหมาะสมทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นได้ว่าทฤษฎีภาระทางปัญญามีส่วนช่วยในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดีให้กับผู้เรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่มีความละเอียดและซับซ้อน โดยมีงานวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ของ Ngu and Phan (2021) ที่ทำการศึกษา เรื่องการเรียนรู้สมการเชิงเส้นการใช้ประโยชน์จากทฤษฎีภาระทางปัญญาและการเรียนรู้โดยการเปรียบเทียบ ซึ่งพบว่าทฤษฎีภาระทางปัญญาช่วยให้ครูผู้สอนเพิ่มความเข้าใจในวิธีการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดีให้กับผู้เรียน สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาซับซ้อนได้อย่างมีความสุข ในขณะที่การบูรณาการทฤษฎี

ภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่งในการพัฒนาต้นแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ จะช่วยลดภาระทางปัญญาให้ผู้เรียน ทำให้ระหว่างเรียน ผู้เรียนเกิดอารมณ์เชิงบวกมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยทางการศึกษาที่นำแนวคิดพื้นฐานทางด้านนาโนเลิร์นนิ่งมาใช้ในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ เช่น งานวิจัยเรื่องการปรับปรุงความรู้เรื่องจำนวนตรรกยะโดยใช้เกมดิจิทัล NanoRoboMath ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ผ่านเกมดิจิทัลส่งผลเชิงบวกต่อทัศนคติเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างสนุกสนาน (Kärki et al., 2021) ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบโดยการลดภาระทางปัญญาและบูรณาการ ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งช่วยให้ผู้เรียนมีอารมณ์เชิงบวกในการเรียนมากขึ้น ซึ่งการที่ผู้เรียนมีอารมณ์ เชิงบวกในการเรียน โดยเฉพาะการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

3.2 หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์น นิง ความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

การวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ระยะเวลาหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุข ในการเรียนคณิตศาสตร์ และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้การที่กลุ่ม ทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมเป็น ผลมาจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน การวิจัยในครั้งนี้ได้กรอบแนวคิดในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งสังเคราะห์จาก การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสุขในการเรียน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทฤษฎีภาระ ทางปัญญา นาโนเลิร์นนิ่ง พัฒนาการของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กระบวนการวิจัย การคิดเชิงออกแบบ คือการทำความเข้าใจเป้าหมาย (Empathize) การนิยามปัญหา (Define) การขึ้นระดมความคิด (Ideate) และการสร้างต้นแบบ (Prototype) สอดคล้องกับแนวทางในการ พัฒนาความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของ Suldo et al. (2014); Roth et al. (2017); White and McCoy (2019) ซึ่งประกอบด้วย 1) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีการกำหนดเป้าหมายในการ เรียนรู้ที่ชัดเจน 2) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าสนใจ และดำเนินไปด้วยความ สนุกสนาน เช่น การใช้เกมประกอบการเรียน 3) การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับผู้เรียน และ ผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้น 4) การนำหลักทางจิตวิทยาเชิงบวกมาประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน 5) จัดบรรยากาศในการเรียนและใช้สื่อที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ที่ดี โดย Fehr and Phillips (1981, อ้างถึงใน ญัฐวุฒิ สกุนี, 2559) ได้กล่าวว่า วิธีการ เรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ได้ผลนั้น ควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียน จะต้องรู้จักสังเกต รู้จักสาเหตุ รู้จักเลือก รู้จักเชื่อมโยงสู่ข้อสรุปจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม และรู้จัก

สร้างความคิดรวบยอดจากผลที่ได้ ดังนั้นผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งจึงมีความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

นอกจากนี้ยังพบว่ามีหลายงานวิจัยที่ให้ผลสอดคล้องและสนับสนุนผลการวิจัยในครั้งนี้ เช่น งานวิจัยของกอบเกียรติ สระอุบล และพัลลภ พิริยสุรวงศ์ (2557) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับ สื่อการสอนช่วยลดภาระทางปัญญาสำหรับการศึกษาในยุคดิจิทัล และพบว่าการลดภาระทางปัญญาจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในเวลาอันสั้น ซึ่งส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และงานวิจัยของ วิลาวัณย์ จินวรรณ และ ณมน จีรังสุวรรณ (2556) ที่ทำการศึกษา รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาที่ใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาที่ใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีและสามารถนำไปใช้ได้จริง

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีภาระทางปัญญาช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความสุข ทั้งนี้เกิดจากการจัดการกับภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งสามารถทำได้โดย จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน 2) การลดภาระทางปัญญาภายนอก สามารถทำได้โดย ลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกัน เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สร้างความชัดเจนในข้อมูล ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และ 3) ขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ สามารถทำได้โดยสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง นอกจากนี้เมื่อนำทฤษฎีภาระทางปัญญามาบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่กระชับและสั้น สอดคล้องกับพฤติกรรมและธรรมชาติของผู้เรียนซึ่งมีช่วงความสนใจสั้น ไม่ชอบวิธีการสอนแบบบรรยายที่ใช้ระยะเวลานาน (ดนุลดา จามจุรี, 2563) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งจึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนมีความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของกลุ่มทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เท่ากับ .492 ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งเป็น

ความสัมพันธ์ทางบวกระดับปานกลาง (Cohen, 1998) โดยตัวแปรทั้งสองอธิบายความแปรปรวนร่วมกันได้ร้อยละ 24.21 ข้อค้นพบข้างต้นสอดคล้องกับสายทิพย์ แก้วอินทร์ (2548) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ซึ่งพบว่าการเรียนรู้อย่างมีความสุขของผู้เรียนระดับประถมศึกษา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($r=.213$) สอดคล้องกับ Tabbbodi et al. (2015) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา จากประชากรทั้งหมดจำนวน 18,465 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 320 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นโดยใช้ตารางมอร์แกน ซึ่งใช้วิธีการวิจัยเป็นแบบสหสัมพันธ์และใช้แบบวัด Oxford Happiness Questionnaire ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความสุขมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($r=0.56$ & $p<0.05$) นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้าความสุขในการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากรของ โชติพงศ์ ธรรมสว่างสุข (2561) ยังพบว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสุขในการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์จึงมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง ช่วยลดภาระทางปัญญาที่หนักเกินไปให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดอารมณ์เชิงบวกในระหว่างเรียนเพิ่มขึ้น มีความสุขในการเรียนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีและประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีความยากและความซับซ้อนของเนื้อหา จึงอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง เป็นหนึ่งในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การวิจัยในครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Research) โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) ระบุปัญหาของผู้เรียน (Define) ระดมความคิด (Ideate) และสร้างต้นแบบ (Prototype) ซึ่งศึกษาภายใต้บริบทของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ในเขตจังหวัดศรีสะเกษ โดยมีขอบเขตเนื้อหาในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม จากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชา

พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนั้นครูผู้สอน หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถนำต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ไปใช้ในการออกแบบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ได้

1.2 จากผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรียนสูงขึ้น และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้ที่สนใจการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ ควรเน้นส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยสามารถใช้หลักการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน การสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม โดยจัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา การสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน และการให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง ในการส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์กับผู้เรียนได้

1.3 เครื่องมือวัดตัวแปรตามของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมืออยู่ในเกณฑ์มีคุณภาพที่เหมาะสม ครูผู้สอนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สามารถนำเครื่องมือไปใช้ในการประเมินผู้เรียน เพื่อนำสารสนเทศที่ได้มาวางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องเหมาะสมกับผู้เรียนได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ต้นแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งของงานวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาในขอบเขตเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งในรายวิชาอื่นและระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

2.2 เนื่องจากความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก และจากการสังเคราะห์เอกสารในงานวิจัยนี้พบว่า ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) 2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognition) 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) 4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) 5) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) 6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) และ 7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) ดังนั้นงานวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาความสัมพันธ์ของความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์กับความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ระยะยาว เนื่องจากที่ผ่านมามีผู้เรียนจำนวนมากที่เลิกล้มความตั้งใจในการเรียนคณิตศาสตร์เพราะได้รับประสบการณ์ด้านลบจากการเรียนคณิตศาสตร์

2.3 การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ช่วยให้ผู้เรียนมีความสุขและผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ความคงทนทางการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กรุงเทพโพลล์. (2552). *ที่สุดในโรงเรียน*. ryt9. <https://www.ryt9.com/s/bkp/500875>
- กวิน เชื้อมงคล. (2556). ระบบการทำงานของสมองกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ (ตอนที่ 1). *นิตยสาร สสวท.*, 41(182), 3-6.
- กอบเกียรติ สระอุบล และพัลลภ พิริยสุรวงศ์. (2557). สื่อการสอนช่วยลดภาระทางปัญญาสำหรับ การศึกษาในยุคดิจิทัล. *วารสารวิชาการสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์*, 6(1), 198-211.
- กานต์ธีรา ภูริวิกรัย. (2564). *เปิดชั้นเรียนสร้างสุข เมื่อปลายทางของการเรียนคือ 'ความสุข' ของผู้เรียน*. the101.world. <https://www.the101.world/happiness-curriculum/>
- กิ่งแก้ว ศิริหาล้า, ผดุงชัย ภูพัฒน์, และเลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. (2560). ความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25 ที่เข้าโครงการลด เวลาเรียน เพิ่มเวลารู้. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 16(2), 137-145.
- กิตติวดี บุญเชื้อ, ปิตินันท์ สุทธสาร, สุนทร ช่วงสุนิช, และวิภา ตัณฑุลพงศ์. (2540). การเรียนรู้มีความสุข. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 26(1), 7-22.
- ขวัญจิต มหากิตติคุณ, พิเชษฐ์ สุวรรณจินดา, และวิภา คันฉ่อง. (2559). ความสุขของนักเรียนวัยรุ่น. *วารสารพยาบาลสงขลานครินทร์*, 36(1), 87-98.
- คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *การปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- จิรภา นุชทองม่วง. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการหาพื้นที่โดยใช้ กระดาษตะป่วนกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างวิทยา [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร]*.
- จุฬามาศ จันทร์ศรีสุคต. (2560). *เอกสารประกอบคำสอนการจัดการเรียนรู้สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้*. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธ, วิชัย เสวกงาม และกัญญดา ประจุศิลป์. (2563). รูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวคิดการคิดเชิงออกแบบ ร่วมกับแนวคิดการสะท้อนคิดการปฏิบัติเพื่อส่งเสริม ความสามารถ ในการสร้างนวัตกรรมการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล. *วารสารวิจัยสุขภาพ และการพยาบาล*, 36(2), 1-14.

- ชนาธิป บุปผามาต, จีระศักดิ์ ทวีเงิน, พระวิทยา ขนชัยภูมิ, สรัล สุวรรณ และอุบลวรรณ ส่งเสริม. (2565). การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบการจัดประสบการณ์โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานของนักศึกษาครู. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*, 12(1), 117-125.
- ชูศรี ต้นพงษ์. (2544). *การเรียนรู้เพื่อเป็นครูคุณภาพ*. THE KNOWLEDGE CENTER.
- โชติพงศ์ ธรรมสว่างสุข. (2561). *ความสุขในการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร [ปริญาศิลปศาสตรบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร]*.
- ณัฐวุฒิ สกุนี. (2559). *การพัฒนาเจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกิจกรรมเป็นฐาน [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]*.
- ดนุลดา จามจรี. (2563). *การออกแบบการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน Gen Z*. <http://www.curriculumandlearning.com>
- ดวงดาว ทรัพย์คณารักษ์. (2561). *การศึกษาความสามารถในการอ่านทางคณิตศาสตร์ การรู้เรื่องการอ่าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]*. <https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/73222>
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 8)*. ตักสิลาการพิมพ์.
- ทินสิริ ศิริโพธิ์. (2564). *เปิดชั้นเรียนสร้างสุข เมื่อปลายทางของการเรียนคือ 'ความสุข' ของผู้เรียน. the101.world*. <https://www.the101.world/happiness-curriculum/>
- ธนพล บรรดาศักดิ์, กนกอร ชาวเวียง และนฤมล จันทระเกษม. (2560). *ความสุขในการเรียนรู้ของ นักศึกษาพยาบาล. วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร.*, 5(1), 357-368.
- นันทวดี ทองอ่อน และ มฤษฎี แก้วจินดา. (2561). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 12(1), 129-138.
- น้ำทิพย์ วิภาวิน. (2545). *e-library: ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์. เอสอาร์พรีนติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด*.
- นิต้าโพล. (2555). *วิชาคณิตฯ-อังกฤษ-ไทย เด็กไทยไม่ชอบเรียน*. <https://www.sanook.com/campus/1112879/>

- นิธิภา อัจฉฤทธิ์. (2560). ความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดทางอารมณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักศึกษามหาวิทยาลัยรังสิต รายวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน ใน *การประชุม
วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2560*, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- บพิตร อิศระ. (2550). *การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุ ของการเรียนรู้อย่างมีความสุข ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร* [จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. [https://doi.nrct.
go.th/ListDoi/listDetail?](https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?)
- ปรวี อ่อนสอาด. (2556). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบ
กลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ]. [https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/
4307/2/Paurawee_O.pdf](https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/4307/2/Paurawee_O.pdf)
- ปานทิพย์ พอดี. (2564). รูปแบบการเรียนรู้อย่างมีความสุข (FART). *วารสารวิชาการสังคมมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 78-90.
- ปิยวรรณ พันธุ์มงคล. (2552). บทบาทของอารมณ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์
อุตสาหกรรม*, 38(2), 88-101.
- ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ. (2566). *การเสริมสร้างแรงจูงใจสำหรับผู้เรียนในยุคดิจิทัล* (พิมพ์ครั้งที่ 1).
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เปโตร วัชศิลป์ กฤษเจริญ. (ม.ป.ป.). 10 ข้อแนะนำเพื่อทำให้ห้องเรียนมีความสุข. [https://www.
kamsondeedee.com/main/love-letter/2112-10things-to-happy-classroom](https://www.kamsondeedee.com/main/love-letter/2112-10things-to-happy-classroom)
- พรพรรณ เสาร์คำเมืองดี. (2562). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา
ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร].
- ภทรนันท์ ไวกะสิน, นัทธีรัตน์ พิระพันธุ์ และรัฐพล ประดับเวทย์. (2565). การพัฒนารูปแบบการ
จัดการเรียนรู้ด้วยการคิดเชิงออกแบบร่วมกับกระบวนการละคร ประยุกต์เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขา
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 14(28), 109-120.
- ภารดี ภักดีโยธิน. (2560). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสุขในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2* [ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยศรีนคริน
ทรวิโรฒ].

- ภูงศ์ โรจน์แสงรัตน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยสำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต [วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต, <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/54891>
- มะลิวรรณ ศรีชัยปัญญา. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/13967>
- เมธาสิทธิ์ ธีรรัตนศรีสกุล. (2558). การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม เรื่อง เติ้มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. (หน้า 88-95).
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. ราชบัณฑิตยสถาน.
- ลัดดา หวังภษิต. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ภาษาอังกฤษที่เสริมสร้างความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาโรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา [วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].
- วัชร กาญจน์กิริติ. (2554). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- ว่าที่ร้อยตรีชญาญ บุตรศรี. (2563). การพัฒนาตัวบ่งชี้ความสุขในการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย [วิทยานิพนธ์ปริญญาหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร].
- วิกานดา ชัยรัตน์. (2560). การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อลดสถานะของภาระทางปัญญา [วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์คุุณบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). พลังการเรียนรู้ : ในกระบวนการทัศน์ใหม่. SR PRINTING LIMITES PARTNERSHIP.
- วิลาวัลย์ จินวรรณ และ ฌมน จีรังสุวรรณ. (2556). รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาที่ใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 4(2), 97-104.
- วิลาวัลย์ กองสะดี. (2552). ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษารหัส 52. คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยราชพฤกษ์ ปีการศึกษา 2552.

- ศยามน อินสะอาด. (2564). การออกแบบไมโครเลิร์นนิ่งยุคดิจิทัล. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*, 16(20), 16-31.
- ศรีหะริ รวินทรนาถ. (2564). เปิดชั้นเรียนสร้างสุข เมื่อปลายทางของการเรียนคือ 'ความสุข' ของผู้เรียน. the101.world. <https://www.the101.world/happiness-curriculum/>
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์, อุษา ชูชาติ, อวยพร ประพฤทธิ์ธรรม และ ทศนีย์ ตันติฤทธิ์ศักดิ์. (2544). *การเรียนรู้อย่างมีความสุข : สารเคมีในสมองกับความสุขในการเรียนรู้*. บริษัท โพลีการพิมพ์ จำกัด.
- ศิริพร ท้องย้อย. (2557). *ความสุขและแนวทางการเสริมสร้างความสุขในการเรียน* ของนักเรียนโรงเรียนธัญรัตน์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา].
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา].
- สายทิพย์ แก้วอินทร์. (2548). *การเรียนรู้อย่างมีความสุขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์)* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น].
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *โครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน : ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติ*. โรงพิมพ์ไอดี สแควร์.
- สำราญ สิริภคมงคล. (2554). *การพัฒนามาตรวัดความสุขในการเรียนสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].
- สำลี รักสุทธี. (2544). *เทคนิคการจัดการเรียนการสอนและเขียนแผนการสอนโดยยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ*. สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

- ลำอานค์ สุดสะอาด, สมศักดิ์ ลิลา และสุรินทร์ สุทธิธาทิพย์. (2560). การพัฒนาแบบวัดความสุขของผู้เรียน สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาในภาคตะวันออก. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(3), 103-117.
- สิริกุล กิตติมงคลชัย. (2562). *การพัฒนามาตรวัดความสุขในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเขต กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]*.
- สุจรรยา สมบัติธีระ. (2557). ข้อดีในการใช้สื่อผสมเสียงกับภาพ:บทวิเคราะห์ว่าด้วยองค์ประกอบสภาวะหนักสมอง : Advantage of Audiovisual : Cognitive Load Theory Based. *วารสารครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 11(2), 44-55.
- สุธา เหลือสมัย. (2557). รูปแบบของสื่อกราฟฟิกที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้วิธีใช้งานเครื่องมือในโปรแกรม Photoshop สำหรับผู้เรียนที่มีความพิการทางการได้ยิน : การศึกษากลุ่มเล็ก. *วารสารวิทยาลัยราชสุดา*, 10(13), 71-91.
- สุพัตรา ผลรัตนไพบูลย์, วิไลลักษณ์ พงษ์โสภา และเวอร์นิ กริทอง. (2550). ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารวิชาการ ศึกษา ศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 8(3), 112-120.
- อดิศร เนาวนนท์ และ สุภาวดี วิสุวรรณ. (2565). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสุขในการเรียนโดยใช้แนวคิดจิตตปัญญาศึกษาและการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง. *วารสารการวิจัยกาสะลองคำ*, 16(1), 109-119.

ภาษาอังกฤษ

- Aditomo, A. (2009). Cognitive Load Theory and Mathematics Learning: A Systematic Review. *Anima, Indonesian Psychological Journal*, 24(3), 207-217.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ayres, P. (2006). Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 287-298. <https://doi.org/10.1002/acp.1245>

- Baumgartner, P. (2013). *Educational dimensions of Micro-learning-towards a taxonomy for Micro-learning*. http://peter.baumgartner.name/wp-content/uploads/2013/04/Baumgartner_2013_Educational-Dimensions-for-MicroLearning
- Bertaux, D., & Thompson, P. (2020). *Between generations: Family models, myths & memories* (1st Ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351314084>
- Bieleke, M., Goetz, T., Yanagida, T., Botes, E., Frenzel, A. C., & Pekrun, R. (2022). Measuring emotions in mathematics: the Achievement Emotions Questionnaire—Mathematics (AEQ-M). *ZDM – Mathematics Education*, 55, 269–284. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01425-8>
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Brand, S., Reimer, T., & Opwis, K. (2007). How do we learn in a negative mood? Effects of a negative mood on transfer and learning. *Learning and Instruction*, 17, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.11.002>
- Brown, T. (2009). *Change by Design : How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Business.
- Carpenter, J., Forde, D. S., Stevens, D. R., Flango, V., & Babcock, L. K. (2016). *Ready, Aim, Perform! Targeted Micro-Training for Performance Intervention. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)*. <https://www.semanticscholar.org/>
- Carpenter, T. P., & Lehrer, R. (1999). Teaching and learning mathematics with understanding. In E. Fennema & T. Romberg (Eds.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (pp. 19-32). Lawrence Erlbaum Associates.
- Chandra. (2021). *Why Micro and Nano Learning are the hot new trends in Learning*. <https://edcircuit.com/why-micro-and-nano-learning-are-the-new-hot-trends-in-learning/#:~:text=Microlearning%20Vs.,and%20attain%20learning%20objectives%20quickly>

- Chinnappan, M., & Chandler, P. A. (2010). Managing cognitive load in the mathematics classroom. *Australian Mathematics Teacher*, 66(1), 5-11.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Collingwood, J. (2023). *Human Cognitive Architecture and Cognitive Load Theory*. inspiritive. <https://www.inspiritive.com.au/human-cognitive-architecture-cognitive-load-theory/>
- Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., & Nakamura, J., , et al. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper & Row.
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, 29, 153-170.
- Devi, S. (2022, Decamber 23). *Mathematics phobia in students: A concern*. Risingkashmir. <http://risingkashmir.com/mathematics-phobia-in-students-a-concern>
- Essuman, S. A., Nyarko, J., & Frimpong, K. (2021). Impact of Mathematics Anxiety on the Academic Performance of Junior High School Pupils in the Bongo District of Ghana. *International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 8, 6562-6569.
- Furlong, M. J., Paz, J. L., Carter, D., Dowdy, E., & Gibson, K. N. (2023). Extending Validation of a Social Emotional Health Measure For Middle School Students. *Contemporary School Psychology*, 27, 92–103.
- Garcia, M. B., Juanatas, I. C., & Juanatas, R. B. (2022). TikTok as a Knowledge Source for Programming Learners: A New Form of Nanolearning? *International Conference on Information and Education Technology*, 10, 219-223.
- Grail Research. (2011). *Consumers of Tomorrow Insights and Observations about Generation Z*. <https://docplayer.net/31078434-Consumers-of-tomorrow.html>
- Gramming, A. C., Ejemyr, E., & Thunell, E. (2019). Implementing Nano-Learning in the Law Firm. *Legal Information Management*, 19(4), 241-246. <https://doi.org/10.1017/S1472669619000562>

- Gupta, U., & Zheng, R. Z. (2020). Cognitive Load in Solving Mathematics Problems: Validating the Role of Motivation and the Interaction Among Prior Knowledge, Worked Examples, and Task Difficulty. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/9252>
- Hadsvik, A. (2023, 17 January). *Pros and Cons of Nano Learning: How to Maximize Efficiency and Effectiveness in Organizational Training*. Circleimpact. <https://www.circleimpact.se/insights/pros-and-cons-of-nano-learning-how-to-maximize-efficiency-and-effectiveness-in-organizational-training>
- Halliday, A. J., Kern, M. L., Garrett, D. K., & Turnbull, D. A. (2018). The student voice in well-being: a case study of participatory action research in positive education. *J Educational Action Research*, 1-24.
- Hersh, R. (1998). What is Mathematics, Really? *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 2(98), 13-14. <https://doi.org/10.1515/dmvm-1998-0205>
- Hill, J. L., Kern, M. L., Seah, W. T., & van Driel, J. (2021). Feeling Good and Functioning Well in Mathematics Education: Exploring Students' Conceptions of Mathematical Well-Being and Values. *ECNU Review of Education*, 4(2), 349-375. <https://doi.org/10.1177/2096531120928084>
- Illeris, K. (2016). *Learning, Development and Education: From learning theory to education and practice* (1st Ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315620565>
- Kalyuga, S. (2009). *Managing Cognitive load in Adaptive Multimedia Learning*. Hershey.
- Kärki, T., McMullen, J., & Lehtinen, E. (2021). Improving rational number knowledge using the NanoRoboMath digital game. *Educational Studies in Mathematics*, 110, 101-123. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10120-6>
- Lakshmi Puthanveedu. (2022, October 26). *Nano-Learning: วิธีเรียกใช้บทเรียนขนาดจำกัดที่มีผลกระทบอย่างมาก*. <https://ahaslides.com/th/blog/nano-learning/>
- LEARN CORPORATION. (2021). *MicroLearning การเรียนรู้แบบใหม่ สั้น กระชับ นำไปใช้ได้จริง*. <https://www.learn.co.th/articles/microlearning/>

- Marks, J. (2021). Shaping Reasonable Students. In *Let's Be Reasonable: A Conservative Case for Liberal Education*. In (pp. 113-140). Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv15r58qj.8>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Ngu, B. H., & Phan, H. P. (2021). Learning linear equations: capitalizing on cognitive load theory and learning by analogy. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2021.1902007>
- Painter, D. (2018). *Using Design Thinking in Mathematics for Middle School Students: A Multiple Case Study of Teacher Perspectives* Thesis, Concordia University, St. Paul]. https://digitalcommons.csp.edu/cup_commons_grad_edd/192
- Plass, J. L., & Kalyuga, S. (2019). Four Ways of Considering Emotion in Cognitive Load Theory. *Educational Psychology Review*, 31(13), 339–359. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09473-5>
- Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (2017). *Design Thinking Research: Making Distinctions: Collaboration Versus Cooperation*. Springer.
- Roberts, J. P., Fisher, T. R., Trowbridge, M. J., & Bent, C. (2016). A design thinking framework for healthcare management and innovation. *Healthcare*, 4(1), 11-14. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2015.12.002>
- Roth, R. A., Suldo, S. M., & Ferron, J. M. (2017). Improving middle school students' subjective well-being: Efficacy of a multicomponent positive psychology intervention targeting small groups of youth. *School Psychology Review*, 46(1), 21–41. <https://doi.org/10.17105/10.17105/SPR46-1.21-41>
- Schiffrin, H. H., & Nelson, S. K. (2010). Stressed and happy? Investigating the relationship between happiness and perceived stress. *Journal of Happiness Studies: An Interdisciplinary Forum on Subjective Well-Being*, 11(1), 33–39. <https://doi.org/10.1007/s10902-008-9104-7>
- Seligman. (2011). Flourish: a visionary new understanding of happiness and well-being. 27(3), 60-61.

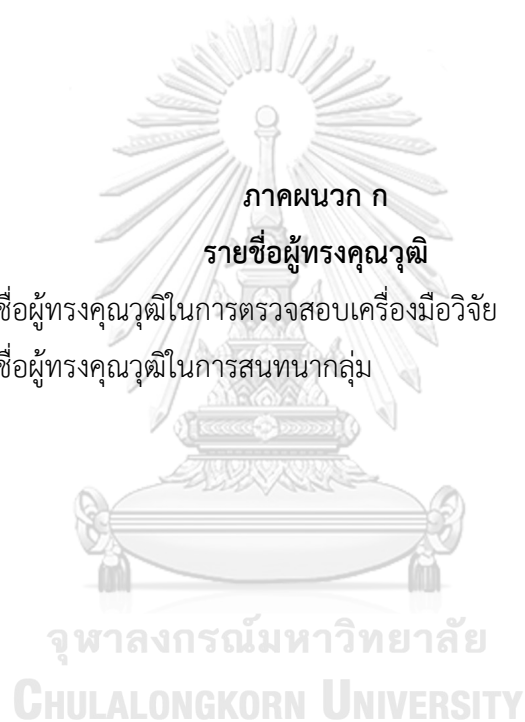
- Shandilya, A. (2023, January 19). *NANO LEARNING IS THE WAY FORWARD*.
<https://moonpreneur.com/blog/what-is-nano-learning/>
- Simoudis, H. (2023, January 14). *What Is Microlearning? Everything You Need To Know: Part 2*. <https://elearningindustry.com/what-is-microlearning-everything-you-need-to-know-part-2>
- Sriprom, C., Rungswang, A., Sukwitthayakul, C., & Chansri, N. (2019). Personality Traits of Thai Gen Z Undergraduates: Challenges in the EFL Classroom. *PASAA*, 57, 165-190.
- Suldo, S. M., Savage, J. A., & Mercer, S. H. (2014). Increasing Middle School Students' Life Satisfaction: Efficacy of a Positive Psychology Group Intervention. *Journal of Happiness Studies: An Interdisciplinary Forum on Subjective Well-Being*, 15(1), 19-42.
- Svane, R. P., Willemsen, M. M., Bleses, D., Krøjgaard, P., Verner, M., & Nielsen, H. S. (2023). A systematic literature review of math interventions across educational settings from early childhood education to high school. *Front. Educ.*, 8, 1229849. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1229849>
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Tabbodi, M., Rahgozar, H., & Makki Abadi, M. M. (2015). The Relationship between Happiness and Academic Achievements. *European Online Journal of Natural and Social Sciences 2015 Special Issue on New Dimensions in Economics, Accounting and Management*, 4(1), 241-246.
- ThaiHealth Promotion Foundation. (2020, February 21). *Concerned about the happiness of Thai children in school age, there is little left*. <https://www.thaihealth.or.th>
- Thurber, S., M. R., & Smolkowski, K. (2002). What is Measured in Mathematics Tests? Construct Validity of Curriculum-Based Mathematics Measures. *School Psychology Review*, 31(4), 498-513. <https://doi.org/10.1080/02796015>

- Tobia, V., Greco, A., Steca, P., & Marzocchi, G. M. (2018). Children's Wellbeing at School: A Multi-dimensional and Multi-informant Approach. *Journal of Happiness Studies*, 20(5), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10902-018-9974-2>
- Turner, J. S., & Helms, D. B. (1995). *Lifespan development* (5th ed.). Harcourt Brace College Publishers.
- UNESCO. (2008). *Pacific Regional Bureau for Education*.
- Wawan., & Retnawati, H. (2022). Empirical study of factors affecting the students' mathematics learning achievement. *International Journal of Instruction*, 15(2), 417-434. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15223a>
- White, K., & McCoy, L. P. (2019). Effects of Game-Based Learning on Attitude and Achievement in Elementary Mathematics. *Networks: An Online Journal for Teacher Research*, 21(1). <https://doi.org/10.4148/2470-6353.1259>
- Widlund, A., Tuominen, H., & Korhonen, J. (2023). Reciprocal effects of mathematics performance, school engagement and burnout during adolescence. *British Journal of Educational Psychology*, 93, 183–197. <https://doi.org/10.1111/bjep.12548>
- Wiesel, A., Middleton, J. A., & Jansen, A. (2019). Chapter 7: Mathematics Learning Experiences: The Practice of Happiness and the Happiness of Practice. *Advances in Mathematics Education*, 159–176. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04432-9_10



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
2. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการสนทนากลุ่ม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตร อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา
คุณ การศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรการสอนและการ
เรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สกล วรเจริญศรี อาจารย์ประจำภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยา
การศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา สุระเศรษฐี อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา
การศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศร เลิศอมรพงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. อาจารย์ ดร.ชนัญชิดา ทุมมานนท์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. คุณครูณัฐญา สาทิมาน ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี
8. คุณครูกิตติยา ส่งสุข ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ
9. คุณครูมะติกา สุธาบุญ ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ
10. คุณครูพิชญภา สีนามะ ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการสนทนากลุ่ม

- | | |
|--|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรการสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ | อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3. คุณครูณัฐญา สามีมาน | ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
วิทยาลัยนานาชาติการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี |
| 4. คุณครูกิตติยา ส่งสุข | ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
วิทยาลัยนานาชาติการพิเศษ โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย |
| 5. คุณครูมะติกา สุธาบุญ | ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
วิทยาลัยนานาชาติการพิเศษ โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย |



ภาคผนวก ข

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

1. เอกสารขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ
2. เอกสารรับรองการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในคน การวิจัยระยะที่ 1 และระยะที่ 2
3. เอกสารรับรองการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในคน การวิจัยระยะที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เอกสารขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

ที่ อว ๒๔.๖/๕๐๖๙



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๑๙ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศรีสะเกษ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนันทนา สาสี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนา
นวัตกรรมการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับ
นาโนเลิร์นนิ่ง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว
เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๓๘๙๔๓๕๙๓

ที่ อว ๖๔.๖/๕๔๙๐



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนันทนา สาสี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนา
นวัตกรรมการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การพัฒนาด้านแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาวะทางปัญญาพร้อมกับ
นาโนเลิร์นนิ่ง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ กับ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว
เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสาวงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๓๘๙๔๓๕๙๓

ที่ อว ๖๔.๖/๕๕๘๘



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศรีสะเกษ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนันทนา สาลี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนา
นวัตกรรมการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาพร้อมกับ
นาโนเลิร์นนิ่ง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องตกลงใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ กับ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ตกลงใช้เครื่องมือดังกล่าว
เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสางาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๓๘๘๔๓๕๔๓

ที่ อว ๖๔.๖/๐๕๓๔



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๒๒ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศรีสะเกษ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนันทนา สาลี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้เก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๘๓๘๙๔๓๕๙๓

เอกสารรับรองการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในคน การวิจัยระยะที่ 1 และระยะที่ 2



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาคารจามจุรี 1 ชั้น 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์: 02-218-3210 Email: curec2.ch1@chula.ac.th

COA No. 374/66

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 660316 การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎี

ภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยหลัก นางสาว นันทนา สาลี

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยยึดหลัก ของ Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines และ The international conference on harmonization Good clinical practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม

mol จรณ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นวลน้อย ตรีรัตน์)

ประธานคณะกรรมการ

ลงนาม

ด.ช.ม. จ.ร.ณ

(อาจารย์ ดร. ศยามล เจริญรัตน์)

กรรมการและเลขานุการ

รูปแบบการพิจารณาพบทวน: แบบลดขั้นตอน

วันที่รับรอง: 9 ตุลาคม 2566

วันหมดอายุ: 8 ตุลาคม 2567

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
2. หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
3. หนังสือยินยอมสำหรับผู้ปกครอง (ถ้ามี)
4. ประวัติผู้วิจัย (CV)
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เงื่อนไข

1. ผู้วิจัยรับทราบว่าเป็นการวิจัยจริยธรรม หากดำเนินการกับข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ให้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากมีเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลต้องแจ้งข้อมูลให้คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยทราบโดยเร็วภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้แจ้งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยทราบก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ตั้งแต่วันลงนามในโครงการวิจัย (AF 03 13) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นหลักฐานในการปิดโครงการ
8. โครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติโครงการโดยการพิจารณาพบทวนแบบกรณีเว้น (Exemption review) ปฏิบัติตามเงื่อนไข ข้อ 1,6 และ 7 เท่านั้น



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

Digital Certificate

เอกสารรับรองการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในคน การวิจัยระยะที่ 3



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์
และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาคารจามจุรี 1 ชั้น 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์: 02-218-3210 Email: curec2.ch1@chula.ac.th

COA No. 034/67

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 660316 การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎี

ภาวะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยหลัก นางสาว นันทนา สาลี

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และ
ศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยยึดหลัก ของ Declaration of Helsinki,
the Belmont report, CIOMS guidelines และ The international conference on harmonization
Good clinical practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม

mol จรณ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นวณ้อย ตีร์รัตน์)

ประธานคณะกรรมการ

ลงนาม

plana ศยามล เจริญรัตน์

(อาจารย์ ดร. ศยามล เจริญรัตน์)

กรรมการและเลขานุการ

รูปแบบการพิจารณาทบทวน: แบบลดขั้นตอน

วันที่รับรอง: 17 มกราคม 2567

วันหมดอายุ: 16 มกราคม 2568

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
2. หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
3. หนังสือยินยอมสำหรับผู้ปกครอง (ถ้ามี)
4. ประวัติผู้วิจัย (CV)
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

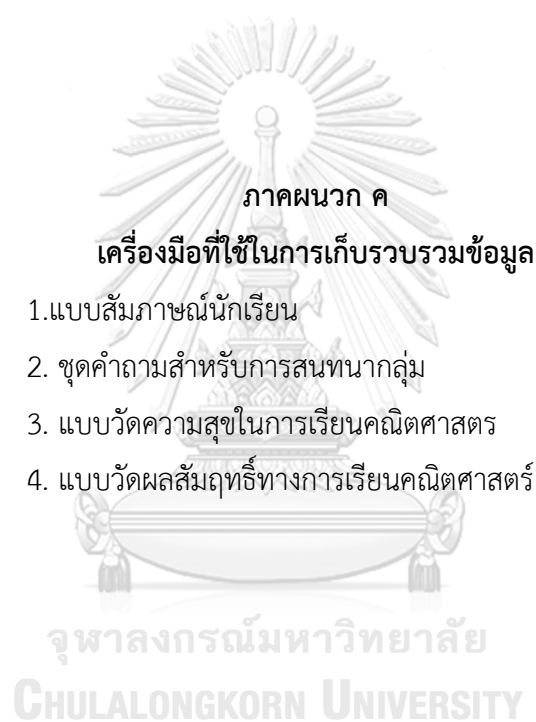
เงื่อนไข

1. ผู้วิจัยรับทราบว่าเป็นการวิจัยจริยธรรม ๗ ทศนิยมการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยจริยธรรมการวิจัยในคน การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1 เดือน พร้อมหลักฐานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ข้อมูลการวิจัยสำหรับผู้เกี่ยวข้องอย่างผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิงวิชาการ (ถ้ามี) เฉพาะที่ประเทศและกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์หรือแรงกดดันในการเก็บข้อมูลต้องแจ้งคณะกรรมการฯ โดยรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้แจ้งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี สืบแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-13) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นหลักฐานในการปิดโครงการ
8. โครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติโครงการโดยการพิจารณาทบทวนแบบกรณีข้อยกเว้น (Exemption review) ปฏิบัติตามเงื่อนไขข้อ 1,6 และ 7 ฉบับนี้



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

Digital Certificate



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.แบบสัมภาษณ์นักเรียน
2. ชุดคำถามสำหรับการสนทนากลุ่ม
3. แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์
4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือวิจัย ระยะที่ 1

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ
ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง
DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING ACHIEVEMENT
PROMOTION BY INTEGRATING COGNITIVE LOAD THEORY WITH NANO LEARNING

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์ทั้งโครงสร้างฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และนำไปใช้ในการพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต กลุ่มเชี่ยวชาญเฉพาะจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว สาขาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. แบบสัมภาษณ์นี้ แบ่งประเด็นสัมภาษณ์ ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ให้สัมภาษณ์
ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์
3. ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ซึ่งไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อผู้ให้ข้อมูล ขอความกรุณาท่านโปรดตอบตามสภาพความเป็นจริงและให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ข้อมูลของท่านมีคุณค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย และจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต้นแบบต่อไปได้
4. ผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับความอนุเคราะห์และเสียสละเวลาอันมีค่าของท่านในการตอบคำถามเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

นางสาวนันทนา สาลี

นิสิตมหาบัณฑิต สาขาสาขาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail 6580068127@student.chula.ac.th / Tel. 0838943593



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....

อายุ.....ปี

โรงเรียน.....

เกรดเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลาเริ่ม.....น. เวลาสิ้นสุด.....น.

รวมเวลา.....ชั่วโมง.....นาที.....สถานที่.....

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

1. ในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ เนื้อหาคณิตศาสตร์หรือไม่

.....

.....

.....

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด ที่นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. อุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคืออะไร

.....

.....

.....

4. นักเรียนมีวิธีการจัดการกับอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไร

.....

.....

.....

5. ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนคิดว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมีประโยชน์หรือไม่

.....

.....

.....



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

6. เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใดที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์/ไม่มีประโยชน์ และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

7. ในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร เพราะอะไรจึงรู้สึกเช่นนั้น

.....

.....

.....

8. นักเรียนชอบเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

9. นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ (ถ้ามี) ความสุขในการเรียนนั้นเกิดขึ้นจากอะไร (ถ้าไม่มี) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

10. นักเรียนคิดว่าการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความสุขจะต้องทำอย่างไร

.....

.....

.....

ข้อสังเกต/ข้อคิดเห็น

.....

.....

.....

.....

.....



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

เครื่องมือวิจัย ระยะที่ 2

ชุดคำถามสำหรับการสนทนากลุ่ม

ชุดคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มเพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ

ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING ACHIEVEMENT
PROMOTION BY INTEGRATING COGNITIVE LOAD THEORY WITH NANO LEARNING

คำชี้แจง

- ชุดคำถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต กลุ่มเชี่ยวชาญเฉพาะจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว สาขาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชุดคำถามนี้ แบ่งประเด็นคำถาม ออกเป็น 3 เเด็น ดังนี้
 - ประเด็นที่ 1 การส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์
 - ประเด็นที่ 2 การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - ประเด็นที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง
- ข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มครั้งนี้ ใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ซึ่งไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อผู้ให้ข้อมูล ขอความกรุณาท่านโปรดตอบตามสภาพความเป็นจริงและให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ข้อมูลของท่านมีคุณค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย และจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต้นแบบต่อไปได้
- ผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับความอนุเคราะห์และเสียสละเวลาอันมีค่าของท่านในการร่วมสนทนากลุ่มเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

นางสาวนันทนา สาลี

นิสิตมหาบัณฑิต สาขาสาขาวิชาวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail 6580068127@student.chula.ac.th / Tel. 0838943593



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

นิยามศัพท์

ภาระทางปัญญา หมายถึง ภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน และหน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง ได้แก่

ภาระทางปัญญภายใน เป็นภาระทางปัญญาที่เกิดจากความยากง่าย ความใหม่ ความละเอียดและความซับซ้อนของข้อมูล รวมถึงจำนวนของข้อมูล หากมีมากเกินไปจะทำให้ภาระทางปัญญภายในเพิ่มมากขึ้น

ภาระทางปัญญภายนอก เป็นภาระทางปัญญาที่เกิดจากการนำเสนอข้อมูล สื่อต่างๆ รวมถึงรูปแบบวิธีการสอน ซึ่งหากเลือกใช้ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ภาระทางปัญญภายนอกเพิ่มมากขึ้น

ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ เป็นภาระทางปัญญาที่เกิดจากกระบวนการทำงานของสมองที่พยายามทำความเข้าใจข้อมูลและสื่อสารสามารถนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่โครงสร้างความรู้ความจำได้โดยอัตโนมัติ

นาโนเลิร์นนิ่ง หมายถึง รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้น ในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลัดมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียน

ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และกิจกรรมต่างๆ ที่ทำในห้องเรียนรวมถึงบรรยากาศสภาพแวดล้อมในห้องเรียน เห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากการเรียน ตลอดจนรับรู้ถึงความสามารถของตนเองเห็นคุณค่าของตนเองและมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่น วัดได้จากแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) คือ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถตอบสนองต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแสดงวิธีคิด ค้นหาผลลัพธ์และคำตอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม 2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions) คือ การที่ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ดีในหลักการและตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ และรับรู้ได้ว่าตนเองมีความเข้าใจ รวมถึงสามารถปรับใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) คือการที่ผู้เรียนมีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาวิชาเรียนคณิตศาสตร์ และให้ความสนใจในสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้ง มีความรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับสิ่งที่เรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดขึ้นในบทเรียน 4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้มีความหมาย (Meaningfulness) คือการที่ผู้เรียนเห็นคุณค่าที่เกิดจากการเรียนคณิตศาสตร์และมีจุดมุ่งหมายในการเรียนและผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ 5) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) คือการที่ผู้เรียนรู้สึกมีแรงผลักดัน มีความมุ่งมั่น หรืออย่างใดอย่างหนึ่งอย่างหนักเพื่อทำให้เป้าหมายในการเรียนคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ 6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) คือการที่ผู้เรียนมีความเพลิดเพลินสนุกสนานในกระบวนการเรียนรู้และมีความพึงพอใจโดยสภาวะแวดล้อมในการเรียนคณิตศาสตร์



เลขที่ ๕๖๐๓๑๖
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

และ 7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) คือการที่ผู้เรียนมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียนระหว่างเรียน โดยผู้เรียนสามารถทำงานเป็นทีมและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากการสอบ ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผลคะแนนหลังการเรียนที่สูงขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนการเรียน

ประเด็นการสนทนากลุ่ม

1. การส่งเสริมความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

1.1 การสอนคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข ควรทำอย่างไร

.....

.....

.....

1.2 พฤติกรรมใดบ้างที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

2. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1 การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ควรทำอย่างไร

.....

.....

.....

2.2 ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีการะทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

3.1 รูปแบบ/ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบันควรเป็นอย่างไร

.....

.....

.....



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนทำให้ผู้เรียน
เข้าใจ/จดจำ เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้
สามารถทำได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

3.3 สื่อการสอนทางคณิตศาสตร์/รูปแบบวิธีการสอน ที่กระชับสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาสั้นๆ และช่วย
ส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ควรเป็นอย่างไร

.....

.....

3.4 การส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยช่องทางที่หลากหลาย ผ่านสื่อและ
อุปกรณ์ต่างๆ ที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถทำได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

3.5 วิธีการนำเสนอเนื้อหาคณิตศาสตร์รูปแบบใดที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน

.....

.....



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

เครื่องมือวิจัย ระยะที่ 3

แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ
ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING ACHIEVEMENT
PROMOTION BY INTEGRATING COGNITIVE LOAD THEORY WITH NANO LEARNING

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความรู้สึกของนักเรียนที่แสดงออกถึงความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำในห้องเรียน รวมถึงบรรยากาศสภาพแวดล้อมในห้องเรียน เห็นคุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากการเรียน ตลอดจนรับรู้ถึงความสามารถของตนเองเห็นคุณค่าของตนเอง และมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่น ใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต กลุ่มเชี่ยวชาญเฉพาะจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว สาขาวิธีวิทยาการพัฒนา นวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล
ตอนที่ 2 แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 7 ด้าน จำนวน 24 ข้อ
3. ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้ใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ซึ่งไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ให้ข้อมูล ขอความกรุณาท่านโปรดตอบตามสภาพความเป็นจริงและให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ข้อมูลของท่านมีคุณค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย และจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต้นแบบต่อไปได้
4. ผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับความอนุเคราะห์และเสียสละเวลาอันมีค่าของท่านในการตอบคำถามเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

นางสาวนันทนา สาสี

นิสิตมหาบัณฑิต สาขาสาขาวิธีวิทยาการพัฒนา นวัตกรรมทางการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail 6580068127@student.jhu.ac.th



เลขที่โครงการวิจัย 660316

วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567

วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. ระดับชั้น.....
3. เลขที่.....

ตอนที่ 2 แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ 7 ด้าน จำนวน 24 ข้อ

ให้นักเรียนอ่านข้อคำถามและเลือกคำตอบที่นักเรียนพิจารณาแล้วเห็นว่าตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด โดยทำเครื่องหมาย / ตรงคำตอบที่นักเรียนเลือก คำตอบที่นักเรียนเลือกตอบในแต่ละข้อไม่มีถูกหรือผิด ขอนักเรียนโปรดเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียวและขอความกรุณาให้นักเรียนตอบให้ครบทุกข้อ

ความหมายของการตอบ

- 5 = ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด 4 = ตรงกับความเป็นจริงมาก 3 = ค่อนข้างตรงกับความเป็นจริง
2 = ตรงกับความเป็นจริงน้อย 1 = ตรงกับความเป็นจริงน้อยที่สุด

ตัวอย่างการตอบ

ข้อ	คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	นักเรียนสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขร่วมกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้	/				

คำอธิบายการตอบ

ข้อที่ 1 นักเรียนสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขร่วมกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้จากตัวอย่าง ถ้านักเรียนเลือกตอบ “5” หมายความว่า นักเรียนสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขร่วมกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้นั้นตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

ข้อ	คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านความสำเร็จ (Accomplishment)						
1.	ฉันพึงพอใจในผลการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง					
2.	ฉันเชื่อว่าตนเองมีความสามารถทางคณิตศาสตร์					
3.	ฉันมีความมั่นใจและกล้าเปิดรับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย					
ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions)						
4.	ฉันมีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้					
5.	ฉันรับรู้ว่าคุณเข้าใจ/ไม่เข้าใจ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด					
6.	ฉันสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนถามได้					
ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement)						
7.	ฉันมีสมาธิจดจ่อเวลาเรียนคณิตศาสตร์					
8.	ฉันตั้งใจฟังครูผู้สอนขณะเรียนคณิตศาสตร์					
9.	ฉันมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์					
ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness)						
10.	ฉันรับรู้ถึงประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์					
11.	ฉันนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนแล้วมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้					
12.	ฉันวางแผนเพื่อทบทวนเนื้อหาคณิตศาสตร์					
13.	ฉันนำความรู้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance)						
14.	ฉันฝึกฝนและทบทวนเนื้อหาในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นประจำ					
15.	ฉันพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายในวิชาคณิตศาสตร์จนสำเร็จ					
16.	ฉันแสวงหาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเวลาเรียน					
ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure)						
17.	ฉันมีความสุขขณะที่เรียนคณิตศาสตร์					
18.	ฉันรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลินกับการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน					
19.	ฉันรู้สึกว่าการบรรยายในการเรียนคณิตศาสตร์ดี ห้องเรียนมีความสะดวกสบาย มีอุปกรณ์และสื่อการสอนครบถ้วน					
20.	ฉันรู้สึกเครียด/วิตกกังวล/กลัว เมื่อต้องเรียนคณิตศาสตร์					



เลขที่โครงการวิจัย 660316
 วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
 วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

ข้อ	คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านความสัมพันธ์ (Relationships)						
21.	ฉันชอบครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของฉัน					
22.	ฉันขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์เมื่อมีปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์					
23.	ฉันชอบแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน					
24.	ฉันชอบทำงานหรือทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเพื่อนในวิชาคณิตศาสตร์					



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ก่อนเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ก่อนเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม เพื่อการวิจัย เรื่อง การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING ACHIEVEMENT PROMOTION BY INTEGRATING COGNITIVE LOAD THEORY WITH NANO LEARNING

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต กลุ่มเชี่ยวชาญเฉพาะจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว สาขาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. แบบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ซึ่งไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ให้ข้อมูล ขอความกรุณาท่านโปรดเลือกคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ข้อมูลของท่านมีคุณค่ายังต้องงานวิจัย และจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต้นแบบต่อไปได้
4. ผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับความอนุเคราะห์และเสียสละเวลาอันมีค่าของท่านในการตอบคำถามเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

นางสาวนันทนา สาลี

นิสิตมหาบัณฑิต สาขาสาขาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

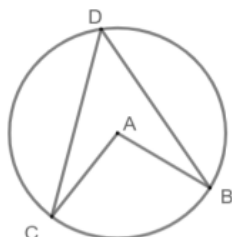
E-mail 6580068127@student.chula.ac.th / Tel. 0838943593



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม
(ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)

1. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



- ก. $\widehat{BAC}$ เป็นมุมในส่วนโค้ง
- ข. $\widehat{BAC}$ และ $\widehat{BDC}$ เป็นมุมในส่วนโค้ง
- ค. $\widehat{BDC}$ เป็นมุมในส่วนโค้ง
- ง. $\widehat{BAC}$ มีขนาดเท่ากับ $\widehat{BDC}$

2. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเท่ากันเมื่อใด

- ก. ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นยาวเท่ากัน
- ข. ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นยาวต่างกัน
- ค. มุมที่จุดศูนย์กลางต้องเป็นมุมแหลมเท่านั้น
- ง. มุมที่จุดศูนย์กลางต้องเป็นมุมป้านเท่านั้น

3. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

- ก. มุมในส่วนโค้งมีขนาด 45° เสมอ
- ข. มุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้ง
- ค. มุมในส่วนโค้งมีขนาดกว้างกว่ามุมที่จุดศูนย์กลาง
- ง. มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งมีขนาดเท่ากัน

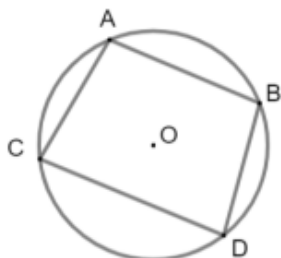


เลขที่โครงการวิจัย 660316

วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567

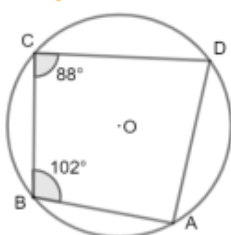
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

4. กำหนดให้ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม O ดังรูป
ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง



- ก. มุม A มีขนาดเท่ากับ มุม D
- ข. ผลบวกของขนาดมุม B และขนาดของมุม D เท่ากับ 180°
- ค. ผลบวกของขนาดมุม B และขนาดของมุม C เท่ากับ 180°
- ง. มุม A, B, C และ D มีขนาดเท่ากัน

5. จากรูปที่กำหนดให้จงหาขนาดของ $\hat{A} + \hat{D}$

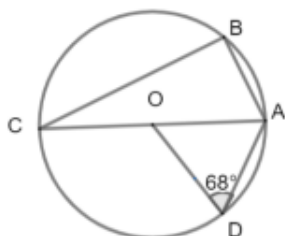


- ก. 78°
- ข. 92°
- ค. 170°
- ง. 190°



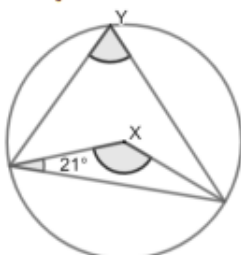
เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

6. จากรูปกำหนดให้ $\angle ODA = 68^\circ$ ข้อใดให้เหตุผลได้ถูกต้อง



- ก. $\angle DAO = 68^\circ$ เพราะ สามเหลี่ยม AOD เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
- ข. $\angle DAO = 68^\circ$ เพราะ สามเหลี่ยม AOD เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า
- ค. $\angle CBA = 90^\circ$ เพราะเป็นสามเหลี่ยมแนบในวงกลม
- ง. $\angle CBA = 90^\circ$ เพราะเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

7. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวถึงขนาดของ $\angle X$ และขนาดของ $\angle Y$ ได้ถูกต้อง

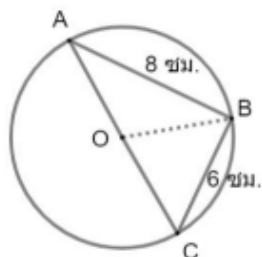


- ก. $\angle X$ มีขนาดมากกว่า $\angle Y$ เพราะ $\angle X$ เป็นมุมในส่วนโค้ง
- ข. $\angle Y$ มีขนาดมากกว่า $\angle X$ เพราะ $\angle Y$ เป็นมุมที่จุดศูนย์กลาง
- ค. $\angle X = 138^\circ$, $\angle Y = 69^\circ$ เพราะ $\angle X$ มีขนาดเป็นสองเท่าของ $\angle Y$
- ง. $\angle X = 69^\circ$, $\angle Y = 69^\circ$ เพราะ $\angle X$ และ $\angle Y$ เป็นมุมที่มีขนาดเท่ากัน



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

8. จากรูปกำหนดให้ ส่วนของเส้นตรง AB ยาว 8 เซนติเมตร และส่วนของเส้นตรง BC ยาว 6 เซนติเมตร หากลากเส้นเชื่อมจากจุด O ไปยังจุด B ตามรอยเส้นประ จะทำให้ส่วนของเส้นตรง OB มีความยาวเท่าใด



- ก. 5 เซนติเมตร
- ข. 6 เซนติเมตร
- ค. 7 เซนติเมตร
- ง. 8 เซนติเมตร

9. ข้อใดอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอรัตของวงกลมได้ถูกต้อง

- ก. เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอรัตของวงกลม จะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น
- ข. ในวงกลมเดียวกัน คอรัตสองเส้นจะยาวเท่ากันเสมอ
- ค. เส้นตรงที่แบ่งครึ่งคอรัตของวงกลมจะมีความยาวเท่ากับคอรัตของวงกลมเสมอ
- ง. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการ คอรัตของวงกลม สามารถสร้างได้จากการลากเส้นผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น

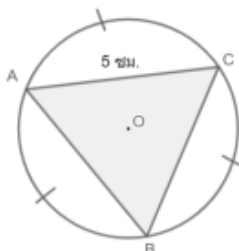
10. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน คอรัตทั้งสองจะยาวเท่ากันเมื่อใด

- ก. คอรัตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวต่างกัน แต่ส่วนโค้งใหญ่ต้องยาวเท่ากัน
- ข. คอรัตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อยมีความยาวเท่ากัน แต่ส่วนโค้งใหญ่ต้องยาวต่างกัน
- ค. คอรัตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน
- ง. คอรัตทั้งสองต้องเป็นคอรัตที่ไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม



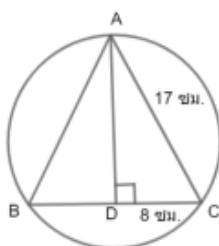
เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

11. จากรูปกำหนดให้ สามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมที่แนบในวงกลม ถ้าความยาวด้าน $AC = 5$ เซนติเมตร แล้วความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมเป็นเท่าใด



- ก. 10 เซนติเมตร
- ข. 15 เซนติเมตร
- ค. 20 เซนติเมตร
- ง. 25 เซนติเมตร

12. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABD

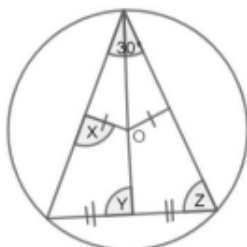


- ก. 60 ตารางเซนติเมตร
- ข. 120 ตารางเซนติเมตร
- ค. 240 ตารางเซนติเมตร
- ง. 260 ตารางเซนติเมตร



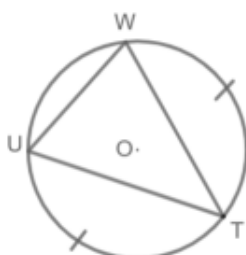
เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

13. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



- ก. มุม $X = Y$, มุม $Z = 60^\circ$
- ข. มุม $X = Y$, มุม $Z = 75^\circ$
- ค. มุม $X = 75^\circ$, มุม $Y = Z$
- ง. มุม $X = 60^\circ$, มุม $Y = Z$

14. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดให้เหตุผลได้ถูกต้องมากที่สุด



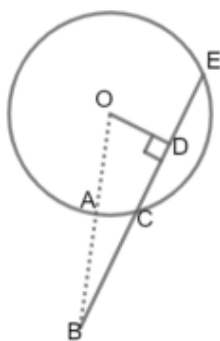
- ก. $TU = TV$ เพราะเป็นคอร์ดในวงกลมเดียวกัน
- ข. $TU = TV$ เพราะส่วนโค้งน้อยที่รองรับคอร์ดทั้งสองยาวเท่ากัน
- ค. $\triangle TUV$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเพราะมีด้านเท่ากัน
- ง. $\triangle TUV$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเพราะมีมุมเท่ากัน



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

15. จากรูป ถ้ากำหนดให้ $BC = 16$ เซนติเมตร และ $BE = 32$ เซนติเมตร

และคอร์ด CE อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร หากลากเส้นตรงตามรอยประ จะทำให้ OB มีความยาวเท่าใด



- ก. 17 เซนติเมตร
ข. 25 เซนติเมตร
ค. 30 เซนติเมตร
ง. 32 เซนติเมตร

16. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลมเรียกว่าอะไร

- ก. เส้นสัมผัส
ข. คอร์ด
ค. เส้นเชื่อม
ง. เส้นผ่านศูนย์กลาง

17. เมื่อลากส่วนของเส้นตรง 2 เส้นจากจุดจุดหนึ่งภายนอกของวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกันจะทำให้เกิดเหตุการณ์ใด

- ก. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวเป็นสองเท่าของรัศมีวงกลม
ข. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวเป็นสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม
ค. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวเท่ากัน
ง. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวมากกว่ารัศมีวงกลมแต่สั้นกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม

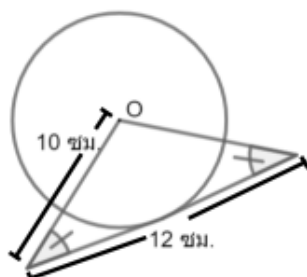


เลขที่โครงการวิจัย 660316

วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567

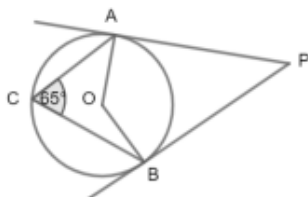
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

18. กำหนดให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ความยาวของรัศมีวงกลม O เป็นเท่าใด



- ก. 12 เซนติเมตร
- ข. 10 เซนติเมตร
- ค. 8 เซนติเมตร
- ง. 5 เซนติเมตร

19. จากรูปที่กำหนดให้ หากต้องการหาขนาด $\angle APB$ ข้อใดให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

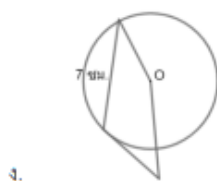
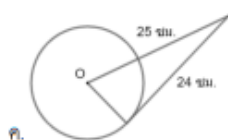
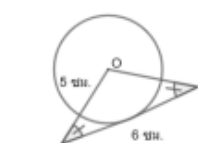


- ก. $\angle AOB = 130^\circ$ เพราะมุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
- ข. $\angle OAP = \angle OBP$ เพราะเส้นสัมผัสจะตั้งฉากกับรัศมีที่จุดสัมผัส
- ค. $\angle APB + \angle AOB + \angle OAP + \angle OBP = 360^\circ$ เพราะเป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม
- ง. มุม $\angle APB = 50^\circ$ เพราะ ผลบวกของมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมรวมกันได้ 360°



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

20. รัศมีของวงกลมข้อใดที่มีความยาวเท่ากับ 6 เซนติเมตร



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

กระดาษคำตอบ(ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)
รายวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชุดข้อสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 หลังเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 หลังเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม เพื่อการวิจัย เรื่อง การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING ACHIEVEMENT PROMOTION BY INTEGRATING COGNITIVE LOAD THEORY WITH NANO LEARNING

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต กลุ่มเชี่ยวชาญเฉพาะจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว สาขาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. แบบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ซึ่งไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ให้ข้อมูล ขอความกรุณาท่านโปรดเลือกคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ข้อมูลของท่านมีคุณค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย และจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต้นแบบต่อไปได้
4. ผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับความอนุเคราะห์และเสียสละเวลาอันมีค่าของท่านในการตอบคำถามเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

นางสาวนันทนา สาสี

นิสิตมหาบัณฑิต สาขาสาขาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

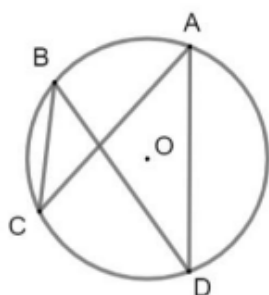
E-mail 6580068127@student.chula.ac.th / Tel. 0838943593



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม
(ชุดที่ 2 หลังเรียน)

1. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



- ก. มีมุมในส่วนโค้งของวงกลม 4 มุม
- ข. มีมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม 4 มุม
- ค. มีมุมในส่วนโค้งของวงกลม 2 มุม
- ง. มีมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม 2 มุม

2. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน มุมในส่วนโค้งจะมีขนาดเท่ากันเมื่อใด

- ก. ส่วนโค้งที่รองรับมุมยาวเท่ากัน
- ข. ส่วนโค้งที่รองรับมุมมีความยาวมากกว่าครึ่ง
- ค. ส่วนโค้งที่รองรับมุมมีความยาวน้อยกว่าครึ่ง
- ง. มุมในส่วนโค้งเป็นมุมแหลม

3. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม

- ก. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90° เสมอ
- ข. มุมในครึ่งวงกลมเป็นมุมป้านเสมอ
- ค. มุมในครึ่งวงกลมเป็นมุมแหลมเสมอ
- ง. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 180°



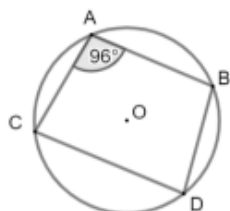
เลขที่โครงการวิจัย 660316

วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567

วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

4. กำหนดให้ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม O และมุม

$\widehat{BAC} = 96^\circ$ จงหาขนาด $\widehat{D}$

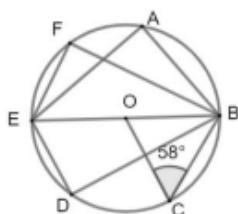


- ก. 96°
- ข. 84°
- ค. 69°
- ง. 48°

5. กำหนดให้ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม O และมุม C เป็นมุมตรงข้ามกับมุม A ข้อใดแสดงขนาดของมุมได้ถูกต้อง

- ก. ถ้ามุม $A = 80^\circ$ แล้วมุม $C = 90^\circ$
- ข. ถ้ามุม $B = 80^\circ$ แล้วมุม $C = 80^\circ$
- ค. ถ้ามุม $A = 80^\circ$ แล้วมุม $C = 100^\circ$
- ง. ถ้ามุม $B = 90^\circ$ แล้วมุม $D = 80^\circ$

6. จากรูป กำหนดให้ $\widehat{OCB} = 58^\circ$ ข้อใดให้เหตุผลไม่ถูกต้อง



- ก. $\widehat{EAB} = \widehat{EDB}$ เพราะ เป็นมุมในครึ่งวงกลม
- ข. $\widehat{EAB} + \widehat{EDB} = 180^\circ$ เพราะรูปสี่เหลี่ยม ABDE เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม
- ค. $\widehat{COB} = 64^\circ$ เพราะ ผลรวมมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180°
- ง. $\widehat{FBE} = \widehat{EBD}$ เพราะ เป็นมุมในครึ่งวงกลม

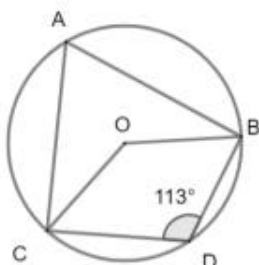


เลขที่โครงการวิจัย 660316

วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567

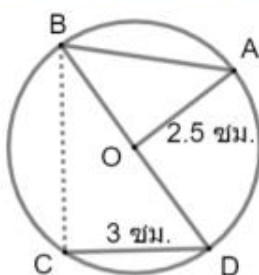
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

7. จากรูป กำหนดให้ $\angle BDC = 113^\circ$ ข้อใดให้เหตุผลเกี่ยวกับขนาดของมุมได้ถูกต้อง



- ก. $\angle COB$ มีขนาดมากกว่า 113° เพราะสี่เหลี่ยม $OBCE$ เป็นสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม
- ข. $\angle COB$ มีขนาดเท่ากับ 134° เพราะเป็นมุมในส่วนโค้งที่ถูกรองรับด้วยส่วนโค้งใหญ่
- ค. มุมกลับ $\angle COB = 226^\circ$ เพราะมุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งที่ถูกรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
- ง. มุมกลับ $\angle COB = 113^\circ$ เพราะมุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากับมุมในส่วนโค้งที่ถูกรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

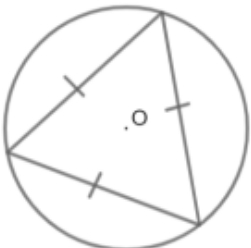
8. จากรูปกำหนดให้ ส่วนของเส้นตรง AO ยาว 2.5 เซนติเมตร และส่วนของเส้นตรง CD ยาว 3 เซนติเมตร ถ้าลากเส้นเชื่อมจากจุด B ไปยังจุด C ความรอยเส้นประ แล้วส่วนของเส้นตรง BC มีความยาวเท่าใด



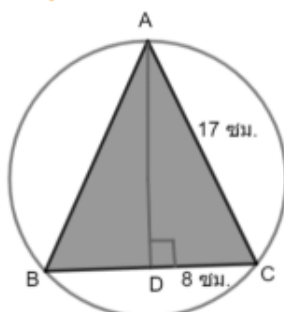
- ก. 2.5 เซนติเมตร
- ข. 3 เซนติเมตร
- ค. 3.5 เซนติเมตร
- ง. 4 เซนติเมตร



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

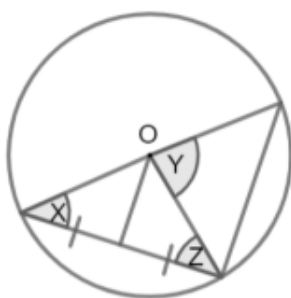
9. ข้อใดไม่ใช่ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์คของวงกลม ก. ในวงกลมเดียวกันคอร์คสองเส้นจะยาวเท่ากันก็ต่อเมื่อคอร์คทั้งสองเส้นนั้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน ข. ในวงกลมเดียวกัน คอร์คสองเส้นจะยาวเท่ากัน ก็ต่อเมื่อคอร์คทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อย และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน ค. เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์คของวงกลม จะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น ง. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการ ไม่สามารถระบุคอร์คที่ยาวที่สุดได้ เนื่องจากคอร์คมีมากมายนับไม่ถ้วน	10. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ส่วนของเส้นตรงซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม และตัดกับคอร์คที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลางจะแบ่งครึ่งคอร์คเมื่อใด ก. ส่วนของเส้นตรงทำมุมแหลมกับส่วนโค้งใหญ่ ข. ส่วนของเส้นตรงทำมุมแหลมกับส่วนโค้งน้อย ค. ส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ค ง. ส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับส่วนโค้ง
11. จากรูปที่กำหนดให้ ความยาวเส้นรอบวงเป็นเท่าใด  4 ซม. ก. 10 เซนติเมตร ข. 12 เซนติเมตร ค. 16 เซนติเมตร ง. 20 เซนติเมตร  เลขที่โครงการวิจัย 660316 วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567 วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568	

12. จากรูป ถ้าพื้นที่วงกลมทั้งหมดมี 140 ตารางเซนติเมตร แล้วพื้นที่ของส่วนที่ไม่ได้แรเงาเป็นเท่าใด



- ก. 60 ตารางเซนติเมตร
- ข. 50 ตารางเซนติเมตร
- ค. 30 ตารางเซนติเมตร
- ง. 20 ตารางเซนติเมตร

13. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดมีขนาดผลรวมของมุมเท่ากับ 90°

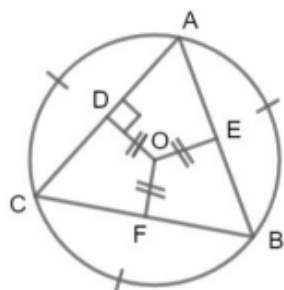


- ก. $\hat{X} + \hat{Z}$
- ข. $\hat{X} + \hat{Y}$
- ค. $\hat{Y} + \hat{Z}$
- ง. $\hat{X} + \hat{Y} + \hat{Z}$



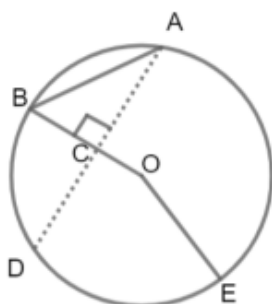
เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

14. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดให้เหตุผลได้ถูกต้อง



- ก. $AC = BC = AB$ เพราะเป็นคอร์ดในวงกลมเดียวกัน
- ข. รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า เพราะมีด้านเท่ากันสามด้าน
- ค. มุม A และ มุม B มีขนาดเท่ากัน เพราะเป็นมุมในส่วนโค้ง
- ง. มุม D มีขนาด 90° เพราะเป็นมุมในคอร์ด

15. จากรูป ถ้ากำหนดให้ $AB = 15$ เซนติเมตร $OE = 17$ เซนติเมตร และคอร์ด AD อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร หากลากเส้นตรงตามรอยประ จะทำให้ AD มีความยาวเท่าใด



- ก. 18 เซนติเมตร
- ข. 20 เซนติเมตร
- ค. 22 เซนติเมตร
- ง. 24 เซนติเมตร

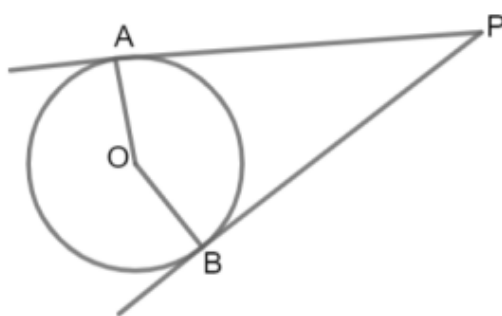


เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

16. ข้อใดคือความหมายของเส้นสัมผัสวงกลม

- ก. เส้นตรงที่ตัดผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม
- ข. เส้นตรงที่ตัดผ่านวงกลม 2 จุด
- ค. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม
- ง. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับคอร์ดของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนคอร์ดนั้น

17. จากรูป P เป็นจุดภายนอก โดยมี A และ B เป็นจุดสัมผัส ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง



- ก. เส้นสัมผัส AP ยาวเท่ากับเส้นสัมผัส BP
- ข. เส้นสัมผัส AP ยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม O
- ค. เส้นสัมผัส BP สั้นกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม O
- ง. เส้นสัมผัสทั้งสองเส้นยาวเท่ากับเส้นรอบวงของวงกลม O

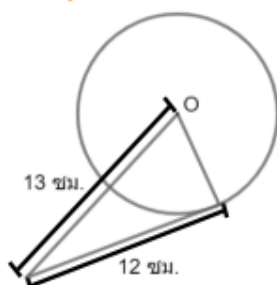


เลขที่โครงการวิจัย 660316

วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567

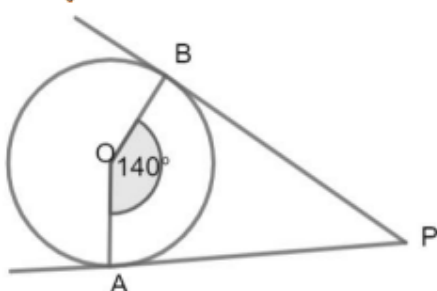
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

18. จากรูปที่กำหนดให้ ความยาวของรัศมีวงกลม O เป็นเท่าใด



- ก. 8 เซนติเมตร
- ข. 7 เซนติเมตร
- ค. 6 เซนติเมตร
- ง. 5 เซนติเมตร

19. จากรูปที่กำหนดให้ หากต้องการหาขนาดของ $\angle APB$ ข้อใดให้เหตุผลได้ถูกต้อง

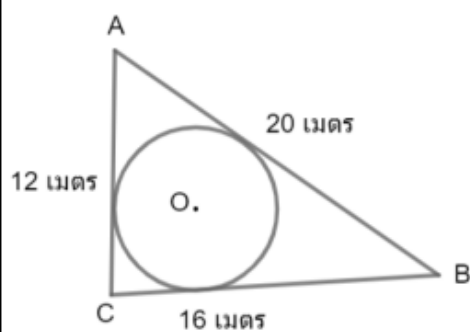


- ก. มุมกลับ $\angle AOB = 220^\circ$ เพราะเป็นมุมที่จุดศูนย์กลาง
- ข. $\angle OAP = 90^\circ$ เพราะเป็นมุมภายนอกของวงกลม
- ค. $\angle OAP = \angle OBP = 90^\circ$ เพราะเส้นสัมผัสสองเส้นจะตั้งฉากกับรัศมีที่จุดสัมผัส
- ง. มุม $\angle APB = 40^\circ$ เพราะเป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

20. จากรูป วงกลม O แนบในสามเหลี่ยม ABC จงหาความยาวของรัศมีวงกลม O



- ก. 3 เมตร
- ข. 4 เมตร
- ค. 5 เมตร
- ง. 6 เมตร



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568

กระดาษคำตอบ(ชุดที่ 2 หลังเรียน)
รายวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

ชื่อ - สกุลเลขที่.....ชุดข้อสอบ.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 17 ม.ค. 2567
วันที่หมดอายุ 16 ม.ค. 2568



ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง
เรื่อง วงกลม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง
เรื่อง วงกลม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยบูรณาการ
ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR HAPPINESS AND LEARNING
ACHIEVEMENT PROMOTION BY INTEGRATING COGNITIVE
LOAD THEORY WITH NANO LEARNING

คำชี้แจง

ชุดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งนี้ ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และทำกิจกรรมทุกกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยออกแบบชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง จำนวน 15 ชุด อ้างอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 เรื่อง วงกลม ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดยก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมชุดที่ 1 ผู้วิจัยทำการทดสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม (ชุดก่อนเรียน) และทำการเก็บแบบวัดความสุขในการเรียนเรียนคณิตศาสตร์ (ก่อนเรียน) และหลังดำเนินการจัดกิจกรรมชุดที่ 15 ผู้วิจัยทำการทดสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม (ชุดหลังเรียน) และทำการเก็บแบบวัดความสุขในการเรียนเรียนคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)

ชุดกิจกรรมที่ 1 ทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเรียน

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงกลม มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว และรูปสามเหลี่ยมคล้าย
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการะการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน(Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. ทบทวนความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม 3. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ 4. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 5. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ การสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของการศึกษาเรขาคณิตเบื้องต้น และให้ผู้เรียนยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตที่ตนเองสนใจ และอธิบายเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่ผู้เรียนเลือก ภาระทางปัญญาภายนอก(Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาพื้นฐานหลักที่มีความจำเป็นจะต้องใช้ประกอบในการเรียนเรื่อง วงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. ทบทวนความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงกลม 2. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม 3. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ 4. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 5. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	1. ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงกลม วงกลม เป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบ แต่ละจุดบนรูปเรขาคณิตนี้อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่า จุดศูนย์กลางของวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง คือ ส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางและมีจุดปลายทั้งสองอยู่บนเส้นรอบวง

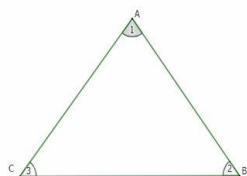
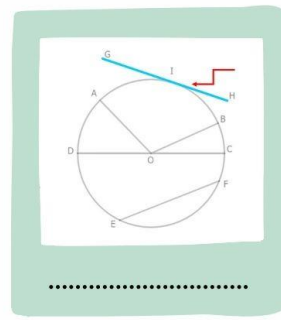
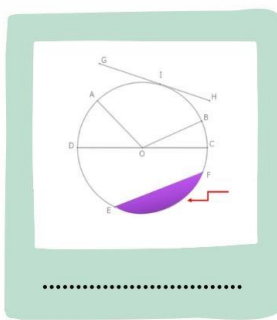
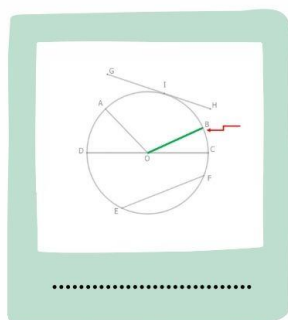
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	รัศมี คือ ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของวงกลมและจุดบนวงกลม หรือส่วนของเส้นตรงที่มีจุดศูนย์กลางและจุดบนวงกลมเป็นจุดปลาย เส้นรอบวง คือ เส้นโค้งปิดที่เป็นขอบของวงกลม เส้นสัมผัส คือ เส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงที่ลากสัมผัสกับวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น และเรียกจุดที่สัมผัสกันนั้นว่า จุดสัมผัส คอร์ด คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน คอร์ดแต่ละเส้นจะแบ่งวงกลมออกเป็นสองส่วน เชกเมนต์ คือ บริเวณภายในวงกลมที่ล้อมรอบด้วยส่วนโค้งของวงกลมและคอร์ด เชกเตอร์ คือ บริเวณภายในวงกลมที่เกิดจากรัศมีสองเส้นซึ่งลากจากจุดศูนย์กลางไปยังจุดสองจุดบนวงกลม เชกเตอร์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมฐานโค้ง 2. ความรู้เกี่ยวกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม ผลรวมของขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180° ผลรวมของขนาดของมุมภายในรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ 360° 3. ความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อ ด้านคู่ที่สมนัยกันและมุมคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยม ทั้งสองรูปนั้น มีขนาดเท่ากัน เป็นคู่ ๆ รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ เมื่อรูปสามเหลี่ยมทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันแบบ ด.ม.ด., ม.ด.ม., ด.ด.ด., ม.ม.ด. หรือ ฉ.ด.ด. 4. ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีด้านยาวเท่ากัน 2 ด้าน และมีขนาดของมุมที่ฐานเท่ากัน 5. ความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่ รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปีวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทบทวนความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงกลม - ทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม - ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ - ทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว - ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย 3. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 4. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรมทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเรียน	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของการศึกษาเรขาคณิตเบื้องต้น และให้ผู้เรียนยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตที่ตนเองสนใจ และอธิบายเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่ผู้เรียนเลือก 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนแบ่งกลุ่มผู้เรียนแบบคละ (เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 5 คน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มศึกษาคลิปีวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - ทบทวนความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบของวงกลม - ทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม - ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	- ทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว - ทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย 2.2 สมาชิกในกลุ่มสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ลงในแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 2.3 ตัวแทนสมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้หน้าชั้นเรียน 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกล้างจากการทำกิจกรรม
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 1

จงระบุส่วนประกอบของวงกลมที่กำหนดให้



ขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ.....องศา

ขนาดของมุมภายในรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ.....องศา

สรุปสมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

สรุปสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ

สรุปสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้าย

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 1

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ส่วนประกอบของวงกลม	
มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม	
รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ	
สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	
รูปสามเหลี่ยมคล้าย	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



				
ค่าคะแนน	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
ระดับความสุข	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก

ชุดกิจกรรมที่ 2 ครึ่งวงกลม และส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์ การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับครึ่งวงกลม และส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่
การบูรณาการ ทฤษฎีภาระ ทางปัญญา ร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกใน การเรียนการ สอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการะการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญภายใน ภาระทางปัญญภายนอก และภาระทางปัญญอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในทำกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญภายใน(Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. ครึ่งวงกลม 2. ส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับวงกลม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม ในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับครึ่งวงกลม และส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ พร้อม ทั้งยกตัวอย่างและถาม-ตอบ กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างครึ่ง วงกลม และส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ ภาระทางปัญญาภายนอก(Extraneous Cognitive Load) บูรณา การร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไป ด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาทาง คณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การ ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอ ขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ครึ่งวงกลม และส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาว ไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอดังนี้ 1. ครึ่งวงกลม 2. ส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้าง สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและ ทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุด กิจกรรม

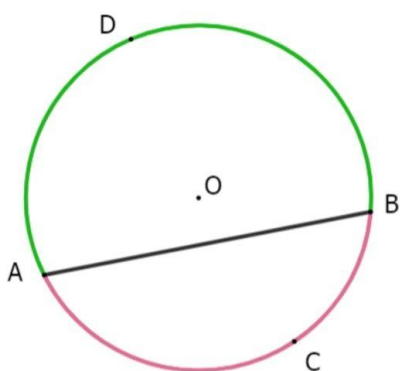
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	เมื่อแบ่งเส้นรอบวงกลมออกเป็น 2 ส่วน ในกรณีที่ส่วนโค้งทั้งสองยาวเท่ากัน จะเรียกส่วนโค้งแต่ละส่วนว่าครึ่งวงกลม แต่หากส่วนโค้งทั้งสองยาวไม่เท่ากัน จะเรียกส่วนโค้งที่ยาวกว่าว่าส่วนโค้งใหญ่ และเรียกส่วนโค้งที่สั้นกว่าว่าส่วนโค้งน้อย
สื่อและอุปกรณ์	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 - คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ครึ่งวงกลม - ส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ - แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม - แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม ครึ่งวงกลม และส่วนโค้งน้อย ส่วนโค้งใหญ่	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับวงกลม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับครึ่งวงกลม และส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ พร้อมทั้งยกตัวอย่างและถาม-ตอบ กับผู้เรียน 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างครึ่งวงกลม และส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ลงในสมุด จากนั้นให้นักเรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - ครึ่งวงกลม - ส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่ 2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2.3 ผู้เรียนร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้หน้าชั้นเรียน 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกล้างจากการทำกิจกรรม
การวัดผล ประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำ กิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายบทกิจกรรมที่ 2

จงสร้างครึ่งวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 4 เซนติเมตร

จงระบุส่วนโค้งน้อยส่วนโค้งใหญ่จากรูปที่กำหนดให้



ส่วนโค้งน้อย คือ

เขียนแทนด้วย

ส่วนโค้งใหญ่ คือ

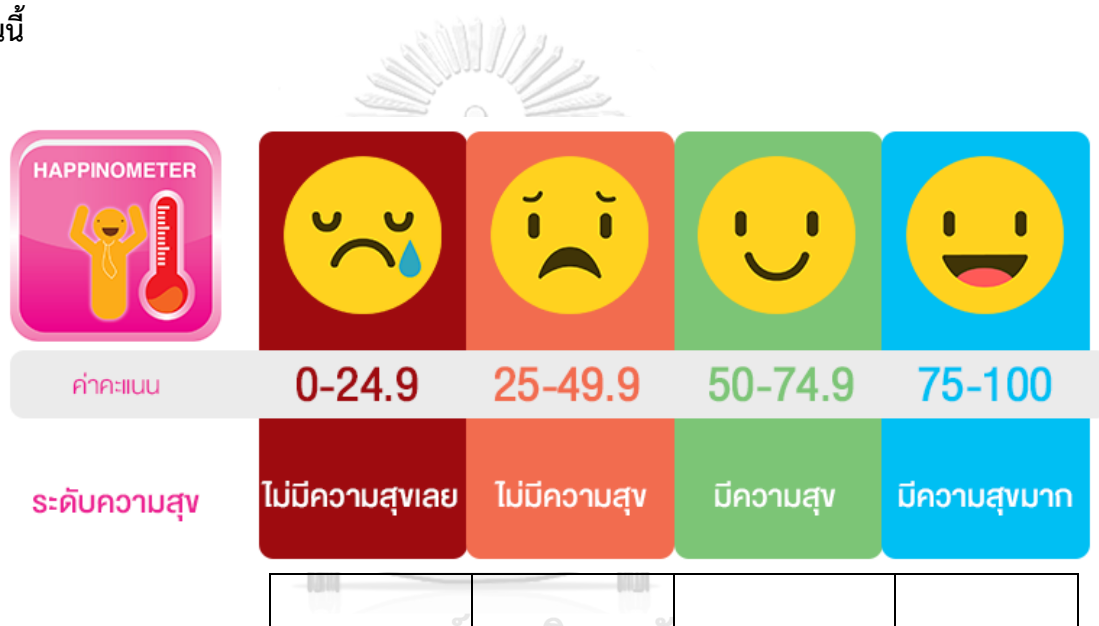
เขียนแทนด้วย

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 2

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ครึ่งวงกลม	
ส่วนโค้งน้อย ส่วนโค้งใหญ่	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรม
วันนี้



	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
ค่าคะแนน				
ระดับความสุข	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก

ชุดกิจกรรมที่ 3 มุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์ การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม
การบูรณาการ ทฤษฎีภาระ ทางปัญญา ร่วมกับนา โนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกใน การเรียน การสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญภายใน ภาระทางปัญญภายนอก และภาระทางปัญญอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. มุมที่จุดศูนย์กลาง 2. มุมในส่วนโค้งของวงกลม 3. มุมในครึ่งวงกลม ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน

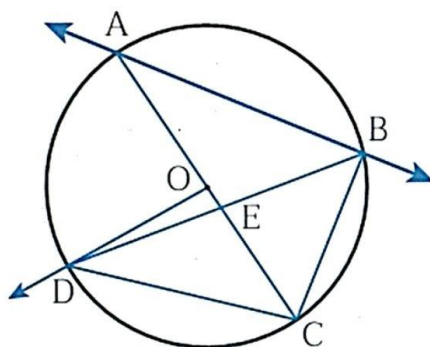
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและถาม-ตอบกับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก(Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. มุมที่จุดศูนย์กลาง 2. มุมในส่วนโค้งของวงกลม 3. มุมในครึ่งวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสดูฝึกปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้บนนาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	มุมที่จุดศูนย์กลาง คือ มุมที่มีจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นจุดยอดมุม และแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม มุมในส่วนโค้งของวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม ในกรณีที่มุมในส่วนโค้งของวงกลมมีแขนทั้งสองของมุมผ่านจุดปลายทั้งสองของเส้นผ่านศูนย์กลาง จะเรียกมุมในส่วนโค้งของวงกลมนั้นว่า มุมในครึ่งวงกลม
สื่อและอุปกรณ์	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 - คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - มุมที่จุดศูนย์กลาง - มุมในส่วนโค้งของวงกลม - มุมในครึ่งวงกลม - แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม - แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
กิจกรรม มุมที่จุด ศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้ง ของวงกลม และมุมในครึ่ง วงกลม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและถาม-ตอบกับผู้เรียน 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างมุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - มุมที่จุดศูนย์กลาง - มุมในส่วนโค้งของวงกลม - มุมในครึ่งวงกลม 2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 2.3 ผู้เรียนร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้หน้าชั้นเรียน 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลหลังจากการทำกิจกรรม
การวัดผล ประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำ กิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 3

จากรูปที่กำหนดให้ จงบอกชื่อมุมและส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้นๆ



ชนิดของมุม	ชื่อของมุม	ส่วนโค้งที่รองรับมุม
มุมที่จุดศูนย์กลาง	AOC	ABC, ADC
มุมในส่วนโค้งของวงกลม		
มุมในครึ่งวงกลม		

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 3

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
มุมที่จุดศูนย์กลาง	
มุมในส่วนโค้งของวงกลม	
มุมในครึ่งวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรม
วันนี้



	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
ระดับความสุข	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก

ชุดกิจกรรมที่ 4 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1.ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม พร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางและความยาวส่วนโค้งที่รองรับมุม ภาระทางปัญญาภายนอก(Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง และส่วนโค้งที่รองรับมุม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอดังนี้ 1.ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสนฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน ทฤษฎีบท ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน
สื่อและอุปกรณ์	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 - คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม - เชือกขนาดเล็ก, กรรไกร, วงเวียน, ไม้บรรทัด, ไม้โปรแทรกเตอร์แบบครึ่งวงกลม - แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม - แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม

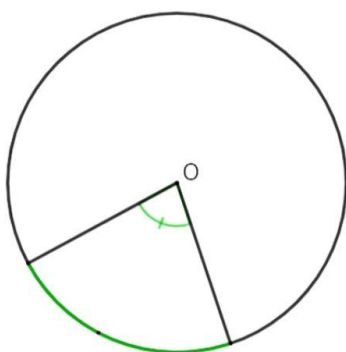
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
กิจกรรม ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุม ที่จุดศูนย์กลางและ ส่วนโค้งที่รองรับมุม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง และส่วนโค้งที่รองรับมุม พร้อมทั้งยกตัวอย่าง 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางและความยาวส่วนโค้งที่รองรับมุม โดยการสร้างวงกลม 2 วง ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน 2.2 ให้ผู้เรียนตัดเชือกที่มีขนาดตามต้องการ วัดความยาวของเชือกด้วยไม้บรรทัดและนำเชือกที่ได้ไปวางไว้บนเส้นรอบวงของวงกลมที่สร้างไว้ (เชือกแทนความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุม) สร้างมุมที่จุดศูนย์กลางที่เกิดจากเชือกซึ่งใช้แทนความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุมในวงกลมวงที่ 1 ที่สร้างไว้ 2.3 ทำเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2.2 ในวงกลมวงที่ 2 โดยใช้เชือกเส้นเดียวกัน 2.4 ทำการวัดขนาดของมุมในวงกลมทั้งสองวงกลม โดยใช้ไม้วัดมุมแบบ ครึ่งวงกลม 2.5 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.6 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม 2.7 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลังจากการทำกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

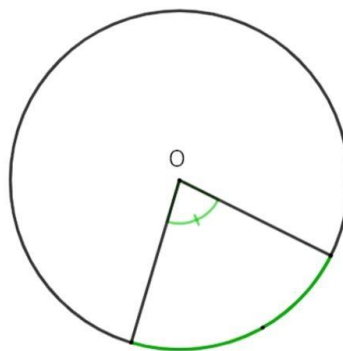


แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 4

ตามหามุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม



รูป ก



รูป ข

มุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ก มีขนาด.....องศา

ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ก มีความยาว.....เซนติเมตร

มุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ข มีขนาด.....องศา

ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ข มีความยาว.....เซนติเมตร

สรุป มุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ก>.....<.....=.....มุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ข

ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ก.....>.....<.....=.....ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลาง รูป ข

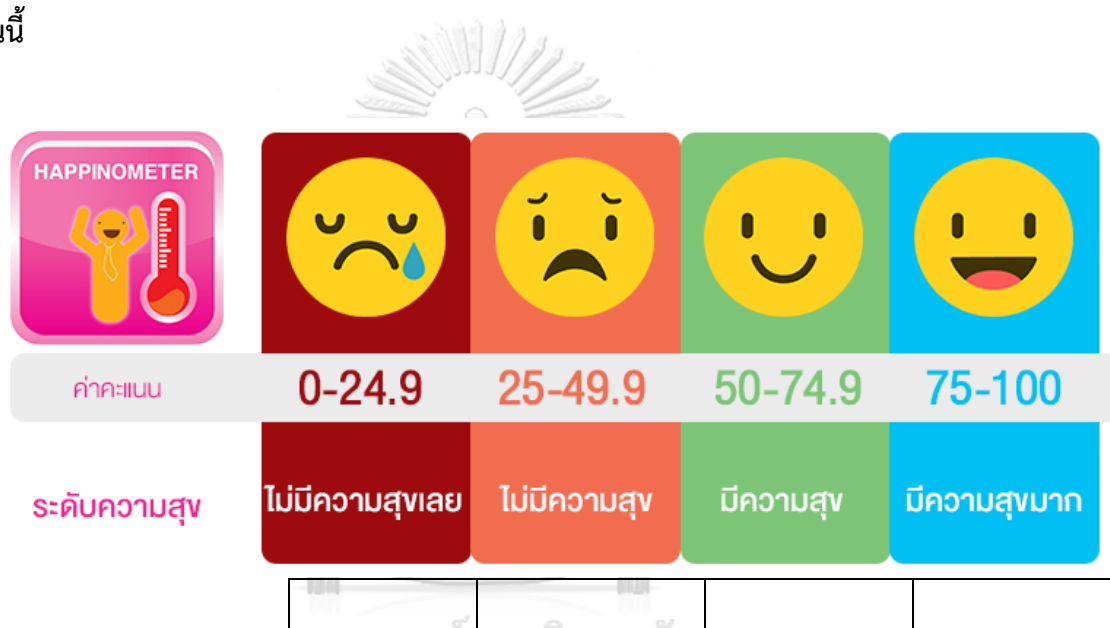


แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 4

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุด ศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรม
วันนี้



ชุดกิจกรรมที่ 5 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งสอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าจะเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1.ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลม และส่วนโค้งที่รองรับมุมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมและความยาวส่วนโค้งที่รองรับมุม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้

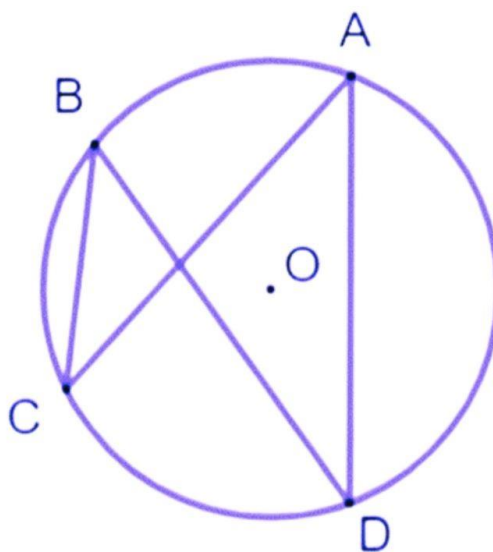
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท ในวงกลมเดียวกัน มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันจะมีขนาดเท่ากัน ทฤษฎีบท ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้นจะยาวเท่ากัน ทฤษฎีบท ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเหล่านั้นจะมีขนาดเท่ากัน
สื่อและอุปกรณ์	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 - คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม - เชือกขนาดเล็ก, กรรไกร, วงเวียน, ไม้บรรทัด, ไม้โปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	4. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 5. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม ทฤษฎีบท เกี่ยวกับมุมในส่วน โค้งของวงกลมและ ส่วนโค้งที่รองรับมุม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุมพร้อมทั้งยกตัวอย่าง 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมและความยาวส่วนโค้งที่รองรับมุม โดยการสร้างวงกลม 2 วงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน 2.2 ให้ผู้เรียนตัดเชือกที่มีขนาดตามต้องการ วัดความยาวของเชือกด้วยไม้บรรทัดและนำเชือกที่ได้ไปวางไว้บนเส้นรอบวงของวงกลมที่สร้างไว้(เชือกแทนความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุม) สร้างมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่เกิดจากเชือกซึ่งใช้แทนความยาวของส่วนโค้งที่รองรับมุมในวงกลมวงที่ 1 ที่สร้างไว้ 2.3 ทำเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2.2 ในวงกลมวงที่ 2 โดยใช้เชือกเส้นเดียวกัน 2.4 ทำการวัดขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมในวงกลมทั้งสองวงกลมโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ครึ่งวงกลม 2.5 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.6 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม 2.7 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	3. ชั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกล้างจากการทำกิจกรรม
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 5

ตามหามุมในส่วนโค้งและส่วนโค้งที่รองรับมุม



จากรูปที่กำหนดให้ มีมุมในส่วนโค้งของวงกลมทั้งหมดมุม

จงระบุมุมในส่วนโค้งที่มีขนาดเท่ากัน และส่วนโค้งที่รองรับมุมนั้น

มุม.....มีขนาดเท่ากับ มุม.....

ส่วนโค้งที่รองรับคือ

มุม.....มีขนาดเท่ากับ มุม.....

ส่วนโค้งที่รองรับคือ

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 5

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



ค่าคะแนน

0-24.9

25-49.9

50-74.9

75-100

ระดับความสุข

ไม่มีความสุขเลย

ไม่มีความสุข

มีความสุข

มีความสุขมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชุดกิจกรรมที่ 6 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1.ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน

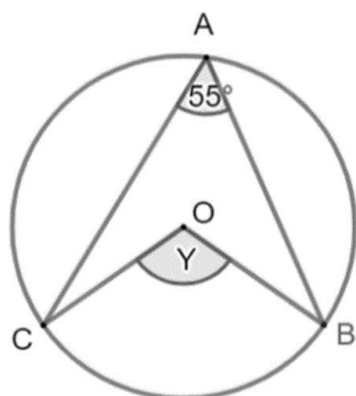
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติ

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	และประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท ในวงกลมวงเดียวกันมุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดมุมในส่วนโค้งที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน
สื่อและอุปกรณ์	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 - คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม - กระดาษรูปวงกลมขนาดต่างกัน, กรรไกร - แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม - แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรมทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่าง 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนแบ่งกลุ่มผู้เรียนแบบคละ (เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 5 คน จากนั้นผู้สอนแจกกระดาษรูปวงกลมที่มีขนาดแตกต่างกันให้ผู้เรียนคนละ 1 แผ่น 2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างมุมที่จุดศูนย์กลางขนาดเท่าใดก็ได้ลงบนกระดาษ จากนั้นสร้างมุมในส่วนโค้งของวงกลมอย่างน้อย 3 มุม ที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันกับส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลาง 2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนนำกรรไกรตัดมุมที่จุดศูนย์กลาง แล้วพับครึ่งมุมของเชกเตอร์ที่ตัดได้จากนั้นนำไปทาบกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่สร้างขึ้น 2.4 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

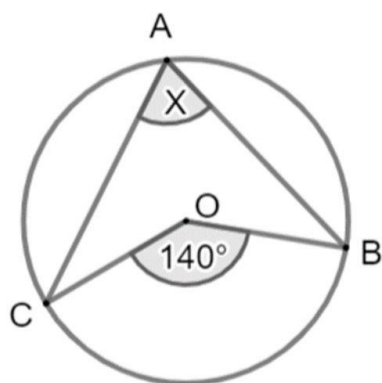
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2.5 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม 2.7 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลหลังจากการทำกิจกรรม
การวัดผล ประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำ กิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 6

มุมนี้ที่องศา 



มุม Y มีขนาดองศา



มุม X มีขนาดองศา



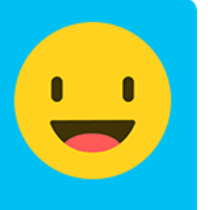
แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 6

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลาง และมุมในส่วนโค้งของวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรม
วันนี้



 ค่าคะแนน	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
	   			
ระดับความสุข	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก

ชุดกิจกรรมที่ 7 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่งสอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้ามาผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม 2. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตรวจสอบขนาดของมุมในครึ่งวงกลมและสร้างสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้ จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม 2. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก ทฤษฎีบท ถ้ารูปสี่เหลี่ยมใดๆ เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม แล้วผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามจะเท่ากับสองมุมฉาก
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม 3. กระดาษรูปวงกลมขนาดต่างกัน, กรรไกร, มีพรแทรกเตอร์แบบครึ่งวงกลม 4. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	5. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุม ในครึ่งวงกลม และ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูป สี่เหลี่ยมแนบใน วงกลม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่าง 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนแบ่งกลุ่มผู้เรียนแบบคละ (เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 5 คน จากนั้นผู้สอนแจกกระดาษรูปวงกลมที่มีขนาดแตกต่างกันให้ผู้เรียนคนละ 2 แผ่น 2.2 ผู้สอนให้นักเรียนนำกระดาษรูปวงกลมแผ่นที่ 1 มาสร้างมุมในครึ่งวงกลมอย่างน้อย 2 มุม หลังจากนั้นนำไม้โปรแทรกเตอร์วัดขนาดของมุมที่สร้างขึ้น และบันทึกผล 2.3 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรมมุมในครึ่งวงกลม 2.4 ผู้สอนให้นักเรียนนำกระดาษรูปวงกลมแผ่นที่ 2 มาสร้างรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ลงในกระดาษรูปวงกลมโดยให้จุดยอดทั้งสี่อยู่บนวงกลม 2.5 ผู้สอนให้นักเรียนตัดมุมของรูปสี่เหลี่ยมออกมา 1 มุมแล้วนำไปต่อกับมุมตรงข้ามของมุมนั้น และบันทึกผล 2.6 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรมรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม 2.7 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม 2.8 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม

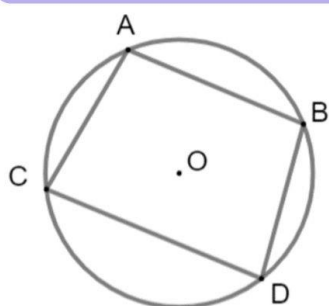
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	3. ชั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกล้างจากการทำกิจกรรม
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....



แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 7



รวมมุมให้ได้เท่ากับ 180°

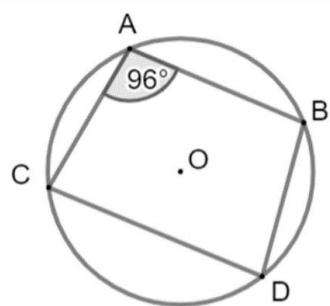


มุม.....รวมกับ มุม.....เท่ากับ 180°

มุม.....รวมกับ มุม.....เท่ากับ 180°

มุมที่หายไป

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐



- ☐

ขนาดของมุม A

- ☐

เท่ากับ.....

- ☐

- ☐

ขนาดของมุม D

- ☐

- ☐

เท่ากับ.....



แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 7

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม	
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



ค่าคะแนน

0-24.9

25-49.9

50-74.9

75-100

ระดับความสุข

ไม่มีความสุขเลย

ไม่มีความสุข

มีความสุข

มีความสุขมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชุดกิจกรรมที่ 8 คอร์ดของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลม
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลัดมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. คอร์ดของวงกลม ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน

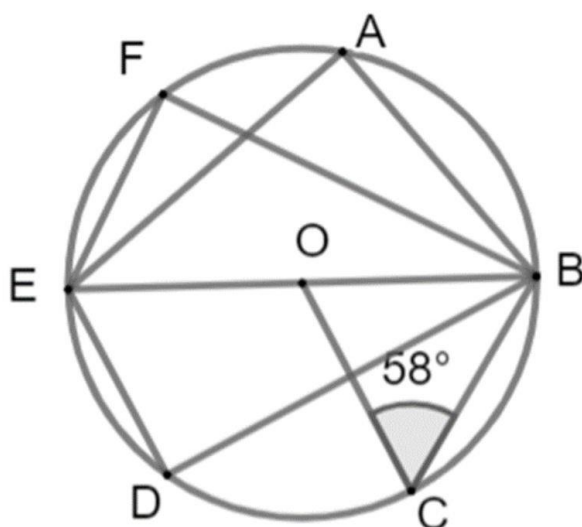
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ตของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับคอร์ตของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างคอร์ตของวงกลม และถาม-ตอบเกี่ยวกับคอร์ตของวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง คอร์ตของวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. คอร์ตของวงกลม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	คอร์ด คือส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน คอร์ดแต่ละเส้นจะแบ่งวงกลมออกเป็น 2 ส่วน คอร์ดที่ยาวที่สุด คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - คอร์ดของวงกลม 3. กระดาษรูปวงกลมขนาดต่างกัน, ไม้บรรทัด 4. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 5. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างคอร์ดของวงกลม และถาม-ตอบเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลม 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนแจกกระดาษรูปวงกลมที่มีขนาดแตกต่างกันให้ผู้เรียนคนละ 1 แผ่น

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนลากเส้นผ่านศูนย์กลางลงในกระตารูปวงกลม หลังจากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนทดลองสร้างคอร์ตที่มีความยาวขนาดต่างๆ ลงในกระตารูปวงกลมแล้ววัดความยาวของคอร์ตนั้นๆ 2.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความยาวของคอร์ตอื่น ๆ กับเส้นผ่านศูนย์กลางและสอบถามผู้เรียนว่า สามารถสร้างคอร์ตที่มีความยาวมากกว่าความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางหรือไม่ 2.5 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.6 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิตวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย - คอร์ตของวงกลม 2.7 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิตวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ชั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลหลังจากการทำกิจกรรม
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 8

ตามหา corde



มีจำนวน corde ทั้งหมด corde

corde ที่สั้นที่สุดคือ.....มีความยาว.....เซนติเมตร

corde ที่ยาวที่สุดคือ.....มีความยาว.....เซนติเมตร

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 8

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
คอร์ดของวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรม
วันนี้



				
ค่าคะแนน	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
ระดับความสุข	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก

ชุดกิจกรรมที่ 9 เชกเมนต์ของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเชกเมนต์ของวงกลม
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งสอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการะการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเซกเมนต์ของวงกลม
	1. เซกเมนต์ของวงกลม ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเซกเมนต์ของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเซกเมนต์ของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างเซกเมนต์ของวงกลม และถาม-ตอบเกี่ยวกับเซกเมนต์ของวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง เซกเมนต์ของวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. เซกเมนต์ของวงกลม

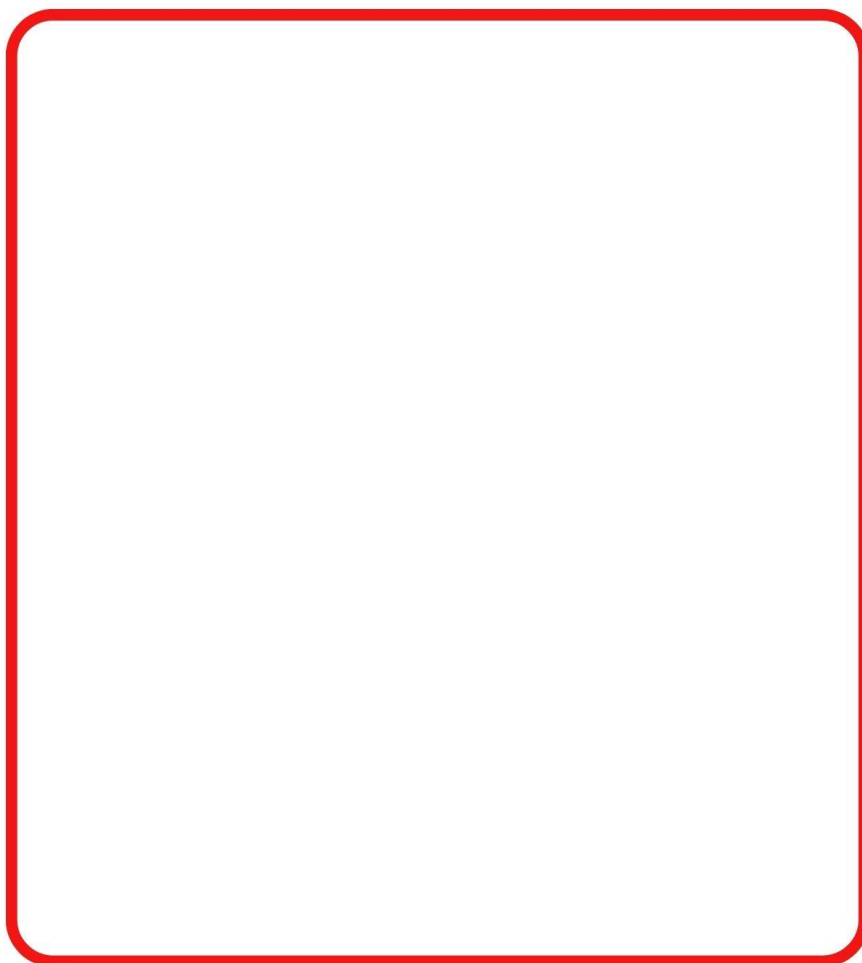
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	เมื่อสร้างคอร์ตของวงกลมโดยไม่ผ่านจุดศูนย์กลางจะทำให้เกิดบริเวณภายในวงกลมที่ล้อมรอบด้วยส่วนโค้งของวงกลมและคอร์ต 2 บริเวณ แต่ละบริเวณเรียกว่า เชกเมนต์ของวงกลม บริเวณที่มีพื้นที่มากกว่า เรียกว่า เชกเมนต์ใหญ่ และบริเวณที่มีพื้นที่น้อยกว่า เรียกว่า เชกเมนต์น้อย ในกรณีที่คอร์ตผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม จะทำให้เกิดเชกเมนต์ของวงกลม 2 เชกเมนต์ ที่มีพื้นที่เท่ากัน เรียกแต่ละเชกเมนต์ว่ารูปครึ่งวงกลม
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - เชกเมนต์ของวงกลม 3. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 4. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรมเชกเมนต์ของวงกลม	1. ชี้นำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเชกเมนต์ของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเชกเมนต์ของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่าง

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2. ชั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างเชกเมนต์ของวงกลม โดยให้ผู้เรียนสร้างวงกลมที่มีขนาดต่างกันลงบนกระดาษ 2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนระบุเชกเมนต์น้อยและเชกเมนต์ใหญ่ พร้อมทั้งระบายสีให้มีความแตกต่างกัน 2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนลากเส้นผ่านศูนย์กลางลงในรูปวงกลมวงใดวงหนึ่งให้ผู้เรียนสร้าง 2.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนเปรียบเทียบพื้นที่ของเชกเมนต์ 2.5 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.6 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - เชกเมนต์ของวงกลม 2.7 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ชั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกล้างจากการทำกิจกรรม
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมการณ์มีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 9

ลองทำดู 

รูปวงกลมหนึ่งรูปมีรัศมี 3.5 เซนติเมตร และคอร์ดมีความยาว 7 เซนติเมตร
จงหาพื้นที่ของเซกเมนต์ที่เกิดจากคอร์ด พร้อมวาดภาพประกอบ

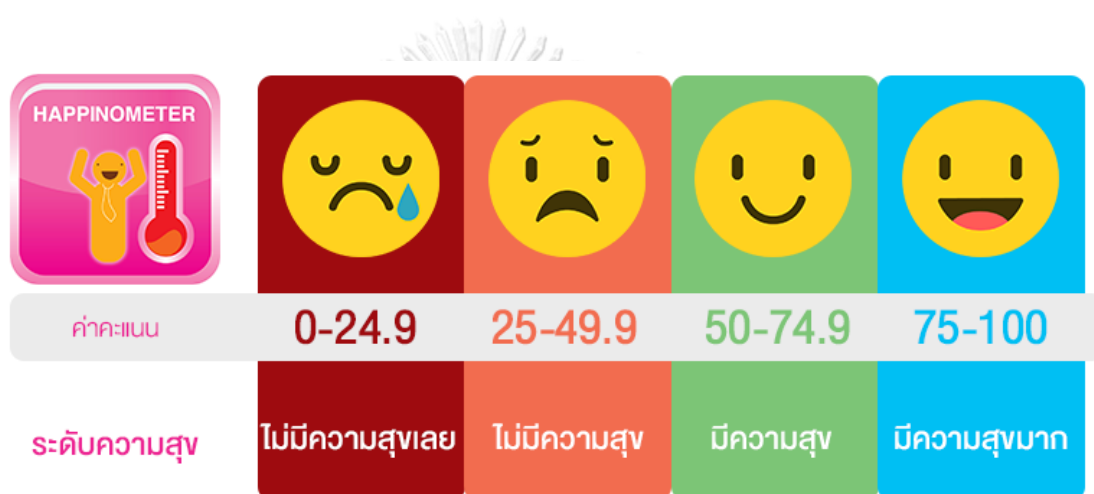


แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 9

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
เชกเมนต์ของวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรม
วันนี้



ชุดกิจกรรมที่ 10 ทฤษฎีบทคอร์ตและส่วนโค้งของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตและส่วนโค้งของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตและส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้ามาผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. ทฤษฎีบทคอร์ตและส่วนโค้งของวงกลม ปรับระดับความยากของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน

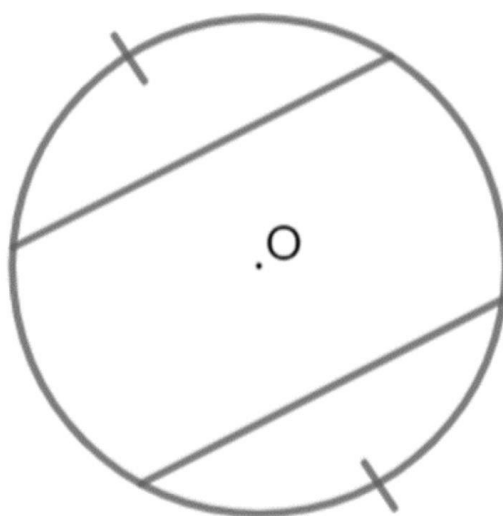
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม พร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม และถาม-ตอบ เกี่ยวกับคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. ทฤษฎีบทคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสดูปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นยาวเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองจะตัดวงกลม ทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากันและส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน ทฤษฎีบท ในวงกลมเท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นตัดวงกลม ทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน
สื่อและอุปกรณ์	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 - คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม - เชือกขนาดเล็ก, ไม้บรรทัด, กรรไกร - แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม - แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม ทฤษฎีบทคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม	ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) - ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ - ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่าง และถาม-ตอบ เกี่ยวกับคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม ขั้นกิจกรรม (30 นาที)

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ตและส่วนโค้งของวงกลม โดยให้ผู้เรียนสร้างรูปวงกลม 1 รูป 2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างคอร์ตสองคอร์ตที่มีความยาวเท่ากันลงในรูปวงกลม 2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเชือกมาทาบทตามรอยส่วนโค้งน้อย จากนั้นวัดความยาวของเชือกซึ่งจะมีความยาวเท่ากับส่วนโค้งน้อย แล้วเปรียบเทียบความยาวของส่วนโค้งน้อยที่เกิดจากคอร์ตทั้งสอง 2.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเชือกมาทาบทตามรอยส่วนโค้งใหญ่ จากนั้นวัดความยาวของเชือกซึ่งจะมีความยาวเท่ากับส่วนโค้งใหญ่ แล้วเปรียบเทียบความยาวของส่วนโค้งใหญ่ที่เกิดจากคอร์ตทั้งสอง 2.5 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.6 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทคอร์ตและส่วนโค้งของวงกลม 2.7 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลหลังจากการทำกิจกรรม
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 10

เท่ากันหรือไม่



จากรูปที่กำหนดให้ มี cords ทั้งหมด..... cords

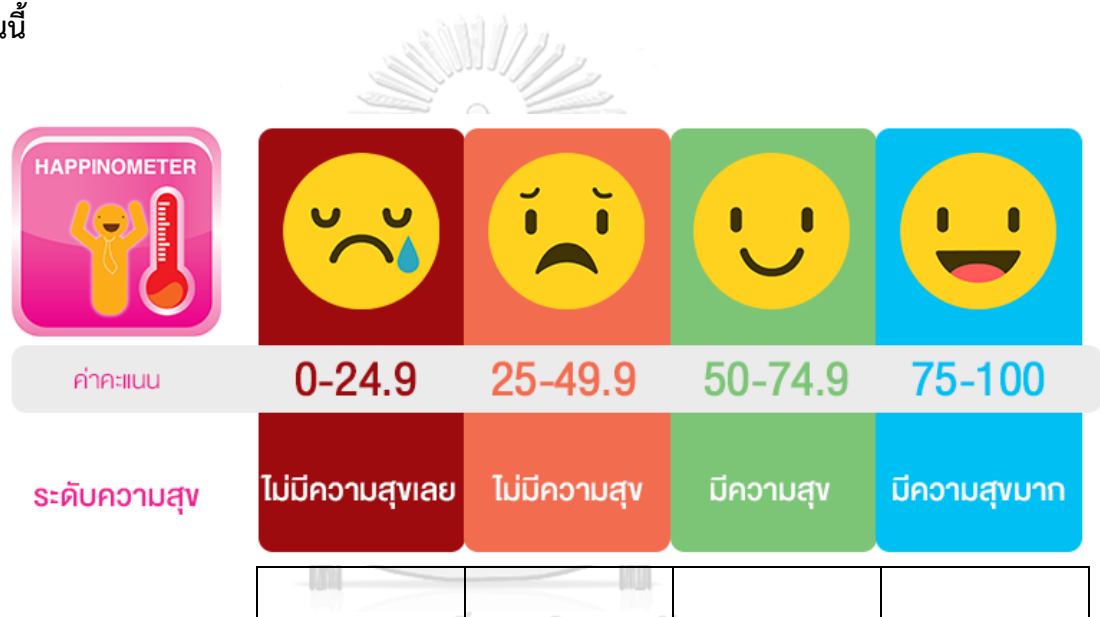
จากรูปที่กำหนดให้ cords ทั้งสองเส้นมีความเท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 10

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทคอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



ชุดกิจกรรมที่ 11 ทฤษฎีบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้ามาผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. ทฤษฎีบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม และถาม-ตอบเกี่ยวกับบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	1. ทฤษฎีบทคอร์ตและจุดศูนย์กลางของวงกลม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ส่วนของเส้นตรงซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมและตัดกับคอร์ตที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลาง จะมีสมบัติดังนี้ ถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ต แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ต ถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ตแล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ต ทฤษฎีบท เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์ตของวงกลม จะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทคอร์ตและจุดศูนย์กลางของวงกลม 3. ไมโครแท่งเตอร์แบบครึ่งวงกลม 3. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 4. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
กิจกรรม ทฤษฎีบท คอร์ดและจุด ศูนย์กลางของวงกลม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่าง และถาม-ตอบ เกี่ยวกับบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม โดยให้ผู้เรียนสร้างรูปวงกลม 1 รูป 2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างคอร์ด 1 คอร์ด ในรูปวงกลมที่สร้างขึ้น 2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนวัดความยาวของคอร์ดและแบ่งครึ่งคอร์ด 2.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนลากเส้นเชื่อมจากจุดศูนย์กลางของวงกลมมายังจุดแบ่งครึ่งของคอร์ดนั้น 2.5 ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดขนาดของมุมที่เกิดจากเส้นตรงที่แบ่งครึ่งคอร์ดกับจุดศูนย์กลางของวงกลม 2.6 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.7 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม 2.8 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลหลังจากการทำกิจกรรม

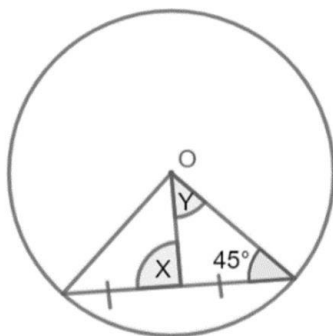
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....



แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 11

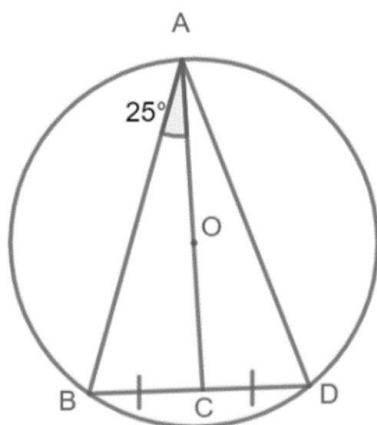


มูมๆ นี๊ทักองศา



มุม X มีขนาด.....องศา

มุม Y มีขนาด.....องศา



มุม BAD มีขนาด.....องศา

มุม ABD มีขนาด.....องศา

มุม ACB มีขนาด.....องศา

มุม ADB มีขนาด.....องศา

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 11

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทคอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



HAPPINOMETER				
ค่าคะแนน	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
ระดับความสุข	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก

ชุดกิจกรรมที่ 12 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากันไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งสอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้ามาผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน

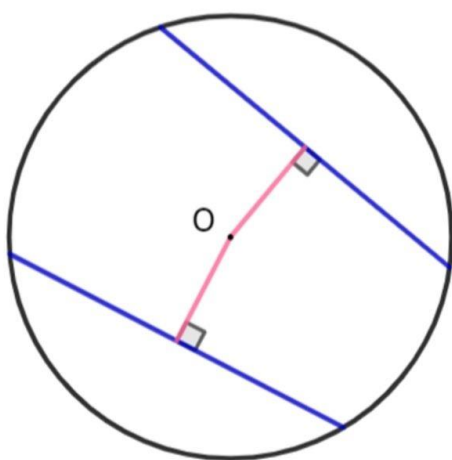
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากันพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน และถาม-ตอบ เกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load)

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท ในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองเส้นนั้น จะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน ทฤษฎีบท ในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากันแล้วคอร์ดสองเส้นนั้นจะยาวเท่ากัน
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน 3. ไม้บรรทัด 4. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 5. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ คอร์ดที่ยาวเท่ากัน	1. ชั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับคอร์ดและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากันพร้อมทั้งยกตัวอย่าง และถาม-ตอบ เกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากันโดยให้ผู้เรียนสร้างรูปวงกลม 1 รูป

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างคอร์ด 2 คอร์ดที่มีความยาวเท่ากันในรูปวงกลมที่สร้างขึ้น 2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนวัดความห่างจากจุดศูนย์กลางไปยังคอร์ดทั้ง 2 คอร์ดที่สร้างขึ้น 2.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความห่างจากจุดศูนย์กลางของคอร์ดทั้งสอง 2.5 ผู้สอนให้ผู้เรียน ทำตามขั้นตอน 2.1 – 2.4 โดยสร้างวงกลมวงใหม่ที่มีขนาดต่างจากเดิม และสร้างคอร์ด 2 คอร์ดที่มีความยาวเท่ากัน แต่แตกต่างจากความยาวเดิม 2.6 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.7 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน 2.8 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลหลังจากการทำกิจกรรม
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 12

คอร์ดนี้มีความยาวเท่าไร



จากรูปที่กำหนดให้ มีคอร์ดทั้งหมดคอร์ด

คอร์ดที่ 1 มีความยาว.....เซนติเมตร

คอร์ดที่ 2 มีความยาว.....เซนติเมตร

ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ดที่ 1 มีความยาว.....เซนติเมตร

ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมายังคอร์ดที่ 2 มีความยาว.....เซนติเมตร

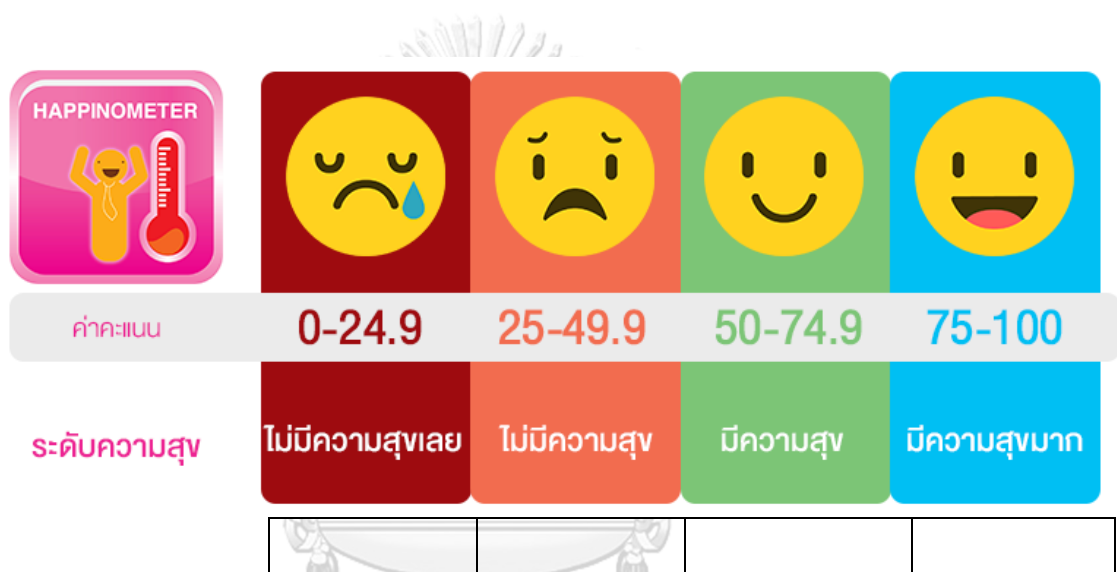


แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 12

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดที่ยาวเท่ากัน	

ระดับความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



ชุดกิจกรรมที่ 13 เส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งสอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่นำเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอสั้น หรือมีลิตมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียว และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. เส้นตัดวงกลม 2. เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลม และจุดสัมผัสและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัสพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัสและถาม-ตอบ เกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง เส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอดังนี้ 1. เส้นตัดวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2. เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	เส้นตัดวงกลม คือเส้นตรงที่ตัดวงกลม 2 จุด เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้นและเรียกจุดตัดนั้นว่า จุดสัมผัส
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - เส้นตัดวงกลม - เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส 3. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 4. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม เส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส	1. ชี้นำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัสและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัสพร้อมทั้งยกตัวอย่างและถาม-ตอบ เกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส 2. ชั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส โดยให้ผู้เรียนสร้างวงกลม 1 วงและสร้างเส้นตัดวงกลม 1 เส้น 2.2 ผู้สอนให้ผู้เรียนทดลองเลื่อนขนานเส้นตัดไปเรื่อยๆ จนกระทั่งจุดตัดทั้งสองจุดเป็นจุดเดียวกัน 2.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับเส้นตัดวงกลม เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส โดยให้ผู้เรียนสร้างวงกลม 1 วงและสร้างเส้นตัดวงกลม 1 เส้น 2.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนทดลองหมุนเส้นตัดไปเรื่อยๆ จนกระทั่งจุดตัดทั้งสองจุดเป็นจุดเดียวกัน 2.5 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.6 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิตวีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย - เส้นตัดวงกลม - เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส 2.7 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิตวีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ชั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกลหลังจากการทำกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
การวัดผลประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำกิจกรรม	..... ..... .....

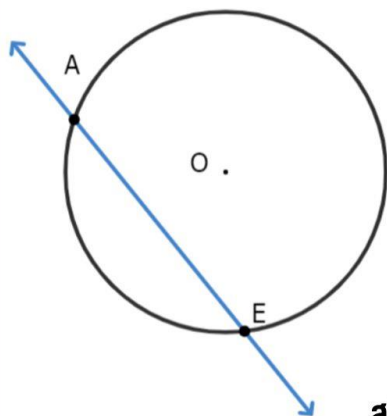
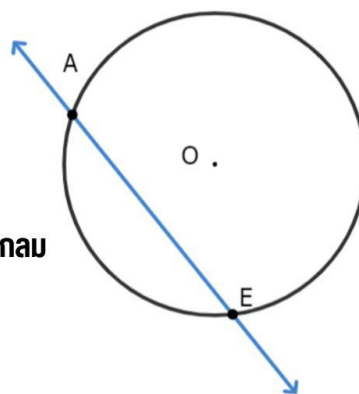


แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 13



สร้างได้หรือไม่

สร้างเส้นสัมผัส 1 เส้นที่เกิดจากการเลื่อนขนานเส้นตัดวงกลม



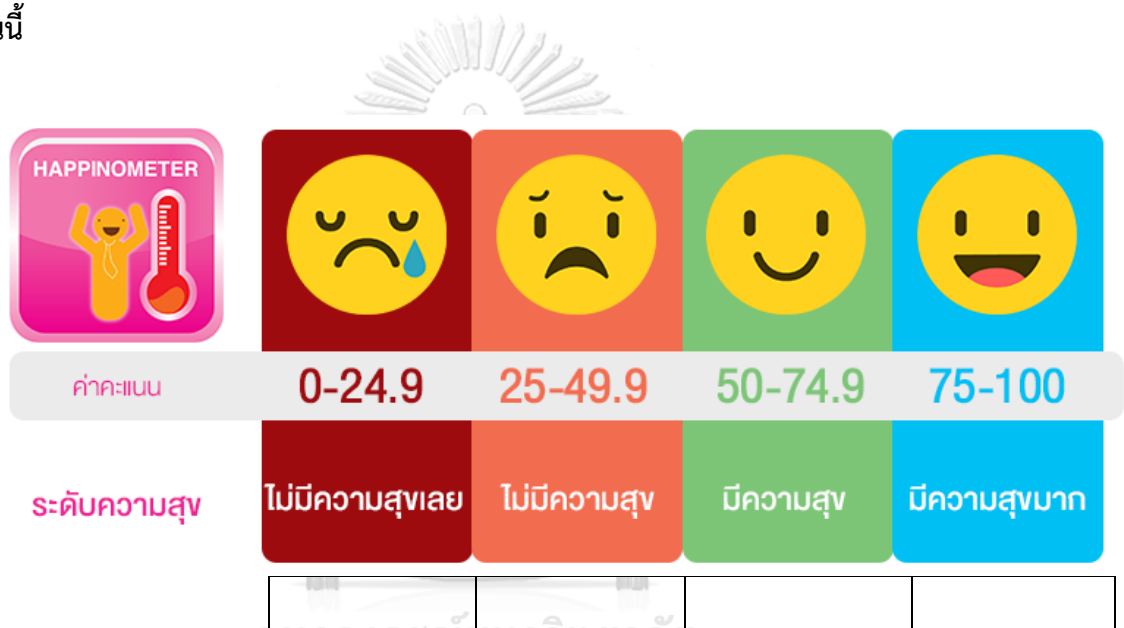
สร้างเส้นสัมผัส 1 เส้นที่เกิดจากการหมุนเส้นตัดวงกลม

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 13

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
เส้นตัดวงกลม	
เส้นสัมผัสวงกลมและจุดสัมผัส	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรม
วันนี้



ชุดกิจกรรมที่ 14 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์ การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีไปใช้ในการให้ เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณา การทฤษฎี ภาระทาง ปัญญา ร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกใน การเรียนการ สอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยภาระการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการ เชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่ง ต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญา ได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญาภายนอก และภาระทาง ปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอ เนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอ สั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะ กับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียน คณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของ ตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไป ด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้าง ที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจ ให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเส้นสัมพันธ์สวงกลมและรัศมีและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเส้นสัมพันธ์สวงกลมและรัศมีพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับเส้นสัมพันธ์สวงกลมและรัศมีและถาม-ตอบ เกี่ยวกับเส้นสัมพันธ์สวงกลมและรัศมี ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมพันธ์สวงกลมและรัศมี การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอ ดังนี้ 1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมพันธ์สวงกลมและรัศมี การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม

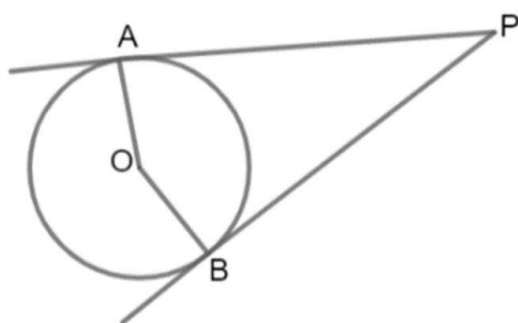
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท เส้นสัมผัสวงกลม จะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส ทฤษฎีบท เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม จะเป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดนั้น ทฤษฎีบท ส่วนของเส้นตรง 2 เส้น ที่ลากจากจุดจุดหนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกัน จะยาวเท่ากัน
สื่อและอุปกรณ์	- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 - คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี - ไม้บรรทัด, ไม้โปรแทรกเตอร์แบบครึ่งวงกลม - แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม - แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีพร้อมทั้งยกตัวอย่างและถาม-ตอบ เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี โดยทำกิจกรรมสำรวจมุมระหว่างเส้นสัมผัสวงกลมกับรัศมี ผู้เรียนสร้างวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางเป็นจุด O และมีจุด A,B และ C เป็นจุดบนส่วนโค้งของวงกลม 2.2 สร้างเส้นตรง l, m และ n ด้วยไม้บรรทัด โดยพยายามให้เส้นตรงนั้นสัมผัสวงกลมที่จุด A, B และ C ตามลำดับ 2.3 สร้างรัศมี OA, OB และ OC

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	2.4. วัดมุมระหว่างเส้นตรง l กับรัศมี OA, เส้นตรง m กับรัศมี OB และเส้นตรง n กับรัศมี OC แล้วบันทึกขนาดของมุม 2.5 กำหนดจุด D เพิ่มบนเส้นรอบวง แล้วสร้างเส้นตรง S ด้วยไม้บรรทัด โดยพยายามให้สัมผัสกับวงกลม ที่จุด D และสร้างรัศมี OD จากนั้น วัดมุมระหว่างเส้นตรง S กับรัศมี OD แล้วบันทึกขนาดของมุม 2.6 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.7 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี 2.8 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 3. ขั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกล้างจากการทำกิจกรรม
การวัดผล ประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำ กิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 14



หาค่าได้ไม่ยากเลย



มุม A มีขนาด.....องศา

มุม B มีขนาด.....องศา

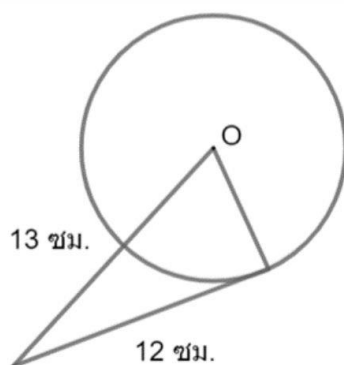
OA มีความยาว..... เซนติเมตร

OB มีความยาว..... เซนติเมตร

AP มีความยาว..... เซนติเมตร

BP มีความยาว..... เซนติเมตร

OP มีความยาว..... เซนติเมตร



วงกลม O มีรัศมี.....เซนติเมตร

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 14

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



 ค่าคะแนน	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
	   	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก
ระดับความสุข				

ชุดกิจกรรมที่ 15 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
วัตถุประสงค์ การเรียนรู้	ผู้เรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลม ผู้เรียนสามารถนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
การบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง สอดแทรกในการเรียนการสอน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้นำหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีภาระทางปัญญา ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการะการทำงานของสมอง ความพยายามของสมอง เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ การจัดระเบียบข้อมูลที่น่าเข้าผ่านประสาทสัมผัส และส่งต่อไปยังหน่วยความจำทำงาน หน่วยความจำระยะยาว โดยแบ่งภาระทางปัญญาได้ 3 แหล่ง คือ ภาระทางปัญญาภายใน ภาระทางปัญญภายนอก และภาระทางปัญญาอัตโนมัติ และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ที่เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาขนาดสั้นในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที ซึ่งอาจนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอ สั้น หรือมัลติมีเดียอื่น ๆ โดยแต่ละบทเรียนจะเน้นที่หัวข้อเดียวและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์และในท้ายกิจกรรม ผู้เรียนสามารถประเมินความสุขในการเรียนของตนเองผ่านแบบประเมินความสุขรายกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ภาระทางปัญญาภายใน (Intrinsic Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายใน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การจัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน การเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน และการสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ดังนี้ จัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นลำดับและโครงสร้างที่ชัดเจน ลำดับเนื้อหาประกอบด้วย 1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลม ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาตามความสามารถของผู้เรียน ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดกลุ่มผู้เรียน (เก่ง กลาง อ่อน) สอนเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าของผู้เรียน ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลมและถาม-ตอบ เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลม ภาระทางปัญญาภายนอก (Extraneous Cognitive Load) บูรณาการร่วมกับ นาโนเลิร์นนิ่ง ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้วิธีการลดภาระทางปัญญาภายนอกซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างความชัดเจนในข้อมูล การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที การลดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาเฉพาะเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลม การสร้างความชัดเจนในข้อมูล นำเสนอเนื้อหาผ่านคลิปวิดีโอภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงอธิบาย การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จัดทำสื่อการเรียนรู้นาโนเลิร์นนิ่ง โดยใช้คลิปวิดีโอขนาดสั้นที่มีความยาวไม่เกิน 10 นาที ซึ่งประกอบไปด้วย คลิปวิดีโอดังนี้ 1. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ตของวงกลม การลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา แบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเรื่องๆ ตามลำดับเนื้อหาที่ถูกกำหนดไว้ ภาระทางปัญญาอัตโนมัติ (Germane Cognitive Load) ในชุดกิจกรรมนี้จะขยายภาระทางปัญญาอัตโนมัติ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกปฏิบัติ

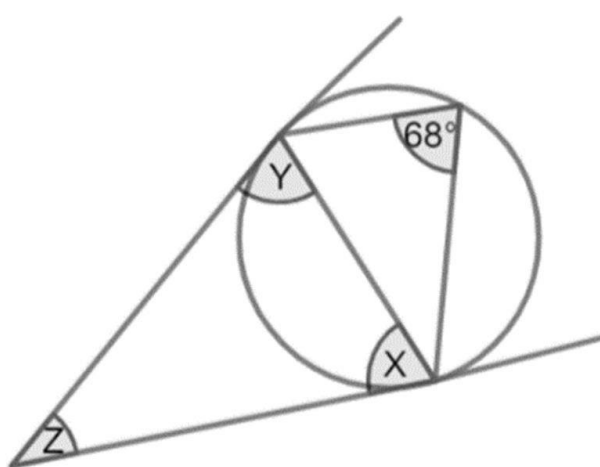
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีการทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	และประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนศึกษาและทบทวนความรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้บนนาโนเลิร์นนิ่ง และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม
ระยะเวลา	1 คาบ คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	ทฤษฎีบท มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดสัมผัส จะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น
สื่อและอุปกรณ์	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2. คลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม 3. แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม 4. แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม
กิจกรรม ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเส้น สัมผัสวงกลม และคอร์ด ของวงกลม	1. ขั้นนำและเตรียมความพร้อม (10 นาที) 1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ 1.2 ผู้สอนอธิบายเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลมพร้อมทั้งยกตัวอย่างและถาม-ตอบ เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม 2. ขั้นกิจกรรม (30 นาที) 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม ดังรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 95 2.2 สรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม 2.3 ให้ผู้เรียนศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม 2.4 ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคลิปวิดีโอบูรณาการร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งลงในสมุด และทำแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม

ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง	
	3. ชั้นสรุปผล (10 นาที) 3.1 ผู้สอนสรุปองค์ความรู้โดยรวมให้ผู้เรียนอีกครั้ง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันสะท้อนความรู้สึกล้างจากการทำกิจกรรม
การวัดผล ประเมินผล	ด้านผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง เกี่ยวกับความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ท้ายคาบ ด้านผู้สอน ผู้สอนมีการประเมินผู้เรียนผ่านแบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม ตลอดจนพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
บันทึก หลังการทำ กิจกรรม	..... ..... .....

แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรมที่ 15



มุม X Y Z



มุม X มีขนาด.....องศา

มุม Y มีขนาด.....องศา

มุม Z มีขนาด.....องศา

แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรมที่ 15

ตรวจสอบความเข้าใจ

รายการ	นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร (Reflection)
ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม	

จงเขียนเครื่องหมาย / ด้านล่างสัญลักษณ์ระดับความสุข เพื่อประเมินความสุขในการทำกิจกรรมวันนี้



HAPPINOMETER				
ค่าคะแนน	0-24.9	25-49.9	50-74.9	75-100
ระดับความสุข	ไม่มีความสุขเลย	ไม่มีความสุข	มีความสุข	มีความสุขมาก



ภาคผนวก จ

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
แบบสัมภาษณ์นักเรียน เรื่อง ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์
2. ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
ชุดคำถาม สำหรับการสนทนากลุ่ม
3. ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การวิจัยระยะที่ 1
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
แบบสัมภาษณ์นักเรียน เรื่อง ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ประเด็นการสัมภาษณ์	คำถาม	ผลการพิจารณาจาก				ความคิดเห็นเพิ่มเติม	คำถามที่ปรับแก้ไข
		ผู้ทรงคุณวุฒิ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ด้านความเข้าใจเนื้อหา คณิตศาสตร์	1.ในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ เนื้อหาคณิตศาสตร์หรือไม่	1	1	1	1		
	2.เนื้อหาคณิตศาสตร์ใด ที่นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ และเพราะเหตุใด	1	1	1	1	ปรับเพิ่มเติมข้อคำถามให้จำเพาะเจาะจงว่าเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด	2.เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด ที่นักเรียนเข้าใจ/ไม่เข้าใจ และเพราะเหตุใด
ด้านอุปสรรคในการเรียน คณิตศาสตร์	3.อุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนคืออะไร	1	1	1	1		
	4.นักเรียนมีวิธีการจัดการกับอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไร	1	1	1	1		
ด้านการเห็นประโยชน์ของการ เรียนคณิตศาสตร์	5.ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนคิดว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมีประโยชน์หรือไม่	1	1	1	1		
	6.เนื้อหาคณิตศาสตร์ใดที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์/ไม่มีประโยชน์ และเพราะเหตุใด	1	1	0	0.67	ปรับเพิ่มเติมข้อคำถามให้จำเพาะเจาะจงว่าเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด	6.เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใดที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์/ไม่มีประโยชน์ และเพราะเหตุใด
ด้านอารมณ์และความรู้สึกที่เกิดขึ้นในระหว่างเรียนคณิตศาสตร์	7.ในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร	1	0	1	0.67	เพิ่มประเด็นคำถามเรียนแล้วรู้สึกอย่างไร และเพราะอะไร เพื่อความชัดเจนมากขึ้น	7.ในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร เพราะอะไรจึงรู้สึกเช่นนั้น
	8.นักเรียนชอบเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ และเพราะเหตุใด	1	1	1			



คณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

เลขที่โครงการวิจัย 660
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 25



เลขที่โครงการวิจัย 660316
 วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
 วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

ประเด็นการสัมภาษณ์	คำถาม	ผลการพิจารณาจาก				ความคิดเห็นเพิ่มเติม	คำถามที่ปรับแก้ไข
		ผู้ทรงคุณวุฒิ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ด้านความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	9.นักเรียนเคยมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ (ถ้ามี) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร	1	0	1	0.67	เพิ่มเติมข้อคำถามในกรณี ถ้าไม่มีความสุขในการเรียนเป็นเพราะอะไร	9.นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ (ถ้ามี) ความสุขในการเรียนนั้นเกิดขึ้นจากอะไร (ถ้าไม่มี) ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเพราะเหตุใด
	10.นักเรียนคิดว่าความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์เกิดจากอะไร	1	0	1	0.67	ควรใช้คำถามว่าถ้าต้องการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความสุขจะต้องทำอย่างไร จะชัดเจนกว่า	นักเรียนคิดว่าการเรียนคณิตศาสตร์ให้มีความสุขจะต้องทำอย่างไร



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การวิจัยระยะที่ 2
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
ชุดคำถาม สำหรับการสนทนากลุ่ม

ประเด็นการสนทนากลุ่ม	คำถาม	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม	คำถาม ที่ปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
การส่งเสริมความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์	1.1 การสอนคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข ควรทำอย่างไร	1	1	1	1		
	1.2 พฤติกรรมใดบ้างที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	2.1 การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ควรทำอย่างไร	1	1	1	1		
	2.2 ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
กิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้สอนและการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ร่วมกันในชั้นเรียน	3.1 กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน ควรเป็นอย่างไร	1	0	1	0.67	เพิ่มความชัดเจนของคำถามเพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีการทางปัญญา	3.1 รูปแบบ/ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบันควรเป็นอย่างไร
	3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น สามารถทำได้อย่างไรบ้าง	1	0	0	0.33	ลักษณะคำถามอาจไม่ทำให้ได้คำตอบเกี่ยวกับทฤษฎีการทางปัญญา ปรับเพิ่มคำที่สื่อความเชื่อมโยงมากขึ้น	3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ/จดจำเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถทำได้ อย่างไรบ้าง
	3.3 สื่อการสอนทางคณิตศาสตร์และรูปแบบวิธีการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ควรเป็นอย่างไร	1	0	1	0.67	เพิ่มความชัดเจนของคำถามเพื่อเชื่อมโยงกับบทเรียนที่เรียน	3.3 สื่อการสอนทางคณิตศาสตร์/รูปแบบวิธีการสอน ที่กระชับสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาสั้นๆ

คณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กรมส่งเสริมการอาชีวศึกษา

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้

ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้



และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้
 เลขทศนิยมทศนิยม 660316
 คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ควรเป็น
 อย่างน้อย 09 ต.ค. 2566
 วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

ประเด็นการสนทนากลุ่ม	คำถาม	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม	คำถาม ที่ปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	3.4 การส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถทำได้หรือไม่บ้าง	1	0	1	0.67	ปรับเพิ่มความชัดเจนของคำถาม	3.4 การส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยช่องทางที่หลากหลาย ผ่านสื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถทำได้หรือไม่บ้าง
	3.5 การนำเสนอเนื้อหาคณิตศาสตร์รูปแบบใดบ้างที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน	1	0	1	0.67	ปรับเพิ่มความชัดเจนของคำถาม	3.5 วิธีการนำเสนอเนื้อหาคณิตศาสตร์รูปแบบใดที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน



เลขที่โครงการวิจัย 660316
วันที่รับรอง 09 ต.ค. 2566
วันที่หมดอายุ 08 ต.ค. 2567

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การวิจัยระยะที่ 3
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
แบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	คำถาม	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม	คำถาม ที่ปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ด้านความสำเร็จ (Accomplishment)	1. ฉันพึงพอใจในผลการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง	0	1	1	0.67	คำว่า “พึงพอใจ” คาบเกี่ยวกับด้านความพึงพอใจ	1. ปรับนิยามในองค์ประกอบด้านที่ 1 ให้ชัดเจนขึ้น เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกับองค์ประกอบด้านที่ 6
	2. ฉันเชื่อว่าตนเองมีความสามารถทางคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
	3. ฉันมีความมั่นใจและกล้าเปิดรับประสบการณ์ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย	1	1	1	1		
ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions)	4. ฉันมีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้เรียนรู้	1	1	1	1		
	5. ฉันรับรู้ว่าคุณเข้าใจ/ไม่เข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด	1	1	1	1		
	6. ฉันสามารถอธิบายความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้	0	1	1	0.67	การอธิบายไม่ได้ ไม่ได้หมายความว่าไม่มีความรู้ แต่เกี่ยวข้องกับการทักษะการสื่อสาร/ถ่ายทอด	6. ฉันสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนถามได้

องค์ประกอบ	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม	คำถาม ที่ปรับแก้ไข	
	คำถาม						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC			
ด้านความยืดหยุ่นผู้พัฒนาและการมีส่วนร่วม					ด้วย ควรแก้ไขข้อ คำถามใหม่ที่จะ สะท้อนนิยามให้ ชัดเจน		
	7. ฉันมีสมาธิจดจ่อเวลาเรียน คณิตศาสตร์	1	1	1	1		
	8. ฉันมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	1	1	1	1	กิจกรรมอะไร ที่เกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์ ระบุเพื่อความ ชัดเจน	8. ฉันมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการ เรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง กับคณิตศาสตร์
	9. ฉันไม่สนใจและไม่อยากมีส่วน ร่วมในการเรียนคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
ด้านความมุ่งหมาย (Meaning)	10. ฉันรับรู้ถึงประโยชน์ของการ เรียนคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
	11. ฉันนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ เคยเรียนแล้วมาเชื่อมโยงกับความรู้ ใหม่ได้	1	1	1	1		

องค์ประกอบ	คำถาม	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม	คำถาม ที่ปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance)	12. ฉันมีการวางแผน สำหรับการ ทบทวนคณิตศาสตร์	1	1	0	0.67	ปรับข้อความ เป็น ฉันวางแผน ในการทบทวน เนื้อหา คณิตศาสตร์ จะ ทำให้เข้าใจ คำถามได้ง่ายขึ้น และเมื่อเทียบกับ ข้ออื่นๆ ข้อนี้ไม่ แน่ใจว่าไปถึงเรื่อง เป้าหมายได้ ชัดเจนหรือไม่	11.ฉันวางแผน เพื่อทบทวน เนื้อหา คณิตศาสตร์
	13. ฉันนำความรู้จากการเรียน คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้	1	1	1	1		
	14. ฉันตั้งใจฟังครูผู้สอนขณะเรียน คณิตศาสตร์	0	1	1	0.67	คาบเกี่ยวกับด้าน ความยืดมั่น ผูกพันและการมี ส่วนร่วม (Engagement)	นำข้อความข้อ 14 ไปใช้เป็นข้อ คำถามใน องค์ประกอบด้าน ความ ยึดมั่น ผูกพันและการมี ส่วนร่วม (Engagement)
	15. ฉันฝึกฝนและทบทวนเนื้อหาใน การเรียนคณิตศาสตร์เป็นประจำ	1	1	1	1		
	16. ฉันพยายามทำงานที่ได้รับ มอบหมายในวิชาคณิตศาสตร์จน สำเร็จ	1	1	1	1		

องค์ประกอบ	คำถาม	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม	คำถามที่ปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure)	17. ฉันแสวงหาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเวลาเรียน	1	1	1	1		
	18. ฉันมีความสุขขณะที่เรียนคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
	19. ฉันรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลินกับการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน	1	1	1	1		
	20. ฉันรู้สึกว่าการบรรยายในการเรียนคณิตศาสตร์ดี ห้องเรียนมีความสะดวกสบาย มีอุปกรณ์และสื่อการสอนครบถ้วน	1	1	1	1		
	21. ฉันรู้สึกเครียด/วิตกกังวล/กลัวเมื่อต้องเรียนคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
ด้านความสัมพันธ์	22. ฉันชอบครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของฉัน	1	1	1	1		
	23. ฉันขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์เมื่อมีปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์	1	1	1	1	ควรแก้ไขเป็น ฉันขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์เมื่อมี	ขอคงใจความเดิมไว้

องค์ประกอบ	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม	คำถาม ที่ปรับแก้ไข
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
					ปัญหาการเรียน คณิตศาสตร์ได้	
24. ฉันชอบแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน	1	1	1	1		
25. ฉันชอบทำงานหรือทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเพื่อนในวิชาคณิตศาสตร์	1	1	1	1		
26. ฉันไม่รู้ว่าจะไปขอความช่วยเหลือกับใครเวลาที่เรียนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนแล้วไม่เข้าใจ	1	1	1	1		

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยง Reliability ของแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.913	26

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Corrected Item Total Correlation; CITC) แยก
รายองค์ประกอบของแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

1) ด้านความสำเร็จ (Accomplishment)

Item-Total Statistics				
	Scale Mean	Scale Variance	Corrected Item-	Cronbach's
	if Item Deleted	if Item Deleted	Total Correlation	Alpha if Item Deleted
y1	6.27	3.142	.610	.699
y2	7.03	2.593	.721	.565
y3	6.52	3.383	.515	.796

2) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions)

Item-Total Statistics				
	Scale Mean	Scale Variance	Corrected Item-	Cronbach's
	if Item Deleted	if Item Deleted	Total Correlation	Alpha
	if Item Deleted			if Item Deleted
y4	6.18	2.216	.697	.385
y5	6.21	2.422	.355	.769
y6	6.58	1.939	.498	.598

3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement)

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
y7	9.55	4.756	.563	.358
y8	9.30	4.843	.479	.409
y9	9.67	4.417	.496	.377
y10	9.30	5.593	.050	.790

4) ด้านความมุ่งหมาย (Meaning) หรือการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness)

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
y11	9.06	4.496	.443	.777
y12	9.42	4.189	.575	.711
y13	10.03	3.405	.639	.678
y14	9.58	4.189	.654	.677

5) ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance)

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
y15	5.70	2.030	.576	.448
y16	5.12	2.547	.324	.767
y17	5.73	1.955	.566	.455

6) ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions)และความพึงพอใจ (Pleasure)

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
y18	8.70	7.280	.862	.801
y19	8.67	7.729	.804	.826
y20	8.52	7.508	.716	.856
y21	8.58	7.627	.614	.901

7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships)

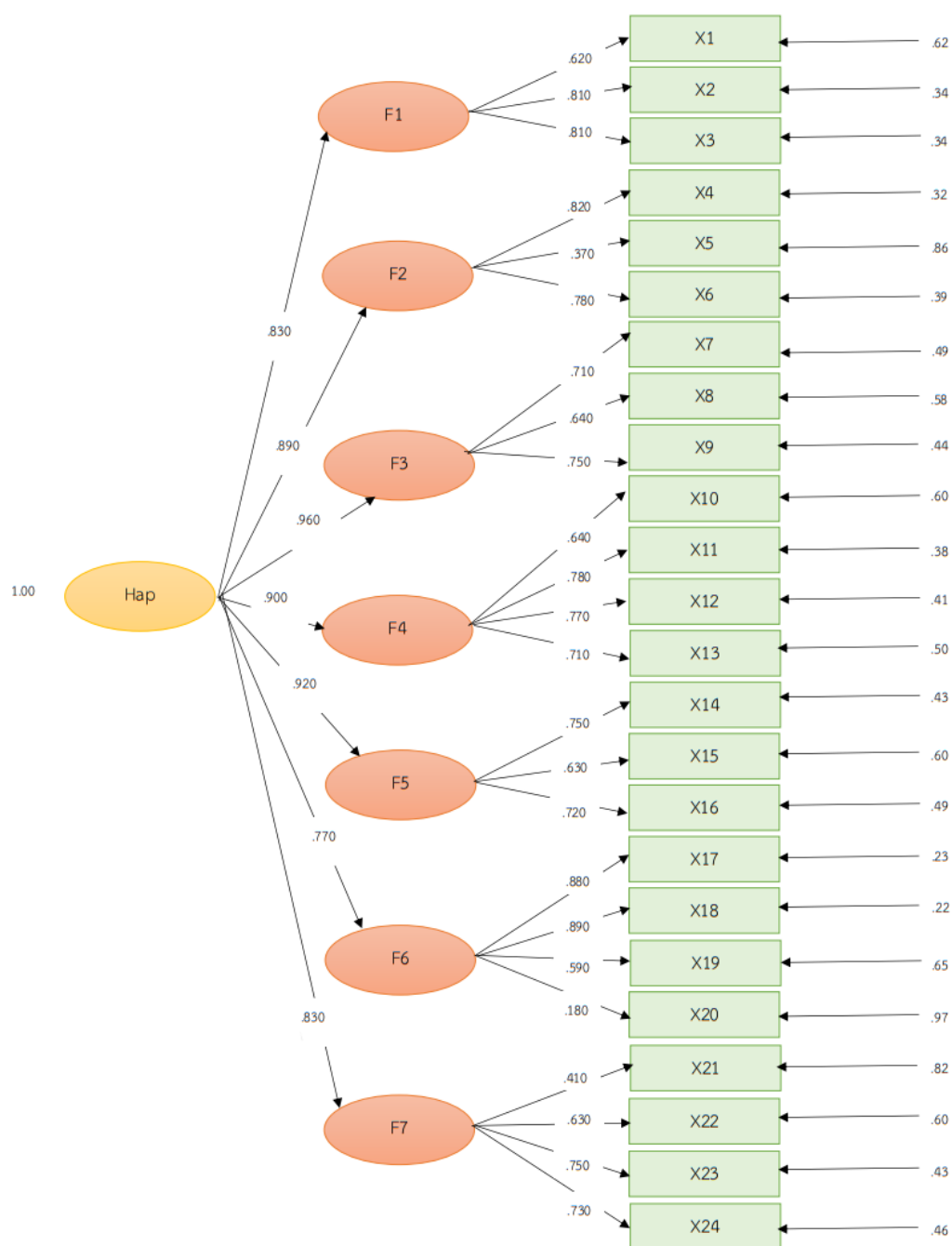
Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
y22	12.52	7.570	.731	.623
y23	12.85	7.008	.659	.641
y24	12.61	8.121	.520	.700
y25	12.33	8.479	.538	.695
y26	12.36	10.426	.162	.812

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากผลการวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับพบว่า Cronbach's Alpha เท่ากับ .913 และผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Corrected Item Total Correlation; CITC) แยกรายองค์ประกอบของแบบวัดความสุขในการเรียน คณิตศาสตร์พบว่ามีเพียง 2 ข้อ ซึ่งมีค่า Corrected Item-Total Correlation ต่ำกว่า .2 คือ ข้อ 10 ซึ่งอยู่องค์ประกอบที่ 3) ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) มีค่า Corrected Item-Total Correlation เท่ากับ .050 และข้อ 26 ซึ่งอยู่ในองค์ประกอบที่ 7) ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) มีค่า Corrected Item-Total Correlation เท่ากับ .162 ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการตัดข้อ คำถามที่มีค่า Corrected Item-Total Correlation ต่ำกว่า .2 ออกคงเหลือไว้เพียง 24 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า มีค่าไค-สแควร์ (Chi-square) แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2(230, N = 480) = 508.45, p = .061, GFI = .920, AGFI = .900, SRMR = .0042, RMSEA = .0480$) แสดงว่าโมเดลการวัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสถิติวัดความกลมกลืนจากค่าดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) ที่พบว่ามีค่าเท่ากับ .990 ซึ่งมีค่ามากกว่า .95 แสดงว่าโมเดลการวัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เช่นเดียวกับค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) พบว่ามีค่าเท่ากับ .920 และค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแล้ว (AGFI) ที่พบว่ามีค่าเท่ากับ .900 ซึ่ง ทั้งสองมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .90 แสดงว่าโมเดลการวัดความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และเมื่อพิจารณาค่าบอกความคลาดเคลื่อนของโมเดล ได้แก่ ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษที่เหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized RMR) พบว่ามีค่าเท่ากับ .0042 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า .08 และค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (RMSEA) พบว่ามีค่าเท่ากับ .0480 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า .06 แสดงว่าโมเดลการวัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi-square) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างค่าไค-สแควร์กับจำนวนองศาอิสระ (Chi-square/df) พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.211 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 3.00 แสดงว่า โมเดลการวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า โมเดล การวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวแปรของโมเดลการวัดมีค่าอยู่ระหว่าง .180 ถึง .890 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าน้ำหนักองค์ประกอบและตัวแปรแต่ละตัวมีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบหลักอยู่ระหว่างร้อยละ 3.0 ถึงร้อยละ 78.0 โดยมีลักษณะแผนภาพความสัมพันธ์ของโมเดลการวัดโครงสร้างเชิงเส้นดังภาพ



ภาพแสดงความสัมพันธ์ของโมเดลการวัดโครงสร้างเชิงเส้น

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ Hap หมายถึง ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ F1 หมายถึง องค์ประกอบที่ 1 ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) F2 หมายถึง องค์ประกอบที่ 2 ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions) F3 หมายถึง องค์ประกอบที่ 3 ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) F4 หมายถึง องค์ประกอบที่ 4 ด้านการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) F5 หมายถึงองค์ประกอบที่ 5 ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) F6 หมายถึง องค์ประกอบที่ 6 ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) และ F7 หมายถึง องค์ประกอบที่ 7 ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) X1 ถึง X24 คือ ข้อคำถามของแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของทั้ง 7 องค์ประกอบมีค่าอยู่ระหว่าง .770 ถึง .960 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยองค์ประกอบแต่ละตัวมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ องค์ประกอบที่ 3 ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement) ($\beta = .960$) องค์ประกอบที่ 5 ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance) ($\beta = .920$) องค์ประกอบที่ 4 ด้านการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness) ($\beta = .900$) องค์ประกอบที่ 2 ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions) ($\beta = .890$) องค์ประกอบที่ 1 ด้านความสำเร็จ (Accomplishment) ($\beta = .830$) องค์ประกอบที่ 7 ด้านความสัมพันธ์ (Relationships) ($\beta = .830$) และองค์ประกอบที่ 6 ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure) ($\beta = .770$) โดยองค์ประกอบแต่ละด้านมีความผันแปรร่วมกันกับองค์ประกอบการวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ร้อยละ 92.00, 85.00, 80.00, 79.00, 70.00, 69.00, และ 60.00 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับ 2 ของแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ แสดงดังตาราง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับ 2 ของแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์

ตัวแปร	b	SE	t	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ มาตรฐาน β	FS	R^2
การวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่หนึ่ง						
F1 ด้านความสำเร็จ (Accomplishment)						
X1 ฉันพึงพอใจในผลการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง	1.000	<->	<->	.620	.140	.380
X2 ฉันเชื่อว่าตนเองมีความสามารถทางคณิตศาสตร์	1.300	.100	13.05	.810	.230	.660
X3 ฉันมีความมั่นใจและกล้าเปิดรับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย	1.31	.100	12.64	.810	.240	.660
F2 ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions)						
X4 ฉันมีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้อ่าน	1.000	<->	<->	.820	.330	.680
X5 ฉันรับรู้ว่าตนเองเข้าใจ/ไม่เข้าใจ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใด	.460	.060	8.13	.370	.040	.140
X6 ฉันสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนถามได้	.950	.050	18.12	.780	.240	.610
F3 ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement)						
X7 ฉันมีสมาธิจดจ่อเวลาเรียนคณิตศาสตร์	1.000	<->	<->	.710	.100	.510
X8 ฉันตั้งใจฟังครูผู้สอนขณะเรียนคณิตศาสตร์	.900	.050	18.88	.640	.060	.420
X9 ฉันมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	1.050	.070	15.44	.750	.150	.560
F4 ด้านการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningfulness)						
X10 ฉันรับรู้ถึงประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์	1.000	<->	<->	.640	.050	.400
X11 ฉันนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนแล้วมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้	1.230	.070	16.74	.780	.150	.620
X12 ฉันวางแผนเพื่อทบทวนเนื้อหาคณิตศาสตร์	1.200	.090	13.81	.770	.160	.590
X13 ฉันนำความรู้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	1.120	.090	13.08	.710	.120	.500
F5 ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance)						
X14 ฉันฝึกฝนและทบทวนเนื้อหาในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นประจำ	1.000	<->	<->	.750	.180	.570
X15 ฉันพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายในวิชาคณิตศาสตร์จนสำเร็จ	.840	.060	13.24	.630	.120	.400
X16 ฉันแสวงหาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเวลาเรียน	.950	.050	18.42	.720	.130	.510
F6 ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure)						
X17 ฉันมีความสุขขณะที่เรียนคณิตศาสตร์	1.000	<->	<->	.880	.350	.770

ตัวแปร	b	SE	t	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ มาตรฐาน β	FS	R^2
X18 ฉันรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลินกับการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน	1.010	.040	23.92	.890	.370	.780
X19 ฉันรู้สึกว่าการบรรยายภาคในการเรียนคณิตศาสตร์ดี ห้องเรียนมีความสะดวกสบาย มีอุปกรณ์และสื่อการสอนครบถ้วน	.670	.050	14.37	.590	.080	.350
X20 ฉันรู้สึกเครียด/วิตกกังวล/กลัว เมื่อต้องเรียนคณิตศาสตร์	.210	.050	3.95	.180	.020	.030
F7 ด้านความสัมพันธ์ (Relationships)						
X21 ฉันชอบครูผู้สอนคณิตศาสตร์ของฉัน	1.000	<->	<->	.410	.010	.170
X22 ฉันขอความช่วยเหลือจากครูผู้สอนคณิตศาสตร์เมื่อมีปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์	1.540	.150	10.21	.630	.070	.400
X23 ฉันชอบแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน	1.840	.220	8.51	.750	.120	.570
X24 ฉันชอบทำงานหรือทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเพื่อนในวิชาคณิตศาสตร์	1.790	.210	8.45	.730	.110	.540
การวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สอง						
F1 ด้านความสำเร็จ (Accomplishment)	.520	.040	12.78	.830	<->	.700
F2 ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitions)	.730	.040	18.70	.890	<->	.790
F3 ด้านความยึดมั่นผูกพันและการมีส่วนร่วม (Engagement)	.680	.040	16.93	.960	<->	.920
F4 การเรียนรู้ด้วยความหมาย (Meaningfulness)	.570	.040	14.07	.900	<->	.800
F5 ด้านความเพียรพยายาม (Perseverance)	.690	.040	17.52	.920	<->	.850
F6 ด้านอารมณ์เชิงบวก (Positive emotions) และความพึงพอใจ (Pleasure)	.680	.040	17.13	.770	<->	.600
F7 ด้านความสัมพันธ์ (Relationships)	.340	.040	8.48	.830	<->	.690

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกนต์สัมพันธ์

ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเกนต์สัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคะแนนเฉลี่ยแบบวัดความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนเฉลี่ยแบบวัดความสุขในการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานคร ของ สิริกุล กิตติมงคลชัย (2562) มีค่าเท่ากับ .445 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (Choen, 1998)

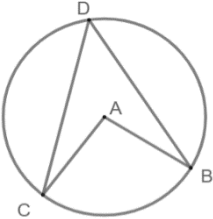
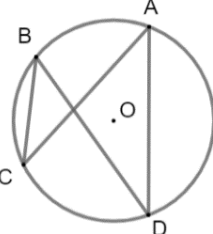
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

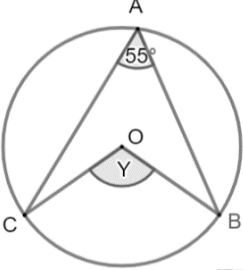
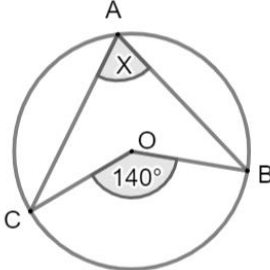
Correlations			
		ความสุขในการเรียน คณิตศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์
ความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์	Pearson Correlation	1	.445**
	Sig. (2-tailed)		.009
	N	33	33
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	Pearson Correlation	.445**	1
	Sig. (2-tailed)	.009	
	N	33	33

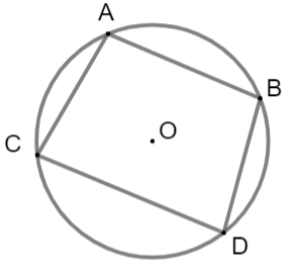
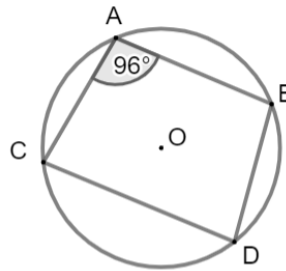
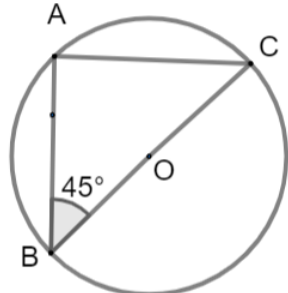
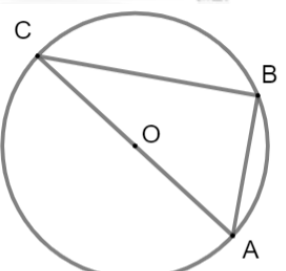
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

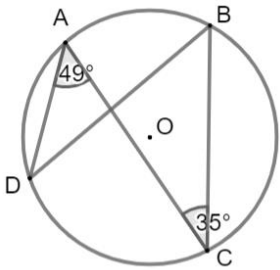
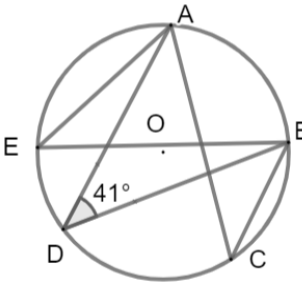
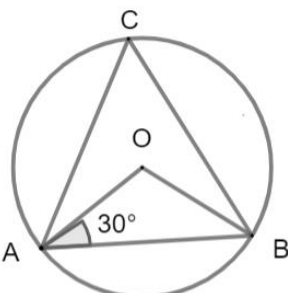
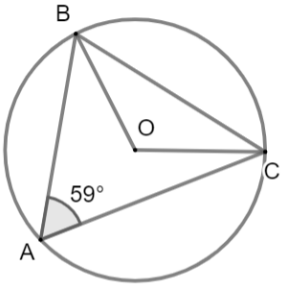
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

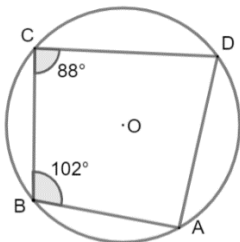
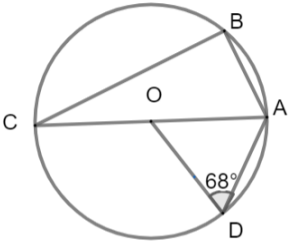
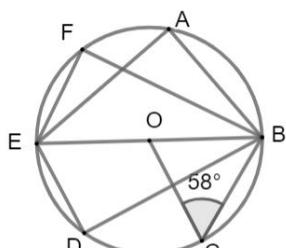
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

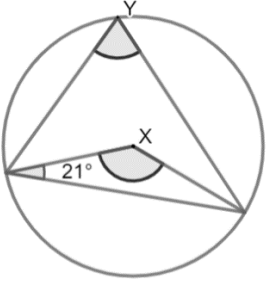
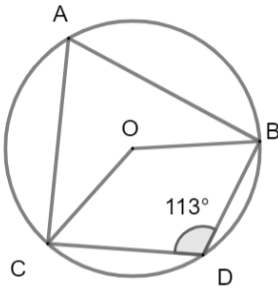
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
1.นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง  ก. $\widehat{BAC}$ เป็นมุมในส่วนโค้ง ข. $\widehat{BAC}$ และ $\widehat{BDC}$ เป็นมุมในส่วนโค้ง ค. $\widehat{BDC}$ เป็นมุมในส่วนโค้ง ง. $\widehat{BAC}$ มีขนาดเท่ากับ $\widehat{BDC}$	1. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง  ก. มีมุมในส่วนโค้งของวงกลม 4 มุม ข. มีมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม 4 มุม ค. มีมุมในส่วนโค้งของวงกลม 2 มุม ง. มีมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม 2 มุม	1	1	1	1	
1.นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	2. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเท่ากันเมื่อใด ก. ส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นยาวเท่ากัน ข. แขนของมุมที่จุดศูนย์กลางด้านซ้ายต้องยาวเท่ากัน ค. แขนของมุมที่จุดศูนย์กลางด้านขวาต้องยาวเท่ากัน ง. มุมที่จุดศูนย์กลางต้องเป็นมุมป้านเท่านั้น	2. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน มุมในส่วนโค้งจะมีขนาดเท่ากันเมื่อใด ก. ส่วนโค้งที่รองรับมุมยาวเท่ากัน ข. ส่วนโค้งที่รองรับมุมมีความยาวมากกว่ารัศมี ค. ส่วนโค้งที่รองรับมุมมีความยาวน้อยกว่ารัศมี ง. มุมในส่วนโค้งเป็นมุมแหลม	1	1	0	0.67	ปรับตัวเลือก ข. และ ค. ในข้อสอบชุดที่ 1 ก่อนเรียน

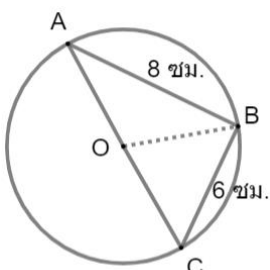
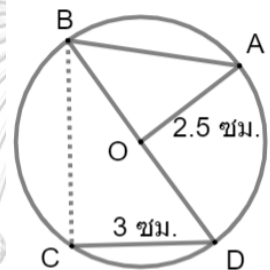
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	3. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ก. มุมในส่วนโค้งมีขนาด 45° เสมอ ข. มุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้ง ค. มุมในส่วนโค้งมีขนาดกว้างกว่ามุมที่จุดศูนย์กลาง ง. มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งมีขนาดเท่ากัน	3. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม ก. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90° เสมอ ข. มุมในครึ่งวงกลมเป็นมุมป้านเสมอ ค. มุมในครึ่งวงกลมเป็นมุมแหลมเสมอ ง. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 180°	1	1	1	1	
1.นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	4. จากรูปที่กำหนดให้ มุม Y จะมีขนาดกี่องศา  ก. 55° ข. 65° ค. 100° ง. 110°	4. จากรูปที่กำหนดให้ มุม X จะมีขนาดกี่องศา  ก. 60° ข. 70° ค. 120° ง. 140°	1	1	1	1	ควรตัดคำว่า จะ ออกไป และแก้ไขเป็น มุม X มีขนาดกี่องศา

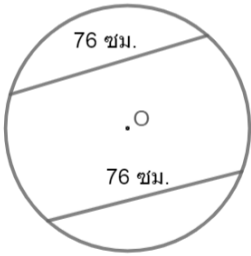
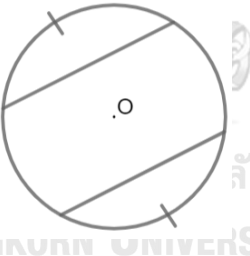
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
1.นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	5. กำหนดให้ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม O ดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง  ก. มุม A มีขนาดเท่ากับ มุม D ข. ขนาดมุม B รวมกับ ขนาดมุม D เท่ากับ 180° ค. ขนาดมุม B รวมกับ ขนาดมุม C เท่ากับ 180° ง. มุม A, B, C และ D มีขนาดเท่ากัน	5. กำหนดให้ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม O และมุม $A = 96^\circ$ จงหาขนาดของมุม D  ก. 96° ข. 84° ค. 69° ง. 48°	1	1	1	1	ปรับข้อความในตัวเลือกข้อสอบชุดที่ 1 ก่อนเรียน ปรับข้อความคำถามข้อสอบชุดที่ 2 หลังเรียน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทน
	6. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้ามุม $B = 45^\circ$ แล้วมุม C จะมีขนาดเท่าใด  ก. 45° ข. 40° ค. 38° ง. 30°	6. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้ามุม B คือมุมในครึ่งวงกลมแล้ว มุม B จะมีขนาดเท่าใด  ก. 84° ข. 90° ค. 92° ง. 99°	1	1	1	1	ปรับข้อความคำถามข้อสอบชุดที่ 1 ก่อนเรียน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทน

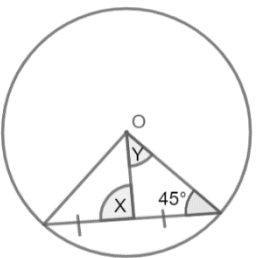
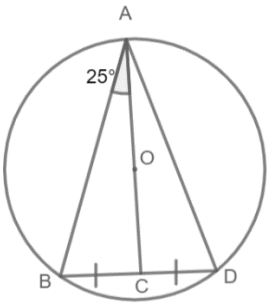
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	7. จากรูปกำหนดให้มุม $A = 49^\circ$ และ มุม $C = 35^\circ$ จงหาขนาดของมุม $B+D$  ก. 35° ข. 49° ค. 84° ง. 90°	7. จากรูปกำหนดให้มุม $D = 41^\circ$ จงหาขนาดของมุม $C+E$  ก. 90° ข. 89° ค. 82° ง. 80°	1	1	1	1	การกำหนดมุมควรใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
	8. จากรูป กำหนดให้มุม $OAB = 30^\circ$ จงหาขนาดของมุม ACB  ก. 30° ข. 60° ค. 90° ง. 120°	8. จากรูป กำหนดให้มุม $BAC = 59^\circ$ จงหาขนาดของมุม BCO  ก. 31° ข. 40° ค. 59° ง. 60°	1	1	1	1	

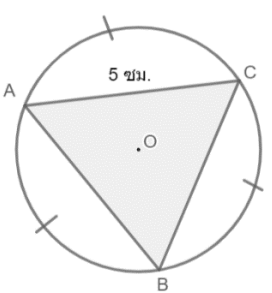
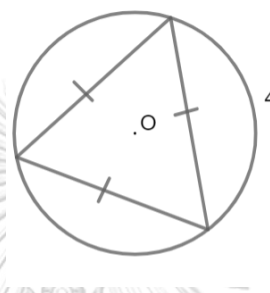
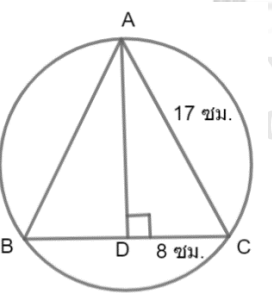
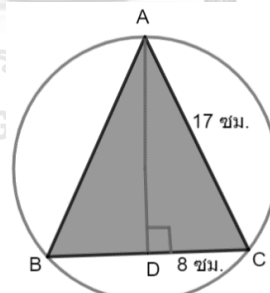
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผล	9. จากรูปที่กำหนดให้จงหาขนาดของมุม A+D  ก. 78° ข. 92° ค. 170° ง. 190°	9. กำหนดให้ $\square CD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม O และมุม C เป็นมุมตรงข้ามกับมุม A ข้อใดแสดงขนาดของมุมได้ถูกต้อง ก. ถ้ามุม A = 80° แล้วมุม C = 90° ข. ถ้ามุม B = 80° แล้วมุม C = 80° ค. ถ้ามุม A = 80° แล้วมุม C = 100° ง. ถ้ามุม B = 90° แล้วมุม D = 80°	1	1	1	1	
2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	10. จากรูป กำหนดให้ $\angle ODA = 68^\circ$ ข้อใดให้เหตุผลได้ถูกต้อง  ก. $\angle DAO = 68^\circ$ เพราะ สามเหลี่ยม AOD เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ข. $\angle DAO = 68^\circ$ เพราะ สามเหลี่ยม AOD เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า ค. $\angle CBA = 90^\circ$ เพราะเป็นสามเหลี่ยมแนบในวงกลม ง. $\angle CBA = 90^\circ$ เพราะเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	10. จากรูป กำหนดให้ $\angle OCB = 58^\circ$ ข้อใดให้เหตุผลไม่ถูกต้อง  ก. $\angle EAB = \angle EDB$ เพราะ เป็นมุมในครึ่งวงกลม ข. $\angle EAB + \angle EDB = 180^\circ$ เพราะรูปสี่เหลี่ยม ABDE เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ค. $\angle COB = 64^\circ$ เพราะ ผลรวมมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180° ง. $\angle FBE = \angle EBD$ เพราะ เป็นมุมในครึ่งวงกลม	1	0	1	0.67	ปรับข้อความเพิ่มเติมข้อสอบชุดที่ 1 ก่อนเรียน

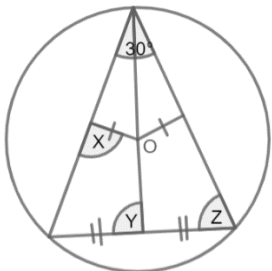
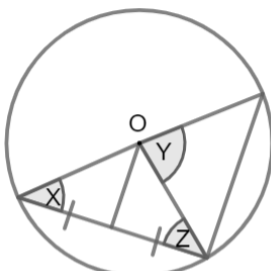
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	11. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดกล่าวถึงขนาดของมุม X และขนาด ของมุม Y ได้ถูกต้อง  ก. X มีขนาดใหญ่กว่า Y เพราะ X เป็นมุมในส่วนโค้ง ข. Y มีขนาดใหญ่กว่า X เพราะ Y เป็นมุมที่จุดศูนย์กลาง ค. $X = 138^\circ$, $Y = 69^\circ$ เพราะ X มีขนาดเป็นสองเท่าของ Y ง. $X = 69^\circ$, $Y = 69^\circ$ เพราะ X และ Y เป็นมุมที่มีขนาดเท่ากัน	11. จากรูป กำหนดให้ $\widehat{BDC} = 113^\circ$ ข้อใดสรุป และให้เหตุผลเกี่ยวกับขนาดของมุมได้ ถูกต้อง  ก. $\widehat{COB}$ มีขนาดใหญ่กว่า 113° เพราะสี่เหลี่ยม $OBCD$ เป็นสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ข. $\widehat{COB}$ มีขนาดเท่ากับ 134° เพราะเป็นมุมในส่วนโค้งที่ถูกรองรับด้วยส่วนโค้งใหญ่ ค. มุมกลับ $\widehat{COB} = 226^\circ$ เพราะมุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งที่ถูกรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ง. มุมกลับ $\widehat{COB} = 113^\circ$ เพราะมุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากับมุมในส่วนโค้งที่ถูกรองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน	1	1	1	1	ปรับตัว เลือกโดย การเพิ่ม ข้อความ ให้สมบูรณ์

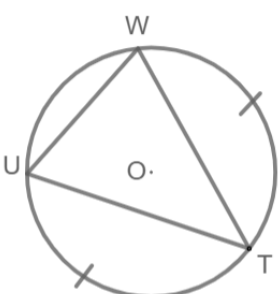
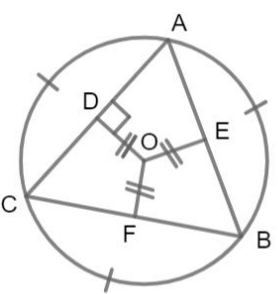
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	12. จากรูปกำหนดให้ ส่วนของเส้นตรง AB ยาว 8 เซนติเมตร และ ส่วนของเส้นตรง BC ยาว 6 เซนติเมตร หากลากเส้นเชื่อมจากจุด O ไปยังจุด B ตามรอยเส้นประ จะทำให้ส่วนของเส้นตรง OB มีความยาวเท่าใด  ก. 5 เซนติเมตร ข. 6 เซนติเมตร ค. 7 เซนติเมตร ง. 8 เซนติเมตร	12. จากรูป กำหนดให้ ส่วนของเส้นตรง AO ยาว 2.5 เซนติเมตร และส่วนของเส้นตรง CD ยาว 3 เซนติเมตร เมื่อลากเส้นเชื่อมจากจุด B ไปยังจุด C ตามรอยเส้นประ จะทำให้ส่วนของเส้นตรง BC มีความยาวเท่าใด  ก. 2.5 เซนติเมตร ข. 3 เซนติเมตร ค. 3.5 เซนติเมตร ง. 4 เซนติเมตร	1	1	1	1	
3. นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์คของวงกลมได้ถูกต้อง	13. ข้อใดอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์คของวงกลมได้ถูกต้อง ก. เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์คของวงกลม จะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น ข. ในวงกลมเดียวกัน คอร์คสองเส้นจะยาวเท่ากัน ก็ต่อเมื่อ จุดปลายของคอร์คเป็นจุดเดียวกัน ค. เส้นตรงที่แบ่งครึ่งคอร์คของวงกลมจะมีความยาวเท่ากับคอร์คของวงกลมเสมอ ง. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการ คอร์คของวงกลม สามารถสร้างได้จากการลากเส้นผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น	13. ข้อใดไม่ใช่ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์คของวงกลม ก. ในวงกลมเดียวกันคอร์คสองเส้นจะยาวเท่ากันก็ต่อเมื่อคอร์คทั้งสองเส้นนั้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน ข. ในวงกลมเดียวกัน คอร์คสองเส้นจะยาวเท่ากัน ก็ต่อเมื่อ คอร์คทั้งคู่วางกลม แล้วทำให้ส่วนโค้งน้อย และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน ค. เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์คของวงกลม จะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น ง. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการ ไม่สามารถระบุคอร์คที่ยาวที่สุดได้เนื่องจากคอร์คมีมากมายนับไม่ถ้วน	1	1	1	1	ใช้ความ ความตาม ทฤษฎีบท ในหนังสือ เรียน (สสวท.) คณิตศาส ตร์พื้นฐาน ระดับชั้น มัธยมศึกษา ปีที่ 3 เล่ม 2

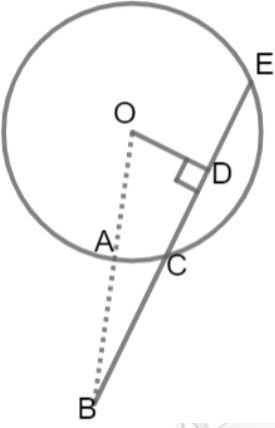
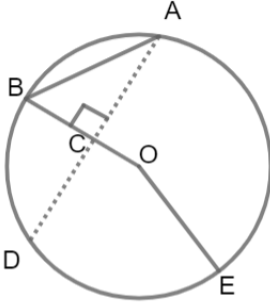
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
3.นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับคอร์ตของวงกลม	14. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน คอร์ตทั้งสองจะยาวเท่ากันเมื่อใด ก. คอร์ตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวต่างกัน แต่ส่วนโค้งใหญ่ต้องยาวเท่ากัน ข. คอร์ตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อยมีความยาวเท่ากัน แต่ส่วนโค้งใหญ่ต้องยาวต่างกัน ค. คอร์ตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน ง. คอร์ตทั้งสองต้องเป็นคอร์ตที่ไม่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม	14. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ส่วนของเส้นตรงซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม และตัดกับคอร์ตที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลางจะแบ่งครึ่งคอร์ตเมื่อใด ก. ส่วนของเส้นตรงทำมุมแหลมกับส่วนโค้งใหญ่ ข. ส่วนของเส้นตรงทำมุมแหลมกับส่วนโค้งน้อย ค. ส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ต ง. ส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับส่วนโค้ง	1	1	1	1	
3.นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับคอร์ตของวงกลม	15. จากรูปกำหนดให้ คอร์ตสองคอร์ต มีความยาว 76 เซนติเมตร ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง  ก. คอร์ตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน ข. คอร์ตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งใหญ่มีความยาวต่างกัน ค. คอร์ตทั้งสองมีความยาวเท่ากันครึ่งหนึ่งของวงกลม ง. คอร์ตทั้งสองเป็นคอร์ตที่ยาวที่สุด	15. จากรูปกำหนดให้ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง  ก. คอร์ตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากับส่วนโค้งน้อย ข. คอร์ตทั้งสองตัดวงกลมแล้วทำให้ส่วนโค้งใหญ่มีความยาวต่างกัน ค. คอร์ตทั้งสองมีความยาวน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของวงกลม ง. คอร์ตทั้งสองมีความยาวเท่ากัน	1	1	1	1	

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
3.นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับศรของวงกลม	16. ข้อใดไม่ถูกต้องเมื่อกำหนดให้คอร์คสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน ก. คอร์คทั้งสองจะต้องยาวเท่ากัน ข. ส่วนโค้งใหญ่มีความยาวเท่ากัน ค. ส่วนโค้งน้อยมีความยาวเท่ากัน ง. คอร์คทั้งสองเป็นคอร์คที่ยาวที่สุด	16. ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อกำหนดให้คอร์คสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน ก. คอร์คทั้งสองจะต้องยาวเท่ากัน ข. คอร์คทั้งสองจะต้องยาวกว่ารัศมีวงกลม ค. คอร์คทั้งสองเป็นคอร์คที่สั้นที่สุด ง. คอร์คทั้งสองเป็นคอร์คที่ยาวที่สุด	1	1	1	1	
4. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์คของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	17. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาขนาดของมุม $X + Y$  ก. 90° ข. 105° ค. 135° ง. 145°	17. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาขนาดของ $\angle ABC + \angle ACD$  ก. 180° ข. 175° ค. 155° ง. 140°	1	1	1	1	การกำหนดมุมควรใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

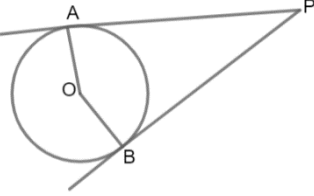
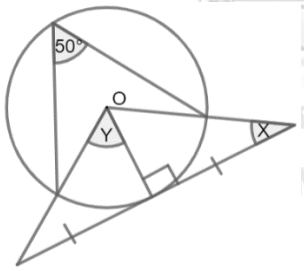
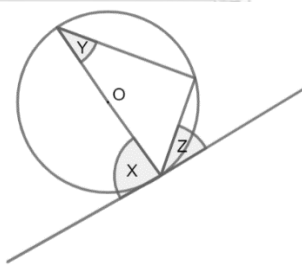
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
4. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเครื่องวัดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	18. จากรูปที่กำหนดให้ ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมที่แนบในวงกลมเป็นเท่าใด  ก. 10 เซนติเมตร ข. 15 เซนติเมตร ค. 20 เซนติเมตร ง. 25 เซนติเมตร	18. จากรูปที่กำหนดให้ ความยาวเส้นรอบรูปวงกลมเป็นเท่าใด  ก. 10 เซนติเมตร ข. 12 เซนติเมตร ค. 16 เซนติเมตร ง. 20 เซนติเมตร	1	1	1	1	ใช้คำว่า ความยาวเส้นรอบวง แทนคำว่า ความยาวเส้นรอบรูปวงกลม
4. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเครื่องวัดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	19. จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABD จากรูปที่กำหนดให้  ก. 60 ตารางเซนติเมตร ข. 120 ตารางเซนติเมตร ค. 240 ตารางเซนติเมตร ง. 260 ตารางเซนติเมตร	19. จากรูป ถ้าพื้นที่วงกลมทั้งหมดมี 140 ตารางเซนติเมตร แล้วพื้นที่ของส่วนที่ไม่ได้แรเงาเป็นเท่าใด  ก. 60 ตารางเซนติเมตร ข. 50 ตารางเซนติเมตร ค. 30 ตารางเซนติเมตร ง. 20 ตารางเซนติเมตร	1	1	1	1	เปลี่ยนคำถามข้อสอบชุดที่ 2 ก่อนเรียนเป็น จากรูป ถ้าพื้นที่วงกลมทั้งหมดเป็น 140 ตารางเซนติเมตร แล้วพื้นที่ของส่วนที่ไม่ได้แรเงาเป็นเท่าใด

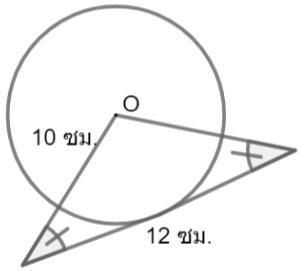
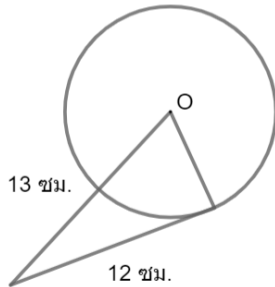
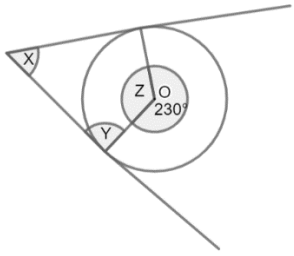
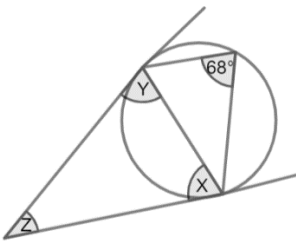
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
4. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	20. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาขนาดของ มุม X ,Y และ Z  ก. มุม $X = 90^\circ$, มุม $Y = 90^\circ$, มุม $Z = 60^\circ$ ข. มุม $X = 90^\circ$, มุม $Y = 90^\circ$, มุม $Z = 75^\circ$ ค. มุม $X = 75^\circ$, มุม $Y = 90^\circ$, มุม $Z = 60^\circ$ ง. มุม $X = 90^\circ$, มุม $Y = 75^\circ$, มุม $Z = 60^\circ$	20. จากรูปที่กำหนดให้ ผลรวมของมุมใดมีขนาด 90°  ก. $X + Z$ ข. $X + Y$ ค. $Y + Z$ ง. $X + Y + Z$	1	1	0	0.67	ปรับตัว เลือก ข้อสอบชุด ที่ 1 ก่อน เรียน ปรับ คำถาม ข้อสอบชุด ที่ 2 หลัง เรียน เป็น ผลรวมใน ข้อใด เท่ากับ 90°

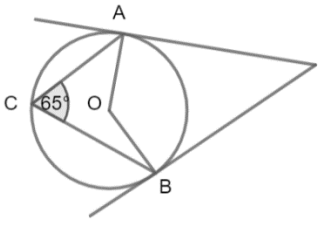
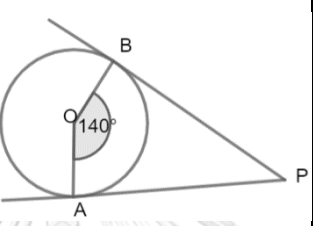
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
4. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	21. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดให้เหตุผลได้ถูกต้องมากที่สุด  ก. $TU = TW$ เพราะเป็นคอร์ดในวงกลมเดียวกัน ข. $TU = TW$ เพราะส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน ค. $\triangle UWT$ เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วเพราะมีด้านเท่ากัน ง. $\triangle TWT$ เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วเพราะมีมุมเท่ากัน	21. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดให้เหตุผลได้ถูกต้อง  ก. $AC = BC = AB$ เพราะเป็นคอร์ด ข. สามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า เพราะมีด้านเท่ากันสามด้าน ค. มุม A และ มุม B มีขนาดเท่ากัน เพราะเป็นมุมในส่วนโค้ง ง. มุม D มีขนาด 90° เพราะเป็นมุมในคอร์ด	0	1	0	0.33	ปรับข้อความที่เป็นตัวเลือกให้ชัดเจน ทั้งข้อสอบชุดที่ 1 และชุดที่ 2 และควรใช้คำว่ารูปสามเหลี่ยมแทนคำว่าสามเหลี่ยม

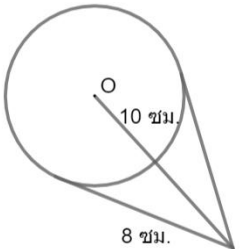
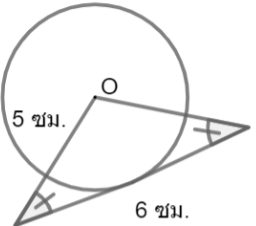
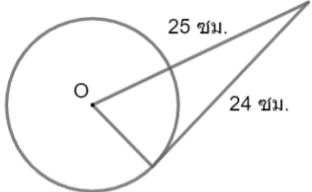
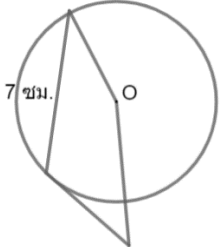
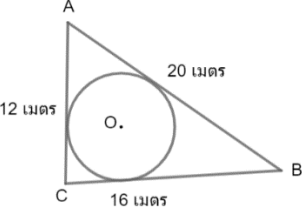
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
4. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอรีนธ์ของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	22. จากรูป ถ้ากำหนดให้ $BC = 16$ เซนติเมตรและ $BE = 32$ เซนติเมตรและ คอร์ด CE อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร หากลากเส้นตรงตามรอยประจะทำให้ OB มีความยาวเท่าใด  ก. 17 เซนติเมตร ข. 25 เซนติเมตร ค. 30 เซนติเมตร ง. 32 เซนติเมตร	22. จากรูป ถ้ากำหนดให้ $AB = 15$ เซนติเมตร $OE = 17$ เซนติเมตร และ คอร์ด AD อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร หากลากเส้นตรงตามรอยประจะทำให้ AD มีความยาวเท่าใด  ก. 18 เซนติเมตร ข. 20 เซนติเมตร ค. 22 เซนติเมตร ง. 24 เซนติเมตร	1	1	1	1	

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
5.นักเรียนสามารถอธิบายเหตุที่เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม	23. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลมเรียกว่าอะไร ก. เส้นสัมผัส ข. คอร์ด ค. เส้นเชื่อม ง. เส้นผ่านศูนย์กลาง	23. ข้อใดคือความหมายของเส้นสัมผัสวงกลม ก. เส้นตรงที่ตัดผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม ข. เส้นตรงที่ตัดผ่านวงกลม 2 จุด ค. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม ง. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับคอร์ดของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนคอร์ดนั้น	1	1	1	1	
5.นักเรียนสามารถอธิบายเหตุที่เกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม	24. มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดสัมผัส จะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมใด ก. มุมประชิดของคอร์ดในวงกลมเดียวกัน ข. มุมแย้งของคอร์ดในวงกลมเดียวกัน ค. มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น ง. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น	24. ถ้ามุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดสัมผัสมีขนาด 60° ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง ก. คอร์ดมีความยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลาง ค. เส้นสัมผัสมีความยาวเป็นสองเท่าของรัศมีวงกลม ค. มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามคอร์ดมีขนาด 60° ง. มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามคอร์ดมีขนาด 40°	1	1	1	1	

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
5. นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม	25. หากลากส่วนของเส้นตรง 2 เส้น จากจุดจุดหนึ่งภายนอกของวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกันจะทำให้เกิดเหตุการณ์ใด ก. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวเป็นสองเท่าของรัศมีวงกลม ข. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวเป็นสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม ค. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวเท่ากัน ง. เส้นตรงสองเส้นมีความยาวมากกว่ารัศมีวงกลมแต่สั้นกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม	25. จากรูป P เป็นจุดภายนอก A และ B เป็นจุดสัมผัส ข้อใดกล่าวถึงเส้นสัมผัสได้ถูกต้อง ก. เส้นสัมผัส AP ยาวเท่ากับเส้นสัมผัส BP  ข. เส้นสัมผัส AP ยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม O ค. เส้นสัมผัส BP สั้นกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม O ง. เส้นสัมผัสทั้งสองเส้นยาวเท่ากับเส้นรอบวงของวงกลม O	1	0	1	0.67	ปรับข้อคำถามข้อสอบชุดที่ 1 ก่อนเรียนให้มีความชัดเจน
6. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	26. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาขนาดของมุม X และ Y  ก. $X = 30^\circ$ และ $Y = 40^\circ$ ข. $X = 30^\circ$ และ $Y = 50^\circ$ ค. $X = 40^\circ$ และ $Y = 50^\circ$ ง. $X = 40^\circ$ และ $Y = 60^\circ$	26. จากรูปที่กำหนดให้ ถ้ามุม $Y = 50^\circ$ ข้อใดกล่าวถูกต้อง  ก. $X = 100^\circ$ ข. $X - Y = Z$ ค. $Z = 60^\circ$ ง. $Y = Z$	1	1	1	1	ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงขนาดของมุม

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
6. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม ไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาหาคณิตศาสตร์	27. จากรูปที่กำหนดให้ ความยาวของรัศมีวงกลม O เป็นเท่าใด  ก. 12 เซนติเมตร ข. 10 เซนติเมตร ค. 8 เซนติเมตร ง. 5 เซนติเมตร	27. จากรูปที่กำหนดให้ ความยาวของรัศมีวงกลม O เป็นเท่าใด  ก. 8 เซนติเมตร ข. 7 เซนติเมตร ค. 6 เซนติเมตร ง. 5 เซนติเมตร	1	1	1	1	ควรระบุระยะความยาวของแต่ละด้านให้ชัดเจน
	28. จากรูปที่กำหนดให้ O คือจุดศูนย์กลางของวงกลม ข้อใดเรียงลำดับขนาดของมุมจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง  ก. มุม X , มุม Y , มุม Z ข. มุม X , มุม Z , มุม Y ค. มุม Z , มุม Y , มุม X ง. มุม Y , มุม Z , มุม X	28. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดสรุปความสัมพันธ์ของมุมได้ถูกต้อง  ก. X มีขนาดเป็นสองเท่าของมุม Z ข. $X + Z = Y + Z$ ค. $Y - Z = 20^\circ$ ง. $X = Y = 60^\circ$	1	1	1	1	

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
6. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม ไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	29. จากรูปที่กำหนดให้ หากต้องการหาขนาดของมุม APB ข้อใดให้เหตุผลผิด  ก. มุม $AOB = 130^\circ$ เพราะมุมที่จุดศูนย์กลาง มีขนาดเป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้งของ วงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ข. มุม $OAP =$ มุม OBP เพราะเส้นสัมผัสจะ ตั้งฉากกับรัศมีที่จุดสัมผัส ค. มุม $APB +$ มุม $AOB +$ มุม $OAP +$ มุม $OBP = 360^\circ$ เพราะเป็นสี่เหลี่ยมแนบใน วงกลม ง. มุม $APB = 50^\circ$ เพราะ มุมภายในของรูป สี่เหลี่ยมรวมกันได้ 360°	29. จากรูปที่กำหนดให้ หากต้องการหาขนาดของมุม APB ข้อใด ให้เหตุผลได้ถูกต้อง ก. มุมกลับ $AOB = 220^\circ$ เพราะเป็นมุมที่  จุดศูนย์กลาง ข. มุม $OAP = 90^\circ$ เพราะเป็นมุมที่แบ่ง ครึ่ง ค. มุม $OAP =$ มุม OBP เพราะเส้นสัมผัส วงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีที่จุดสัมผัส ง. มุม $APB = 40^\circ$ เพราะเป็นสี่เหลี่ยมแนบ ในวงกลม	1	1	0	0.67	ปรับข้อ คำถามให้ ชัดเจน และใช้ สัญลักษณ์ ทาง คณิตศาสตร์ แทนการ ระบุขนาด ของมุม ปรับตัว เลือกให้มี ความ ชัดเจน มากขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ (ชุดที่ 1 ก่อนเรียน)	ข้อสอบ (ชุดที่ 2 หลังเรียน)	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ความ คิดเห็น เพิ่มเติม
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	
6. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม ไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาหาคณิตศาสตร์	30. รัศมีของวงกลมข้อใดที่มีความยาวเท่ากับ 6 เซนติเมตร ก.  ข.  ค.  ง. 	30. จากรูป วงกลม O แนบในสามเหลี่ยม ABC จงหาความยาวของรัศมีวงกลม O  ก. 3 เมตร ข. 4 เมตร ค. 5 เมตร ง. 6 เมตร	1	1	1	1	

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ก่อนเรียน

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.720	30

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Discrimination) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ก่อนเรียน โดยใช้เทคนิค 27%

ข้อคำถาม	r	ข้อคำถาม	r	ข้อคำถาม	r
1	.57	11	.43	21	.43
2	.29	12	.29	22	.43
3	.57	13	.57	23	.29
4	.00	14	.43	24	.14
5	.57	15	.14	25	.29
6	.00	16	.14	26	.00
7	.14	17	.00	27	.14
8	.14	18	.29	28	.14
9	.57	19	.14	29	.57
10	.57	20	.57	30	.71

ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ชุดที่ 1 ก่อนเรียน โดยใช้สูตร $p = (R_H + R_L)/(N_H + N_L)$

เมื่อ p คือ ความยากง่ายรายข้อ
 R_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H คือ จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
 N_L คือ จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ข้อคำถาม	p	ข้อคำถาม	p	ข้อคำถาม	p
1	.43	11	.64	21	.79
2	.86	12	.71	22	.79
3	.71	13	.57	23	.71
4	1.00	14	.79	24	.07
5	.43	15	.93	25	.57
6	1.00	16	.93	26	1.00
7	.93	17	1.00	27	.79
8	.93	18	.86	28	.93
9	.57	19	.50	29	.57
10	.43	20	.71	30	.64

ตารางเทียบอำนาจจำแนกกับความยากข้อสอบเป็นรายข้อ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ก่อนเรียน

ข้อ คำถาม	r	p	ผล	ข้อ คำถาม	r	p	ผล	ข้อ คำถาม	r	p	ผล
1.	.57	.43	ผ่าน	11.	.43	.64	ผ่าน	21.	.43	.79	ผ่าน
2.	.29	.86	ปรับ	12.	.29	.71	ผ่าน	22.	.43	.79	ผ่าน
3.	.57	.71	ผ่าน	13.	.57	.57	ผ่าน	23.	.29	.71	ผ่าน
4.	.00	1.00	ตัด	14.	.43	.79	ผ่าน	24.	.14	.07	ตัด
5.	.57	.43	ผ่าน	15.	.14	.93	ตัด	25.	.29	.57	ผ่าน
6.	.00	1.00	ตัด	16.	.14	.93	ตัด	26.	.00	1.00	ตัด
7.	.14	.93	ตัด	17.	.00	1.00	ตัด	27.	.14	.79	ปรับ
8.	.14	.93	ตัด	18.	.29	.86	ปรับ	28.	.14	.93	ตัด
9.	.57	.57	ผ่าน	19.	.14	.50	ปรับ	29.	.57	.57	ผ่าน
10.	.57	.43	ผ่าน	20.	.57	.71	ผ่าน	30.	.71	.64	ผ่าน

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 หลังเรียน

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.737	30

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Discrimination) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 หลังเรียน โดยใช้เทคนิค 27%

ข้อคำถาม	r	ข้อคำถาม	r	ข้อคำถาม	r
1	.57	11	.00	21	.29
2	.43	12	.29	22	.43
3	.43	13	.29	23	.57
4	.14	14	.29	24	.57
5	.29	15	.29	25	.14
6	.14	16	.43	26	.43
7	.14	17	.29	27	.43
8	.14	18	.29	28	.43
9	.43	19	.71	29	.71
10	.57	20	.14	30	.29

ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ชุดที่ 2 หลังเรียน โดยใช้สูตร $p = (R_H + R_L)/(N_H + N_L)$

เมื่อ p คือ ความยากง่ายรายข้อ
 R_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H คือ จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
 N_L คือ จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ข้อคำถาม	P	ข้อคำถาม	P	ข้อคำถาม	P
1	.71	11	.71	21	.71
2	.79	12	.86	22	.79
3	.50	13	.57	23	.71
4	.93	14	.57	24	.71
5	.57	15	.71	25	.93
6	.93	16	.79	26	.79
7	.93	17	.86	27	.79
8	.93	18	.86	28	.64
9	.36	19	.64	29	.64
10	.29	20	.79	30	.57

ตารางเทียบอำนาจจำแนกกับความยากข้อสอบเป็นรายข้อ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 หลังเรียน

ข้อ คำถาม	r	p	ผล	ข้อ คำถาม	r	p	ผล	ข้อ คำถาม	r	p	ผล
1.	.57	.71	ผ่าน	11.	.00	.71	ปรับ	21.	.29	.71	ผ่าน
2.	.43	.79	ผ่าน	12.	.29	.86	ปรับ	22.	.43	.79	ผ่าน
3.	.43	.50	ผ่าน	13.	.29	.57	ผ่าน	23.	.57	.71	ผ่าน
4.	.14	.93	ตัด	14.	.29	.57	ผ่าน	24.	.57	.71	ผ่าน
5.	.29	.57	ผ่าน	15.	.29	.71	ผ่าน	25.	.14	.93	ปรับ
6.	.14	.93	ตัด	16.	.43	.79	ผ่าน	26.	.43	.79	ผ่าน
7.	.14	.93	ตัด	17.	.29	.86	ปรับ	27.	.43	.79	ผ่าน
8.	.14	.93	ตัด	18.	.29	.86	ปรับ	28.	.43	.64	ผ่าน
9.	.43	.36	ผ่าน	19.	.71	.64	ผ่าน	29.	.71	.64	ผ่าน
10.	.57	.29	ผ่าน	20.	.14	.79	ปรับ	30.	.29	.57	ผ่าน

การคัดเลือกข้อสอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ เดิม	จำนวน ข้อสอบ ที่ คัดเลือก	ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ทั้งก่อนเรียนและหลัง เรียน		ข้อสอบที่ต้องปรับปรุง เพื่อให้ครอบคลุม วัตถุประสงค์	
			จำนวน ข้อ	ข้อคำถามที่	จำนวน ข้อ	ข้อคำถามที่
1. นักเรียนสามารถอธิบาย ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุด ศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้ง ของวงกลม	6	4	3	1,3,5	1	2
2. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุด ศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้ง ของวงกลมไปใช้ในการให้ เหตุผลและการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	6	4	2	9,10	2	11,12
3. นักเรียนสามารถอธิบาย ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของ วงกลม	4	2	2	13,14	-	-
4. นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของ วงกลมไปใช้ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	6	5	2	21,22	3	18,19,20
5. นักเรียนสามารถอธิบาย ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัส วงกลม	3	2	1	23	1	25
6. นักเรียนสามารถนำทฤษฎี บทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม ไปใช้ในการให้เหตุผลและ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์	5	3	2	29,30	1	27
รวม	30	20	12		8	

การเปรียบเทียบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากข้อสอบที่คัดเลือก 20 ข้อ

ชุดที่ 1 ก่อนเรียน และชุดที่ 2 หลังเรียน

ข้อ คำถาม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ชุดที่	r	p
1	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.43
		2 หลังเรียน	.57	.71
2	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.29	.86
		2 หลังเรียน	.43	.79
3	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.71
		2 หลังเรียน	.43	.50
4	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.43
		2 หลังเรียน	.29	.57
5	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.57
		2 หลังเรียน	.43	.36
6	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.43
		2 หลังเรียน	.57	.29
7	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.43	.64
		2 หลังเรียน	.00	.71
8	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.29	.71
		2 หลังเรียน	.29	.86
9	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.57	.57
		2 หลังเรียน	.29	.57
10	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลม	1 ก่อนเรียน	.43	.79
		2 หลังเรียน	.29	.57
11		1 ก่อนเรียน	.29	.86

ข้อ คำถาม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ชุดที่	r	p
	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	2 หลังเรียน	.29	.86
12	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.14	.50
		2 หลังเรียน	.71	.64
13	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.71
		2 หลังเรียน	.14	.79
14	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.43	.79
		2 หลังเรียน	.29	.71
15	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ดของวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.43	.79
		2 หลังเรียน	.43	.79
16	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม	1 ก่อนเรียน	.29	.71
		2 หลังเรียน	.57	.71
17	นักเรียนสามารถอธิบายทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลม	1 ก่อนเรียน	.29	.57
		2 หลังเรียน	.14	.93
18	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.14	.79
		2 หลังเรียน	.43	.79
19	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.57	.57
		2 หลังเรียน	.71	.64
20	นักเรียนสามารถนำ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1 ก่อนเรียน	.71	.64
		2 หลังเรียน	.29	.57

การตรวจสอบสหสัมพันธ์ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากข้อสอบที่คัดเลือก
20 ข้อ ชุดที่ 1 ก่อนเรียน และชุดที่ 2 หลังเรียน

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
ชุดที่ 1 ก่อนเรียน	13.8077	3.55549	26
ชุดที่ 2 หลังเรียน	13.5385	3.11424	26

Correlations			
		total1	total2
ชุดที่ 1 ก่อนเรียน	Pearson Correlation	1	.588**
	Sig. (2-tailed)		.002
	N	26	26
ชุดที่ 2 หลังเรียน	Pearson Correlation	.588**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	
	N	26	26

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
ต้นแบบการส่งเสริมความสุขและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการ
ทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ชุดกิจกรรมที่ 1 ทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเรียน	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องของนิยามตามหนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ในส่วนนิยามให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม คำสั่งไม่ชัดเจนอธิบายให้ชัดเจนว่า ส่วนประกอบตรงไหน อย่างไร - แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- ปรับแก้แบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อความชัดเจนของคำสั่ง - แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ชุดกิจกรรมที่ 2 เครื่องกลและส่วนโค้งส่วนโค้งใหญ่	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาไม่มีความจำเป็นหรือไม่ที่จะต้อง Focus ครึ่งวงกลม	- เพื่อความต่อเนื่องและครอบคลุมเนื้อหา ผู้วิจัยขอคงไว้ซึ่งเนื้อหาครึ่งวงกลม
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- ปรับแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม - แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- ปรับแก้แบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อความชัดเจนของคำสั่ง - แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 3 มุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลม และมุมในครึ่งวงกลม	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ	1	0	1	0.67		

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ชุดกิจกรรม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้						
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องตามหนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขสอดคล้องกับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ - การเว้นวรรค	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด - ปรับการเว้นวรรคคำให้ถูกต้อง
ชุดกิจกรรมที่ 4 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและส่วนโค้งที่รองรับมุม	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องตามหนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขสอดคล้องกับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความ	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน						
ชุดกิจกรรมที่ 5 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องตามหนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขสอดคล้องกับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 6 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ	1	0	1	0.67		

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ชุดกิจกรรมที่ 7 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในเครื่องกล และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม แนบในวงกลม	วัตถุประสงค์การเรียนรู้						
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องตามหนังสือเรียน สสวท. - การทำกิจกรรมกลุ่มอาจใช้เวลาค่อนข้างมากควรกระชับกิจกรรม	- ปรับแก้ไขสื่อคล้องกับหนังสือเรียน สสวท. - ปรับแก้ไขขั้นกิจกรรม
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด
ชุดกิจกรรมที่ 7 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมในเครื่องกล และทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม แนบในวงกลม	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- ควรมีการสรุปผลแยกรายประเด็นหลังการทำกิจกรรมแต่ละหัวข้อ - การทำกิจกรรมกลุ่มอาจใช้เวลาค่อนข้างมากควรกระชับกิจกรรม	- เพิ่มขึ้นตอนกิจกรรมการสรุปประเด็นหลังจากทำกิจกรรมแต่ละหัวข้อ - ปรับแก้ไขขั้นกิจกรรม
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุด	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความ	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วน

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	กิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน					เข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	ตรวจสอบความเข้าใจให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 8 องค์ประกอบของวงกลม	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67	- ควรเพิ่มหัวตารางในชุดกิจกรรม - ตรวจสอบความถูกต้องของคำ	- เพิ่มหัวตารางในทุกชุดกิจกรรม - แก้ไขคำผิด
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องตามหนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขให้สอดคล้องกับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 9 เซกเมนต์ของวงกลม	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญา	1	0	1	0.67		

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม						
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- กิจกรรมค่อนข้างง่าย บทบาทครูผู้สอนค่อนข้างน้อย	- ปรับขั้นตอนการทำกิจกรรม
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 10 ทฤษฎีบทออร์ดีและส่วนโค้งของวงกลม	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67		
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความ ความยากง่าย เหมาะสมกับผู้เรียน ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบ ความถูกต้องตาม หนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขให้สอดคล้อง กับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์ แบบฝึกหัดท้ายชุด กิจกรรม แบบ ประเมินความสุขจาก ชุดกิจกรรม มีความ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุข ในส่วนตรวจสอบความ เข้าใจ ควรให้เขียน บรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมิน ความสุขในส่วน ตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียน บรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 11 ทฤษฎีบทคอรีดและจุดศูนย์กลางของวงกลม	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มี การบูรณาการทฤษฎี ภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง อย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67		
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความ ความยากง่าย เหมาะสมกับผู้เรียน ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบ ความถูกต้องตาม หนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขให้สอดคล้อง กับหนังสือเรียน สสวท.

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	4. สื่อ-อุปกรณ์ แบบฝึกหัดท้ายชุด กิจกรรม แบบ ประเมินความสุขจาก ชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับ เนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุข ในส่วนตรวจสอบความ เข้าใจ ควรให้เขียน บรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมิน ความสุขในส่วน ตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียน บรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 12 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับคอร์ตียาวเท่ากัน	1.ชุดกิจกรรมการ จัดการเรียนรู้มี การบูรณาการทฤษฎี ภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง อย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67		
	2. ชุดกิจกรรมการ จัดการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การ เรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมี ความยากง่าย เหมาะสมกับผู้เรียน ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบ ความถูกต้องตาม หนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขให้สอดคล้อง กับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์ แบบฝึกหัดท้ายชุด กิจกรรม แบบ ประเมินความสุขจาก ชุดกิจกรรม มีความ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุข ในส่วนตรวจสอบความ เข้าใจ ควรให้เขียน บรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมิน ความสุขในส่วน ตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียน บรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 13 เส้นตั้งฉาก	1.ชุดกิจกรรมการ จัดการเรียนรู้มี การบูรณาการทฤษฎี ภาระทางปัญญา	1	0	1	0.67		

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม						
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องตามหนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขสอดคล้องกับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์แบบฝึกหัดท้ายชุดกิจกรรม แบบประเมินความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ควรให้เขียนบรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมินความสุขในส่วนตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียนบรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 14 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี	1.ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการทฤษฎีภาระทางปัญญาร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่งอย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67		
	2. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบความถูกต้องตามหนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขสอดคล้องกับหนังสือเรียน สสวท.

ชุดกิจกรรม	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณาจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ				ข้อเสนอแนะ	การปรับแก้ไข
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC		
	4. สื่อ-อุปกรณ์ แบบฝึกหัดท้ายชุด กิจกรรม แบบประเมิน ความสุขจากชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมกับ เนื้อหาที่เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุข ในส่วนตรวจสอบความ เข้าใจ ควรให้เขียน บรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมิน ความสุขในส่วน ตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียน บรรยายแบบสั้น
ชุดกิจกรรมที่ 15 ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและ corde ของวงกลม	1.ชุดกิจกรรมการ จัดการเรียนรู้มี การบูรณาการทฤษฎี ภาระทางปัญญา ร่วมกับนาโนเลิร์นนิ่ง อย่างเหมาะสม	1	0	1	0.67		
	2. ชุดกิจกรรมการ จัดการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การ เรียนรู้	1	0	1	0.67		
	3. เนื้อหากิจกรรมมี ความยากง่าย เหมาะสมกับผู้เรียน ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	1	-1	1	0.33	- เนื้อหาควรตรวจสอบ ความถูกต้องตาม หนังสือเรียน สสวท.	- ปรับแก้ไขสอดคล้อง กับหนังสือเรียน สสวท.
	4. สื่อ-อุปกรณ์ แบบฝึกหัดท้ายชุด กิจกรรม แบบ ประเมินความสุขจาก ชุดกิจกรรม มีความ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ เรียน	1	-1	1	0.33	- แบบประเมินความสุข ในส่วนตรวจสอบความ เข้าใจ ควรให้เขียน บรรยายแบบสั้น	- แก้ไขแบบประเมิน ความสุขในส่วน ตรวจสอบความเข้าใจ ให้เป็นการเขียน บรรยายแบบสั้น



ภาคผนวก ฉ
บันทึกหลังการทำกิจกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บันทึกหลังการทำกิจกรรม	
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 1	- ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มอย่างพร้อมเพรียง มีคตตาม - ผู้เรียนรับใบความรู้ในการทำกิจกรรม - สามารถทำทမ်းฝึกฟิตท้ายชุดกิจกรรมได้ครบทุกข้อ
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 2	- ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบต่อจากชุดก่อน - ผู้เรียนทำกิจกรรมอย่างตั้งใจและสนุกสนาน - ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 3	- ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบต่อจากชุดก่อน - ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า - ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 4	- ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบต่อจากชุดก่อน - ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า - ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 5	- ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบต่อจากชุดก่อน - ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า - ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า

บันทึกหลังการทำกิจกรรม	
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 12	- ผู้เรียนมีสิ่งจูงใจในการฟังสื่อ - ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ - ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 13	- ผู้เรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง... - ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 14	- ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ - ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ
บันทึกหลังการทำกิจกรรม ชุดที่ 15	- ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ - ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างความรู้สึกของผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผมรู้สึก ว่า คุณครู สอน ได้ เข้าใจ มากๆ
ทำให้ผมเข้าใจ ว่า และ สอน กับ กิจกรรม ต่างๆ
คุณครูทำให้ผมเปลี่ยนแนวคิดว่าเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์
และเข้าใจ มากขึ้น

ผมรู้สึกประทับใจ การเรียนการสอนของคุณครูมากๆ เป็นครั้งแรกที่สอน
วิชาคณิตศาสตร์ที่ไม่เครียด และรู้สึกผ่อนคลาย มีความสุขไปกับการเรียน
เรื่อง วงกลม ทั้งวิธีการสอน และ การทำโจทย์ รู้สึกสนุกไปกับการเรียน
คณิตศาสตร์ทำให้นผมอยากเรียน คณิตศาสตร์มากขึ้น

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวนนทนา สาลี

วุฒิการศึกษา

9 กุมภาพันธ์ 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
การศึกษบัณฑิต (กศ.บ.) (เกียรตินิยมอันดับ 1)
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิิทยาการพัฒนานวัตกรรม
ทางการศึกษากลุ่มเชี่ยวชาญเฉพาะจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว
ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY