



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ผลการสอบ O-NET เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Analysis of O-NET Results to Develop a Massive Online Open Course for Corrections of Misconceptions and Mathematical Errors of Junior High-school Students

โดย

รองศาสตราจารย์ฉวีวรรณ แก้วไทรฮะ

ดร.บุญทอง บุญทวี

อาจารย์ลือชัย ทิพรังศรี

ดร.กนกรัตน์ คุณะสารพันธ์

อาจารย์พงศ์ระพี แก้วไทรฮะ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ  
(องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ผลการสอบ O-NET เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Analysis of O-NET Results to Develop a Massive Online Open Course for Corrections of Misconceptions and Mathematical Errors of Junior High-school Students

โดย

รองศาสตราจารย์ฉวีวรรณ แก้วไพเราะ

ดร.บุญทอง บุญทวี

อาจารย์ลือชัย ทิพรังศรี

ดร.กนกรัตน์ คุณะสารพันธ์

อาจารย์พงศ์ระพี แก้วไพเราะ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ  
(องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

## คำนำ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นรายงานของการทำวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ผลการสอบ O-NET เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแกैไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ผู้วิจัยและคณะได้จัดทำรายงานประกอบด้วย บทสรุปสำหรับผู้บริหาร บทที่ 1 บทนำ บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย บทที่ 4 ผลการวิจัย และบทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

อนึ่ง การทดลองใช้บทเรียนแบบเปิดเพื่อมหาชน หรือ Massive Open Online Course (MOOC) ได้รับความร่วมมือให้เผยแพร่บทเรียนบนแพลตฟอร์มของโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทยเพื่อการจัดการเรียนการสอนในระบบเปิด (ThaiMOOC) ซึ่งเป็นโครงการของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ร่วมกับสำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บทเรียนนี้ผู้วิจัยและคณะได้ใช้ชื่อบทเรียนว่า ‘คณิตพิชิต O-NET’ บทเรียนนี้ได้รับอนุญาตให้เปิดสอนตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2563 ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเรียนบทเรียนนี้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนและสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยและคณะขอขอบคุณสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) โครงการพัฒนามหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทยเพื่อการจัดการเรียนการสอนในระบบเปิด (Thai-MOOC) และวิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยและคณะหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับนี้ได้แสดงความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ หากมีข้อเสนอแนะประการใด โปรดแจ้งให้ผู้วิจัยและคณะทราบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยและคณะขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ฉวีวรรณ แก้วไพเราะ

ดร.บุญทอง บุญทวี

อาจารย์ลือชัย ทิพรังศรี

ดร.กนกรัตน์ คุณะสารพันธ์

อาจารย์พงษ์ระพี แก้วไพเราะ

# สารบัญ

|                                                                                 | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|
| คำนำ                                                                            | ก    |
| สารบัญ                                                                          | ข    |
| สารบัญตาราง                                                                     | ง    |
| สารบัญภาพ                                                                       | จ    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                                                 | ฉ    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                                              | ช    |
| บทสรุปสำหรับผู้บริหาร                                                           | ซ    |
| กิตติกรรมประกาศ                                                                 | ณ    |
| บทที่ 1 บทนำ                                                                    | 1    |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา                                                  | 1    |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย                                                         | 2    |
| ขอบเขตของการวิจัย                                                               | 2    |
| วิธีดำเนินการวิจัย                                                              | 2    |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                                                       | 2    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ                                                                 | 3    |
| บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม                                                        | 4    |
| การประเมินผลการสอบ O-NET                                                        | 4    |
| การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์                                       | 11   |
| การนำผลการทดสอบระดับชาติไปพัฒนาการเรียนการสอน                                   | 14   |
| การวิเคราะห์หม็อตศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการสอบ O-NET                               | 16   |
| การสร้างบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนในการพัฒนาการเรียนการสอน                 | 18   |
| งานวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง                                                | 34   |
| กรอบการวิจัย                                                                    | 37   |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                                                      | 38   |
| ประเภทการวิจัย                                                                  | 38   |
| ขอบเขตการวิจัย                                                                  | 38   |
| เครื่องมือการวิจัย                                                              | 38   |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล                                                             | 42   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล                                                              | 42   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย                                                              | 44   |
| ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3            | 47   |
| ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพบทเรียน                                                | 49   |
| ตอนที่ 3 ผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาขึ้น                    | 52   |
| ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน | 60   |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ                             | 60 |
| สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล                                      | 64 |
| ข้อเสนอแนะ                                                      | 64 |
| ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป                       | 64 |
| บรรณานุกรม                                                      | 66 |
| ภาคผนวก                                                         | 68 |
| ภาคผนวก ก การวิเคราะห์หมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์   | 69 |
| ภาคผนวก ข องค์ประกอบของโครงสร้างบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน | 86 |
| ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย                                       | 88 |
| ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา    | 95 |
| ภาคผนวก จ กิจกรรมการพัฒนบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน         | 96 |

## สารบัญตาราง

|                                                                                                                                                                               | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบคุณภาพผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3                                                                                 | 6    |
| ตารางที่ 2.2 จำนวนข้อสอบ O-NET จำแนกตามรูปแบบของข้อสอบ ประจำปีการศึกษา 2560 และ 2561                                                                                          | 7    |
| ตารางที่ 2.3 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2560 (N = 643,742)                                                                                     | 9    |
| ตารางที่ 2.4 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศเรียงจากน้อยไปมาก ปีการศึกษา 2561                                                                                  | 10   |
| ตารางที่ 2.5 บทบาทและเป้าหมายของการวัดผลและประเมินผล                                                                                                                          | 12   |
| ตารางที่ 2.6 ลักษณะโดยรวมของการวัดผล 3 แบบ (ของ การเรียนรู้ เพื่อ การเรียนรู้ และขณะ เรียนรู้)                                                                                | 12   |
| ตารางที่ 2.7 ผลการสอบ O-NET รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างปีการศึกษา 2557 – 2561                                                                        | 14   |
| ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์                                                                                                        | 15   |
| ตารางที่ 2.9 มาตรฐานการเรียนการสอน MOOC                                                                                                                                       | 19   |
| ตารางที่ 2.10 กิจกรรมการเรียนการสอนในระบบ MOOC จำแนกตามกลุ่มสาขาวิชาที่เรียน ThaiMOOC                                                                                         | 35   |
| ตารางที่ 2.11 วิธีประเมินประสิทธิผล                                                                                                                                           | 36   |
| ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์สาระ ประเด็นความคลาดเคลื่อน และ หัวข้อเรื่องในบทเรียนออนไลน์                                                                                         | 39   |
| ตารางที่ 4.1 ผลการสอบแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์                                                                                                | 44   |
| ตารางที่ 4.2 ผลการสอบแยกตามสาระของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์                                                                                                              | 45   |
| ตารางที่ 4.3 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศเรียงจากน้อยไปมาก ปีการศึกษา 2560                                                                                  | 46   |
| ตารางที่ 4.4 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศเรียงจากน้อยไปมาก ปีการศึกษา 2561                                                                                  | 47   |
| ตารางที่ 4.5 จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าระดับความคิดเห็นที่เกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนออนไลน์แบบเปิด<br>เพื่อมหาชนที่ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน   | 50   |
| ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของคุณภาพแบบทดสอบ E-Testing                                                                                                              | 51   |
| ตารางที่ 4.7 จำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนในแต่ละบทเรียน คะแนนก่อนเรียน และคะแนนหลังเรียน                                                                                         | 52   |
| ตารางที่ 4.8 ดัชนีประสิทธิผลที่แสดงประสิทธิภาพของบทเรียน                                                                                                                      | 54   |
| ตารางที่ 4.9 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด<br>ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน | 55   |
| ตารางที่ 4.10 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์                                                                                  | 55   |
| ตารางที่ 4.11 ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน                                                                                 | 58   |

## สารบัญภาพ

|                                                                                       | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนออนไลน์และผลลัพธ์                                    | 41   |
| ภาพที่ 4.1 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2560 | 48   |
| ภาพที่ 4.2 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2561 | 49   |

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ (1) เพื่อวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 (2) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET (3) เพื่อประเมินผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน และ (4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ดำเนินการทดลองแบบแผนการวิจัย One-Group Pretest-Posttest Design โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET ซึ่งแบ่งบทเรียนเป็น 4 สารการเรียนรู้สำหรับแก้ไขหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สารที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มี 10 บทเรียน สารที่ 2 พีชคณิต มี 6 บทเรียน สารที่ 3 การวัดและเรขาคณิต มี 4 บทเรียน และสารที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มี 2 บทเรียน ทุกบทเรียนจะมีข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งการแนะนำความคิดแก้โจทย์ปัญหาในข้อสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 (25 ข้อ) และ ปีการศึกษา 2561 (25 ข้อ) บทเรียนทั้งหมดเปิดให้เรียนบนแพลตฟอร์มของโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทยเพื่อการจัดการเรียนการสอนในระบบเปิด ThaiMOOC ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ และกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่เข้าเรียนบทเรียนนี้ตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2563 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศที่เข้าสอบในปีการศึกษา 2560 จำนวน 643,742 คน และปีการศึกษา 2561 จำนวน 645,575 คน มีหมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดในการทำข้อสอบมากกว่า 50% ทุกสาระการเรียนรู้ เพราะมีคะแนนต่ำกว่า 50% ทุกสาระ ซึ่งหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดกระจายตามสาระการเรียนรู้จากมากไปหาน้อยแตกต่างกัน คือ ปีการศึกษา 2560 ได้แก่ สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประมาณ 77.84% สาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ประมาณ 73.95% สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ ประมาณ 71.41% และ สาระการเรียนรู้พีชคณิต ประมาณ 69.44% ปีการศึกษา 2561 ได้แก่ สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ ประมาณ 78.34% สาระการเรียนรู้พีชคณิต ประมาณ 68.51% สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประมาณ 66.14% และสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ประมาณ 65.83% และพบว่าสาระการเรียนรู้ปีการศึกษา 2561 ที่คะแนนเฉลี่ยผลการสอบสูงกว่า ปีการศึกษา 2560 คือ การวัดและเรขาคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ยผลการสอบต่ำกว่า ปีการศึกษา 2560 คือ จำนวนและการดำเนินการ และสาระการเรียนรู้พีชคณิต หลังจากนักเรียนได้ใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนแล้วผลการวิจัยเกี่ยวกับการแก้ไขหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดพบว่า มีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่แก้ไขหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 63.64 (บทเรียนเรื่องสถิติ) ถึงร้อยละ 96.00 (บทเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร) และการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนมีผลต่อการพัฒนานักเรียนที่มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8807 แสดงว่าสามารถพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนบทเรียนนี้ ร้อยละ 88.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับที่ต้องสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.50 และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการคำนวณค่า  $t$  ที่นัยสำคัญ .05 และ  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 ทุกบทเรียน แต่ค่า  $df$  แตกต่างกันตามจำนวนผู้เข้าเรียนที่ไม่เท่ากัน บทเรียนที่เข้าเรียนมากที่สุด คือ การบวก การลบจำนวนเต็ม  $t(197) = 8.739$  บทเรียนที่เข้าเรียนน้อยที่สุด คือ การแปลงทางเรขาคณิต  $t(67) = 9.247$  สำหรับผลการวิจัยด้านความพึงพอใจ พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถาม 180 คน มีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่อง ภาพคมชัด/กราฟฟิคมี่ขนาด สีสเหมาะสม 48.89% เนื้อหามีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง 47.22% และ เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน 47.22% มีความพึงพอใจมากในเรื่อง ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม 45.00% รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม

ชัดเจน 44.44% นอกจากนั้นผู้เข้าเรียนมีความประสงค์ที่จะให้พัฒนาบทเรียนแบบเปิดอย่างต่อเนื่องและกำหนดช่วงเวลาของการเข้าถึงบทเรียนออนไลน์ให้มากขึ้น

**คำสำคัญ:** มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน ดัชนีประสิทธิผล

## Abstract

This study aimed to (1) analyze misconceptions and mathematical errors of junior high-school students from the O-NET test results in the academic year 2017 and academic year 2018, (2) create and develop a massive open online course for correcting misconceptions and mathematical errors at the junior high-school level which were developed based on the results of the O-NET test analysis, (3) assess the effect of using massive open online course, and (4) assess student satisfaction with learning from a massive open online course. The research design was a quasi-experiment conducting use of the one-group pretest-posttest. The instrument used in the experiment was a massive open online course developed based on the analysis of the past O-NET test results. Contents were divided into 4 learning strands at junior high-school level. Strand 1 contained 10 lessons in the numbers and operations topic. Strand 2 contained 6 lessons in the algebra topic. Strand 3 contained 4 lessons in the measurement and geometry topic. Strand 4 contained 2 lessons in the data analysis and probability topic. Every lesson has pretest and posttest including suggestions for problem-solving in the O-NET tests academic year 2017 (25 items) and academic year 2018 (25 items). The online course was published on the ThaiMOOC platform. The population of this research is all junior high-school students in the country, and the sample group is students who participated during 15 December 2019 and 18 January 2020. The results show that 643,742 students in the academic year 2017 and 645,575 students in the academic year 2018 nationwide had misconceptions and errors in taking the tests more than 50% of the students in all strands with low scores less than 50% distributed according to the learning content from high to low misconceptions and errors as follows: Strand— 'Data analysis and probability' of approximately 77.84%, Strand— 'Measurement and geometry' of approximately 73.95%, Strand—'Number and operations' of approximately 71.41% and Strand—'Algebra' of approximately 69.44%. After the students learned the massive open online course, the results of correcting students' misconceptions and errors show that the percentage of students who correct misconceptions and errors starting from 63.64% (Lesson on Statistics) up to 96.00 % (Lesson on Two-Variable Linear Equation Problems) and using the massive open online course impacts on students' development with the effectiveness index of 0.8807, indicating that the massive open online course was able to develop students to be successful in learning this lesson 88.07 percent which is higher than the criterion for acceptance which must be higher than or equal to 0.50. The comparison of the differences in the average scores before and after studying showed the t-test values with the significant .05 and p is equal to .000 in every lesson. But the df value differs according to the number of unequal participants learned the lessons. The most lesson learned was the addition and subtraction of integer with  $t(197) = 8.739$  and the least lesson learned was geometric transformation with  $t(67) = 9.247$ . For the research of objective 3, it was found that 180 respondents were most satisfied with 'Clear images/graphics with appropriate color and size' 48.89%, 'The content is modern catch up to the change' 47.22%, 'The sound used in the media is clear' 47.22%, 'Very satisfied with the order of the lesson is easy to understand and engaging to follow up' 45.00%, and 'The format of activities/tests is clear and suitable' 44.44%. Also, learners wish to continually develop massive open online courses and provide more accessible.

**Keywords:** mathematical misconceptions, massive open online course, effectiveness index

## บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ผลการสอบ O-NET เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 เป็นการวิจัยเพื่อนำผลสอบโอเน็ตประจำปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 ไปใช้ในการพัฒนานักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ ดังนี้

- 1) เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561
- 2) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET
- 3) เพื่อประเมินผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน
- 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียน

**บทสรุปงานวิจัย** ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

### ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้ได้นำข้อมูลของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่เกี่ยวกับร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94 ทั่วประเทศปีการศึกษา 2560 (N = 643,742 คน) และ ปีการศึกษา 2561 (N = 645,575 คน) พบว่าข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดในแต่ละปีดังนี้

#### ปีการศึกษา 2560

สาระที่มีปัญหาจากมากไปหาน้อยโดยร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่า 50% มีดังนี้ สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประมาณ 77.84% สาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ประมาณ 73.95% สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ ประมาณ 71.41% และสาระการเรียนรู้พีชคณิต ประมาณ 69.44%

#### ปีการศึกษา 2561

สาระที่มีปัญหาจากมากไปหาน้อยโดยร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่า 50% มีดังนี้ สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ ประมาณ 78.34% สาระการเรียนรู้พีชคณิต ประมาณ 68.51% สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประมาณ 66.14% และสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ประมาณ 65.83%

### ส่วนที่ 2 ผลการใช้ของบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยและทีมวิจัยได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET ประจำปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 รวมทั้งการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดของนักเรียนในประเด็นต่าง ๆ ใน 4 สาระ ได้แก่ (1) จำนวนและการดำเนินการ (2) พีชคณิต (3) การวัดและรูปเรขาคณิต และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

การหาผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนมี 2 ประเด็น ดังนี้ ประเด็นที่ 1 พบว่าจำนวนร้อยละของนักเรียนที่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ได้มีตั้งแต่ร้อยละ 63.64 (บทเรียนเรื่องสถิติ)

ถึงร้อยละ 96.00 (บทเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร) และประเด็นที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนใช้สูตรของ Issel (2004)

$$E.I. = \frac{Posttest - Pretest}{Target - Pretest}$$

ได้ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8807 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสามารถพัฒนานักเรียนให้มีโน้ตที่ถูกต้องร้อยละ 88.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับที่ต้องสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ของ เผล็จ กิจการ (2545)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้คำนวณหาความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 22 ข้อ โดยใช้การทดสอบ t-test พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้ไขข้อผิดพลาดและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ที่อ้างอิงจากผลการสอบ O-NET ประจำปีการศึกษา 2560 และ 2561 พบว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการคำนวณค่า t ที่นัยสำคัญ .05 และ p มีค่าเท่ากับ .000 ทุกบทเรียน แต่ค่า df ต่างกันตามจำนวนผู้เข้าเรียนที่ไม่เท่ากัน บทเรียนที่เข้าเรียนมากที่สุด คือ การบวก การลบจำนวนเต็ม  $t(197) = 8.739$  บทเรียนที่เข้าเรียนน้อยที่สุด คือ การแปลงทางเรขาคณิต  $t(67) = 9.247$

### ส่วนที่ 3 บทสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียน

เนื่องจากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ใช้แพลตฟอร์มของ ThaiMOOC ดังนั้น ผู้รับผิดชอบโครงการ ThaiMOOC ได้ใช้ข้อคำถามที่ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 7 รายการ ซึ่งมีผลประเมินดังนี้

- (1) เนื้อหามีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง
- (2) ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม
- (3) รูปแบบการนำเสนอสวยงาม เข้าใจง่าย
- (4) ตัวอย่าง/กรณีศึกษาเพียงพอ ชัดเจน
- (5) รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม ชัดเจน
- (6) ภาพคมชัด/กราฟิกมีขนาด สีสันเหมาะสม
- (7) เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน

ผลการประเมินพบว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด 3 รายการแรก ได้แก่ ภาพคมชัด/กราฟิกมีขนาด สีสันเหมาะสม 48.89% เนื้อหาที่มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง 47.22% และ เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน 47.22% ระดับความพึงพอใจ 3 รายการแรก ได้แก่ ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม 45.00% รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม ชัดเจน 44.44%

### ตอนที่ 2 ความพึงพอใจ

สำหรับความพึงพอใจโดยรวม พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมต่อบทเรียนออนไลน์แบบเปิด ในระดับความพึงพอใจ 45.56% ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 39.44% และระดับความพึงพอใจปานกลาง 15.00%

นอกจากนั้นผู้เข้าเรียนมีความประสงค์ที่จะให้พัฒนาบทเรียนแบบเปิดอย่างต่อเนื่องและกำหนดช่วงเวลาของการเข้าถึงบทเรียนออนไลน์ให้มากขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะของการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน

#### ส่วนที่ 1 สำหรับผู้รับผิดชอบในการวัดผลประเมินผลระดับเขตการศึกษาและระดับประเทศ

การออกข้อสอบแต่ละข้อควรระบุระดับของความคิดที่นักเรียนต้องใช้ โดยพัฒนาจาก Bloom's Taxonomy และกรอบของการออกข้อสอบ PISA

## **ส่วนที่ 2 สำหรับสถานศึกษา**

ควรนำผลสอบไปพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างมนต์เสน่ห์ที่ถูกต้องและพัฒนาทักษะการคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

## **ส่วนที่ 3 สำหรับผู้สนใจทำวิจัยครั้งต่อไป**

การทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยสามารถสร้างบทเรียนออนไลน์หรือสื่อผสมผสานควบคู่กับการเรียนตามปกติ และพัฒนาเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่สามารถพัฒนาผู้เรียนในช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2562 ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้วิจัยร่วมจากวิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่จัดทำบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนในการแก้ปัญหาโน้ตบุ๊กที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยอิงจากผลการวิเคราะห์ผลการสอบของนักเรียนในปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 ซึ่งสร้างสรรค์บทเรียนตามความชำนาญและประสบการณ์ของแต่ละคน ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความรู้และการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ขอขอบคุณอาจารย์อนิรุทธิ์ พุ่มอ่อน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคมที่กรุณาจัดทำบทเรียนเกี่ยวกับการเฉลยข้อสอบพร้อมเสนอแนะแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาที่สร้างความเข้าใจที่ดีให้แก่แก่นักเรียน

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินคุณภาพของบทเรียน เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพื่อนำไปทดลองใช้ และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาบทเรียนที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทยเพื่อการจัดการเรียนการสอนในระบบเปิด (Thai-MOOC) ซึ่งเป็นโครงการของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ร่วมกับสำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้แพลตฟอร์ม ThaiMOOC ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีทางเลือกในการเรียนรู้ได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรทอง ไกรรี คณบดีวิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการผลิตบทเรียนครั้งนี้

รองศาสตราจารย์ฉวีวรรณ แก้วไพโรษะ

หัวหน้าโครงการวิจัย

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานวิจัยของธนาคารโลก (The World Bank) เรื่อง Using the Results of a National Assessment of Educational Achievement (Kellaghan, T., Greaney, V. & Murry, T.S., 2009) ได้กล่าวถึงการนำผลการทดสอบระดับชาติไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น สนับสนุนการปรับหลักสูตร (Supporting curriculum revision) การเตรียมสื่อให้แก่โรงเรียน (Providing resources to schools) การปรับปรุงหนังสือเรียน (Revising textbooks) เป็นต้น สำหรับประเทศไทย กระทรวงศึกษาธิการได้นำผลการสอบระดับชาติไปเป็นแนวทางในการปรับหลักสูตรและประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แล้ว นอกจากนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำหนังสือเรื่อง ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดคุณภาพผู้เรียนสำหรับนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นกรอบแนวคิดให้กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์นำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีมีโนทัศน์และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกรอบของคุณภาพผู้เรียนและสาระการเรียนรู้ที่กำหนดให้ได้

การบริหารระบบการทดสอบระดับชาติของประเทศไทยได้ดำเนินการโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ เรียกชื่อย่อว่า ‘สทศ.’ การทดสอบระดับชาติสำหรับประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ดำเนินการทุกสิ้นปีการศึกษา ซึ่งเรียกการทดสอบระดับชาตินี้ว่า O-NET (Ordinary National Education Test) สทศ.ได้จัดทำรายงานผลการสอบ O-NET เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนในระดับต่าง ๆ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559) ได้แก่ (1) ระดับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนใช้ประเมินตนเองรวมทั้งเปรียบเทียบความสามารถของตนเองกับผู้อื่น และปรับปรุงการเรียนรู้ให้มีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น (2) ระดับผู้สอน เพื่อให้ผู้สอนนำผลคะแนนไปพิจารณาค่าสถิติของโรงเรียน แยกตามสาระการเรียนรู้ รวมทั้งการรายงานที่ระบุค่าสถิติพื้นฐานและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตอบถูกในแต่ละข้อ (3) ระดับผู้บริหารสถานศึกษา เพื่อพิจารณาผลการสอบในภาพรวมของรายวิชาจากคะแนนเฉลี่ย เปรียบเทียบคุณภาพของโรงเรียนกับสถานศึกษาอื่น และปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนของโรงเรียนให้สูงขึ้น (4) ระดับเขตพื้นที่การศึกษา เพื่อให้เห็นการศึกษาที่รับผิดชอบในเขตพื้นที่การศึกษาส่งเสริม สนับสนุนสถานศึกษาในสังกัด (5) ระดับต้นสังกัด เพื่อให้ต้นสังกัดนำผลการสอบไปวิเคราะห์และพัฒนาโรงเรียนให้มีความชำนาญในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยการนิเทศ กำกับติดตามและจัดระบบช่วยเหลือ หากโรงเรียนมีผลคะแนนต่ำกว่ามาตรฐาน และ (6) ระดับประเทศ เพื่อให้ผู้บริหารที่เกี่ยวข้องได้นำผลไปพัฒนาทุกระดับเพื่อให้มีประโยชน์ต่อนักเรียน ครูอาจารย์ ผู้บริหารสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และต้นสังกัด

จากการพิจารณาผลการสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ (รหัส 94) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 ถึง 2561 ในเบื้องต้นพบว่าผู้เข้าสอบที่มีจำนวนมากกว่า 600,000 คนในแต่ละปี มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 26.30 ถึง 32.40 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1 ใน 3 ของคะแนนเต็ม 100 คะแนน สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาส่วนหนึ่งที่อาจเกิดจากการที่นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมีข้อผิดพลาดในกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อโดยอาศัยข้อมูลทางสถิติ เพื่อช่วยในการพิจารณาหาข้อบกพร่องของนักเรียนที่ตอบผิด และนำไปพัฒนาเครื่องมือเพื่อช่วยแก้ไขมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

โครงการวิจัยครั้งนี้จะนำผลการสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ถึง ปีการศึกษา 2561 มาวิเคราะห์มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) หรือข้อผิดพลาด (Errors) ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

(Mathematical Learning) และนำไปพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561
- 2) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET
- 3) เพื่อประเมินผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน
- 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

### ขอบเขตของการวิจัย

**ประชากร** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2562

**กลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สมัครเข้าเรียนในบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) ที่สร้างขึ้นและเผยแพร่แบบสาธารณะ

**เนื้อหาของบทเรียน** ได้แก่ เนื้อหาที่อ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561

**ตัวแปรของการวิจัย** ประกอบด้วยตัวแปรดังนี้

ตัวแปรต้น คือ บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาจากการวิเคราะห์ผลการสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561

ตัวแปรตาม คือ (1) ผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน ประกอบด้วย ร้อยละของนักเรียนที่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ที่มีคะแนนการสอบหลังเรียนตั้งแต่ 50% ขึ้นไป และประสิทธิผลของการใช้บทเรียน

(2) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ดำเนินการทดลองแบบแผนการวิจัย One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ทดลอง คือ บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) โดยอ้างอิงจากผลวิเคราะห์การสอบ O-NET รายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 หลังจากพัฒนาบทเรียนเสร็จแล้วตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้บนแพลตฟอร์มของ ThaiMOOC และรวบรวมข้อมูลเพื่อหาผลการใช้บทเรียน ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 โดยการหาร้อยละของนักเรียนที่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากผลการสอบหลังเรียนที่มีคะแนนสูงกว่า 50% และค่าดัชนีประสิทธิผลที่สูงกว่าเกณฑ์การยอมรับ 0.50 รวมทั้งประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ต้นแบบบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) ที่สามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาได้
- 2) นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยกลวิธีที่ใช้เทคโนโลยี นอกเหนือจากการเรียนในชั้นเรียนปกติ
- 3) นำไปใช้ร่วมกับกลยุทธ์ในการสอนอื่น ๆ เช่น ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1) **ข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง (1) การขาดความรอบคอบในขณะที่แก้ปัญหา อาจเนื่องมาจากการอ่านโจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนและมีความต้องการที่จะแก้ปัญหาให้เสร็จโดยเร็ว เช่น คัดลอกโจทย์ปัญหาผิดตั้งแต่เริ่มต้น โดยเขียนตัวเลขสลับกัน หรือเขียนตัวเลขไม่ชัดเจน (2) การผิดพลาดในการคิดคำนวณ อาจเนื่องมาจากขั้นตอนในการบวก การลบ การคูณ หรือการหารที่ไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะโจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ถ้านักเรียนคำนวณผิดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง จะส่งผลต่อผลลัพธ์สุดท้ายที่ไม่ถูกต้อง และ (3) การมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน อาจเนื่องมาจากการเข้าใจผิดในระหว่างการเรียน ซึ่งนักเรียนใช้การเรียนแบบท่องจำ ไม่ได้เรียนรู้อย่างมีเหตุผล

2) **มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การเข้าใจคลาดเคลื่อนในเนื้อหาสาระและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนมีข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3) **การคิดเชิงเหตุผลในการเรียนรู้คณิตศาสตร์** หมายถึง ทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

4) **การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้นักเรียนเกี่ยวกับ เนื้อหาสาระและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนรวมหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่สูงกว่า 50% ของแต่ละบทเรียน

5) **ประสิทธิผลของบทเรียน** หมายถึง ผลของความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการใช้บทเรียนที่พิจารณาจาก *ค่าดัชนีประสิทธิผล* ซึ่งคำนวณจาก อัตราส่วนระหว่างผลต่างของคะแนนสอบหลังเรียนและคะแนนสอบก่อนเรียน ต่อ ผลต่างของคะแนนเต็มและคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนที่เข้าเรียนบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน ซึ่งกำหนดเกณฑ์ยอมรับที่เท่ากับหรือสูงกว่า 0.50

## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยหรือรายงานผลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลการสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติในวิชาคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งทฤษฎีและหลักการพัฒนาระบบการเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางและพื้นฐานของการวิจัย โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. การประเมินผลการสอบ O-NET
2. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. การนำผลการทดสอบระดับชาติไปพัฒนาการเรียนการสอน
4. การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการสอบ O-NET
5. การสร้างบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนในการพัฒนาการเรียนการสอน
6. งานวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

#### การประเมินผลการสอบ O-NET

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้สร้างข้อสอบเพื่อสะท้อนการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตร โดยดำเนินการพัฒนาระบบการสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพ เช่น (1) ให้ทุกภาคส่วนร่วมพิจารณาตัวชี้วัดที่กำหนดเกี่ยวกับคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาแต่ละช่วงชั้น และทำผังการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) (2) ให้ครูมีส่วนร่วมในการออกข้อสอบ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงในเนื้อหา (Content Validity) (3) ใช้บัตรข้อสอบ (Item Card) ที่ระบุตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในแต่ละสาระที่ออกข้อสอบนั้น ๆ และ (4) วิเคราะห์ข้อสอบแล้วนำไปปรับปรุงการสร้างข้อสอบในปีถัดไป นอกจากนี้ สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้เผยแพร่กรอบการสร้างแบบทดสอบ (จำนวนข้อ/คะแนน จำแนกตามตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ และสาระ) รูปแบบข้อสอบ ตัวอย่างข้อสอบ และตัวอย่างกระดาษคำตอบ ทางเว็บไซต์ สทศ. [www.niets.or.th](http://www.niets.or.th) (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) เมื่อสิ้นสุดการทดสอบแต่ละปีการศึกษา นักเรียน ครูอาจารย์ ผู้บริหารสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และต้นสังกัดจะได้รับรายงานผลการสอบจากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) เพื่อนำไปประเมินตนเองและเปรียบเทียบผลคะแนนกับค่าสถิติต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้และการสอนให้สูงขึ้น

การรายงานการประเมินผลการสอบ O-NET ประกอบด้วยสาระสำคัญ 4 ประเด็น ต่อไปนี้

- ประเด็นที่ 1 คุณภาพผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- ประเด็นที่ 2 กรอบการสร้างแบบทดสอบ
- ประเด็นที่ 3 ผลการทดสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561
- ประเด็นที่ 4 มโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

#### ประเด็นที่ 1 คุณภาพผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้ระบุว่า “คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจาก คณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 8) ดังนั้น การกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางได้

คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และปรับปรุงการจำแนกสาระการเรียนรู้เป็น 3 สาระ ได้แก่ (1) จำนวนและพีชคณิต (2) การวัดและเรขาคณิต และ (3) สถิติและความน่าจะเป็น

สำหรับกรอบการสร้างแบบทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้นำคุณภาพผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไปพิจารณาประกอบการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งคุณภาพผู้เรียนเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) จะนำไปใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบ สำหรับปีการศึกษาต่อไป มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 60-62; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 4-5)

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบคุณภาพผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

| หลักสูตร พ.ศ.2551                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | หลักสูตร พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> <li>- สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้</li> <li>- มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ ฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้</li> </ul> |

| หลักสูตร พ.ศ.2551                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | หลักสูตร พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถนิยามภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ</li> <li>- สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปสถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหา</li> <li>- สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้</li> <li>- เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิตมัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ</li> <li>- เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้</li> <li>- ใช้วิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความข้อมูล ที่เกี่ยวกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม</li> <li>- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง</li> </ul> |

จากตารางที่ 2.1 โครงการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำผลการสอบ O-NET เป็นรายชื่อ ที่สร้างขึ้นตามกรอบของคุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไปวินิจฉัยยืนยันโน้ตคนที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานแนวคิดที่จะพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ได้คุณภาพของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ต่อไป

## ประเด็นที่ 2 กรอบการสร้างแบบทดสอบ

การสอบ O-NET รายวิชาคณิตศาสตร์ (รหัส 94) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้เผยแพร่กรอบการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ รูปแบบข้อสอบ และ คะแนน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 จำนวนข้อสอบ O-NET จำแนกตามรูปแบบของข้อสอบ ประจำปีการศึกษา 2560 และ 2561

| ตัวชี้วัด                      | สาระการเรียนรู้                                                                                                                                    | รูปแบบข้อสอบ<br>(จำนวนข้อ)                                  | คะแนน |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
| สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ |                                                                                                                                                    |                                                             |       |
| ม.1/1                          | - จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม<br>- การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม                                                   | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)                               | 8     |
| ม.1/2                          | - เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม<br>- การเขียนจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ( $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ $n$ เป็นจำนวนเต็ม) |                                                             |       |
| ม.2/4                          | - อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และการนำไปใช้                                                                                                           |                                                             |       |
| ม.1/1                          | - การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม<br>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน                                                                             | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)<br><br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 12    |
| ม.1/2                          | - การบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนและทศนิยม<br>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม                                                          |                                                             |       |
| ม.1/4                          | - การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม                                                                            |                                                             |       |
| ม.2/1                          | - การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้                                                                               |                                                             |       |
| ม.1/1                          | - ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับและการนำไปใช้<br>- การนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้                                                     | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)                               | 4     |
| สาระที่ 2 การวัด               |                                                                                                                                                    |                                                             |       |
| ม.3/1                          | - พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก                                                                                                                  | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)                               | 4     |
| ม.3/2                          | - ปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม                                                                                                |                                                             |       |
| ม.2/1                          | - การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ในการแก้ปัญหา                                                                                             | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)<br><br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 8     |
| ม.3/1                          | - การใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหา                                                                                 |                                                             |       |
| สาระที่ 3 เรขาคณิต             |                                                                                                                                                    |                                                             |       |
| ม.1/5                          | - ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) และด้านบน (top view) ของรูปเรขาคณิต 3 มิติ                                          | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)                               | 8     |
| ม.1/6                          | - การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้                   |                                                             |       |

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้                                                                                                 | รูปแบบข้อสอบ<br>(จำนวนข้อ)                              | คะแนน |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| ม.2/1     | - ด้านและมุมคู่อันที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากัน<br>ทุกประการ                                 | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 12    |
|           | - รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบด้าน-มุม-ด้าน มุม-<br>ด้าน-มุม ด้าน-ด้าน-ด้าน และ มุม-มุม-ด้าน      |                                                         |       |
|           | - สมบัติของเส้นขนาน                                                                                             |                                                         |       |
|           | - การใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม<br>และสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา |                                                         |       |
| ม.2/2     | - ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับและการนำไปใช้                                                                        |                                                         |       |
| ม.2/4     | - การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนและการนำไปใช้                                                                  |                                                         |       |
| ม.3/1     | - สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายและการนำไปใช้                                                                      |                                                         |       |

#### สาระที่ 4 พืชคณิต

|       |                                                                          |                                                         |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| ม.1/1 | - ความสัมพันธ์ของแบบรูป                                                  | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)                           | 4  |
| ม.2/1 | - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว                            | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(4 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 20 |
| ม.2/2 | - การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปเรขาคณิตบน<br>ระนาบในระบบพิกัดฉาก |                                                         |    |
| ม.3/1 | - อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการนำไปใช้                                |                                                         |    |
| ม.3/3 | - กราฟของสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปร                                         |                                                         |    |
| ม.3/4 | - กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร<br>- กราฟอื่น ๆ                      |                                                         |    |
| ม.3/5 | - ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และการนำไปใช้                               |                                                         |    |

#### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

|       |                                                                                                                 |                                                         |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----|
| ม.3/2 | - ค่ากลางของข้อมูลและการนำไปใช้                                                                                 | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 12  |
| ม.3/4 | - การวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอ                                                                                |                                                         |     |
| ม.3/1 | - การทดลองสุ่มและเหตุการณ์<br>- ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์<br>- การใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)                           | 8   |
| รวม   |                                                                                                                 | 25 ข้อ                                                  | 100 |

หมายเหตุ 1. การวัดสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีแทรกอยู่ในสาระที่ 1 – 5  
2. สำหรับปีการศึกษา 2561 ได้ระบุกรอบเพิ่มเติม คือ ‘ข้อสอบบางข้อมีการบูรณาการตัวชี้วัด’

จากข้อมูลในตารางที่ 2.2 พบว่าสาระการเรียนรู้มีรูปแบบข้อสอบและจำนวนข้อ 25 ข้อ จำแนกรายสาระดังนี้  
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มีข้อสอบ 6 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ  
สาระที่ 2 การวัด มีข้อสอบ 3 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 2 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

สาระที่ 3 เรขาคณิต มีข้อสอบ 5 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

สาระที่ 4 พืชคณิต มีข้อสอบ 6 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มีข้อสอบ 5 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

### ประเด็นที่ 3 ผลการทดสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้ประกาศผลการสอบเมื่อสิ้นสุดการทดสอบแต่ละปีการศึกษา เพื่อให้นักเรียน ครูอาจารย์ ผู้บริหารสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และต้นสังกัด ได้นำผลการสอบไปประเมินตนเองและเปรียบเทียบผลคะแนนกับค่าสถิติต่าง ๆ ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้และการสอนให้สูงขึ้น

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลการสอบที่จะนำไปเป็นแนวทางการพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน ในการแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงจากผลการสอบที่ร้อยละของนักเรียนตอบถูกเป็นรายชื่อ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2560 (N = 643,742)

| ข้อที่ | ร้อยละ | รูปแบบข้อสอบ | มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง                                      |
|--------|--------|--------------|------------------------------------------------------------|
| 1      | 24.15  | เลือกตอบ     | การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็นเลขยกกำลัง                       |
| 2      | 46.56  | เลือกตอบ     | รากที่สองและรากที่สาม                                      |
| 3      | 25.84  | เลือกตอบ     | อัตราส่วน(ต่อเนื่อง)                                       |
| 4      | 42.22  | เลือกตอบ     | ค.ร.น.เกี่ยวกับเวลา                                        |
| 5      | 40.61  | เลือกตอบ     | สมการจากจำนวนเหรียญ                                        |
| 6      | 22.90  | เลือกตอบ     | อสมการ                                                     |
| 7      | 28.94  | เลือกตอบ     | แบบรูป                                                     |
| 8      | 29.77  | เลือกตอบ     | หาค่าของตัวแปรในสมการเชิงเส้นที่กำหนดพิกัดของจุดผ่าน       |
| 9      | 25.19  | เลือกตอบ     | พิกัดของจุดจากการแปลงทางเรขาคณิต                           |
| 10     | 15.88  | เลือกตอบ     | เรขาคณิต (วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมย่อย)                        |
| 11     | 32.66  | เลือกตอบ     | เรขาคณิต (รูปที่ต้องใช้สำนึกปริภูมิช่วย)                   |
| 12     | 49.08  | เลือกตอบ     | สามเหลี่ยมคล้าย (ถามหาด้านและมุม)                          |
| 13     | 36.78  | เลือกตอบ     | ปริมาตร (ทรงกระบอก)                                        |
| 14     | 35.49  | เลือกตอบ     | สามมิติ (หาการมองด้านต่าง ๆ)                               |
| 15     | 29.87  | เลือกตอบ     | สามมิติและสองมิติ (กำหนดด้านหน้า ด้านข้าง หาจำนวนลูกบาศก์) |
| 16     | 29.93  | เลือกตอบ     | สถิติ (ค่าเฉลี่ย)                                          |
| 17     | 25.35  | เลือกตอบ     | สถิติ (ค่าเฉลี่ยและมัธยฐาน)                                |
| 18     | 11.31  | เลือกตอบ     | ความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญ                               |
| 19     | 9.36   | ระบายคำตอบ   | เรียงลำดับเศษส่วน มีตัวเศษเป็นตัวแปร                       |
| 20     | 15.78  | ระบายคำตอบ   | โจทย์ปัญหาเศษส่วนงานวันเด็ก                                |
| 21     | 1.58   | ระบายคำตอบ   | พื้นที่ผิวของปริซึมฐานสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน                |
| 22     | 36.25  | ระบายคำตอบ   | อัตราส่วน (ซื้อไข่ไก่และไข่เป็ด)                           |

| ข้อที่ | ร้อยละ | รูปแบบข้อสอบ | มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง                              |
|--------|--------|--------------|----------------------------------------------------|
| 23     | 37.22  | ระบายคำตอบ   | สถิติ (แผนภูมิวงกลม)                               |
| 24     | 7.88   | ระบายคำตอบ   | เรขาคณิต (ความคล้ายและพื้นที่)                     |
| 25     | 6.99   | ระบายคำตอบ   | ความน่าจะเป็น (สุ่มหยิบบัตรที่มีจำนวนเป็นจำนวนคี่) |

ตารางที่ 2.4 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2561 (N = 645,575)

| ข้อที่ | ร้อยละ | รูปแบบข้อสอบ | มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง                                      |
|--------|--------|--------------|------------------------------------------------------------|
| 1      | 23.71  | เลือกตอบ     | เลขยกกำลัง สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ การบวกจำนวน                  |
| 2      | 16.44  | เลือกตอบ     | รากที่สอง รากที่สาม                                        |
| 3      | 31.90  | เลือกตอบ     | เศษส่วน เลขยกกำลัง การลบจำนวน                              |
| 4      | 21.37  | เลือกตอบ     | ท.ร.ม. และ ค.ร.น.                                          |
| 5      | 25.89  | เลือกตอบ     | โจทย์ปัญหาอัตราส่วนของ 3 สิ่ง                              |
| 6      | 33.01  | เลือกตอบ     | พื้นที่ผิวบางส่วนของปริซึม 5 เหลี่ยม                       |
| 7      | 24.86  | เลือกตอบ     | พื้นที่และความยาวรอบวงกลมกับสี่เหลี่ยมจัตุรัส              |
| 8      | 34.38  | เลือกตอบ     | การแปลงทางเรขาคณิต                                         |
| 9      | 21.64  | เลือกตอบ     | พิกัดของจุดที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิต                    |
| 10     | 41.66  | เลือกตอบ     | ความเท่ากันทุกประการและความคล้าย                           |
| 11     | 78.67  | เลือกตอบ     | กำหนดภาพสองมิติให้เลือกสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกัน     |
| 12     | 53.04  | เลือกตอบ     | กำหนดสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกันให้เลือกสองมิติ        |
| 13     | 46.83  | เลือกตอบ     | โจทย์ปัญหาสมการหนึ่งตัวแปร                                 |
| 14     | 40.01  | เลือกตอบ     | อสมการและความหมายของค่าเฉลี่ย                              |
| 15     | 32.74  | เลือกตอบ     | แบบรูปจำนวน                                                |
| 16     | 27.46  | เลือกตอบ     | เลือกสมการเส้นตรงที่ขนานกับเส้นตรงที่กำหนด                 |
| 17     | 60.19  | เลือกตอบ     | แผนภูมิแท่ง                                                |
| 18     | 31.31  | เลือกตอบ     | แผนภูมิวงกลมกับร้อยละ                                      |
| 19     | 39.77  | เลือกตอบ     | ความน่าจะเป็น                                              |
| 20     | 28.74  | เลือกตอบ     | ความน่าจะเป็น                                              |
| 21     | 10.67  | ระบายคำตอบ   | โจทย์ปัญหาเศษส่วนและทศนิยม                                 |
| 22     | 12.13  | ระบายคำตอบ   | โจทย์ปัญหาปริมาตรรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (ถังน้ำ)           |
| 23     | 9.31   | ระบายคำตอบ   | สถิติ ฐานนิยม และ มัธยฐาน (หาผลบวกของข้อมูลที่เพิ่มเข้ามา) |
| 24     | 5.41   | ระบายคำตอบ   | โจทย์ปัญหาสมการสองตัวแปร                                   |
| 25     | 8.15   | ระบายคำตอบ   | โจทย์ปัญหาสามเหลี่ยมคล้าย                                  |

ตารางที่ 2.3 และ 2.4 มีจำนวนของข้อสอบที่ระบายคำตอบแตกต่างกัน โดยในปีการศึกษา 2560 มีข้อ 19 ถึง 25 รวมทั้งสิ้น 7 ข้อ ซึ่งกระจายครบทุกสาระ โดยจำนวนข้อสอบที่เกี่ยวข้องกับสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการมากกว่าสาระอื่น ๆ แต่ในปีการศึกษา 2561 มีข้อ 21 ถึง 25 รวมทั้งสิ้น 5 ข้อ ซึ่งกระจายครบทุกสาระเท่า ๆ กัน

ผู้วิจัยนำข้อมูลร้อยละของการตอบถูกไปเรียงลำดับจากน้อยไปมาก เพื่อนำไปวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ต่อไป

#### **ประเด็นที่ 4 มโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 6 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56 – 57) ดังนี้

- **จำนวนและการดำเนินการ** ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- **การวัด** ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- **เรขาคณิต** รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)
- **พีชคณิต** แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต
- **การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น** การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน
- **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์** การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดสร้างสรรค์

**หมายเหตุ** สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้เป็น 4 สาระ ได้แก่ (1) จำนวนและพีชคณิต (2) การวัดและเรขาคณิต (3) สถิติและความน่าจะเป็น และ (4) แคลคูลัส

#### **การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้มีหลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เช่น การวัดผลและประเมินผลที่ใช้แสดงการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน (Student Grade) ในชั้นเรียน การวัดผลและประเมินผลที่เป็นความรับผิดชอบ

ระดับชาติ (National Accountability) การวัดผลและประเมินผลเพื่อติดตามระบบการบริหารของโรงเรียน (School Administration System Monitoring) หรือ การวัดผลและประเมินผลเพื่อพัฒนาการสอนและการเรียน (Improving Teaching and Learning) เป็นต้น

### การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นเรียน

บทบาทและเป้าหมายของครูที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้มีดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 บทบาทและเป้าหมายของการวัดผลและประเมินผล

| บทบาท                                           | เป้าหมาย                                                                                              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ครูมีบทบาทเป็นผู้ติดตาม                      | 1. เพื่อเตรียมข้อมูลย้อนกลับ (feedback) และส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคล                               |
| 2. ครูมีบทบาทเป็นผู้แนะแนว                      | 2. เพื่อรวบรวมข้อมูลสารสนเทศในการวินิจฉัยจุดแข็งและจุดอ่อนที่จะนำไปทำงานร่วมกันในทีม                  |
| 3. ครูมีบทบาทแบบนักบัญชี                        | 3. เพื่อบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเพื่อรายงานผลการเรียนเกี่ยวกับความก้าวหน้าและ |
| 4. ครูมีบทบาทเป็นผู้สื่อข่าว                    | 4. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ ได้แก่ นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้บริหารของโรงเรียน        |
| 5. ครูมีบทบาทเป็นผู้ชี้นำในกลุ่มสาระการเรียนรู้ | 5. เพื่อตัดสินใจและปรับปรุงการเรียนการสอน                                                             |

ที่มา: ปรับปรุงจาก Earl, L. (2003)

รูปแบบของการวัดผลในระดับชั้นเรียน แบ่งเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) การวัดผลของการเรียนรู้ (Assessment of Learning) ซึ่งเป็นรูปแบบของการวัดผลรวม (Summative Assessment) หลังจากนักเรียนเรียนจบบทเรียน สิ้นภาคการศึกษา หรือสิ้นปีการศึกษา (2) การวัดผลเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) ซึ่งเป็นรูปแบบของการประเมินผลย่อย (Formative Assessment) ที่ใช้การสังเกต การทำแบบฝึกหัด หรือการตั้งคำถามระหว่างเรียน เป็นต้น และ (3) การวัดผลขณะเรียนรู้ (Assessment as Learning) ซึ่งนักเรียนจะประเมินตนเองเพื่อการปรับปรุงด้วยการตัดสินใจของนักเรียนเอง ลักษณะโดยรวมของรูปแบบของการวัดผลในระดับชั้นเรียน มี 3 รูปแบบดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ลักษณะโดยรวมของการวัดผล 3 แบบ (ของการเรียนรู้ เพื่อ การเรียนรู้ และขณะ เรียนรู้)

| รูปแบบ                    | วัตถุประสงค์                                                           | จุดอ้างอิง                          | ผู้ทำหน้าที่วัดผล |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| การวัดผลของ การเรียนรู้   | เพื่อใช้แสดงระดับการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เป็นต้น | เปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น        | ครูผู้สอน         |
| การวัดผลเพื่อ การเรียนรู้ | เพื่อได้ข้อมูลสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจด้านการสอนของครู                | มาตรฐานภายนอกหรือความคาดหวัง        | ครูผู้สอน         |
| การวัดผลขณะ เรียนรู้      | เพื่อติดตามตนเอง และแก้ไขหรือปรับปรุงตนเอง                             | เป้าหมายของนักเรียนและมาตรฐานภายนอก | นักเรียน          |

ที่มา: ปรับปรุงจาก Earl, L. (2003)

จากตารางที่ 2.6 จะเห็นว่าครูผู้สอนและนักเรียนมีส่วนสำคัญที่จะทำให้การนำผลประเมินไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้ตามวัตถุประสงค์ของแต่ละคน สิ่งสำคัญ 3 ประการที่ครูผู้สอนต้องคำนึงถึง คือ (1) ครูผู้สอนต้องพัฒนา

นักเรียนให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระและระดับความคิดที่ต้องการประเมิน (2) ครูผู้สอนต้องสะท้อนผลของการสอนว่าครอบคลุมเนื้อหาสาระที่ต้องการสอนหรือไม่ และ (3) ครูผู้สอนต้องพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสาระและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งสิ่งสำคัญดังกล่าวจะเชื่อมโยงไปสู่การวัดผลและประเมินผลในระดับชาติต่อไป

#### การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชาติ

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้กำหนดผังของข้อสอบ (Test Blueprint) ที่ระบุรูปแบบข้อสอบ จำนวนข้อสอบของแต่ละรูปแบบ เวลาที่ใช้สอบ รวมทั้งตารางจำแนกตามมาตรฐาน คุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน คุณภาพผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ใช้ในการสอบ O-NET ตัวชี้วัด รายละเอียดตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และคะแนน สำหรับการสอบวิชาคณิตศาสตร์ (รหัส 94) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนและนักเรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนการสอบ O-NET โดยสืบค้นทางเว็บไซต์ สทศ. [www.niets.or.th](http://www.niets.or.th) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

| รายการ                                                      | วิชา      |            |            |            |            |            |             |            |
|-------------------------------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|                                                             | ภาษาไทย   |            | ภาษาอังกฤษ |            | คณิตศาสตร์ |            | วิทยาศาสตร์ |            |
|                                                             | จำนวนข้อ  | คะแนน      | จำนวนข้อ   | คะแนน      | จำนวนข้อ   | คะแนน      | จำนวนข้อ    | คะแนน      |
| <b>1. รูปแบบข้อสอบ</b>                                      |           |            |            |            |            |            |             |            |
| 1.1 ปรนัย 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ                                | 40        | 80         | 50         | 100        | 18         | 72         | 40          | 80         |
| 1.2 ปรนัย 4 ตัวเลือก 2 คำตอบ                                |           |            |            |            |            |            |             |            |
| 1.3 ปรนัย 5 ตัวเลือก 1 คำตอบ                                |           |            |            |            |            |            |             |            |
| 1.4 ปรนัย 5 ตัวเลือก 2 คำตอบ                                | 10        | 20         | -          | -          | -          | -          | -           | -          |
| 1.5 ปรนัย หลายตัวเลือก 1 คำตอบ                              | -         | -          | -          | -          | -          | -          | -           | -          |
| 1.6 ปรนัย หลายตัวเลือก มากกว่า 1 คำตอบ/<br>เลือกตอบเชิงซ้อน | -         | -          | -          | -          | -          | -          | 5           | 20         |
| 1.7 เลือกคำตอบจากแต่ละหมวดที่สัมพันธ์กัน                    |           |            |            |            |            |            |             |            |
| 1.8 ระบายคำตอบที่เป็นค่า/ตัวเลข                             | -         | -          | -          | -          | 7          | 28         | -           | -          |
| 1.9 อัตนัย                                                  |           |            |            |            |            |            |             |            |
| <b>รวมจำนวนข้อสอบ</b>                                       | <b>50</b> | <b>100</b> | <b>50</b>  | <b>100</b> | <b>25</b>  | <b>100</b> | <b>45</b>   | <b>100</b> |
| <b>2. จำนวนเวลาที่ใช้สอบ (นาที)</b>                         | <b>90</b> |            | <b>90</b>  |            | <b>90</b>  |            | <b>90</b>   |            |

เนื่องจากหลักสูตรได้กำหนดสาระการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน แต่การวัดผลและประเมินผลในหลายประเทศจะสร้างแบบทดสอบได้ครอบคลุมเฉพาะเนื้อหาสาระการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม ผู้ออกแบบทดสอบ PISA (Programme for International Student Assessment) ได้สร้างแบบทดสอบที่นักเรียนต้องบูรณาการความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับหลักเกณฑ์การออกแบบการวัดผลที่มีคุณภาพและครอบคลุมผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีขั้นตอนการดำเนินงานเกี่ยวกับชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้ (Swan & Burkhardt, 2012, p. 7)

- 1) ควรนำเสนอให้เห็นความสมดุลของภาพรวมของหลักสูตรที่ต้องการส่งเสริมนักเรียน
- 2) ควรมีความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) ซึ่งมีคุณค่าและตรงกับความสนใจของนักเรียน
- 3) ควรเหมาะสมกับวัตถุประสงค์และบูรณาการกระบวนการมากกว่าการแยกการวัดผลเฉพาะเนื้อหาสาระ
- 4) ควรวัดผลสำหรับระดับความสามารถและสมรรถนะหลายระดับ รวมทั้งชิ้นงานที่เปิดโอกาสท้าทายนักเรียนด้วย
- 5) ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลอย่างต่อเนื่องและให้คะแนนสำหรับเหตุผลนั้น ๆ แม้ว่าคำตอบสุดท้ายจะผิดพลาด
- 6) ควรใช้สภาพจริงในขณะที่แก้ปัญหามากกว่าใช้บริบทที่ขัดแย้งหรือข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลภายนอก
- 7) ควรเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนพิจารณาวิธีที่ต้องการใช้แก้ปัญหาแทนที่จะไล่ตามการหาคำตอบแต่อย่างเดียว
- 8) ควรโปร่งใสเพียงพอที่นักเรียนจะรู้ว่าอะไรคือประเภทของคำตอบที่ยอมรับได้

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่จะเชื่อมโยงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับความรู้จากหลายสาระในการแก้ปัญหา ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์

### การนำผลการทดสอบระดับชาติไปพัฒนาการเรียนการสอน

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้จัดทำมาตรฐานด้านการบริหารการทดสอบและจัดทำระเบียบสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ว่าด้วยแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ พ.ศ.2557 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เพื่อให้นักเรียน บุคคลที่เกี่ยวข้อง รวมถึงประชาชนได้ทราบโดยทั่วกัน นอกจากนี้ สทศ. ได้จัดตั้งศูนย์เครือข่าย สทศ. ประจำภูมิภาค 9 แห่ง ได้แก่ ภาคเหนือ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยนเรศวร) ภาคกลาง (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ภาคตะวันออก (มหาวิทยาลัยบูรพา) ภาคใต้ (มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) ศูนย์เครือข่ายของ สทศ.เหล่านี้ได้ร่วมมือกับ สทศ.ในการสร้างและพัฒนา e-Testing เพื่อรองรับรูปแบบการทดสอบที่หลากหลายและมีการใช้สื่อประสม (Multimedia) ที่สามารถฟังเสียง ดูภาพเคลื่อนไหวได้ มาใช้ทดแทนการทดสอบที่ไม่สามารถสร้างในรูปแบบกระดาษคำตอบได้ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557)

สำหรับการรายงานผลการทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ (รหัส 94) สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้จัดทำรายงานที่มีความถูกต้อง เหมาะสมเป็นธรรม เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) นำไปประเมินตนเอง และพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้สูงขึ้น ได้แก่ นักเรียน ครูอาจารย์ ผู้บริหารสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และต้นสังกัด เป็นต้น

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลการรายงานผลการสอบ O-NET รายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างปีการศึกษา 2560 - 2561 เป็นจุดเริ่มต้นที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ต่อไป ผลสรุปของรายงานผลแสดงไว้ในตารางที่ 2.7 ดังนี้

ตารางที่ 2.7 ผลการสอบ O-NET รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างปีการศึกษา 2557 - 2561

| ปีการศึกษา | จำนวนผู้เข้าสอบ<br>(N) | คะแนนเฉลี่ย<br>(Mean) | ส่วนเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน (S.D.) | คะแนนต่ำสุด<br>(Min) | คะแนนสูงสุด<br>(Max) |
|------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| 2557       | 667,384                | 29.65                 | 12.84                           | 0.00                 | 100.00               |
| 2558       | 656,491                | 32.40                 | 14.98                           | 0.00                 | 100.00               |
| 2559       | 637,256                | 29.31                 | 15.74                           | 0.00                 | 100.00               |
| 2560       | 643,742                | 26.30                 | 16.40                           | 0.00                 | 100.00               |
| 2561       | 645,575                | 30.04                 | 16.03                           | 0.00                 | 100.00               |

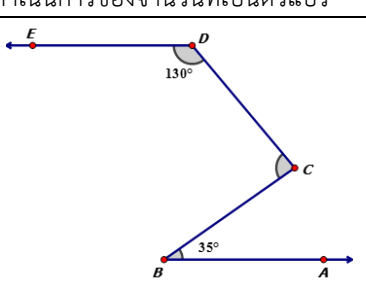
ผู้วิจัยจะนำผลการสอบระดับชาติไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนในระดับชั้นเรียนโดยพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) สำหรับแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การรายงานผลการสอบของสถาบันทดสอบทางการศึกษา (องค์การมหาชน) มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ครูผู้สอนได้ใช้ผลของการสอบไปเปลี่ยนแปลงวิธีสอน อย่างไรก็ตาม การแปลผลของการสอบยังเกี่ยวข้องกับบทบาทของผู้ปกครอง นักเรียน และผู้บริหารโรงเรียน สำหรับนักเรียนที่ทราบผลการสอบแล้วจะได้ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง เช่น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้รู้จักการประเมินตนเองและสนใจที่จะนำรอบของการออกข้อสอบ และศึกษาคุณภาพของผู้เรียนที่หลักสูตรต้องการ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) เป็นอุปสรรคอย่างมากในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่ได้เรียนรู้มาก่อนเพื่อสร้างมโนทัศน์ใหม่ (Ay, 2017) นอกจากนั้นการเรียนรู้ของนักเรียนขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญาของนักเรียนและความซับซ้อนของมโนทัศน์ที่จะเรียน ซึ่งแต่ละคนจะเรียนรู้มโนทัศน์ที่ใช้เวลาเรียนรู้ไม่เหมือนกันหรือใช้วิธีการเรียนรู้แตกต่างกัน นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเนื่องมาจากการเข้าใจในสิ่งที่เรียนไม่ถูกต้องหรือไม่เข้าใจในสาระที่เรียน (Inaccurate Meaning or Misunderstanding) รวมทั้งการแปลความหมายที่ผิด (Misinterpretation) (Ojose, 2015a)

สำหรับข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Errors) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจเนื่องมาจากสาเหตุ 3 ประการ คือ (1) ข้อผิดพลาดจากความไม่ระมัดระวังในขั้นตอนของการแก้ปัญหา (Careless Errors) ได้แก่ การคัดลอกโจทย์ผิด การเขียนตัวเลขไม่ถูกต้อง การไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง เป็นต้น (2) ข้อผิดพลาดในการคิดคำนวณ (Computational Errors) ได้แก่ ข้อผิดพลาดในเรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหาร หรือ การดำเนินการอื่น ๆ ระหว่างจำนวน โดยเฉพาะการแก้ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ถ้านักเรียนทำผิดในขั้นใด จะส่งผลไปยังการหาคำตอบที่ผิดได้ และ (3) ข้อผิดพลาดของมโนทัศน์ (Conceptual Errors) ได้แก่ การใช้มโนทัศน์ในการแก้ปัญหาอย่างไม่สมเหตุสมผล หรือใช้ความรู้ไม่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เป็นต้น สำหรับข้อผิดพลาดในประการที่ 1 และประการที่ 2 นักเรียนสามารถแก้ข้อผิดพลาดนี้ได้ด้วยตนเอง สำหรับข้อผิดพลาดประการที่ 3 นักเรียนอาจเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีลัดและถ้าข้อผิดพลาดนี้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ จะส่งผลทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ (Ojose, 2015b)

ผู้วิจัยขอนำเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

| สาระการเรียนรู้       | ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน/ข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |        |        |        |        |        |        |          |       |       |       |        |        |        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| จำนวนและพีชคณิต       | $\frac{x}{2} + \frac{x}{3} = \frac{x^2}{5}$ <p>นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน รวมทั้งการดำเนินการของจำนวนที่เป็นตัวแปร<sup>1</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |        |        |        |        |        |        |          |       |       |       |        |        |        |
| เรขาคณิตและการวัด     | <div></div> <p>จากภาพ กำหนดให้ <math>\overline{DE}</math> ขนานกับ <math>\overline{BA}</math> และมีขนาดของมุมตามที่กำหนดให้ นักเรียนไม่สามารถหาขนาดของ <math>\angle BCD</math> ได้ เพราะนักเรียนไม่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานมาใช้ในการแก้ปัญหาได้<sup>2</sup></p>                                                                                                                                                                      |          |        |        |        |        |        |        |          |       |       |       |        |        |        |
| สถิติและความน่าจะเป็น | <p>เงินเดือนของพนักงานในบริษัท A และบริษัท B มีดังนี้</p> <p style="text-align: right;">หน่วยของเงิน: บาท</p> <table><tr><td>บริษัท A</td><td>5,000</td><td>15,000</td><td>25,000</td><td>35,000</td><td>45,000</td><td>55,000</td></tr><tr><td>บริษัท B</td><td>5,000</td><td>5,000</td><td>5,000</td><td>55,000</td><td>55,000</td><td>55,000</td></tr></table> <p>โจทย์ปัญหาต้องการหาค่าสถิติใดที่เหมาะสมกับการนำมาพิจารณาเงินเดือนประกอบกับการสมัครเข้าทำงาน นักเรียนจะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เช่น ใช้ค่ากลาง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย</p> | บริษัท A | 5,000  | 15,000 | 25,000 | 35,000 | 45,000 | 55,000 | บริษัท B | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 55,000 | 55,000 | 55,000 |
| บริษัท A              | 5,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 15,000   | 25,000 | 35,000 | 45,000 | 55,000 |        |        |          |       |       |       |        |        |        |
| บริษัท B              | 5,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5,000    | 5,000  | 55,000 | 55,000 | 55,000 |        |        |          |       |       |       |        |        |        |

| สาระการเรียนรู้ | ตัวอย่างโมเดลที่คลาดเคลื่อน/ข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | หรือ มัธยฐาน หรือ ฐานนิยม แต่เพียงอย่างเดียว แต่คำตอบที่เหมาะสม คือ เมื่อนักเรียนหาค่าเฉลี่ยของเงินเดือนของทั้งสองบริษัทจะเท่ากัน คือ 30,000 บาท แต่ค่าที่ต้องนำมาพิจารณาคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเงินเดือนของพนักงานในบริษัท A คือ 18,708.29 บาท และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเงินเดือนของพนักงานในบริษัท B คือ 27,386.12 บาท ซึ่งแสดงว่าเงินเดือนของพนักงานในบริษัท A มีการกระจายจากค่าเฉลี่ยของเงินเดือนน้อยกว่าบริษัท B ดังนั้นการพิจารณาค่ากลางเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจ และต้องนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาประกอบการตัดสินใจด้วย เป็นต้น <sup>3</sup> |

ที่มา: <sup>1</sup> Zwelithini & Kibirige (2014); <sup>2</sup> Biber, Tuna & Korkmaz (2013); <sup>3</sup> Khairiree & Vui (2017)

### การวิเคราะห์โมเดลที่คลาดเคลื่อนจากการสอบ O-NET

เนื่องจากปีการศึกษา 2560 และ 2561 สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้กำหนดรูปแบบข้อสอบและจำนวนข้อสอบ (Test Blueprint) ในการสร้างแบบทดสอบ O-NET ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยข้อมูลในตารางต่อไปนี้

| ตัวชี้วัด                             | สาระการเรียนรู้                                                                                                                                    | รูปแบบข้อสอบ<br>(จำนวนข้อ)                              | คะแนน |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| <b>สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ</b> |                                                                                                                                                    |                                                         |       |
| ม.1/1                                 | - จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม<br>- การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม                                                   | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)                           | 8     |
| ม.1/2                                 | - เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม<br>- การเขียนจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ( $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ $n$ เป็นจำนวนเต็ม) |                                                         |       |
| ม.2/4                                 | - อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และการนำไปใช้                                                                                                           |                                                         |       |
| ม.1/1                                 | - การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม<br>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน                                                                             | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 12    |
| ม.1/2                                 | - การบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนและทศนิยม<br>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม                                                          |                                                         |       |
| ม.1/4                                 | - การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม                                                                            |                                                         |       |
| ม.2/1                                 | - การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้                                                                               |                                                         |       |
| ม.1/1                                 | - ท.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับและการนำไปใช้<br>- การนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้                                                     | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)                           | 4     |
| <b>สาระที่ 2 การวัด</b>               |                                                                                                                                                    |                                                         |       |
| ม.3/1                                 | - พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก                                                                                                                  | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ                                      | 4     |

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้                                                    | รูปแบบข้อสอบ<br>(จำนวนข้อ)                              | คะแนน |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| ม.3/2     | - ปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม                | (1 ข้อ)                                                 |       |
| ม.2/1     | - การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ในการแก้ปัญหา             | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 8     |
| ม.3/1     | - การใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหา |                                                         |       |

### สาระที่ 3 เรขาคณิต

|       |                                                                                                                                  |                                                         |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| ม.1/5 | - ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) และด้านบน (top view) ของรูปเรขาคณิต 3 มิติ                        | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)                           | 8  |
| ม.1/6 | - การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้ |                                                         |    |
| ม.2/1 | - ด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ                                                         | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 12 |
|       | - รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบด้าน-มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม ด้าน-ด้าน-ด้าน และ มุม-มุม-ด้าน                           |                                                         |    |
|       | - สมบัติของเส้นขนาน                                                                                                              |                                                         |    |
|       | - การใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา                      |                                                         |    |
| ม.2/2 | - ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับและการนำไปใช้                                                                                         |                                                         |    |
| ม.2/4 | - การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนและการนำไปใช้                                                                                   |                                                         |    |
| ม.3/1 | - สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายและการนำไปใช้                                                                                       |                                                         |    |

### สาระที่ 4 พีชคณิต

|       |                                                                      |                                                         |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| ม.1/1 | - ความสัมพันธ์ของแบบรูป                                              | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)                           | 4  |
| ม.2/1 | - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว                        | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(4 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 20 |
| ม.2/2 | - การเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนรูปเรขาคณิตบนระนาบในระบบพิกัดฉาก |                                                         |    |
| ม.3/1 | - อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการนำไปใช้                            |                                                         |    |
| ม.3/3 | - กราฟของสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปร                                     |                                                         |    |
| ม.3/4 | - กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร<br>- กราฟอื่น ๆ                  |                                                         |    |
| ม.3/5 | - ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และการนำไปใช้                           |                                                         |    |

### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

|       |                                  |                                                         |    |
|-------|----------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| ม.3/2 | - ค่ากลางของข้อมูลและการนำไปใช้  | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 12 |
| ม.3/4 | - การวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอ |                                                         |    |

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้                                                                                                                                                               | รูปแบบข้อสอบ<br>(จำนวนข้อ)    | คะแนน |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|
| ม.3/1     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การทดลองสุ่มและเหตุการณ์</li> <li>- ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์</li> <li>- การใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์</li> </ul> | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ<br>(2 ข้อ) | 8     |
| รวม       |                                                                                                                                                                               | 25 ข้อ                        | 100   |

จากข้อมูลในตารางดังกล่าวพบว่าสาระการเรียนรู้มีรูปแบบข้อสอบและจำนวนข้อ 25 ข้อ จำแนกรายสาระดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มีข้อสอบ 6 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

สาระที่ 2 การวัด มีข้อสอบ 3 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 2 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

สาระที่ 3 เรขาคณิต มีข้อสอบ 5 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

สาระที่ 4 พีชคณิต มีข้อสอบ 6 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มีข้อสอบ 5 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ข้อ และระบายคำตอบ 1 ข้อ

### การสร้างบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนในการพัฒนาการเรียนการสอน

การสร้างบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) เป็นการเรียนรู้ระบบทางไกล (Distance Learning) ที่นำเสนอบทเรียนในระบบออนไลน์ ที่เปิดโอกาสให้บุคคลต่าง ๆ เข้าเรียนได้ทั่วประเทศ (หรือทั่วโลกเมื่อนำเสนอบทเรียนเป็นภาษาอังกฤษ) รายวิชาหรือบทเรียนแต่ละเรื่องจะรองรับผู้เรียนได้จำนวนมาก การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในระบบเปิดที่ดำเนินการโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาภายใต้โครงการ ‘Thai Cyber University Project’ ได้สร้างรายวิชาที่ออกแบบรองรับผู้เรียนที่สนใจรายวิชาต่าง ๆ โดยมีมาตรฐานการเรียนการสอน MOOC จำนวน 10 มาตรฐาน (ปราวินยา และ เสมอกาญจน์, 2560) ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 มาตรฐานการเรียนการสอน MOOC

| มาตรฐาน                    | ตัวบ่งชี้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. โครงร่างรายวิชา         | 1.1 มีคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง<br>1.2 ระบุวัตถุประสงค์ เนื้อหา จำนวนชั่วโมงการเรียนรู้ และระดับเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียน<br>1.3 ระบุวิธีการประเมินและเกณฑ์การประเมิน                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2. ความพร้อมของบุคลากร     | 2.1 ผู้สอน <ul style="list-style-type: none"> <li>• ผู้สอนมีทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ออนไลน์</li> <li>• ผู้สอนมีคุณสมบัติความรู้ทางวิชาการและการสอนหรือประสบการณ์ที่แสดงถึงความเชี่ยวชาญ</li> </ul> 2.2 บุคลากรฝ่ายสนับสนุน <ul style="list-style-type: none"> <li>• มีบุคลากรฝ่ายสนับสนุนช่วยการออกแบบและผลิตบทเรียน</li> <li>• มีผู้ช่วยสอนเพื่อช่วยสนับสนุนการสอนออนไลน์และติดตามผลการเรียนรู้ของผู้เรียน</li> </ul> |
| 3. การออกแบบการเรียนการสอน | 3.1 มีการจัดโครงสร้างเนื้อหาเป็นลำดับสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนเนื้อหาสัมพันธ์กับระยะเวลาการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| มาตรฐาน                         | ตัวบ่งชี้                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | 3.2 มีกลยุทธ์การสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน<br>3.3 มีการวัดและประเมินผลด้วยกระบวนการหลากหลายทั้งการประเมินเพื่อการพัฒนาและการประเมินเพื่อตัดสินผล<br>3.4 มีการประเมินรายวิชาบนระบบก่อนเปิดสอน                                |
| 4. เนื้อหา                      | 4.1 เนื้อหามีความถูกต้อง<br>4.2 เนื้อหาสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน เชื่อมโยงกับประสบการณ์ปัจจุบัน เชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงที่ผู้เรียนจะพบเจอและส่งเสริมความเป็นพลเมืองโลก<br>4.3 นำเสนอเนื้อหาที่เป็นกลาง ไม่มีอคติ เคารพความแตกต่างของบุคคลและสังคม         |
| 5. สื่อการเรียนรู้              | 5.1 คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความถูกต้องและผลิตตามหลักการออกแบบสื่อ<br>5.2 คุณภาพของสื่อเสริมการเรียนรู้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้                                                                           |
| 6. การสื่อสาร                   | 6.1 มีการใช้เครื่องมือสื่อสารที่อยู่ในระบบจัดการรายวิชา (MOOC Platform) หรือจากเว็บภายนอกเป็นเครื่องมือจัดการเรียนรู้<br>6.2 มีคำอธิบายลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ คำสั่งงานและการใช้งานบทเรียนด้วยภาษาที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย                                       |
| 7. ลิขสิทธิ์และครีเอทีฟคอมมอนส์ | 7.1 เนื้อหาและสื่อการเรียนรู้ในรายวิชาได้รับการตรวจสอบความถูกต้องตามสิทธิ์การใช้งาน<br>7.2 มีการระบุสัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์ ตามที่หน่วยงานรัฐ/สถาบันการศึกษากำหนดให้เห็นอย่างชัดเจน                                                                         |
| 8. การสนับสนุนผู้เรียน          | 8.1 มีการแนะนำการเรียนออนไลน์ให้ประสบความสำเร็จ<br>8.2 ผู้สอนและผู้ช่วยสอนแจ้งช่องทางและช่วงเวลาติดต่อสื่อสารเพื่อให้ผู้เรียนติดต่อได้ตลอดการเปิดสอน<br>8.3 ผู้สอนหรือผู้ช่วยสอนติดต่อสื่อสารและติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคงอยู่ในระบบ |
| 9. ผลการจัดการเรียนรู้          | 9.1 ร้อยละของผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินรายวิชา<br>9.2 ผลสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการจัดรายวิชา<br>9.3 มีเอกสารรับรองสำหรับผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินรายวิชา                                                                                        |
| 10. การปรับปรุงพัฒนา            | 10.1 มีการประเมินผลรายวิชาเพื่อใช้เป็นข้อมูลปรับปรุงรายวิชา จากความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้สอน และบุคลากรฝ่ายสนับสนุน<br>10.2 นำผลการประเมินมาปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนการสอน                                                                                   |

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) โดยอิงมาตรฐาน 10 มาตรฐานดังตารางที่ 2.2 และบทเรียนที่พัฒนาจะแก้ปัญหานวัตกรรมที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เชื่อมโยงกับผลการวิเคราะห์จากการรายงานผลการสอบ O-NET รายวิชา

คณิตศาสตร์ (รหัส 94) เป็นรายชื่อสำหรับนักเรียนทั่วประเทศ ในรายงานของสถาบันทดสอบทางการศึกษา ปีการศึกษา 2560 – ปีการศึกษา 2561

ผู้วิจัยและคณะได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการสอบ O-NET เพื่อวางแผนในการสร้างบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) ดังนี้

1.1 สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 จำแนกตามสังกัด เพื่อนำค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปวิเคราะห์หาผลของการใช้บทเรียน

1.2 รายงานผู้เข้าสอบแบ่งตามช่วงคะแนนคณิตศาสตร์ (รหัส 94) O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 เพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สร้างบทเรียนให้พัฒนากลุ่มเสี่ยงที่คาดว่าจะมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือมีข้อผิดพลาดในการทำแบบทดสอบ O-NET

**สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 จำแนกตามสังกัด**

| สังกัด                                             | จำนวนผู้เข้าสอบ | คะแนนเฉลี่ย  |
|----------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน              | 474,397         | 30.28        |
| สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา (สพป./สพฐ. 1) | 127,066         | 25.61        |
| สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา (สพม./สพฐ. 2) | 347,331         | 31.99        |
| สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.)      | 98,181          | 30.40        |
| สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)              | 4,708           | 57.53        |
| สำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ (การศึกษาพิเศษ)        | 3,686           | 23.56        |
| สำนักการศึกษาเมืองพัทยา (เมืองพัทยา)               | 1,082           | 28.30        |
| กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น (สกท.)                | 9,068           | 26.45        |
| สถาบันพลศึกษา (พลศึกษา)                            | 741             | 23.24        |
| สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ (พัฒนศิลป์)                  | 891             | 24.98        |
| สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ (สนง.พระพุทธ)         | 6,191           | 23.23        |
| กองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน (ตชด.)                | 87              | 21.20        |
| <b>ระดับประเทศ (รวมทุกสังกัด)</b>                  | <b>645,575</b>  | <b>30.04</b> |

รายงานผู้เข้าสอบแบ่งตามช่วงคะแนน  
คณิตศาสตร์ (รหัส 94) O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561

| ช่วงชั้นคะแนน  | จำนวนคน | ร้อยละ  |
|----------------|---------|---------|
| 0.00 – 10.00   | 18,170  | 2.815   |
| 10.01 – 20.00  | 191,650 | 29.687  |
| 20.01 – 30.00  | 188,026 | 29.125  |
| 30.01 – 40.00  | 150,505 | 23.313  |
| 40.01 – 50.00  | 36,505  | 5.655   |
| 50.01 – 60.00  | 26,086  | 4.041   |
| 60.01 – 70.00  | 10,519  | 1.629   |
| 70.01 – 80.00  | 10,896  | 1.688   |
| 80.01 – 90.00  | 5,396   | 0.836   |
| 90.01 – 100.00 | 7,822   | 1.212   |
| รวม            | 645,575 | 100.000 |

**วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากผลการสอบของนักเรียนรายข้อ ปีการศึกษา 2560 – ปีการศึกษา 2561**

ผู้วิจัยและคณะได้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากผลการสอบของนักเรียนรายข้อ ปีการศึกษา 2560 โดยใช้ข้อมูลจากรายงาน 3 รายงาน ดังนี้

2.1 รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามมาตรฐานการเรียนรู้ (ระดับประเทศ)

2.2 ข้อมูลรูปแบบข้อสอบและจำนวนข้อสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

2.3 รูปแบบข้อสอบและจำนวนข้อสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สำหรับข้อมูลผลการสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ได้ศึกษาจากแบบทดสอบ เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ผู้สอบจะต้องนำไปใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อ

**รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามมาตรฐานการเรียนรู้ (ระดับประเทศ)**

| มาตรฐานการเรียนรู้                                                                                                                          | คะแนนเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง                                                                 | 17.39       | 28.81                |
| มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา | 28.82       | 28.37                |

| มาตรฐานการเรียนรู้                                                                                                                                    | คะแนนเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้                                                                                             | 41.46       | 49.26                |
| มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด                                                                      | 18.83       | 25.45                |
| มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด                                                                                                                 | 32.83       | 46.96                |
| มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ                                                                                          | 32.40       | 35.16                |
| มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา    | 23.85       | 24.32                |
| มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน                                                                             | 27.99       | 44.89                |
| มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา | 30.45       | 23.09                |
| มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล                                                                                         | 30.14       | 28.71                |
| มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล                                                       | 8.66        | 21.18                |

หมายเหตุ 1. คะแนนเต็ม มาตรฐานละ 100 คะแนน

2. มาตรฐานการเรียนรู้ที่ไม่ปรากฏในรายงานผล 2 มาตรฐาน

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

รูปแบบข้อสอบและจำนวนข้อสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560

จำแนกตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

| ตัวชี้วัดระดับชั้น                                                                 | รายละเอียดตัวชี้วัด                                                                         | สรุปจำนวนตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                                          | รูปแบบข้อสอบ                              | คะแนน |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
| สาระ 1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง |                                                                                             |                    |                                                                                                 |                                           |       |
| ม. 1/1                                                                             | ระบุหรือยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วน และทศนิยม           | 3                  | - จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม<br>- การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ (1 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข | 8     |
| ม.1/2                                                                              | เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์ |                    | - เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม<br>- การเขียนแสดงจำนวนในรูป                           | (1 ข้อ)                                   |       |

| ตัวชี้วัด<br>ระดับชั้น | รายละเอียดตัวชี้วัด                                               | สรุป<br>จำนวน<br>ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                           | รูปแบบ<br>ข้อสอบ | คะแนน |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|
|                        | วิทยาศาสตร์ (scientific notation)                                 |                            | สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ( $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ $A$ เป็นจำนวนเต็ม |                  |       |
| ม. 2/4                 | ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้ โจทย์ปัญหา |                            | อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และ การนำไปใช้                                          |                  |       |

**มาตรฐาน ค 1.2** เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

|        |                                                                                                                                                                                                                   |   |                                                                                                                                                   |                                                |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----|
| ม.1/1  | บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของจำนวนเต็ม                          | 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม</li> <li>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม</li> </ul>                | 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ (2 ข้อ) ระบายตัวเลข (1 ข้อ) | 12 |
| ม.1/2  | บวก ลบ คูณ หารเศษส่วน และ ทศนิยม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การบวก การลบ การคูณ และการหาร เศษส่วนและทศนิยม</li> <li>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม</li> </ul> |                                                |    |
| ม. 1/4 | คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม                                                                                                                                                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</li> </ul>                         |                                                |    |
| ม. 2/1 | หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม โดยการแยกตัวประกอบ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ                                                                                          |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้</li> </ul>                            |                                                |    |

| ตัวชี้วัด<br>ระดับชั้น                                                                                                                             | รายละเอียดตัวชี้วัด                                                                                                                        | สรุป<br>จำนวน<br>ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                                                                                               | รูปแบบ<br>ข้อสอบ                  | คะแนน |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้                                                                                    |                                                                                                                                            |                            |                                                                                                                                                      |                                   |       |
| ม. 1/1                                                                                                                                             | นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับ<br>จำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา                                                                                 | 1                          | - ท.ร.ม. และ ค.ร.น. ของ<br>จำนวนนับ และการนำไปใช้                                                                                                    | 4 ตัวเลือก<br>1 คำตอบ             | 4     |
|                                                                                                                                                    |                                                                                                                                            |                            | - การนำความรู้และสมบัติ<br>เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้                                                                                                   | (1 ข้อ)                           |       |
| สาระ 2 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด                                                            |                                                                                                                                            |                            |                                                                                                                                                      |                                   |       |
| ม. 3/1                                                                                                                                             | หาพื้นที่ผิวของปริซึมและ<br>ทรงกระบอก                                                                                                      | 2                          | - พื้นที่ผิวของปริซึม และ<br>ทรงกระบอก                                                                                                               | 4 ตัวเลือก<br>1 คำตอบ             | 8     |
| ม. 3/2                                                                                                                                             | หาปริมาตรของปริซึม<br>ทรงกระบอก พีระมิด กรวย<br>และทรงกลม                                                                                  |                            | - ปริมาตรของปริซึม<br>ทรงกระบอก พีระมิด กรวย<br>และทรงกลม                                                                                            | (1 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) |       |
| มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด                                                                                                              |                                                                                                                                            |                            |                                                                                                                                                      |                                   |       |
| ม. 2/1                                                                                                                                             | ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและ<br>พื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์<br>ต่าง ๆ                                                                      | 2                          | การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว<br>และพื้นที่ ในการแก้ปัญหา                                                                                            | 4 ตัวเลือก<br>1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)  | 4     |
| ม. 3/1                                                                                                                                             | ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว<br>และปริมาตรในการแก้ปัญหาใน<br>สถานการณ์ต่าง ๆ                                                      |                            | การใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่<br>พื้นที่ผิว และปริมาตรในการ<br>แก้ปัญหา                                                                              |                                   |       |
| สาระ 3 มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ                                                                                |                                                                                                                                            |                            |                                                                                                                                                      |                                   |       |
| ม. 1/5                                                                                                                                             | ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการ<br>มองด้านหน้า (front view)<br>ด้านข้าง (side view) และ<br>ด้านบน (top view) ของรูป<br>เรขาคณิตที่กำหนดให้      | 2                          | - ภาพที่ได้จากการมอง<br>ด้านหน้า (front view)<br>ด้านข้าง (side view) และ<br>ด้านบน (top view) ของรูป<br>เรขาคณิต                                    | 4 ตัวเลือก<br>1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)  | 8     |
| ม. 1/6                                                                                                                                             | วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิต<br>สามมิติที่ประกอบขึ้นจาก<br>ลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสอง<br>มิติที่ได้จากการมองด้านหน้า<br>ด้านข้าง และด้านบนให้ |                            | - การวาดหรือประดิษฐ์รูป<br>เรขาคณิตสามมิติที่ประกอบ<br>ขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนด<br>ภาพสองมิติที่ได้จากการมอง<br>ด้านหน้า ด้านข้าง และ<br>ด้านบนให้ |                                   |       |
| มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา |                                                                                                                                            |                            |                                                                                                                                                      |                                   |       |

| ตัวชี้วัด<br>ระดับชั้น                                                                                                                                | รายละเอียดตัวชี้วัด                                                                                                                                      | สรุป<br>จำนวน<br>ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | รูปแบบ<br>ข้อสอบ                                                   | คะแนน |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|
| ม. 2/1                                                                                                                                                | ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากัน<br>ทุกประการของรูปสามเหลี่ยม<br>และสมบัติของเส้นขนานในการ<br>ให้เหตุผลและแก้ปัญหา                                          | 4                          | - ด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากัน<br>ของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่<br>เท่ากันทุกประการ<br><br>- รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มี<br>ความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน-<br>มุม-ด้าน มุม-ด้าน-มุม ด้าน-<br>ด้าน-ด้าน และมุม-มุม-ด้าน<br><br>- สมบัติของเส้นขนาน<br><br>- การใช้สมบัติเกี่ยวกับความ<br>เท่ากันทุกประการของรูป<br>สามเหลี่ยมและสมบัติของ<br>เส้นขนานในการให้เหตุผล<br>และการแก้ปัญหา | 4 ตัวเลือก<br><br>1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)<br><br>ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ) | 12    |
| ม. 2/2                                                                                                                                                | ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบท<br>กลับในการให้เหตุผลและ<br>แก้ปัญหา                                                                                            |                            | ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบท<br>กลับ และการนำไปใช้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                    |       |
| ม. 2/4                                                                                                                                                | บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อน<br>ขนาน การสะท้อน และการ<br>หมุนรูปต้นแบบ และอธิบาย<br>วิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏ เมื่อ<br>กำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้น<br>ให้ |                            | การเลื่อนขนาน การสะท้อน<br>การหมุน และการนำไปใช้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                    |       |
| ม. 3/1                                                                                                                                                | ใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยม<br>คล้ายในการให้เหตุผลและการ<br>แก้ปัญหา                                                                                       |                            | สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้าย<br>และการนำไปใช้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                    |       |
| สาระ 4 มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน                                                                      |                                                                                                                                                          |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                    |       |
| ม. 1/1                                                                                                                                                | วิเคราะห์และอธิบาย<br>ความสัมพันธ์ของแบบรูปที่<br>กำหนดให้                                                                                               | 1                          | - ความสัมพันธ์ของแบบรูป                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4 ตัวเลือก<br><br>1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)                               | 4     |
| มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา |                                                                                                                                                          |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                    |       |
| ม. 2/1                                                                                                                                                | แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ<br>เชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้ง                                                                                             | 6                          | - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ<br>เชิงเส้นตัวแปรเดียว                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4 ตัวเลือก<br><br>1 คำตอบ                                          | 20    |

| ตัวชี้วัด<br>ระดับชั้น                                                                                 | รายละเอียดตัวชี้วัด                                                                                                              | สรุป<br>จำนวน<br>ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                      | รูปแบบ<br>ข้อสอบ                                | คะแนน |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|
|                                                                                                        | ตระหนักถึงความสมเหตุสมผล<br>ของคำตอบ                                                                                             |                            |                                                                             | (4 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข                          |       |
| ม. 2/2                                                                                                 | หาพิกัดของจุด และอธิบาย<br>ลักษณะของรูปเรขาคณิตที่<br>เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การ<br>สะท้อน และการหมุนบนระนาบ<br>ในระบบพิกัดฉาก |                            | - การเลื่อนขนาน การสะท้อน<br>และการหมุนรูปเรขาคณิตบน<br>ระนาบในระบบพิกัดฉาก | (1 ข้อ)                                         |       |
| ม. 3/1                                                                                                 | ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการเชิง<br>เส้นตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหา<br>พร้อมทั้งตระหนักถึงความ<br>สมเหตุสมผลของคำตอบ                    |                            | - สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว<br>และการนำไปใช้                                 |                                                 |       |
| ม. 3/3                                                                                                 | เขียนกราฟของสมการเชิงเส้น<br>สองตัวแปร และกราฟอื่น ๆ                                                                             |                            | กราฟของสมการเชิงเส้นตัวแปร<br>เดียว                                         |                                                 |       |
| ม. 3/4                                                                                                 | อ่านและแปลความหมายกราฟ<br>ของระบบสมการเชิงเส้นสองตัว<br>แปร และกราฟอื่น ๆ                                                        |                            | กราฟของระบบสมการเชิงเส้น<br>สองตัวแปร กราฟอื่น ๆ                            |                                                 |       |
| ม. 3/5                                                                                                 | แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัว<br>แปร และนำไปใช้แก้ปัญหา<br>พร้อมทั้งตระหนักถึงความ<br>สมเหตุสมผลของคำตอบ                            |                            | ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร<br>และการนำไปใช้                                 |                                                 |       |
| <b>สาระ 5 มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล</b>                            |                                                                                                                                  |                            |                                                                             |                                                 |       |
| ม. 3/2                                                                                                 | หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน<br>และฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่ได้<br>แจกแจงความถี่และเลือกใช้ได้<br>อย่างเหมาะสม                        | 2                          | ค่ากลางของข้อมูลและการ<br>นำไปใช้                                           | 4 ตัวเลือก<br>1 คำตอบ<br>(2 ข้อ)                | 12    |
| ม. 3/4                                                                                                 | อ่าน แปลความหมาย และ<br>วิเคราะห์ข้อมูลได้จากการ<br>นำเสนอ                                                                       |                            | การวิเคราะห์ข้อมูลจากการ<br>นำเสนอ                                          | ระบายตัวเลข<br>(1 ข้อ)                          |       |
| <b>มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล</b> |                                                                                                                                  |                            |                                                                             |                                                 |       |
| ม. 3/1                                                                                                 | หาความน่าจะเป็นของ<br>เหตุการณ์จากการทดลองสุ่มที่<br>ผลแต่ละตัวมีโอกาสเกิดขึ้น<br>เท่า ๆ กัน และใช้ความรู้                       | 1                          | - การทดลองสุ่มและเหตุการณ์<br>- ความน่าจะเป็นของ<br>เหตุการณ์               | 4 ตัวเลือก<br>1 คำตอบ<br>(1 ข้อ)<br>ระบายตัวเลข | 8     |

| ตัวชี้วัด<br>ระดับชั้น | รายละเอียดตัวชี้วัด                                       | สรุป<br>จำนวน<br>ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                 | รูปแบบ<br>ข้อสอบ | คะแนน |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|-------|
|                        | เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ<br>คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล |                            | - การใช้ความรู้เกี่ยวกับความ<br>น่าจะเป็นในการคาดการณ์ | (1 ข้อ)          |       |
|                        |                                                           | 28                         | -                                                      | 25               | 100   |
|                        |                                                           | 90 นาที                    |                                                        |                  |       |

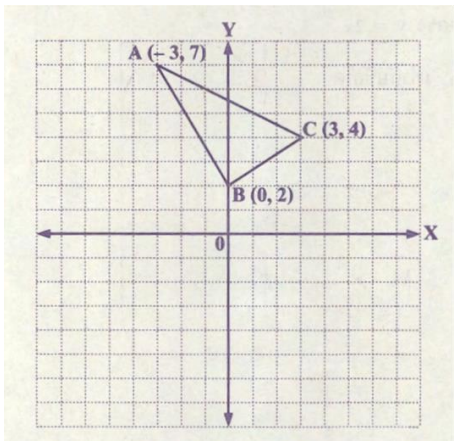
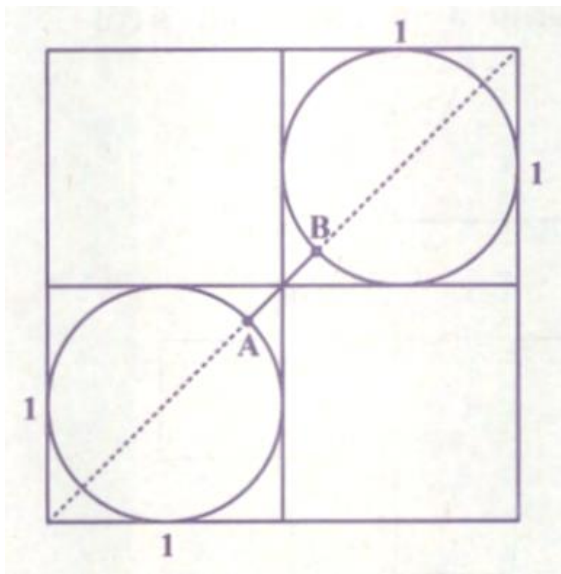
หมายเหตุ การวัดสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีแทรกอยู่ในสาระที่ 1 – 5

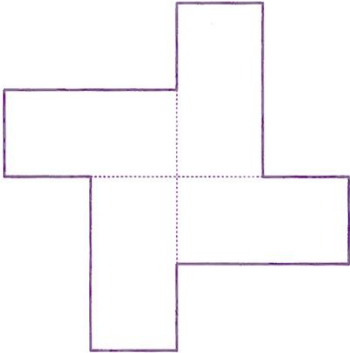
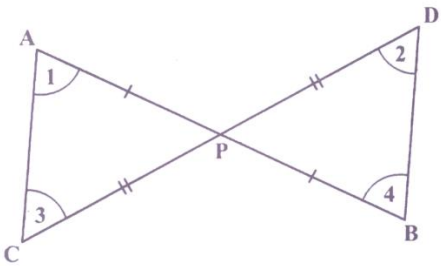
สำหรับตารางที่แสดงรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ (ระดับประเทศ) ผู้วิจัยและคณะได้  
นำแบบทดสอบ รหัสชุดข้อสอบ 100 ที่สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้เผยแพร่ใน  
<https://www.niets.or.th/th/content/view/7177> มาวินิจฉัยเพื่อวางแผนการพัฒนาบทเรียนจากร้อยละของนักเรียนทั่ว  
ประเทศที่ทำข้อสอบถูกในแต่ละข้อ ดังนี้

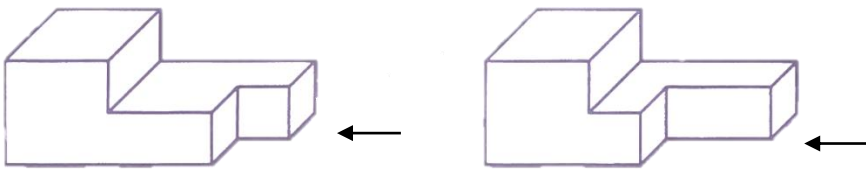
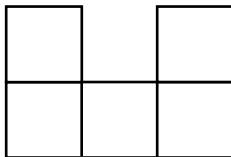
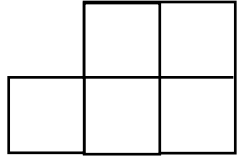
รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัส 94 ชุดข้อสอบ 100  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
(ระดับประเทศ)

| ข้อ<br>ที่ | ร้อยละของ<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก | ข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | 24.15                              | $\frac{7}{2 \times 3^2 \times 5^2} - \frac{1}{2^2 \times 3^2 \times 5}$ <p>มีค่าเท่ากับข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{150}</math></li> <li><math>\frac{1}{75}</math></li> <li>0.001</li> <li>0.01</li> </ol>                                                                                          |
| 2          | 46.56                              | $\sqrt{256} - \sqrt[3]{64}$ <p>มีค่าเท่ากับข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8</li> <li>10</li> <li>12</li> <li>14</li> </ol>                                                                                                                                                                                           |
| 3          | 25.84                              | <p>นายใจดีทำงานได้เงินเดือน 22,000 บาท เขาแบ่งเงินเดือนเป็นสามส่วน โดยให้อัตราส่วนของ<br/>ค่าใช้จ่ายส่วนตัว ต่อ เงินให้ยืม ต่อ เงินออม เป็น 5 : 2 : 1 ในแต่ละเดือน จำนวนเงินที่นายใจดีให้<br/>ยืมเท่ากับข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2,750 บาท</li> <li>4,400 บาท</li> <li>5,000 บาท</li> <li>5,500 บาท</li> </ol> |
| 4          | 42.22                              | <p>จากสถานีขนส่ง มีรถโดยสารไปตลาดสด ออกทุก 25 นาที และ รถโดยสารไปโรงพยาบาล ออกทุก<br/>40 นาที</p>                                                                                                                                                                                                                                      |

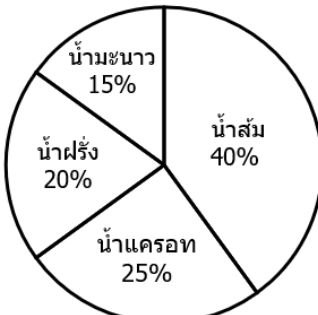
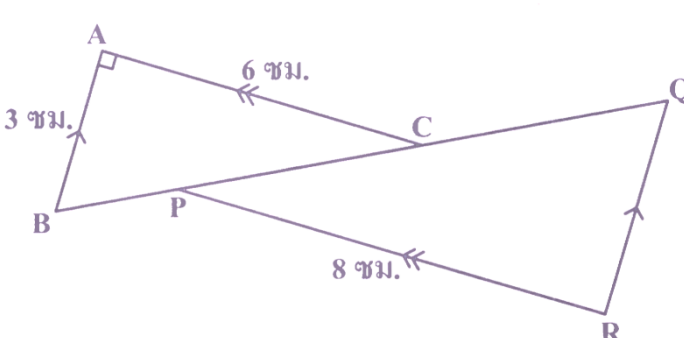
| ข้อ<br>ที่        | ร้อยละของ<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก | ข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|---|----|---|----|-------------------|-----|----|-----|----|---|
|                   |                                    | <p>ถ้ารถโดยสารทั้งสองเส้นทาง ออกเที่ยวแรกพร้อมกันเวลา 6.00 น. เวลาที่รถโดยสารทั้งสองเส้นทางออกจากสถานีขนส่งพร้อมกันอีกครั้งถัดไปคือเวลาในข้อใด</p> <p>1. 8.00 น.                      2. 8.40 น.</p> <p>3. 9.20 น.                      4. 10.00 น.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 5                 | 40.61                              | <p>ตารางแสดงจำนวนนักเรียนในห้องที่มีเหรียญห้าบาทจำนวนต่าง ๆ กัน</p> <table><tr><td>จำนวนเหรียญห้าบาท</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>จำนวนนักเรียน(คน)</td><td>10</td><td>11</td><td>y</td><td>3</td><td>2</td></tr></table> <p>ถ้าเหรียญห้าบาทของนักเรียนทั้งห้องรวมกันเป็นเงิน 200 บาท แล้วจำนวนนักเรียนที่มีเหรียญห้าบาท 2 เหรียญ เท่ากับข้อใด</p> <p>1. 4 คน                                      2. 6 คน</p> <p>3. 12 คน                                      4. 14 คน</p>                                                             | จำนวนเหรียญห้าบาท | 0  | 1 | 2  | 3 | 4  | จำนวนนักเรียน(คน) | 10  | 11 | y   | 3  | 2 |
| จำนวนเหรียญห้าบาท | 0                                  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                 | 3  | 4 |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| จำนวนนักเรียน(คน) | 10                                 | 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | y                 | 3  | 2 |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 6                 | 22.90                              | <p>เด็กชายกัณฑ์ ต้องการซื้อของชิ้นหนึ่ง จึงนำเงินทั้งหมดที่มีอยู่ในกระปุกออมสินออกมานับ พบว่าเงินที่มีอยู่เป็นเหรียญหนึ่งบาททั้งหมด และจำนวนเงินที่มีอยู่นี้ยังไม่พอที่จะซื้อของชิ้นนี้ เขาจึงไปถอนเงินจากธนาคารอีก 300 บาท</p> <p>ถ้าเดิวกัณฑ์มีเงินในธนาคารเป็น 7 เท่าของจำนวนเงินในกระปุกออมสิน และหลังจากถอนเงินแล้ว เงินที่กัณฑ์จะนำไปซื้อของมากกว่าเงินที่เหลือในธนาคาร จำนวนเงินในกระปุกออมสินที่มากที่สุดที่เป็นไปได้เท่ากับข้อใด</p> <p>1. 74 บาท                                      2. 76 บาท</p> <p>3. 99 บาท                                      4. 101 บาท</p> |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 7                 | 28.94                              | <p>กำหนดแบบรูป</p> <div><table><tr><td>2</td><td>-1</td></tr></table>, <table><tr><td>4</td><td>-3</td></tr></table>, <table><tr><td>6</td><td>-7</td></tr></table>, <table><tr><td>8</td><td>-15</td></tr></table>, <table><tr><td>10</td><td>-31</td></tr></table>, ... , <table><tr><td>16</td><td>a</td></tr></table></div> <p>a มีค่าเท่ากับข้อใด</p> <p>1. -511                                      2. -255</p> <p>3. -127                                      4. -63</p>                                                                                              | 2                 | -1 | 4 | -3 | 6 | -7 | 8                 | -15 | 10 | -31 | 16 | a |
| 2                 | -1                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 4                 | -3                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 6                 | -7                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 8                 | -15                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 10                | -31                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 16                | a                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |
| 8                 | 29.77                              | <p>กำหนดให้ a และ b เป็นค่าคงตัว</p> <p>ถ้า <math>y = ax + b</math> มีกราฟเป็นเส้นตรงที่ผ่านจุด (3 , 10) และ ขนานกับเส้นตรง <math>y = 2x</math> แล้ว <math>a + b</math> เท่ากับข้อใด</p> <p>1. 6                                              2. 10</p> <p>3. 12                                              4. 13</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |    |   |    |   |    |                   |     |    |     |    |   |

| ข้อ<br>ที่ | ร้อยละของ<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก | ข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9          | 25.19                              | <p>กำหนดให้ <math>\Delta ABC</math> มีจุด <math>A (-3, 7)</math> , จุด <math>B (0, 2)</math> และจุด <math>C (3, 4)</math> เป็นจุดยอดมุม</p>  <p>ถ้าสะท้อน <math>\Delta ABC</math> โดยมีแกน Y เป็นเส้นสะท้อน จากนั้นเลื่อนขนานภาพที่ได้จากการสะท้อนไปทางขวา 5 หน่วย แล้วได้เป็น <math>\Delta A'B'C'</math> พิกัดของจุด <math>A'</math> ' คือข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>(8, 7)</math></li> <li>2. <math>(7, 8)</math></li> <li>3. <math>(2, -7)</math></li> <li>4. <math>(-2, 7)</math></li> </ol> |
| 10         | 15.88                              | <p>แบ่งรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาว 2 หน่วย ออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดเท่ากัน 4 รูป และมีวงกลมแนบใน ดังรูป</p>  <p>ความยาวของส่วนของเส้นตรง AB เท่ากับข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sqrt{2} - 1</math> หน่วย</li> <li>2. <math>2 - \sqrt{2}</math> หน่วย</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                |

| ข้อ<br>ที่ | ร้อยละของ<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก | ข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                    | 3. $\frac{\sqrt{2}}{4}$ หน่วย      4. $\frac{1}{2}$ หน่วย                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11         | 32.66                              | <p>รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ 72 ตารางเซนติเมตร มีด้านยาว ยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง ถ้านำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้ 4 รูป มาเรียงติดกัน ดังรูป</p>  <p>แล้วเส้นรอบรูป ( เส้นทึบ ) ยาวเท่ากับข้อใด</p> <p>1. 72 เซนติเมตร      2. 84 เซนติเมตร<br/>3. 96 เซนติเมตร      4. 108 เซนติเมตร</p>                                                            |
| 12         | 49.08                              | <p>กำหนดให้ P เป็นจุดกึ่งกลางของ <math>\overline{AB}</math> และ <math>\overline{CD}</math> โดยที่ <math>AB \neq CD</math> ดังรูป</p>  <p>ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>1. <math>\triangle ACP \cong \triangle BDP</math>      2. <math>\hat{1} = \hat{2}</math><br/>3. <math>AC = BD</math>      4. <math>\overline{AC} \parallel \overline{BD}</math></p> |

| ข้อ<br>ที่ | ร้อยละของ<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก | ข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13         | 36.78                              | <p>ถังทรงกระบอกรัศมียาว 7 นิ้ว มีน้ำอยู่ในถัง โดยระดับน้ำในถังสูง 3 นิ้ว ถ้าเติมน้ำลงในถังจนได้ระดับน้ำในถังสูง 15 นิ้ว แล้วค่าประมาณของปริมาตรของน้ำที่เติมลงในถังเท่ากับข้อใด (กำหนดให้ <math>\pi \approx \frac{22}{7}</math>)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>1. 528 ลูกบาศก์นิ้ว</p> <p>3. 1,848 ลูกบาศก์นิ้ว</p> </div> <div> <p>2. 588 ลูกบาศก์นิ้ว</p> <p>4. 2,310 ลูกบาศก์นิ้ว</p> </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 14         | 35.49                              | <p>กำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติ 2 รูป ดังนี้</p> <div style="text-align: center;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span>รูป A</span> <span>รูป B</span> </div> <p>(ทิศทางของลูกศรแสดงทิศทางการมองด้านข้าง)</p> <p>พิจารณาภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง และภาพด้านบนของรูป A และ B</p> <p><u>ข้อใดถูกต้อง</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p>1. ภาพด้านหน้าของรูป A และ B เหมือนกัน</p> <p>2. ภาพด้านข้างของรูป A และ B เหมือนกัน</p> <p>3. ภาพด้านบนของรูป A และ B เหมือนกัน</p> <p>4. ไม่มีภาพด้านใดของรูป A และ B ที่เหมือนกัน</p> </div> </div> |
| 15         | 29.87                              | <p>ถ้าภาพด้านหน้าและภาพด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เป็นดังรูป</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div>  <p>ภาพด้านหน้า</p> </div> <div>  <p>ภาพด้านข้าง</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div> <p>1. 10 ลูก</p> <p>3. 15 ลูก</p> </div> <div> <p>2. 13 ลูก</p> <p>4. 16 ลูก</p> </div> </div>                                                                                               |
| 16         | 29.93                              | <p>ในการให้คะแนนผลงานภาพวาดชิ้นหนึ่ง ซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน และมีกรรมการจำนวน 10 คน ผลปรากฏว่า คะแนนรวมของกรรมการทั้ง 10 คน เท่ากับ 71 คะแนน ถ้าตัดคะแนนของกรรมการที่</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| ข้อ<br>ที่ | รายละเอียดของ<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก | ข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                        | <p>ให้คะแนนน้อยที่สุดออก พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกรรมการ 9 คน ที่เหลือ เท่ากับ 7.5 คะแนน<br/>คะแนนที่ถูกตัดออกไปคือคะแนนในข้อใด</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>1. 2 คะแนน</span> <span>2. 2.5 คะแนน</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>3. 3 คะแนน</span> <span>4. 3.5 คะแนน</span> </div>                                                                                                                                                                                                          |
| 17         | 25.35                                  | <p>คะแนนสอบวิชาภาษาไทยของนักเรียน 2 ห้อง เป็นดังนี้</p> <p>คะแนนของนักเรียนในห้อง A :    17    19         a    12    13            15    13</p> <p>คะแนนของนักเรียนในห้อง B :    11    16         b    13                  20        18    14</p> <p>ถ้าคะแนนของนักเรียนทั้งสองห้องมีฐานนิยมเท่ากัน และมีมัธยฐานเท่ากัน แล้ว <math>a + b</math> เท่ากับข้อใด</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>1. 24</span> <span>2. 25</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>3. 26</span> <span>4. 27</span> </div> |
| 18         | 11.31                                  | <p>ในการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 3 ครั้ง</p> <p>ความน่าจะเป็นที่เหรียญจะออกก้อยไม่เกิน 2 ครั้ง เท่ากับข้อใด</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>1. <math>\frac{7}{8}</math></span> <span>2. <math>\frac{3}{4}</math></span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>3. <math>\frac{1}{2}</math></span> <span>4. <math>\frac{3}{8}</math></span> </div>                                                                                                                                                                |
| 19         | 9.36                                   | <p>กำหนดให้ <math>n</math> เป็นจำนวนเต็ม</p> $\text{ถ้า } \frac{15}{24} < \frac{n}{36} < \frac{47}{72}$ <p>แล้ว <math>n</math> มีค่าเท่าใด</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 20         | 15.78                                  | <p>ในงานวันเด็กของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง มีผู้มาร่วมงานทั้งหมด 72 คน</p> <p>โดย <math>\frac{1}{9}</math> ของผู้มาร่วมงานทั้งหมดเป็นผู้ใหญ่ ส่วนที่เหลือเป็นเด็ก</p> <p>ถ้า <math>\frac{3}{8}</math> ของเด็กที่มาร่วมงานเป็นเด็กผู้ชาย แล้วมีเด็กผู้หญิงมาร่วมงานกี่คน</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 21         | 1.58                                   | <p>ปริซึมมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีเส้นทแยงมุมทั้งสองยาว 6 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร</p> <p>ถ้าปริซึมสูง 10 เซนติเมตร แล้วจะมีพื้นที่ผิวทั้งหมดเท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 22         | 36.25                                  | <p>แม่ให้เงินลูกจำนวนหนึ่ง ซึ่งนำไปซื้อไข่ไก่ได้ 4 ฟอง และไข่เป็ดได้ 6 ฟองพอดี</p> <p>หรือ ซื้อไข่ไก่ 8 ฟอง และไข่เป็ดได้ 3 ฟองพอดี ถ้าแม่เปลี่ยนใจให้ลูกซื้อเฉพาะไข่ไก่อย่างเดียว แล้ว</p> <p>จำนวนเงินที่แม่ให้จะซื้อไข่ไก่ได้กี่ฟอง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| ข้อ<br>ที่ | ร้อยละของ<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก | ข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23         | 37.22                              | <p>แผนภูมิรูปวงกลมแสดงส่วนประกอบของน้ำผลไม้รวมที่บรรจุกล่องยี่ห้อหนึ่ง</p>  <p>ถ้าน้ำผลไม้รวมยี่ห้อนี้แต่ละกล่องมีปริมาตร 300 มิลลิลิตร แล้วน้ำผลไม้รวมยี่ห้อนี้หนึ่งกล่องจะมีน้ำส้มกี่มิลลิลิตร</p>                                                                                                                                            |
| 24         | 7.88                               | <p>กำหนดให้ <math>\overline{AB} \parallel \overline{QR}</math> และ <math>\overline{AC} \parallel \overline{PR}</math><br/> <math>\angle BAC = 90^\circ</math><br/> <math>\overline{AB}, \overline{AC}</math> และ <math>\overline{PR}</math> ยาว 3, 6 และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังรูป</p>  <p>รูปสามเหลี่ยม PQR มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร</p> |
| 25         | 6.99                               | <p>กล่องใบหนึ่งบรรจุสลาก 5 แผ่น แต่ละแผ่นมีหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 แผ่นละ 1 หมายเลข ถ้าสุ่มหยิบสลาก 2 แผ่น พร้อมกันจากกล่องใบนี้ แล้วความน่าจะเป็นที่จะได้ผลคูณของจำนวนบนสลากทั้งสองแผ่นเป็นจำนวนคี่เท่ากับเท่าใด</p>                                                                                                                                                                                                               |

ผู้วิจัยนำข้อสอบและร้อยละของนักเรียนทั่วประเทศที่ตอบถูกรายข้อไปวินิจฉัยมโนทัศน์และข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปลายเปิดเพื่อมหาชน โดยอ้างอิงจากผลการวินิจฉัยของข้อสอบ O-NET ประจำปีการศึกษา 2560 และ 2561

## งานวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรอบแนวคิดการศึกษาแห่งชาติ และการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปลายเปิดเพื่อมหาชน ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

### กรอบแนวคิดการศึกษาแห่งชาติ

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดยุทธศาสตร์ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2574 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยกำหนดยุทธศาสตร์ 6 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1: การจัดการศึกษาเพื่อความมั่นคงของสังคมและประเทศชาติ

ยุทธศาสตร์ที่ 2: การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

ยุทธศาสตร์ที่ 3: การพัฒนาศักยภาพคนทุกช่วงวัย และสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้

ยุทธศาสตร์ที่ 4: การสร้างโอกาส ความเสมอภาค และความเท่าเทียมทางการศึกษา

ยุทธศาสตร์ที่ 5: การจัดการศึกษาเพื่อสร้างเสริมคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ยุทธศาสตร์ที่ 6: การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำยุทธศาสตร์ที่ 4 มาเป็นแนวคิดพื้นฐานของการดำเนินงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 4: การสร้างโอกาส ความเสมอภาค และความเท่าเทียมทางการศึกษา

4.1 ผู้เรียนทุกคนได้รับโอกาสและความเสมอภาคในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ มีตัวชี้วัดที่สำคัญ เช่น ดัชนีความเสมอภาคของอัตราการเข้าเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามฐานะทางเศรษฐกิจและพื้นที่ลดลง ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระหว่างพื้นที่/ภาคการศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษลดลง เป็นต้น

4.2 การเพิ่มโอกาสทางการศึกษาผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับคนทุกช่วงวัย มีตัวชี้วัดที่สำคัญ เช่น มีระบบเครือข่ายเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ทันสมัย สนองตอบความต้องการของผู้เรียนและผู้ใช้บริการอย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ และสถานศึกษาทุกแห่งมีอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและมีคุณภาพ เป็นต้น

4.3 ระบบข้อมูลรายบุคคลและสารสนเทศทางการศึกษาที่ครอบคลุม ถูกต้องเป็นปัจจุบัน เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการศึกษา การติดตามประเมิน และรายงานผล ... (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำยุทธศาสตร์ที่ 4 ข้อ 4.1 มาสนับสนุนให้ผู้เรียนทุกคนได้รับโอกาสและความเสมอภาคในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ ข้อ 4.2 เพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา ได้แก่ การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปลายเปิดเพื่อมหาชน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยอ้างอิงจากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 สำหรับข้อ 4.3 นักเรียนจะได้รับรายงานผลการเรียนเพื่อประเมินตนเองในการเรียนจากบทเรียนออนไลน์ปลายเปิดเพื่อมหาชนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ปลายเปิดเพื่อมหาชน

บทเรียนออนไลน์ปลายเปิดเพื่อมหาชน (Massive Open Online Course: MOOC) เป็นบทเรียนที่เปิดโอกาสให้ทุกคนได้เรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตลอดชีวิต (Cormier & Siemens, 2010) โดยเป็นการพัฒนาระบบเครือข่ายเทคโนโลยีดิจิทัลและดิจิทัลแพลตฟอร์มเพื่อการศึกษาและการเรียนรู้ โดยในปัจจุบันการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ได้เข้ามามีประโยชน์และมีบทบาทอย่างมาก ทั้งในประเทศไทย และในต่างประเทศ นับตั้งแต่ พ.ศ. 2551 ที่มีผู้ริเริ่มหลักสูตรออนไลน์ หรือ Massive Open Online Course (MOOC) ที่เน้นการมีส่วนร่วมและการเข้าถึงอย่างไม่จำกัดผ่านทางอินเทอร์เน็ต นอกเหนือจากการเรียนการสอนจากสื่อปกติ ใน พ.ศ. 2555 หลักสูตรออนไลน์ได้มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดหลังจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซตส์ (MIT) และ มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ร่วมกันพัฒนา แพลตฟอร์ม edX ซึ่งแหล่งรวมคอร์สออนไลน์จากมหาวิทยาลัยชั้นนำรวมไปถึงบริษัทและองค์กรต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้จัดทำโครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทยเพื่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระบบเปิดสำหรับมหาชน (Thai MOOC) ร่วมกับกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม เพื่อให้เกิดการแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้อันระหว่างสถาบันอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญหลากหลายสาขาวิชา โครงการนี้เปิดอย่างเป็นทางการเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 (มหาวิทยาลัยมหิดล สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้, 2561) ซึ่งรายวิชาต่าง ๆ เป็นรายวิชาที่ศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย เช่น การศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนและพฤติกรรมเรียนใน Thai MOOC (สุภาณี ทัพขวา, 2561) ซึ่งจัดกลุ่มตัวอย่างตามสาขาวิชา 3 สาขาวิชา คือ 1) กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผู้ลงทะเบียนในระบบจำนวน 21,105 คน 2) กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มีผู้ลงทะเบียนในระบบจำนวน 3,398 คน และ 3) กลุ่มสาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มีผู้ลงทะเบียนในระบบจำนวน 15,308 คน ผลวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนการสอน ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 กิจกรรมการเรียนการสอนในระบบ MOOC จำแนกตามกลุ่มสาขาวิชาที่เรียน ThaiMOOC

| กิจกรรมการเรียนการสอน                                   | สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ | สาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| การนำเสนอเนื้อหา                                        | ✓                           | ✓                     | ✓                             |
| การอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น                           | ✓                           | ✓                     | ✓                             |
| การเรียนการสอนแบบร่วมมือ                                | ✓                           | -                     | ✓                             |
| กิจกรรมการสนทนาหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญ | ✓                           | ✓                     | ✓                             |
| บทบาทสมมติ                                              | -                           | ✓                     | ✓                             |
| กรณีศึกษา                                               | -                           | ✓                     | ✓                             |

เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนดังกล่าวได้ดำเนินการในระดับอุดมศึกษา ดังนั้น กรมการศึกษา (Department of Education, 2014) ในประเทศอังกฤษได้สนใจการศึกษาวิจัยเรื่องการเรียนการสอนระบบ MOOC ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีช่วงอายุในระดับการศึกษาภาคบังคับ (compulsory-age education) คือ อายุ 11 – 19 ปี โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ อายุ 11 – 14 ปี อายุ 14 – 16 ปี และ อายุ 16 – 19 ปี โดยนักเรียนเหล่านี้จะศึกษาบทเรียน MOOC 8 สัปดาห์ หลังจากสิ้นสุดบทเรียน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง 50 คน ซึ่งประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้าน MOOC 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแบบ e-learning ในโรงเรียน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญที่มีความท้าทายและต้องการใช้การเรียนการสอนระบบ MOOC เพื่อประเมินเจตคติและความท้าทายในการใช้การเรียนการสอนระบบ MOOC ที่จะนำไปสู่การปฏิบัติดังนี้

- 1) ใช้เป็นบทเรียนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านสติปัญญา
- 2) เพื่อการเตรียมตัวในการสอบ

3) เพื่อใช้ในระบบ e-learning สำหรับนักเรียนที่มีระดับความสนใจต่ำ

4) เพื่อใช้ในการพัฒนาวิชาชีพ

ดังนั้นการทําวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้ศึกษาจากบทเรียน MOOC จะช่วยให้นักเรียนมีมีโนทัศน์และทักษะการคิดคำนวณที่ถูกต้องและสามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่

#### การประเมินประสิทธิผลของบทเรียน

L. Michele Issel (2000) ศาสตราจารย์ของมหาวิทยาลัย North Carolina ได้ทําวิจัยเพื่อประเมินโครงการ เรื่อง Health Program Planning and Evaluation: A Practical, Systematic Approach for Community Health ในรายงานดังกล่าว Issel ได้แนะนำวิธีประเมินประสิทธิผล ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 วิธีประเมินประสิทธิผล

| รายการ                                    | ตัวอย่างค่าของข้อมูล       | คำอธิบาย                                                                           |
|-------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ก่อนเริ่มโปรแกรม (Pre-program)            | 70                         | ค่าเริ่มต้น                                                                        |
| สิ้นสุดโปรแกรม (Post-program)             | 80                         | ค่าของผลลัพธ์                                                                      |
| ค่าเป้าหมาย (Target value)                | 90                         | ค่าที่คาดหวังตามวัตถุประสงค์                                                       |
| ค่าเปลี่ยนแปลง (Pre to Post change)       | 80 - 70                    | ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น                                                          |
| อัตราส่วนประสิทธิผล (Effectiveness Ratio) | $\frac{80 - 70}{90 - 70}$  | อัตราส่วนของผลลัพธ์จริงต่อแผนที่คาดหวัง ใช้การเลือกค่าเป้าหมายในการคำนวณประสิทธิผล |
| ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index)     | $\frac{80 - 70}{100 - 70}$ | วัดการเปลี่ยนแปลงจากค่ามาตรฐาน ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้            |

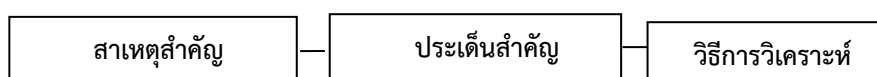
สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยประเมินประสิทธิผลของบทเรียนโดยใช้ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่จะแก้ไขมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

$$E.I. = \frac{Posttest - Pretest}{Target - Pretest}$$

และใช้เกณฑ์การยอมรับการพัฒนาการของผู้เรียนต้องสูงกว่หรือเท่ากับ 0.50 (เฟดจ์ กิจระการ, 2545)

#### กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สรุปกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ 2561 เพื่อเป็นแนวในการดำเนินการวิจัย ดังนี้



1. สาเหตุสำคัญในมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากผลการทำข้อสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ 2561

อาจเกิดจากการเข้าใจในสิ่งที่เรียนไม่ถูกต้องหรือไม่เข้าใจในสาระที่เรียน (Inaccurate Meaning or Misunderstanding) และการแปลความหมายที่ผิด(Misinterpretation) ส่วนการทำข้อสอบที่นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง อาจมาจาก 3 สาเหตุ ได้แก่

- 1.1 ข้อผิดพลาดจากความไม่ระมัดระวังในขั้นตอนของการแก้ปัญหา (Careless Errors)
- 1.2 ข้อผิดพลาดในการคิดคำนวณ (Computational Errors)
- 1.3 ข้อผิดพลาดของมโนทัศน์ (Conceptual Errors)

2. **ประเด็นสำคัญ**ที่นำมาวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์จากผลการทำข้อสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ 2561 ประกอบด้วย

- 2.1. สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
- 2.2. สาระที่ 2 พีชคณิต
- 2.3. สาระที่ 3 การวัดและเรขาคณิต
- 2.4. สาระที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

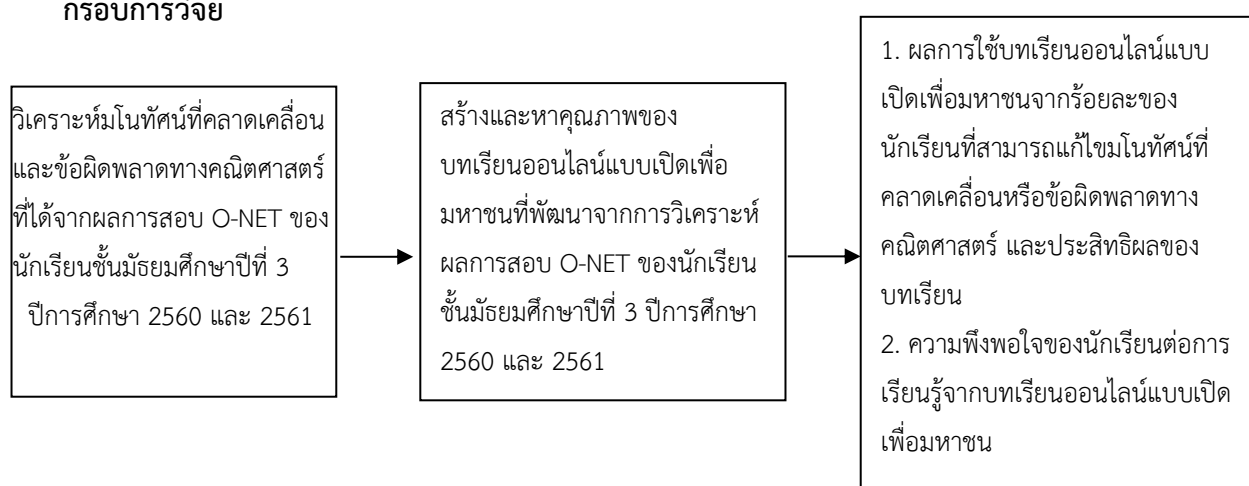
3. **วิธีการวิเคราะห์** คณะวิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาร่วมกัน (ดูภาคผนวก จ) โดย

3.1 ศึกษาผลการทำข้อสอบ O-NET คณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อหาข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยของผลการสอบต่ำกว่าร้อยละ 50 และนักเรียนจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดตอบผิด

3.2 วิเคราะห์พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ในการทำข้อสอบ O-NET คณิตศาสตร์ แต่ละข้อรวมทั้งภาษาและสัญลักษณ์ที่ปรากฏในข้อสอบ O-NET คณิตศาสตร์

3.3 วิเคราะห์แนวคิดหรือวิธีการสร้างความเข้าใจพื้นฐานและการแปลความหมายของโจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนได้ศึกษาและเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่ง่าย

### กรอบการวิจัย



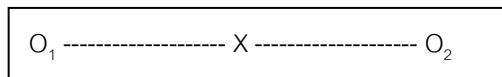
### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ (1) เพื่อวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 (2) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน สำหรับแก้ไขหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET (3) เพื่อประเมินผลการใช้บทเรียน และ (4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน สำหรับหัวข้อที่จะนำเสนอในบทนี้ คือ (1) ประเภทการวิจัย (2) ขอบเขตการวิจัย (3) เครื่องมือวิจัย (4) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (5) การวิเคราะห์ข้อมูล

### ประเภทการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ดำเนินการทดลองแบบแผนการวิจัย One-Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้



- $O_1$  หมายถึง การทดสอบก่อนเรียนบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน
- X หมายถึง การเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน
- $O_2$  หมายถึง การทดสอบหลังเรียนบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

### ขอบเขตการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2562

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สมัครเข้าเรียนในบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) ที่สร้างขึ้นและเผยแพร่แบบสาธารณะ

เนื้อหาของบทเรียน ได้แก่ เนื้อหาที่อ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561

ระยะเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาที่ ThaiMOOC เปิดให้นักเรียนเข้าศึกษาได้ตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึง 18 มกราคม พ.ศ. 2563

### เครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้สร้างเครื่องมือวิจัย 2 ชนิด ชนิดที่ 1 คือบทเรียนและแบบทดสอบประเมินผลการเรียน เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่อ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET ซึ่งเป็นการประเมินด้าน Cognitive และชนิดที่ 2 แบบสำรวจความพึงพอใจ เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งเป็นการประเมินด้าน Non-cognitive โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ดังนี้

#### 1. เครื่องมือที่เป็นบทเรียนและแบบทดสอบประเมินผลการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด

1.1 นำแบบทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของปีการศึกษา 2560 และ 2561 ที่ สทศ.ได้เผยแพร่ทางเว็บไซต์ไปจัดทำเฉลยคำตอบแต่ละข้อโดยแสดงการคิดคำนวณอย่างละเอียดทุกขั้นตอนและวิธีการคิดหรือคำนวณที่หลากหลายเพื่อสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้

1.2 พิจารณาขั้นตอนการคิดคำนวณเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่นำไปใช้แก้ปัญหา

1.3 นำเสนอเอกสารการสำรวจในชั้น 1.2 ต่อการประชุมครูคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เพื่อให้วิเคราะห์ผลการสอบของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions : M) และข้อผิดพลาด (Errors) ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการสอบ O-NET ระหว่างปีการศึกษา 2560 ถึง ปีการศึกษา 2561 โดยพิจารณาควบคู่กับการแสดงวิธีทำและคำตอบที่ สทศ.ใช้เป็นตัวเลือกหรือตัวลงในแบบทดสอบ โดยมีเกณฑ์การวิเคราะห์ 2 ประเด็น ดังนี้

1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) และ

2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge: PK)

1.4 นำผลการวิเคราะห์ในชั้น 1.3 ไปจำแนกมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดที่เกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านกระบวนการใน 4 สาระต่อไปนี้ (ดูภาคผนวก ก)

M1: จำนวนและการดำเนินการ

M2: พีชคณิต

M3: การวัดและเรขาคณิต

M4: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

**ขั้นที่ 2** การออกแบบบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC)

เพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

2.1 เชิญวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดทำบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) มาให้ความรู้กับทีมวิจัยและครูคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดทำบทเรียน

2.2 จัดเตรียมกรอบของการจัดทำบทเรียนแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดที่เกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) และความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge: PK) ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** การวิเคราะห์สาระ ประเด็นความคลาดเคลื่อน และ กรอบเนื้อหาในบทเรียนออนไลน์

| มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน                | สาระ                 | ประเด็นของความคลาดเคลื่อน | กรอบเนื้อหาในบทเรียนออนไลน์                                                   |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| M <sub>1</sub> : จำนวนและการดำเนินการ | 1.1 จำนวนเต็ม        | CK <sub>11</sub>          | การดำเนินการของจำนวนเต็มและเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกและศูนย์ |
|                                       |                      | PK <sub>11</sub>          |                                                                               |
|                                       | 1.2 จำนวนตรรกยะ      | CK <sub>12</sub>          | การดำเนินการของจำนวนตรรกยะและเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มลบ        |
|                                       |                      | PK <sub>12</sub>          |                                                                               |
|                                       | 1.3 จำนวนอตรรกยะ     | CK <sub>13</sub>          | การดำเนินการของจำนวนอตรรกยะและเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ       |
|                                       |                      | PK <sub>13</sub>          |                                                                               |
| M <sub>2</sub> : พีชคณิต              | 2.1 สมการตัวแปรเดียว | CK <sub>21</sub>          | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การวัด และเรขาคณิตที่มีตัวไม่ทราบค่า 1 ตัว           |
|                                       |                      | PK <sub>21</sub>          |                                                                               |
|                                       | 2.2 สมการสองตัวแปร   | CK <sub>22</sub>          | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การวัด และเรขาคณิตที่มีตัวไม่ทราบค่า 2 ตัว           |
|                                       |                      | PK <sub>22</sub>          |                                                                               |

| มโนทัศน์ที่<br>คลาดเคลื่อน                                  | สาระ                   | ประเด็นของความ<br>คลาดเคลื่อน | กรอบเนื้อหาในบทเรียนออนไลน์                                                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| M <sub>3</sub> : การวัดและ<br>เรขาคณิต                      | 3.1 เรขาคณิตสองมิติ    | CK <sub>31</sub>              | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและพื้นที่ของรูปสอง<br>มิติ การแปลงทางเรขาคณิต     |
|                                                             |                        | PK <sub>31</sub>              |                                                                              |
|                                                             | 3.2 เรขาคณิตสามมิติ    | CK <sub>32</sub>              | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปสามมิติ มิติ<br>สัมพันธ์ และมุมมองภาพสามมิติ |
|                                                             |                        | PK <sub>32</sub>              |                                                                              |
| M <sub>4</sub> : การ<br>วิเคราะห์ข้อมูล<br>และความน่าจะเป็น | 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล | CK <sub>41</sub>              | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และ<br>ฐานนิยม                     |
|                                                             |                        | PK <sub>41</sub>              |                                                                              |
|                                                             | 4.2 ความน่าจะเป็น      | CK <sub>42</sub>              | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคาดการณ์และความน่าจะเป็น                               |
|                                                             |                        | PK <sub>43</sub>              |                                                                              |

2.3 วางแผนการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยและสอดคล้องกับความสามารถของ  
ผู้เรียน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

- 1) บทเรียนมีความน่าสนใจและสร้างความสนใจของผู้เรียน
- 2) บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่
- 3) บทเรียนเปิดทางเลือกให้นักเรียนทุกระดับความสามารถได้เรียนรู้ ได้แก่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน

2.4 วิเคราะห์ข้อสอบใน O-NET โดยแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ ข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ และ  
ข้อสอบแบบบรรยายคำตอบ และดำเนินการดังนี้

- 1) พิจารณาจากตัวลวงของคำตอบที่นักเรียนเลือก ซึ่งการเลือกคำตอบที่ผิดอาจมาจากสาเหตุของ  
ข้อผิดพลาดระหว่างการแก้ปัญหา เช่น คิดคำนวณผิดบางขั้นตอน หรือ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เช่น ไม่เข้าใจในการนำ  
ความรู้ หรือ สูตร หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหา
- 2) พิจารณาจากตัวเลขที่ระบายคำตอบ ซึ่งการระบายผิดอาจมาจากข้อบกพร่องในการระบายคำตอบ  
หรือ มีข้อผิดพลาดในการคำนวณ หรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งผู้วิจัยจะร่วมกันหาสาเหตุของการทำข้อสอบประเภทนี้

2.5 สรุปโครงสร้างของบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC)  
(ดูภาคผนวก ข) และเฉลยข้อสอบโอเน็ต ประจำปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561

2.6 สร้างและหาคุณภาพของบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course:  
MOOC) ดังแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนแสดงไว้ในภาพที่ 3.1

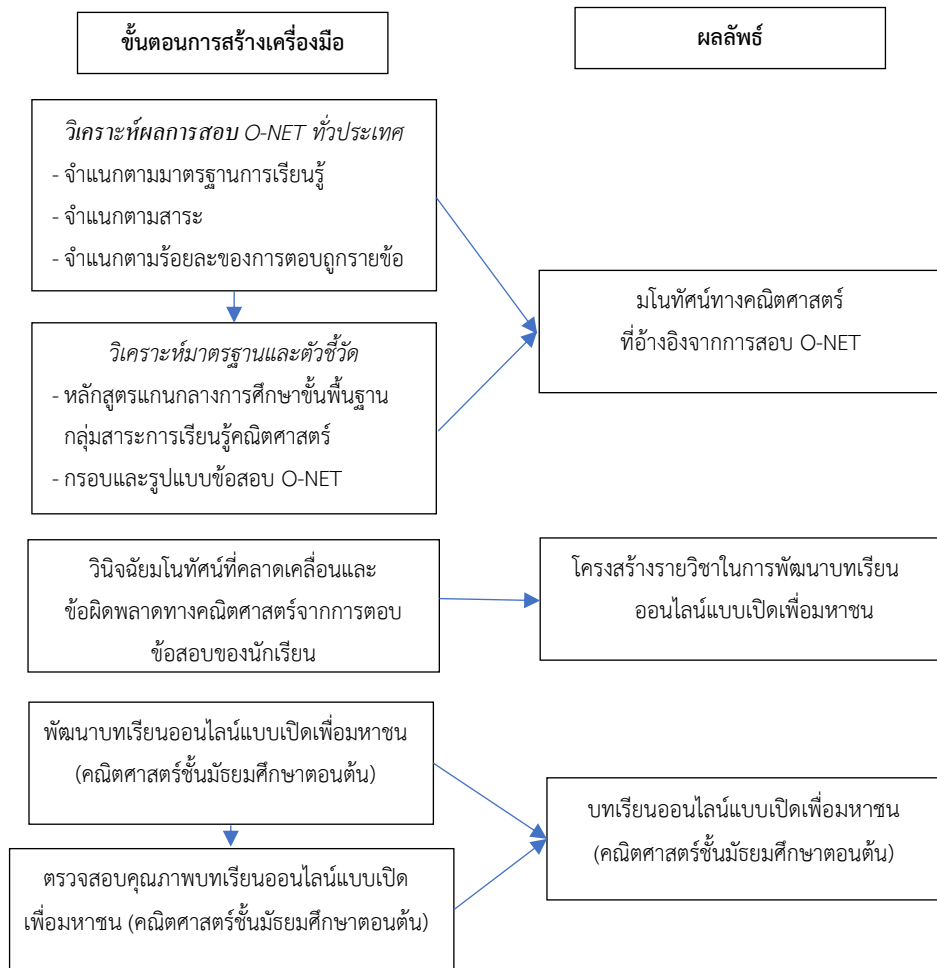
2.7 ประชุมวิพากษ์บทเรียนและหาคุณภาพของเครื่องมือก่อนนำไปทดลองใช้

### ขั้นที่ 3 การสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยและผู้ออกแบบบทเรียนสร้างแบบทดสอบ E-Testing ประกอบบทเรียน เพื่อศึกษาผลการใช้บทเรียนได้แก่  
แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน รวมทั้งในระหว่างการเรียนรู้ผู้วิจัยและผู้ออกแบบบทเรียนจะสร้างคำถามเป็นระยะ ๆ  
เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบของโครงสร้างแต่ละบทเรียนที่สร้างและพัฒนาขึ้นจากผลการวิเคราะห์มโนทัศน์และทักษะกระบวนการ  
ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องและแนะนำประเด็นที่ป้องกันมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทาง  
คณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยและทีมวิจัยได้ใช้วิธีนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การบันทึกหน้าจอ PowerPoint ที่บันทึกหน้าผู้สอนใน  
กรอบ แบบถ่ายสตูดิโอที่ใช้ Green Screen แบบบันทึกการสอนที่สอนโดยใช้ Smart Board ในการสอนเรขาคณิตด้วยโปรแกรม  
The Geometer's Sketchpad และการเฉลยข้อสอบ O-NET บน iPhone แล้วจัดบันทึก YouTube (ดูภาคผนวก ข)

### ขั้นตอนการสร้างบทเรียนออนไลน์และผลลัพธ์



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนออนไลน์และผลลัพธ์

## 2. เครื่องมือที่เป็นแบบสำรวจความพึงพอใจ

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า การวิจัยทางการศึกษาที่ใช้กลยุทธ์ทางการสอนที่เป็นนวัตกรรมและเทคโนโลยีมีการประเมินทางด้านสติปัญญา (cognitive) และประเมินคุณลักษณะที่นอกเหนือจากสติปัญญา (non-cognitive) ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จะสร้างเครื่องมือที่เป็นแบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ทุกบทเรียนที่เป็นแบบ E-Survey โดย ThaiMOOC เป็นหน่วยงานที่ประเมินความพึงพอใจของทุกรายวิชาที่ผลิตโดยมหาวิทยาลัยหรือสถานศึกษาที่ใช้แพลตฟอร์มของ ThaiMOOC

องค์ประกอบของประเด็นข้อความที่ใช้ในแบบสำรวจประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และ ตอนที่ 2 แบบวัดความพึงพอใจโดยรวม ซึ่งมีระดับการประเมิน 5 ระดับ (พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจ พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด) และรายการประเมิน ดังต่อไปนี้

### ตอนที่ 1 ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

- (1) เนื้อหามีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง
- (2) ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม

- (3) รูปแบบการนำเสนอสวยงาม เข้าใจง่าย
- (4) ตัวอย่าง/กรณีศึกษาเพียงพอ ชัดเจน
- (5) รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม ชัดเจน
- (6) ภาพคมชัด/กราฟิกมีขนาด สีสันเหมาะสม
- (7) เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน

## ตอนที่ 2 ความพึงพอใจโดยรวม

ความพึงพอใจโดยรวมต่อบทเรียนออนไลน์แบบเปิด

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการสอบ O-NET รายข้อที่นักเรียนตอบในแบบทดสอบ O-NET 2 ปีซ้อนหลัง (ปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561) จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
- 2) รวบรวมข้อมูลคะแนนการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC)
- 3) รวบรวมข้อมูลแสดงระดับความพึงพอใจในระบบออนไลน์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- 1) การหาคุณภาพของบทเรียนโดยใช้การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญโดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็น 4 ระดับ

$$CVI = \frac{\text{จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดให้ระดับ 3 หรือ 4}}{\text{จำนวนข้อคิดเป็นทั้งหมด}}$$

เกณฑ์การยอมรับ 0.80 (Davis, 1992) การหาคุณภาพของบทเรียน

- 2) การหาคุณภาพของแบบทดสอบ E-Testing โดยใช้ ความเที่ยงตรงเชิงปรากฏ (Face Validity) โดยใช้การสัมภาษณ์ใน 4 ประเด็น ดังนี้

- (1) ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
- (2) ความเหมาะสมของมโนทัศน์ที่ต้องการทดสอบ
- (3) ความเหมาะสมของกราฟหรือภาพที่ใช้ในการทดสอบมโนทัศน์
- (4) ความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา

#### การหาผลของการใช้บทเรียน

- 1) การแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด

ผลการแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์คำนวณจากผลต่างของจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนรวมต่ำกว่า 50% ของการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ถ้าจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของการสอบหลังเรียนลดลง แสดงว่าบทเรียนนี้สามารถแก้ไขมโนทัศน์และข้อผิดพลาดได้ แล้วนำไปคิดเป็นร้อยละของนักเรียนที่สามารถแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดก่อนเรียน โดยใช้สูตรดังนี้

ให้  $N_1$  แทนจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนรวมก่อนเรียนน้อยกว่า 50%

$N_2$  แทนจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนรวมหลังเรียนน้อยกว่า 50%

C แทนร้อยละของผลการแก้ไขข้อผิดพลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด

$$\text{สูตร } C = \frac{N_1 - N_2}{N_1} \times 100$$

- 2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I) (Issel, 2000) จากคะแนนผล การสอบของนักเรียนและคะแนนเป้าหมาย

$$E.I. = \frac{\text{Posttest} - \text{Pretest}}{\text{Target} - \text{Pretest}}$$

เกณฑ์การยอมรับต้องสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (เผด็จ กิจระการ, 2545)

- 3) หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการทดสอบค่า t (t-test)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

#### การหาระดับความพึงพอใจ

การหาระดับความพึงพอใจของจำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนบทเรียนใช้แบบสำรวจออนไลน์ในระบบ Thai MOOC รหัสวิชา ssru007 ชื่อวิชา คณิตพิชิต O-NET (ระดับม. ต้น) ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องใช้รายการในแบบสำรวจตามข้อตกลงของการนำบทเรียนขึ้นระบบออนไลน์แบบเปิด Thai MOOC ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลเฉพาะรายการที่เกี่ยวข้องดังนี้

**ตอนที่ 1** แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

- (1) เนื้อหามีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง
- (2) ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม
- (3) รูปแบบการนำเสนอสวยงาม เข้าใจง่าย
- (4) ตัวอย่าง/กรณีศึกษาเพียงพอ ชัดเจน
- (5) รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม ชัดเจน
- (6) ภาพคมชัด/กราฟิกมีขนาด สีสันเหมาะสม
- (7) เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน

**ตอนที่ 2** ความพึงพอใจโดยรวมแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจ พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการสอบ O-NET ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) ที่ทำแบบทดสอบในการประเมินคุณภาพผู้เรียนประจำปีการศึกษา 2560 ( $N_{60} = 643,772$ , Mean = 26.30, S.D. = 16.40) และปีการศึกษา 2561 ( $N_{61} = 645,575$ , Mean = 30.04, S.D. = 16.03) เพื่อนำไปวางแผนการพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน สำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 4 ข้อ คือ (1) เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 (2) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน สำหรับแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET และ (3) เพื่อประเมินผลการใช้บทเรียน และ 4) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน สำหรับการเสนอผลการวิจัยในบทนี้จะแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้ **ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์การสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 **ตอนที่ 2** การตรวจสอบคุณภาพบทเรียน **ตอนที่ 3** ผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาขึ้น และ **ตอนที่ 4** ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

#### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์การสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ (1) ผลการสอบจำแนกตามมาตรฐานการเรียนรู้ (2) ผลการสอบจำแนกตามสาระ (3) ผลการสอบจำแนกตามรายข้อ ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

##### **ประเด็นที่ 1 ผลการสอบจำแนกตามมาตรฐานการเรียนรู้**

ผลการวิเคราะห์แต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นคะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ผลการสอบแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

| มาตรฐานการเรียนรู้                                                                                                                          | ปีการศึกษา 2560 |       | ปีการศึกษา 2561 |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                                                                                                                                             | Mean            | S.D.  | Mean            | S.D.  |
| มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง                                                                 | 17.39           | 28.81 | 24.46           | 32.66 |
| มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา | 28.82           | 28.37 | 25.11           | 30.82 |
| มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้                                                                               | 41.46           | 49.26 | 20.64           | 40.47 |
| มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด                                                            | 18.83           | 25.45 | -               | -     |
| มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด                                                                                                       | 32.83           | 46.96 | 24.99           | 43.29 |
| มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ                                                                                | 32.40           | 35.16 | 65.27           | 35.19 |

| มาตรฐานการเรียนรู้                                                                                                                                    | ปีการศึกษา 2560 |       | ปีการศึกษา 2561 |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                                                                                                                                                       | Mean            | S.D.  | Mean            | S.D.  |
| มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา     | 23.85           | 24.32 | 27.79           | 26.37 |
| มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน                                                                             | 27.99           | 44.89 | 32.66           | 46.90 |
| มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา | 30.45           | 23.09 | 25.34           | 22.03 |
| มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล                                                                                         | 30.14           | 28.71 | 32.90           | 27.60 |
| มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล                                                       | 8.66            | 21.18 | 33.42           | 36.09 |
| บูรณาการ                                                                                                                                              | -               | -     | 23.16           | 24.33 |

**หมายเหตุ** ข้อสอบที่ออกทุกข้อตามมาตรฐานเทียบเป็นคะแนนเต็ม 100 คะแนน

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของผลสอบของนักเรียนในปีการศึกษา 2560 มีคะแนนต่ำกว่า 50 คะแนนทุกมาตรฐาน แต่ปีการศึกษา 2561 ค่าเฉลี่ยของผลสอบในมาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ได้ 65.27 สูงกว่า 50 คะแนน และมาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าผลสอบในปีการศึกษา 2560 อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยของผลสอบในปีการศึกษา 2561 ที่ต่ำกว่าปีการศึกษา 2560 มี 4 มาตรฐานดังนี้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สำหรับ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด ได้นำไปบูรณาการกับมาตรฐาน ค 2.2

## ประเด็นที่ 2 ผลการสอบจำแนกตามสาระการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์แต่ละสาระที่เป็นคะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละสาระมีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ผลการสอบแยกตามสาระของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

| สาระการเรียนรู้      | คะแนนเต็ม | ปีการศึกษา 2560 |       | ปีการศึกษา 2561 |       |
|----------------------|-----------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                      |           | Mean            | S.D.  | Mean            | S.D.  |
| จำนวนและการดำเนินการ | 100       | 27.11           | 23.52 | 23.96           | 22.73 |
| การวัด               | 100       | 23.49           | 23.96 | 24.99           | 43.29 |

| สาระการเรียนรู้                    | คะแนนเต็ม | ปีการศึกษา 2560 |       | ปีการศึกษา 2561 |       |
|------------------------------------|-----------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                                    |           | Mean            | S.D.  | Mean            | S.D.  |
| เรขาคณิต                           | 100       | 27.27           | 22.47 | 42.78           | 22.94 |
| พีชคณิต                            | 100       | 30.04           | 22.19 | 26.80           | 21.34 |
| การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น | 100       | 21.54           | 21.27 | 33.11           | 25.33 |
| บูรณาการ                           | 100       | -               | -     | 23.16           | 24.33 |

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของผลสอบของนักเรียนในปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 มีคะแนนต่ำกว่า 50 คะแนนทุกสาระการเรียนรู้ สำหรับปีการศึกษา 2561 คะแนนเฉลี่ยของผลการสอบในสาระการเรียนรู้ที่สูงกว่าปีการศึกษา 2560 ได้แก่ การวัด เรขาคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น สำหรับสาระการเรียนรู้ที่ต่ำกว่าปีการศึกษา 2560 ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ และพีชคณิต อย่างไรก็ตาม ในปีการศึกษา 2561 การออกข้อสอบได้มีการวัดความสามารถของนักเรียนในการบูรณาการสาระต่าง ๆ ซึ่งไม่มีในการสอบของปีการศึกษา 2560 และผลการสอบอยู่ในระดับต่ำกว่าสาระอื่น ๆ

### ประเด็นที่ 3 ผลการสอบจำแนกตามรายข้อ

ผลการวิเคราะห์ร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ ที่ตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อตามมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง โดยเรียงลำดับร้อยละจากน้อยไปหามาก ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศเรียงจากน้อยไปมาก ปีการศึกษา 2560 (N = 643,742)

| ร้อยละ | ข้อที่ | มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง                                      |
|--------|--------|------------------------------------------------------------|
| 1.58   | 21     | พื้นที่ผิวของปริซึมฐานสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน                |
| 6.99   | 25     | ความน่าจะเป็น (สมมติฐานที่มีจำนวนเป็นจำนวนคี่)             |
| 7.88   | 24     | เรขาคณิต (ความคล้ายและพื้นที่)                             |
| 9.36   | 19     | เรียงลำดับเศษส่วน มีตัวเศษเป็นตัวแปร                       |
| 11.31  | 18     | ความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญ                               |
| 15.78  | 20     | โจทย์ปัญหาเศษส่วนงานวันเด็ก                                |
| 15.88  | 10     | เรขาคณิต (วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมย่อย)                        |
| 22.90  | 6      | อสมการ                                                     |
| 24.15  | 1      | การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็นเลขยกกำลัง                       |
| 25.19  | 9      | พิกัดของจุดจากการแปลงทางเรขาคณิต                           |
| 25.35  | 17     | สถิติ (ค่าเฉลี่ยและมัธยฐาน)                                |
| 25.84  | 3      | อัตราส่วน(ต่อเนื่อง)                                       |
| 28.94  | 7      | แบบรูป                                                     |
| 29.77  | 8      | หาค่าของตัวแปรในสมการเชิงเส้นที่กำหนดพิกัดของจุดผ่าน       |
| 29.87  | 15     | สามมิติและสองมิติ (กำหนดด้านหน้า ด้านข้าง หาจำนวนลูกบาศก์) |
| 29.93  | 16     | สถิติ (ค่าเฉลี่ย)                                          |
| 32.66  | 11     | เรขาคณิต (รูปที่ต้องใช้สำนึกปฏิกิริยาช่วย)                 |

| ร้อยละ | ข้อที่ | มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง             |
|--------|--------|-----------------------------------|
| 35.49  | 14     | สามมิติ (หาการมองด้านต่าง ๆ)      |
| 36.25  | 22     | อัตราส่วน (ซื้อไข่ไก่และไข่เป็ด)  |
| 36.78  | 13     | ปริมาตร (ทรงกระบอก)               |
| 37.22  | 23     | สถิติ (แผนภูมิวงกลม)              |
| 40.61  | 5      | สมการจากจำนวนเหรียญ               |
| 42.22  | 4      | ค.ร.น.เกี่ยวกับเวลา               |
| 46.56  | 2      | รากที่สองและรากที่สาม             |
| 49.08  | 12     | สามเหลี่ยมคล้าย (ถามหาด้านและมุม) |

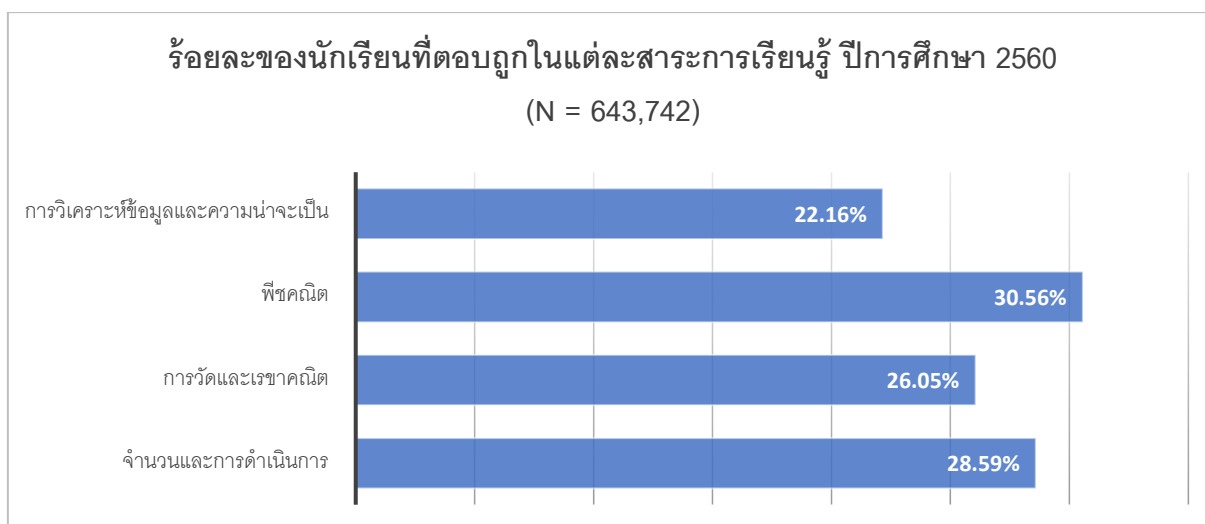
ตารางที่ 4.4 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อทั่วประเทศเรียงจากน้อยไปมาก ปีการศึกษา 2561 (N = 645,575)

| ร้อยละ | ข้อที่ | มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง                                      |
|--------|--------|------------------------------------------------------------|
| 5.41   | 24     | โจทย์ปัญหาสมการสองตัวแปร                                   |
| 8.15   | 25     | โจทย์ปัญหาสามเหลี่ยมคล้าย                                  |
| 9.31   | 23     | สถิติ ฐานนิยม และ มัธยฐาน (หาผลบวกของข้อมูลที่เพิ่มเข้ามา) |
| 10.67  | 21     | โจทย์ปัญหาเศษส่วนและทศนิยม                                 |
| 12.13  | 22     | โจทย์ปัญหาปริมาตรรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (ถังน้ำ)           |
| 16.44  | 2      | รากที่สอง รากที่สาม                                        |
| 21.37  | 4      | ห.ร.ม. และ ค.ร.น.                                          |
| 21.64  | 9      | พิกัดของจุดที่เกิดจากการแปลงทางเรขาคณิต                    |
| 23.71  | 1      | เลขยกกำลัง สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ การบวกจำนวน                  |
| 24.86  | 7      | พื้นที่และความยาวรอบวงกลมกับสี่เหลี่ยมจัตุรัส              |
| 25.89  | 5      | โจทย์ปัญหาอัตราส่วนของ 3 สิ่ง                              |
| 27.46  | 16     | เลือกสมการเส้นตรงที่ขนานกับเส้นตรงที่กำหนด                 |
| 28.74  | 20     | ความน่าจะเป็น                                              |
| 31.31  | 18     | แผนภูมิวงกลมกับร้อยละ                                      |
| 31.90  | 3      | เศษส่วน เลขยกกำลัง การลบจำนวน                              |
| 32.74  | 15     | แบบรูปจำนวน                                                |
| 33.01  | 6      | พื้นที่ผิวบางส่วนของปริซึม 5 เหลี่ยม                       |
| 34.38  | 8      | การแปลงทางเรขาคณิต                                         |
| 39.77  | 19     | ความน่าจะเป็น                                              |
| 40.01  | 14     | อสมการและความหมายของค่าเฉลี่ย                              |
| 41.66  | 10     | ความเท่ากันทุกประการและความคล้าย                           |
| 46.83  | 13     | โจทย์ปัญหาสมการหนึ่งตัวแปร                                 |
| 53.04  | 12     | กำหนดสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกันให้เลือกสองมิติ        |
| 60.19  | 17     | แผนภูมิแท่ง                                                |

| ร้อยละ | ข้อที่ | มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง                                  |
|--------|--------|--------------------------------------------------------|
| 78.67  | 11     | กำหนดภาพสองมิติให้เลือกสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกัน |

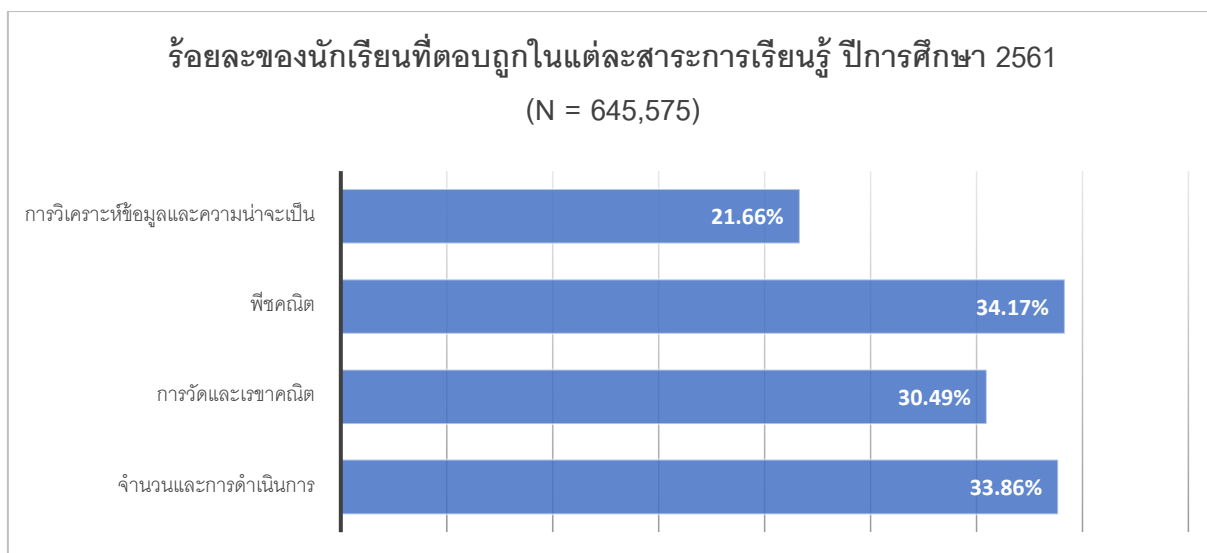
จากตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในการศึกษา 2560 น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนผู้เข้าสอบทั่วประเทศ แต่ในการศึกษา 2561 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั่วประเทศ ได้แก่ ข้อสอบข้อที่ 12 เรื่อง กำหนดสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกันให้เลือกสองมิติ (53.04%) ข้อที่ 17 แผนภูมิแท่ง (60.19%) และข้อ 11 กำหนดภาพสองมิติให้เลือกสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกัน (78.67%)

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ตอบข้อสอบ O-NET ถูกคิดเป็นร้อยละของนักเรียนที่เข้าสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ (รหัส 94) ทั่วประเทศ จำแนกตามสาระการเรียนรู้ โดยรวมสาระที่ 2 การวัด และ สาระที่ 3 เรขาคณิตเข้าด้วยกัน แสดงผลการวิเคราะห์ในปีการศึกษา 2560 (N = 643,742) (ภาพที่ 4.1) และผลการวิเคราะห์ในปีการศึกษา 2561 (N = 645,575) (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.1 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2560

จากภาพที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ในการสอบ O-NET กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2560 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศมีผลการตอบถูกน้อยกว่า 50% ย่อมแสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดในการทำข้อสอบมากกว่า 50% กระจายตามสาระการเรียนรู้จากมากไปหาน้อย ดังนี้ สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นมีผลการตอบถูกประมาณ 22.16 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาด ประมาณ 77.84% สาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิตมีผลการตอบถูกประมาณ 26.05 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาด ประมาณ 73.95% สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ มีผลการตอบถูกประมาณ 28.59 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาด ประมาณ 71.41% และสาระการเรียนรู้พีชคณิต มีผลการตอบถูกประมาณ 30.56 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาด ประมาณ 69.44%



ภาพที่ 4.2 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2561

จากภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ในการสอบ O-NET กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2561 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศมีผลการตอบถูกน้อยกว่า 50% ย่อมแสดงถึงมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดในการทำข้อสอบมากกว่า 50% เช่นเดียวกับการสอบในปีการศึกษา 2560 แต่ลำดับของกระจายตามสาระการเรียนรู้จากมากไปหาน้อยแตกต่างกัน ดังนี้ สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ มีผลการตอบถูกประมาณ 21.66 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาด ประมาณ 78.34% สาระการเรียนรู้พีชคณิต มีผลการตอบถูกประมาณ 30.49 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาด ประมาณ 68.51% สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น มีผลการตอบถูกประมาณ 33.86 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดประมาณ 66.14% และสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิตมีผลการตอบถูกประมาณ 34.17 % แสดงถึงมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาด ประมาณ 65.83%

## ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพบทเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 ประกอบด้วย บทเรียน 22 บท แบบฝึกหัดท้ายบท 4 ชุด ตัวอย่างข้อสอบโอเน็ต ปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 ท้ายบทเรียน 4 ชุด และแบบทดสอบ E-Testing ก่อนเรียนและหลังเรียน 4 ชุด โดยมีผลการสร้างและพัฒนาใน 2 ประเด็น คือ (1) การหาคุณภาพบทเรียน และ (2) การหาคุณภาพแบบทดสอบ E-Testing

### ประเด็นที่ 1 การหาคุณภาพบทเรียน

ผู้วิจัยได้หาคุณภาพบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาขึ้นก่อนนำไปให้นักเรียนได้เรียน โดยมีผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนจำนวน 10 คน โดยมีผลประเมินดังตารางที่ 4.5 เพื่อนำไปคำนวณค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (CVI) นอกจากนั้นผู้วิจัยใช้ความเที่ยงตรงเชิงปรากฏ (face validity) เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ E-Testing โดยได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจาก 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา 1 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา 2 คน โดยมีผลประเมินดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าระดับความคิดเห็นที่เกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

| รายการ                                                     | ระดับความคิดเห็น* |   |   |   | รวมจำนวนผู้เชี่ยวชาญ<br>ประเมิน 3,4 |
|------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|-------------------------------------|
|                                                            | 4                 | 3 | 2 | 1 |                                     |
| แบบทดสอบก่อนเรียน                                          |                   |   |   |   |                                     |
| 1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนแต่ละบท         | 10                |   |   |   | 10                                  |
| 2. มีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนด                 | 10                |   |   |   | 10                                  |
| บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน                            |                   |   |   |   |                                     |
| 3. ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา                      | 9                 | 1 |   |   | 10                                  |
| 4. ความถูกต้องของมโนทัศน์ตามเนื้อหาสาระที่กำหนด            | 9                 | 1 |   |   | 10                                  |
| 5. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้          | 8                 | 2 |   |   | 10                                  |
| 6. ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม       | 8                 | 2 |   |   | 10                                  |
| 7. เนื้อหาที่น่าสนใจมีความสัมพันธ์กับตัวชีวิตของหลักสูตร   | 9                 | 1 |   |   | 10                                  |
| 8. ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้นอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียนได้ | 9                 | 1 |   |   | 10                                  |
| แบบทดสอบหลังเรียน                                          |                   |   |   |   |                                     |
| 9. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนแต่ละบท         | 9                 | 1 |   |   | 10                                  |
| 10. มีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนด                | 10                |   |   |   | 10                                  |

หมายเหตุ\*

ระดับ 4 หมายถึง มีความถูกต้อง/สอดคล้อง/เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 3 หมายถึง มีความถูกต้อง/สอดคล้อง/เหมาะสมมาก

ระดับ 2 หมายถึง มีความถูกต้อง/สอดคล้อง/เหมาะสมบางส่วน

ระดับ 1 หมายถึง ไม่มีความถูกต้อง/สอดคล้อง/เหมาะสม

จากข้อมูลระดับความคิดเห็นในตารางที่ 4.5 ผู้วิจัยนำไปคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI ) กำหนดค่าระดับความคิดเห็น 4 ระดับ

$$CVI = \frac{\text{จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดให้ระดับ 3 หรือ 4}}{\text{จำนวนข้อคิดเห็นทั้งหมด}} = \frac{10}{10} = 1$$

เกณฑ์การยอมรับ 0.80 (Davis, 1992)

การคำนวณค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหาได้ผลดังนี้ CVI = 1 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับ แสดงว่าบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเที่ยงตรงตามเนื้อหา

สำหรับการหาคุณภาพของแบบทดสอบ E-Testing โดยใช้ ความเที่ยงตรงเชิงปรากฏ (Face Validity) ผู้วิจัยได้ใช้ข้อคำถามประกอบด้วย 5 ประเด็น ดังนี้

- (1) เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ
- (2) ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
- (3) ความเหมาะสมของมโนทัศน์ที่ต้องการทดสอบ
- (4) ความเหมาะสมของกราฟหรือภาพที่ใช้ในการทดสอบมโนทัศน์
- (5) ความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ในแต่ละประเด็น ผู้ทรงคุณวุฒิจะให้สัมภาษณ์ที่แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) ความคิดเห็นเชิงบวก (2) ความคิดเห็นเชิงลบ และ (3) ข้อเสนอแนะ

**ตารางที่ 4.6** ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของคณาจารย์แบบทดสอบ E-Testing

| ประเด็น*                                             | ความคิดเห็นเชิงบวก                                                         | ความคิดเห็นเชิงลบ                                                                  | ข้อเสนอแนะ                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ                         | - ใช้ได้ง่ายและมีเวลาคิด<br>- รู้ผลการสอบได้รวดเร็ว                        | -                                                                                  | - ควรให้ข้อมูลเวลาที่ใช้น้อยที่สุดของผู้ที่ได้ทำข้อสอบนี้มาแล้ว เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถของตนกับผู้อื่น                        |
| 2. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้                          | - ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนและกระชับ                                          | -                                                                                  | -                                                                                                                                                      |
| 3. ความเหมาะสมของมโนทัศน์ที่ต้องการทดสอบ             | - มโนทัศน์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้                        | จำนวนข้อสอบน้อยไป                                                                  | - ควรเพิ่มแบบทดสอบมากขึ้นให้เหมาะสมกับเวลา<br>- ในกรณีที่นักเรียนมีมโนทัศน์หรือข้อผิดพลาดเกิดขึ้นควรมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้เรียนรู้ด้วยตนเองได้- |
| 4. ความเหมาะสมของกราฟหรือภาพที่ใช้ในการทดสอบมโนทัศน์ | - กราฟหรือภาพที่ใช้สอดคล้องกับคำถามในข้อสอบ<br>- ช่วยให้หาคำตอบได้ง่ายขึ้น | -                                                                                  | สเกลกำกับเส้นกราฟควรมีขนาดให้เห็นชัดเจน                                                                                                                |
| 5. ความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา         | - ข้อมูลที่กำหนดในโจทย์มีความเพียงพอต่อการแก้ปัญหา                         | กรณีที่นักเรียนไม่ได้เรียนตามลำดับเนื้อหา อาจทำให้ไม่มีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหา | ในกรณีที่นักเรียนทำข้อสอบก่อนเรียนถูกต้องบางข้อควรแนะนำให้นักเรียนเรียนบทเรียนให้เข้าใจก่อนทำข้อสอบหลังเรียน                                           |

หมายเหตุ \* ดัดแปลงจาก Martinez, Ketterlin-Geller, & Tindal (2007)

จากตาราง 4.6 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยให้นักเรียนทดสอบแบบ E-Testing มีความเหมาะสมในทุกประเด็น โดยให้ความคิดเห็นเชิงบวก ได้แก่ (1) เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ (2) การใช้ภาษา (3) มโนทัศน์ที่ต้องการทดสอบ (4) กราฟหรือภาพที่ใช้ในการทดสอบมโนทัศน์ และ (5) ความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา แต่มีความคิดเห็นเชิงลบใน 2 ประเด็น ได้แก่ จำนวนข้อสอบน้อย และการเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกเรียนไม่เป็นลำดับขั้นของบทเรียน อาจทำให้ไม่มีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหา สำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนข้อสอบ ผู้วิจัยต้องควบคุมเวลาของการเรียนบทเรียนให้ไม่เกิน 10 นาที ดังนั้นผู้วิจัยได้เพิ่มคำแนะนำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเวลาและจำนวนครั้งที่ต้องการได้

### ตอนที่ 3 ผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาขึ้น

บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน (Massive Online Open Course: MOOC) ที่สร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไข  
 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์  
 ข้อสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 และเฉลยข้อสอบโอเน็ตประจำปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา  
 2561 (ดูภาคผนวก ข.) ผลการใช้บทเรียนจำแนกเป็น 2 ประเด็น คือ (1) การหาผลการแก้ไขมโนทัศน์และข้อผิดพลาด และ (2)  
 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

#### ประเด็นที่ 1 การหาผลการแก้ไขมโนทัศน์และข้อผิดพลาด

การรายงานผลในประเด็นนี้ได้คำนวณค่าร้อยละจากอัตราส่วนระหว่างผลต่างของจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ  
 ก่อนเรียนและได้คะแนนรวมน้อยกว่า 50% ( $N_1$ ) และจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนและได้คะแนนรวมน้อยกว่า  
 50% ( $N_2$ ) เทียบกับ  $N_1$  ซึ่งเป็นเกณฑ์การยอมรับการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ได้ผลดัง  
 ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์

| สาระและบทเรียน                   | จำนวน<br>นักเรียน<br>ที่เข้าเรียน<br>(คน) | จำนวน<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก<br>(%) | จำนวนนักเรียนที่มีมโน<br>ทัศน์คลาดเคลื่อนและ<br>ข้อผิดพลาด (%) |                        | จำนวน<br>นักเรียนที่<br>แก้ไขได้<br>(%) |
|----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|
|                                  |                                           |                                       | ก่อน (N <sub>1</sub> )                                         | หลัง (N <sub>2</sub> ) |                                         |
| 1. จำนวนและการดำเนินการ          |                                           |                                       |                                                                |                        |                                         |
| 1.1 การบวกลบจำนวนเต็ม            | 198                                       | 111<br>(56.06%)                       | 87<br>(43.94%)                                                 | 12<br>(6.06%)          | 75<br>(86.21%)                          |
| 1.2 การคูณหารจำนวนเต็ม           | 189                                       | 142<br>(75.13%)                       | 47<br>(24.87%)                                                 | 7<br>(3.70%)           | 40<br>(85.11%)                          |
| 1.3 ท.ร.ม. และ ค.ร.น.            | 185                                       | 89<br>(48.11%)                        | 96<br>(51.89%)                                                 | 20<br>(10.81%)         | 76<br>(79.17%)                          |
| 1.4 โจทย์ปัญหา ท.ร.ม. และ ค.ร.น. | 170                                       | 48<br>(28.24%)                        | 122<br>(71.76%)                                                | 11<br>(6.47%)          | 111<br>(90.98%)                         |
| 1.5 เศษส่วน                      | 156                                       | 84<br>(53.85%)                        | 72<br>(46.15%)                                                 | 16<br>(10.26%)         | 56<br>(77.78%)                          |
| 1.6 อัตราส่วนและร้อยละ           | 155                                       | 55<br>(35.48%)                        | 100<br>(64.52%)                                                | 11<br>(7.10%)          | 89<br>(89.00%)                          |
| 1.7 ทศนิยม                       | 143                                       | 81<br>(56.64%)                        | 62<br>(43.36%)                                                 | 10<br>(6.99%)          | 52<br>(83.87%)                          |
| 1.8 เลขยกกำลัง                   | 143                                       | 41<br>(28.67%)                        | 102<br>(71.33%)                                                | 19<br>(13.29%)         | 83<br>(81.37%)                          |
| 1.9 แบบรูป                       | 140                                       | 64<br>(45.71)                         | 76<br>(54.29%)                                                 | 8<br>(5.71%)           | 68<br>(89.47%)                          |
| 1.10 รากที่สองและรากที่สาม       | 141                                       | 30<br>(21.28%)                        | 111<br>(78.72%)                                                | 21<br>(14.89%)         | 90<br>(81.08%)                          |

| สาระและบทเรียน                         | จำนวน<br>นักเรียน<br>ที่เข้าเรียน<br>(คน) | จำนวน<br>นักเรียนที่<br>ตอบถูก<br>(%) | จำนวนนักเรียนที่มีมโน<br>ทัศน์คลาดเคลื่อนและ<br>ข้อผิดพลาด (%) |                        | จำนวน<br>นักเรียนที่<br>แก้ไขได้<br>(%) |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|
|                                        |                                           |                                       | ก่อน (N <sub>1</sub> )                                         | หลัง (N <sub>2</sub> ) |                                         |
| 2. พืชคณิต                             |                                           |                                       |                                                                |                        |                                         |
| 2.1 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว           | 118                                       | 52<br>(44.07%)                        | 66<br>(55.93%)                                                 | 17<br>(14.41%)         | 49<br>(74.24%)                          |
| 2.2 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว | 117                                       | 43<br>(36.75)                         | 74<br>(63.25%)                                                 | 6<br>(5.13%)           | 68<br>(91.89%)                          |
| 2.3 สมการเชิงเส้นสองตัวแปร             | 106                                       | 28<br>(26.42%)                        | 78<br>(73.58%)                                                 | 6<br>(5.66%)           | 72<br>(92.31%)                          |
| 2.4 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร   | 97                                        | 47<br>(48.45%)                        | 50<br>(51.55%)                                                 | 2<br>(2.06%)           | 48<br>(96.00%)                          |
| 2.5 อสมการ                             | 96                                        | 24<br>(25.00%)                        | 72<br>(75.00%)                                                 | 5<br>(5.21%)           | 67<br>(93.06%)                          |
| 2.6 โจทย์ปัญหาอสมการ                   | 94                                        | 31<br>(32.98%)                        | 63<br>(67.02%)                                                 | 7<br>(7.45%)           | 56<br>(88.89%)                          |
| 3. การวัดและเรขาคณิต                   |                                           |                                       |                                                                |                        |                                         |
| 3.1 รูปเรขาคณิตและการวัด               | 72                                        | 9<br>(12.50%)                         | 63<br>(87.50%)                                                 | 7<br>(9.72%)           | 56<br>(88.89%)                          |
| 3.2 รูปเรขาคณิตสามมิติ                 | 73                                        | 42<br>(57.53%)                        | 31<br>(42.47%)                                                 | 4<br>(5.48%)           | 27<br>(87.10%)                          |
| 3.3 การแปลงทางเรขาคณิต                 | 68                                        | 14<br>(20.59%)                        | 54<br>(79.41%)                                                 | 7<br>(10.29%)          | 47<br>(87.04%)                          |
| 3.4 เส้นขนานและความคล้าย               | 79                                        | 11<br>(13.92%)                        | 68<br>(86.08%)                                                 | 27<br>(34.18%)         | 41<br>(60.29%)                          |
| 4. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น  |                                           |                                       |                                                                |                        |                                         |
| 4.1 สถิติ                              | 70                                        | 15<br>(21.43%)                        | 55<br>(78.57%)                                                 | 20<br>(28.57%)         | 35<br>(63.64%)                          |
| 4.2 ความน่าจะเป็น                      | 70                                        | 6<br>(8.57%)                          | 64<br>(91.43%)                                                 | 8<br>(11.43%)          | 56<br>(87.50%)                          |

จากตารางที่ 4.7 พบว่าผลการทดสอบก่อนเรียนแต่ละบทเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทุกบทเรียน แต่เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนและการเฉลยข้อสอบโอเน็ตที่ผู้วิจัยและทีมวิจัยสร้างขึ้น ทำให้จำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดลดลง และเมื่อพิจารณาจากร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนรวมสูงในการสอบหลังเรียนที่มีคะแนนรวมสูงกว่า 50% มีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 63.64 (บทเรียนเรื่องสถิติ) ถึงร้อยละ 96.00 (บทเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร)

## ประเด็นที่ 2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผู้วิจัยได้หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I) ของ Issel (2000) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$E.I. = \frac{\text{Posttest} - \text{Pretest}}{\text{Target} - \text{Pretest}}$$

โดยที่ Posttest คือ ผลรวมคะแนนหลังเรียนของทุกคน

Pretest คือ ผลรวมคะแนนก่อนเรียนของทุกคน

Target คือ ผลรวมคะแนนเต็มของทุกคน

เกณฑ์การยอมรับต้องสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (เฟดจิก กิจระการ, 2545)

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลจากผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละคน และผลการสอบรวมก่อนเรียนและหลังเรียนของทุกคนที่เข้าเรียนบทเรียน จำนวนผู้เข้าเรียนในแต่ละบทเรียน ซึ่งอ้างอิงจากผลการสอบโอเน็ตปีการศึกษา 2560 และ 2561 คะแนนรวมก่อนเรียน และคะแนนรวมหลังเรียน แสดงไว้ในตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 จำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนในแต่ละบทเรียน คะแนนก่อนเรียน และคะแนนหลังเรียน

| สาระ/บทเรียน                           | จำนวนผู้เข้าเรียน<br>และทำแบบทดสอบ | รวมคะแนน<br>ก่อนเรียน | รวมคะแนน<br>หลังเรียน |
|----------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>1. จำนวนและการดำเนินการ</b>         |                                    |                       |                       |
| 1.1 การบวกและการลบจำนวนเต็ม            | 198                                | 164.34                | 194.04                |
| 1.2 การคูณและการหารจำนวนเต็ม           | 189                                | 170.10                | 187.11                |
| 1.3 ท.ร.ม. และ ค.ร.น.                  | 185                                | 123.95                | 175.75                |
| 1.4 โจทย์ปัญหา ท.ร.ม. และ ค.ร.น.       | 170                                | 120.70                | 164.90                |
| 1.5 เศษส่วน                            | 156                                | 123.24                | 152.88                |
| 1.6 อัตราส่วนและร้อยละ                 | 155                                | 111.60                | 151.90                |
| 1.7 ทศนิยม                             | 143                                | 121.55                | 140.14                |
| 1.8 เลขยกกำลัง                         | 143                                | 102.96                | 137.28                |
| 1.9 แบบรูป                             | 140                                | 117.60                | 137.20                |
| 1.10 รากที่สองและรากที่สาม             | 141                                | 95.88                 | 132.54                |
| <b>2. พืชนิต</b>                       |                                    |                       |                       |
| 2.1 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว           | 118                                | 89.68                 | 113.28                |
| 2.2 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว | 117                                | 79.56                 | 114.66                |
| 2.3 สมการเชิงเส้นสองตัวแปร             | 106                                | 75.26                 | 103.88                |
| 2.4 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร   | 97                                 | 74.69                 | 96.03                 |
| 2.5 อสมการ                             | 96                                 | 48.00                 | 94.08                 |
| 2.6 โจทย์ปัญหาอสมการ                   | 94                                 | 66.74                 | 91.18                 |
| <b>3. การวัดและรูปร่างคณิต</b>         |                                    |                       |                       |
| 3.1 รูปร่างคณิตและการวัด               | 72                                 | 23.76                 | 69.12                 |
| 3.2 รูปร่างคณิตสามมิติ                 | 73                                 | 59.13                 | 70.81                 |
| 3.3 การแปลงทางเรขาคณิต                 | 68                                 | 34.00                 | 64.60                 |

| สาระ/บทเรียน                                 | จำนวนผู้เข้าเรียน<br>และทำแบบทดสอบ | รวมคะแนน<br>ก่อนเรียน | รวมคะแนน<br>หลังเรียน |
|----------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 3.4 เส้นขนาน                                 | 79                                 | 33.18                 | 67.94                 |
| <b>4. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น</b> |                                    |                       |                       |
| 4.1 สถิติ                                    | 70                                 | 44.80                 | 63.00                 |
| 4.2 ความน่าจะเป็น                            | 70                                 | 35.00                 | 66.50                 |
| <b>รวม</b>                                   | <b>2,680*</b>                      | <b>1,915.72</b>       | <b>2,588.82</b>       |

หมายเหตุ \* E-Testing จะกำหนดค่าของคะแนนในแต่ละบทเรียนเทียบเท่ากับ 1 ดังนั้นคะแนนเต็มของผู้เข้าเรียนทั้งหมดเทียบเท่ากับ 2,680 คะแนน

ผู้วิจัยนำคะแนนจากตารางที่ 4.8 ไปคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผล ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** ดัชนีประสิทธิผลที่แสดงประสิทธิภาพของบทเรียน

| รายการ         | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด | ดัชนีประสิทธิผล                                              |
|----------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| คะแนนก่อนเรียน | 1,915.72             | $E.I. = \frac{2588.82 - 1915.72}{2680 - 1915.72}$ $= 0.8807$ |
| คะแนนหลังเรียน | 2,588.82             |                                                              |
| คะแนนรวม       | 2,680                |                                                              |

จากตารางที่ 4.9 ดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.8867 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสามารถพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนบทเรียนนี้ ร้อยละ 88.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับที่ต้องสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (เผด็จ กิจการ, 2545)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการทดสอบค่า t (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4-10

**ตารางที่ 4.10** แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการแก้ไขโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

| สาระการเรียนรู้                  | n   | คะแนนก่อนเรียน |      | คะแนนหลังเรียน |      | t       | Sig. |
|----------------------------------|-----|----------------|------|----------------|------|---------|------|
|                                  |     | Mean           | S.D. | Mean           | S.D. |         |      |
| 1. จำนวนและการดำเนินการ          |     |                |      |                |      |         |      |
| 1.1 การบวก การลบจำนวนเต็ม        | 198 | 0.83           | 0.24 | 0.98           | 0.28 | 8.739   | .000 |
| 1.2 การคูณ การหารจำนวนเต็ม       | 189 | 0.90           | 0.19 | 0.99           | 0.07 | 6.306   | .000 |
| 1.3 ท.ร.ม. และ ค.ร.น.            | 185 | 0.67           | 0.37 | 0.95           | 0.16 | 9.743   | .000 |
| 1.4 โจทย์ปัญหา ท.ร.ม. และ ค.ร.น. | 170 | 0.71           | 0.25 | 0.97           | 0.11 | 5.927   | .000 |
| 1.5 เศษส่วน                      | 156 | 0.79           | 0.28 | 0.98           | 0.07 | 8.342   | .000 |
| 1.6 อัตราส่วน ร้อยละ             | 155 | 0.72           | 0.26 | 0.98           | 0.08 | 12.349  | .000 |
| 1.7 ทศนิยม                       | 143 | 0.85           | 0.22 | 0.98           | 0.08 | 6.792   | .000 |
| 1.8 เลขยกกำลัง                   | 143 | 0.72           | 0.24 | 0.96           | 0.13 | 10.450  | .000 |
| 1.9 แบบรูป                       | 140 | 0.84           | 0.17 | 0.98           | 0.18 | 9.250   | .000 |
| 1.10 รากที่สองและรากที่สาม       | 141 | 0.68           | 0.25 | 0.94           | 0.17 | -11.661 | .000 |

| สาระการเรียนรู้                        | n   | คะแนนก่อนเรียน |      | คะแนนหลังเรียน |      | t      | Sig. |
|----------------------------------------|-----|----------------|------|----------------|------|--------|------|
|                                        |     | Mean           | S.D. | Mean           | S.D. |        |      |
| 2. พืชชนิด                             |     |                |      |                |      |        |      |
| 2.1 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว           | 118 | 0.76           | 0.28 | 0.96           | 0.12 | 8.576  | .000 |
| 2.2 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว | 117 | 0.68           | 0.29 | 0.98           | 0.09 | 11.128 | .000 |
| 2.3 สมการเชิงเส้นสองตัวแปร             | 106 | 0.71           | 0.25 | 0.98           | 0.11 | 10.224 | .000 |
| 2.4 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร   | 97  | 0.77           | 0.27 | 0.99           | 0.05 | 8.249  | .000 |
| 2.5 อสมการ                             | 96  | 0.50           | 0.35 | 0.98           | 0.09 | 13.233 | .000 |
| 2.6 โจทย์ปัญหาอสมการ                   | 94  | 0.71           | 0.26 | 0.97           | 0.11 | 9.867  | .000 |
| 3. การวัดและเรขาคณิต                   |     |                |      |                |      |        |      |
| 3.1 รูปเรขาคณิตและการวัด               | 72  | 0.33           | 0.35 | 0.96           | 0.14 | 14.816 | .000 |
| 3.2 รูปเรขาคณิตสามมิติ                 | 73  | 0.81           | 0.27 | 0.97           | 0.13 | 5.044  | .000 |
| 3.3 การแปลงทางเรขาคณิต                 | 68  | 0.50           | 0.35 | 0.95           | 0.17 | 9.247  | .000 |
| 3.4 เส้นขนานและความคล้าย               | 79  | 0.42           | 0.34 | 0.86           | 0.22 | 10.521 | .000 |
| 4. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น  |     |                |      |                |      |        |      |
| 4.1 สถิติ                              | 70  | 0.64           | 0.28 | 0.90           | 0.17 | 7.563  | .000 |
| 4.2 ความน่าจะเป็น                      | 70  | 0.50           | 0.25 | 0.95           | 0.16 | 11.621 | .000 |

หมายเหตุ \* นัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการศึกษาบทเรียนในทุกเรื่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ดังนี้

#### 1. จำนวนและการดำเนินการ

1.1 เรื่อง การบวก การลบจำนวนเต็ม มีค่าสถิติทดสอบ  $t(197) = 8.739$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.98, S.D. = 0.28) สูงกว่าก่อนการศึกษาบทเรียน (Mean = 0.83, S.D. = 0.24) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.2 เรื่อง การคูณ การหารจำนวนเต็ม มีค่าสถิติทดสอบ  $t(188) = 6.306$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.99, S.D. = 0.07) สูงกว่าก่อนการศึกษาบทเรียน (Mean = 0.90, S.D. = 0.19) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.3 เรื่อง ห.ร.ม. และ ค.ร.น. มีค่าสถิติทดสอบ  $t(184) = 9.743$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.95, S.D. = 0.16) สูงกว่าก่อนการศึกษาบทเรียน (Mean = 0.67, S.D. = 0.37) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.4 เรื่อง โจทย์ปัญหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. มีค่าสถิติทดสอบ  $t(169) = 5.927$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.97, S.D. = 0.11) สูงกว่าก่อนการศึกษาบทเรียน (Mean = 0.71, S.D. = 0.25) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.5 เรื่อง เศษส่วน มีค่าสถิติทดสอบ  $t(155) = 8.342$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.98, S.D. = 0.07) สูงกว่าก่อนการศึกษาบทเรียน (Mean = 0.77, S.D. = 0.28) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05



### 3. การวัดและเรขาคณิต

3.1 เรื่อง รูปเรขาคณิตและการวัด มีค่าสถิติทดสอบ  $t(71) = 14.816$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.96, S.D. = 0.14) สูงกว่าก่อนการศึกษบทเรียน (Mean = 0.33, S.D. = 0.35) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

3.2 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีค่าสถิติทดสอบ  $t(72) = 5.044$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.97, S.D. = 0.13) สูงกว่าก่อนการศึกษบทเรียน (Mean = 0.81, S.D. = 0.27) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

3.3 เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต มีค่าสถิติทดสอบ  $t(67) = 9.247$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.95, S.D. = 0.17) สูงกว่าก่อนการศึกษบทเรียน (Mean = 0.50, S.D. = 0.35) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

3.4 เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย มีค่าสถิติทดสอบ  $t(78) = 10.521$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.86, S.D. = 0.22) สูงกว่าก่อนการศึกษบทเรียน (Mean = 0.42, S.D. = 0.34) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

4.1 เรื่อง สถิติ มีค่าสถิติทดสอบ  $t(69) = 7.563$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.90, S.D. = 0.17) สูงกว่าก่อนการศึกษบทเรียน (Mean = 0.64, S.D. = 0.28) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

4.2 เรื่อง ความน่าจะเป็น มีค่าสถิติทดสอบ  $t(69) = 11.621$ ,  $p$  มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้จากบทเรียน มีผลการเรียนรู้ (Mean = 0.95, S.D. = 0.16) สูงกว่าก่อนการศึกษบทเรียน (Mean = 0.50, S.D. = 0.25) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

## ตอนที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

ผู้วิจัยได้ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน โดยใช้กรอบแนวคิดของการประเมินของ Thai MOOC ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ 2 ประเด็น ได้แก่ (1) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และ (2) แบบวัดความพึงพอใจโดยรวม ผลการประเมินความพึงพอใจแสดงไว้ในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน ( $n = 180$ )

| รายการ                                                        | พึงพอใจมากที่สุด | พึงพอใจปานกลาง | พึงพอใจน้อย    | พึงพอใจน้อยที่สุด |
|---------------------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|
| <b>ตอนที่ 1 ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน</b> |                  |                |                |                   |
| (1) เนื้อหามีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง                 | 85<br>(47.22%)   | 76<br>(42.22%) | 19<br>(10.56%) | -                 |
| (2) ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม                           | 71<br>(39.44%)   | 81<br>(45.00%) | 27<br>(15.00%) | 1<br>(0.56%)      |
| (3) รูปแบบการนำเสนอสวยงาม เข้าใจง่าย                          | 73<br>(40.56%)   | 68<br>(37.78%) | 36<br>(20.00%) | 3<br>(1.66%)      |

| รายการ                                    | พึงพอใจมากที่สุด | พึงพอใจ        | พึงพอใจปานกลาง | พึงพอใจน้อย  | พึงพอใจน้อยที่สุด |
|-------------------------------------------|------------------|----------------|----------------|--------------|-------------------|
| (4) ตัวอย่าง/กรณีศึกษาเพียงพอ ชัดเจน      | 76<br>(42.22%)   | 71<br>(39.44%) | 31<br>(17.22%) | 2<br>(1.12%) | -                 |
| (5) รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม ชัดเจน | 74<br>(41.11%)   | 80<br>(44.44%) | 26<br>(14.45%) | -            | -                 |
| (6) ภาพคมชัด/กราฟิกมีขนาด สีเหมาะสม       | 88<br>(48.89%)   | 68<br>(37.78%) | 24<br>(13.33%) | -            | -                 |
| (7) เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน       | 85<br>(47.22%)   | 65<br>(36.11%) | 27<br>(15.00%) | 3<br>(1.67%) | -                 |
| <b>ตอนที่ 2 ความพึงพอใจโดยรวม</b>         |                  |                |                |              |                   |
| ความพึงพอใจโดยรวมต่อบทเรียนออนไลน์แบบเปิด | 71<br>(39.44%)   | 82<br>(45.56%) | 27<br>(15.00%) | -            | -                 |

จากตารางที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าศึกษาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน รายวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มี**ระดับความพึงพอใจมากที่สุด** 3 รายการแรก ได้แก่ ภาพคมชัด/กราฟิกมีขนาด สีเหมาะสม 48.89% เนื้อหาที่มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง 47.22% และ เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน 47.22% **ระดับความพึงพอใจ** 3 รายการแรก ได้แก่ ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม 45.00% รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม ชัดเจน 44.44% สำหรับความพึงพอใจโดยรวม พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมต่อบทเรียนออนไลน์แบบเปิด ในระดับความพึงพอใจ 45.56% ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 39.44% และระดับความพึงพอใจปานกลาง 15.00%

นอกจากนั้น ผู้เข้าศึกษาบทเรียนได้แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

#### ความคิดเห็น

- 1) ต้องการให้มีการพัฒนาไปเรื่อย ๆ และให้มีตลอดไป
- 2) เนื้อหาการสอนดีมาก
- 3) มีการนำเสนอหลายแบบ
- 4) สอนเข้าใจง่ายและรวดเร็ว
- 5) มีการอธิบายเหตุผลของการเลือกคำตอบที่ถูก

#### ข้อเสนอแนะ

- 1) อยากให้มีรายละเอียดเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น
- 2) ควรมีความกระชับในการสอนมากกว่านี้
- 3) ควรปรับปรุงเว็บไซต์ให้มีการเข้าถึงง่ายกว่านี้
- 4) ควรมีข้อสอบให้มากขึ้น
- 5) อยากให้บางหน่วยมีแบบฝึกมากกว่านี้

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 4 ข้อ คือ (1) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มที่ตลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 (2) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน สำหรับแก้ไขข้อผิดพลาดที่ตลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET และ (3) เพื่อประเมินผลการใช้บทเรียน และ (4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้จากบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

#### สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการสอบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 รายวิชาคณิตศาสตร์ (รหัส 94) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มที่ตลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลการวิเคราะห์เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน บทเรียนนี้ได้ใช้แพลตฟอร์มของ Thai MOOC (Thailand Massive Open Online Course) ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ในการพัฒนาระบบกลางด้านการจัดการเรียนการสอน และกระบวนการวัดและประเมินผลรายวิชา ผู้วิจัยได้รับการตรวจสอบคุณภาพจาก Thai MOOC และได้รับอนุญาตให้นำขึ้นเผยแพร่ระหว่างวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2563 โดยมีเงื่อนไขจะขยายเวลาเรียนได้อีก หากมีผู้สนใจเข้าเรียนมากกว่า 250 คนขึ้นไป และมีผู้เรียนจบ 150 คน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย 4 ข้อ และได้สรุปผล อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

**ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1** เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มที่ตลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการสอบ O-NET ทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2560 ( $N = 643,742$ ) และ ปีการศึกษา 2561 ( $N = 645,575$ ) ได้ข้อสรุปเป็น 3 ประเด็น คือ (1) ผลการสอบจำแนกตามมาตรฐานการเรียนรู้ (2) ผลการสอบจำแนกตามสาระ (3) ผลการสอบจำแนกตามรายข้อ ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

**(1) ผลการสอบจำแนกตามมาตรฐานการเรียนรู้** พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสอบของนักเรียนในปีการศึกษา 2560 มีคะแนนต่ำกว่า 50 คะแนนทุกมาตรฐาน แต่ปีการศึกษา 2561 ค่าเฉลี่ยของผลสอบในมาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ได้ 65.27 สูงกว่า 50 คะแนน และมาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าผลสอบในปีการศึกษา 2560 อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยของผลสอบในปีการศึกษา 2561 ที่ต่ำกว่าปีการศึกษา 2560 มี 4 มาตรฐานดังนี้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สำหรับ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด ได้นำไปบูรณาการกับมาตรฐาน ค 2.2

(2) ผลการสอบจำแนกตามสาระ พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสอบของนักเรียนในปีการศึกษา 2560 และ ปีการศึกษา 2561 มีคะแนนต่ำกว่า 50 คะแนนทุกสาระการเรียนรู้ สำหรับปีการศึกษา 2561 คะแนนเฉลี่ยของผลสอบในสาระการเรียนรู้ที่สูงกว่าปีการศึกษา 2560 ได้แก่ การวัดและเรขาคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น สำหรับสาระการเรียนรู้ที่ต่ำกว่าปีการศึกษา 2560 ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ และพีชคณิต อย่างไรก็ตาม ในปีการศึกษา 2561 การออกข้อสอบได้มีการวัดความสามารถของนักเรียนในการบูรณาการสาระต่าง ๆ ซึ่งไม่มีในการสอบของปีการศึกษา 2560 และผลสอบอยู่ในระดับต่ำกว่าสาระอื่น ๆ

(3) ผลการสอบจำแนกตามรายข้อ พบว่า ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในปีการศึกษา 2560 น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนผู้เข้าสอบทั่วประเทศ แต่ในปีการศึกษา 2561 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั่วประเทศ ได้แก่ ข้อสอบข้อที่ 12 เรื่อง กำหนดสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกันให้เลือกสองมิติ (53.04%) ข้อที่ 17 แผนภูมิแท่ง (60.19%) และข้อ 11 กำหนดภาพสองมิติให้เลือกสามมิติจากลูกบาศก์ที่วางซ้อนกัน (78.67%)

ในการสอบ O-NET กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2560 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศ มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดในการทำข้อสอบมากกว่า 50% กระจายตามสาระการเรียนรู้จากมากไปหาน้อย ดังนี้ สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประมาณ 77.84% สาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ประมาณ 73.95% สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ ประมาณ 71.41% และสาระการเรียนรู้พีชคณิต ประมาณ 69.44% สำหรับการสอบ O-NET กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2561 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วประเทศมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือข้อผิดพลาดในการทำข้อสอบมากกว่า 50% เช่นเดียวกับการสอบในปีการศึกษา 2560 แต่ลำดับของกระจายตามสาระการเรียนรู้จากมากไปหาน้อยแตกต่างกัน ดังนี้ สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ ประมาณ 78.34% สาระการเรียนรู้พีชคณิต ประมาณ 68.51% สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประมาณ 66.14% และ สาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ประมาณ 65.83%

สรุปผลโดยรวม นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ทุกสาระ โดยเฉพาะในปีการศึกษา 2561 สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการมีสูงสุด 78.34% ซึ่งสาระนี้มีการเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ที่ต้องใช้แนวคิดเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการไปแก้ปัญหา ดังนั้นการสร้างและพัฒนาบทเรียนในสาระที่เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการมีทั้งหมด 10 บทเรียนจากจำนวนบทเรียนทั้งหมด 22 บท แบบฝึกหัดท้ายบท 4 ชุด ตัวอย่างข้อสอบโอเน็ต ปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 ท้ายบทเรียน 4 ชุด เพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จะนำไปเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในสาระอื่น ๆ (ดูภาคผนวก ข) ซึ่งสอดคล้องกับ Grouws & Cebulla (2000, หน้า.4) ได้เสนอแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียน (Improving Student Achievement in Mathematics) คือ เรื่อง การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นสำนึกเชิงจำนวน (number sense) ที่นักเรียนต้องนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง และคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิด สำหรับมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ในสาระการเรียนรู้พีชคณิต ประมาณ 68.51% สาระการเรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประมาณ 66.14% และสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ประมาณ 65.83% นั้นผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญและความเชื่อมโยงสาระในการพัฒนาบทเรียนด้วย

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน สำหรับแก้ไขมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ O-NET และมีนักเรียนเข้าศึกษาบทเรียนตามความสนใจตามจำนวนที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ผลการสร้างและพัฒนาใน 2 ประเด็น คือ (1) การหาคุณภาพบทเรียน และ (2) การหาคุณภาพแบบทดสอบ E-Testing ดังนี้

### (1) ผลการประเมินคุณภาพบทเรียน

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา หรือวิชาที่สัมพันธ์กัน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทเรียน จำนวน 10 คน ที่นำไปคำนวณค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (CVI) และ ส่วนที่ 2 ผลประเมินความเที่ยงตรงเชิงปรากฏ (face validity) เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ E-Testing โดยได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจาก 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา 1 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา 2 คน ซึ่งได้มีผลประเมินดังนี้

1.1 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหาได้ผลดังนี้  $CVI = 1$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับ 0.80 (Davis, 1992) แสดงว่าบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเที่ยงตรงตามเนื้อหา

1.2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ จากการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ E-Testing แบ่งเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

- 1.2.1 *ความคิดเห็นเชิงบวก* แบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยให้นักเรียนทดสอบแบบ E-Testing มีความเหมาะสมในทุกประเด็น ได้แก่ (1) เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ (2) การใช้ภาษา (3) มโนทัศน์ที่ต้องการทดสอบ (4) กราฟหรือภาพที่ใช้ในการทดสอบมโนทัศน์ และ (5) ความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- 1.2.2 *ความคิดเห็นเชิงลบ* ได้แก่ (1) มโนทัศน์ที่ต้องการทดสอบมีจำนวนข้อสอบน้อย และ (2) ความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา การเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกเรียนไม่เป็นลำดับขั้นของบทเรียนอาจทำให้ไม่มีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหา
- 1.2.3 *ข้อเสนอแนะ* ได้แก่ (1) เวลาที่ใช้ในการสอบ ควรให้ข้อมูลเวลาที่ใช้น้อยที่สุดของผู้ที่ได้ทำข้อสอบนี้มาแล้ว เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถของตนกับผู้อื่น (2) มโนทัศน์ที่ต้องการทดสอบควรเพิ่มแบบทดสอบมากขึ้นให้เหมาะสมกับเวลา และ ในกรณีที่นักเรียนมีมโนทัศน์หรือข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ควรมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้เรียนรู้ด้วยตนเองได้ (3) การใช้ภาษา ไม่มีข้อเสนอแนะใด ๆ เพิ่มเติม (4) กราฟหรือภาพที่ใช้ในการทดสอบมโนทัศน์ ควรแสดงสเกลกำกับเส้นกราฟให้มีขนาดที่เห็นชัดขึ้น และ (5) ความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ในกรณีที่นักเรียนทำข้อสอบก่อนเรียนถูกต้องบางข้อ ควรแนะนำให้นักเรียนเรียนบทเรียนให้เข้าใจก่อนทำข้อสอบหลังเรียน เพราะนักเรียนอาจไม่มีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหา

สำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงในเรื่องของกราฟหรือภาพที่ใช้ในการทดสอบมโนทัศน์ และ ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ผู้วิจัยต้องพัฒนาบทเรียนตามกรอบมาตรฐานเวลาไม่เกิน 10 นาที ดังนั้นได้เพิ่มเติมในคำชี้แจงก่อนเข้าเรียนโดยเสนอให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเวลาและจำนวนครั้งที่ต้องการได้ ประเด็นของการประเมินคุณภาพเชิงปรากฏมีความสอดคล้องกับประเด็นการประเมินข้อทดสอบระดับเขตการศึกษาของ Martinez, Ketterlin-Geller & Tindal, (2007) ซึ่งสอบถามครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใน 4 ประเด็น ได้แก่ ความเหมาะสมของภาษา (appropriateness of language) ความเหมาะสมของมโนทัศน์ (appropriateness of concepts) ความเหมาะสมของกราฟิก (appropriateness of graphics) และความลำเอียงของการใช้ภาษาและกราฟิก (bias in language or graphics)

สำหรับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ผู้วิจัยนำเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการประเมินครุคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 (2 คน) และมัธยมศึกษาปีที่ 2 (1 คน) ที่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกราฟิก ดังนี้

- (1) การพิมพ์ข้อความและตัวเลือกร้อยในหน้าเดียวกัน
- (2) การเพิ่มระยะห่างระหว่างบรรทัดของตัวคำถามและตัวเลือก
- (3) กราฟิกควรมีความชัดเจนมากขึ้น
- (4) ขนาดของตัวพิมพ์ควรใช้ san-serif หรือ Tahoma
- (5) ปรับรูปแบบคำถามที่ใช้ประโยคไม่สมบูรณ์ให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์
- (6) ลดการใช้ภาษาที่ซับซ้อน
- (7) ใช้ภาษาหรือศัพท์เฉพาะให้มีความคงเส้นคงวาตลอดทั้งชุดของข้อสอบ

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงประเด็นต่าง ๆ เพราะการเรียนบทเรียนออนไลน์แบบเปิดสามารถเรียนได้ทั้งระบบคอมพิวเตอร์และมือถือ และตัวอักษรที่ใช้คือ Mittr และ Tahoma อย่างไรก็ตามข้อเสนอแนะของงานวิจัยในเรื่องสเกลบนแกนพิกัดฉากไม่ชัดเจนซึ่งจะต้องพัฒนาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น (Martinez, Ketterlin-Geller & Tindal, 2007)

**ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3** เพื่อหาผลการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณาจากค่าที่คำนวณ ดังนี้ (1) ผลการแก้ไขข้อผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด โดยคำนวณร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนรวมหลังเรียนตั้งแต่ 50% ขึ้นไป โดยมีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่แก้ไขข้อผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 63.64 (บทเรียนเรื่องสถิติ) ถึงร้อยละ 96.00 (บทเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร) (2) ประสิทธิภาพของการใช้บทเรียน โดยคำนวณค่าดัชนีประสิทธิผล ได้เท่ากับ 0.8867 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนสามารถพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนบทเรียนนี้ ร้อยละ 88.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับที่ต้องสูงกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (เผด็จ กิจระการ, 2545) และ หาค่าทดสอบความแตกต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่จำแนกตามสาระการเรียนรู้ ได้แก่ (1) จำนวนและการดำเนินการ (2) พีชคณิต (3) การวัดและเรขาคณิต และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยการทดสอบค่า t (t-test) มีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ในทุกสาระ

**ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4** เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน โดยใช้กรอบแนวคิดของการประเมินของ Thai MOOC ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ใน 2 ประเด็น ได้แก่ (1) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และ (2) แบบวัดความพึงพอใจโดยรวม ผลการประเมินความพึงพอใจซึ่งใช้การประเมิน 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจ พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย พึงพอใจน้อยที่สุด โดยพิจารณาเป็นค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 180 คน ได้ผลประเมิน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีผู้ประเมินแต่ละรายการแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากจำนวนและค่าร้อยละที่มากที่สุดของแต่ละรายการมีดังนี้

- (1) เนื้อหามีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง มีผลประเมินระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 85 คน คิดเป็นร้อยละ 47.22
- (2) ลำดับเรื่องเข้าใจง่าย ชวนติดตาม มีผลประเมินระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 81 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00
- (3) รูปแบบการนำเสนอสวยงาม เข้าใจง่าย มีผลประเมินระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 73 คน คิดเป็นร้อยละ 40.56

- (4) ตัวอย่าง/กรณีศึกษาเพียงพอ ชัดเจน มีผลประโยชน์ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 76 คน คิดเป็นร้อยละ 42.22
- (5) รูปแบบกิจกรรม/แบบทดสอบ เหมาะสม ชัดเจน มีผลประโยชน์ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 80 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44
- (6) ภาพคมชัด/กราฟิกมีขนาด สีสันเหมาะสม มีผลประโยชน์ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 88 คน คิดเป็นร้อยละ 48.89
- (7) เสียงที่ใช้ในสื่อเหมาะสม ชัดเจน มีผลประโยชน์ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 85 คน คิดเป็นร้อยละ 47.22

**ตอนที่ 2 ความพึงพอใจโดยรวม** มีผลประโยชน์ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 82 คน คิดเป็นร้อยละ 45.56

### ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้ที่สนใจในการทำวิจัยการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนเพื่อการเรียนรู้อาจตั้งปัญหาของการวิจัยตามข้อเสนอแนะต่อไปนี้

- 1) บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนช่วยให้นักเรียนมีสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ได้ตามสภาพจริงหรือไม่
- 2) บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้นอกเวลาเรียนที่สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่
- 3) วิธีการใดที่จะจัดเวลาในการเรียนรู้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนให้สอดคล้องกับเนื้อหาเฉพาะตามผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนด
- 4) อะไรเป็นการท้าทายที่สำคัญสำหรับนักเรียนให้ใช้การเรียนรู้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน
- 5) การใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนช่วยสร้างความสนใจนักเรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งขึ้นและจะใช้การเรียนรู้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนในครั้งต่อไป

### ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป

กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับในการวิจัยครั้งนี้มีขนาดค่อนข้างเล็ก การมีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้ตรงตามวัตถุประสงค์ในข้อ 3 และ ข้อ 4 มากขึ้น การวิจัยในครั้งต่อไปควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกความคิดเห็นในประเด็นที่ต้องการสร้างนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนและถูกต้องตรงกับความต้องการของนักเรียน อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (blended learning) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะศตวรรษที่ 21 ในการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพราะการเรียนรู้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนส่วนใหญ่จะพัฒนาเพื่อนำไปใช้กับนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งมีความพร้อมในทักษะการเรียนรู้และความรับผิดชอบในการพัฒนาตนเอง อย่างไรก็ตามแนวโน้มของการพัฒนาการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนในการเรียนรู้จะส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่

ข้อเสนอแนะของการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน

#### **ส่วนที่ 1 สำหรับผู้รับผิดชอบในการวัดผลประเมินผลระดับเขตการศึกษาและระดับประเทศ**

การออกข้อสอบแต่ละข้อควรระบุระดับของความคิดที่นักเรียนต้องใช้ โดยพัฒนาจาก Bloom's Taxonomy และกรอบของการออกข้อสอบ PISA

## ส่วนที่ 2 สำหรับสถานศึกษา

ควรนำผลสอบไปพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องและพัฒนาทักษะการคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับครูผู้สอนควรนำข้อเสนอแนะต่อไปนี้ไปพิจารณาประกอบการสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์

- 1) หาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อค้นหาข้อที่น่าสนใจจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจมากที่สุด
- 2) ตรวจสอบบทเรียนที่นำมาใช้ก่อนที่จะแนะนำนักเรียน เพื่อให้แน่ใจว่าสาระที่นำเสนอช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 3) เมื่อจบบทเรียนแต่ละเรื่อง มักจะพบปัญหาการเลิกเรียนบทเรียนออนไลน์กลางคัน ดังนั้นควรหาวิธีกระตุ้นแรงเสริมให้นักเรียนต้องการเรียนรู้บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อค้นหา

## ส่วนที่ 3 สำหรับผู้สนใจทำวิจัยครั้งต่อไป

การทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยสามารถสร้างบทเรียนออนไลน์หรือสื่อผสมผสานควบคู่กับการเรียนตามปกติ และพัฒนาเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่สามารถพัฒนาผู้เรียนในช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน และการพัฒนาบทเรียนควรคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้

- 1) การออกแบบ (designing): คำนึงถึงเวลาที่จะให้ใช้ในแต่ละสัปดาห์ ระดับของเนื้อหาวิชา และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน
- 2) การพัฒนา (developing): คำนึงถึงการเขียนสื่อการเรียนรู้ เช่น บทเรียน กราฟิก วิดีโอ ซึ่งต้องพัฒนาโดยไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ซึ่งต้องอาศัยผู้รู้ในการตรวจสอบ บทเรียนที่ออกแบบควรสำเร็จก่อนเริ่มเรียน 2 เดือนและมีการทดลองจากกลุ่มเล็กก่อน ประชาสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในกลุ่มที่กว้างขวางขึ้น
- 3) การดำเนินเรื่อง (running): คำนึงถึงการติดตามผู้เรียนอย่างต่อเนื่องผ่านระบบ e-mail หรือระบบอื่น ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนอย่างต่อเนื่องจนครบทุกเนื้อหาที่น่าสนใจ อาจเป็นสัปดาห์ละครั้ง เป็นต้น
- 4) การดำเนินเรื่องต่อไป (going forward): หลังจากหนึ่งเดือนเมื่อนำเสนอบทเรียนครบถ้วนแล้ว ควรมีข้อมูลรายละเอียดนำเสนอรายงานการเรียนทั้งหมดในภาพรวมให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้ได้ความคิดเห็นย้อนกลับสำหรับนำไปสู่การพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อค้นหาต่อไป

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ฉวีวรรณ แก้วไทรยะ. (2558). รายงานการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบการเรียนรู้และเจตคติของนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศึกษาหาความรู้ด้านการสอนและเนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียน. ใน *การประชุมสวนสุนันทาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2 วันที่ 26 – 27 พฤศจิกายน 2558*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ปราวินยา สุวรรณรัฐโชติ และ เสมอกาญจน์ ไสยณศิริรักษ์. (2560). **มาตรฐานและแนวปฏิบัติการเรียนการสอน MOOC ที่ได้รับการยอมรับระดับนานาชาติ**. กรุงเทพมหานคร: โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
- เผด็จ กิจระการ. (2545) ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.). *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 8*: กรกฎาคม 2545, หน้า 30 – 36.
- มหาวิทยาลัยมหิดล สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้. (2561). MOOC (Massive Open Online Course). สืบค้น 12 สิงหาคม 2562 จาก <https://il.mahidol.ac.th/th/i-Learning-Clinic/lecturer-and-learning-management-articles/mooc-massive-open-online-course/>.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). O-NET กับการปฏิรูปการศึกษา. สืบค้น 2 สิงหาคม 2562 จาก [www.niets.or.th](http://www.niets.or.th)
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). **รายงานประจำปี 2560**. สืบค้น 10 สิงหาคม 2562 จาก [www.niets.or.th](http://www.niets.or.th)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภาณี ทัพพา. (2561). *การศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนและพฤติกรรมการเรียนใน Thai MOOC*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Ay, Y. (2017). A review of research on the misconceptions in mathematics education. August 12, 2019. Retrieved from <https://www.isres.org>
- Biber, C., Tuna, A. & Korkmaz, S. (2013). The mistakes and the misconceptions of the eighth grade students on the subject of angles. *European Journal of Science and Mathematics Education*, Vol. 1, No. 2, pp. 50 – 59.
- Cormier, D. & Siemens, G. (2010). Through the open door: Open courses as research, learning, and engagement. *EDUCAUSE Review*, Vol. 45, No. 4 (July/August 2010), pp. 30-39.
- Davis L.L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied Nursing Research*, 5, pp.194 - 197.

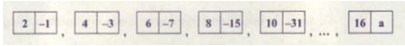
- Department of Education. (2014). *MOOCs: Opportunities for their use in compulsory-age education*. (Research Report). Cairneagle Associates. Government UK.
- Dhlamini, Z.B. & Kibirige, I. (2014). Grade 9 learners' errors and misconceptions in addition of fractions. *Mathematical Journal of Social Sciences*, Vol 5 No. 8 May 2014.
- Earl, L. (2003). *Assessment as learning: Using classroom assessment to maximize student learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Grouws, D. A., & Cebulla, K. J. (2000). Improving student achievement in mathematics. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Kellaghan, T., Greaney, V. & Murry, T.S.. (2009). *Using the Results of a National Assessment of Educational Achievement*. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development.
- Khairiree, K. & Vui, T. (2017). *Discovering mathematics problem solving approach secondary 3*. Bangkok: Pada Education Co., Ltd.
- Issel, L.M. (2000). *Health program planning and evaluation: A practical, systematic approach for community health*. Canada: Jones and Bartlett Publishers.
- Martinez, M. I., Ketterlin-Geller, L. R., & Tindal, G. (2007). Content-related evidence for validity for mathematics tests: *Teacher review*, Vol. 42. Technical Report.
- Ojose, B. (2015a). Students' Misconceptions in Mathematics: Analysis of Remedies and What Research Says. *Ohio Journal of School Mathematics*, Fall 2015, Vol. 72, pp. 1 – 34.
- Ojose, B. (2015b). *Common misconceptions in mathematics: Strategies to correct them*. MD: University Press of America, Inc.
- Swan, M. & Burkhardt, H. (2012). A designer speaks: Designing assessment of performance in mathematics. *Educational Designer*, 2 (5), pp. 1 - 41.

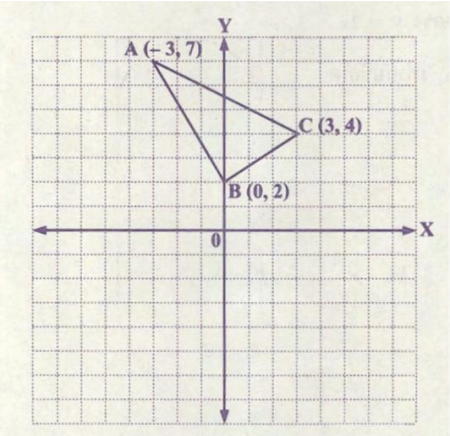
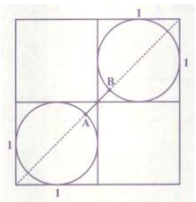
ภาคผนวก

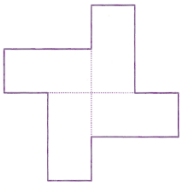
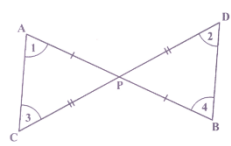
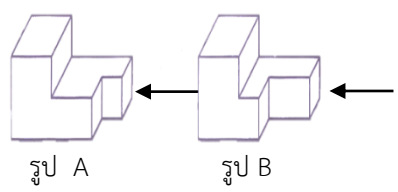
## ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น  
จากข้อสอบโอเน็ตปีการศึกษา 2560 และ 2561 เพื่อนำไปสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์

| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | หมโนทัศน์                                                                                                                                                                                           | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{7}{2 \times 3^2 \times 5^2} - \frac{1}{2^2 \times 3^2 \times 5}$ <p>มีค่าเท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 1)</p> <p>5. <math>\frac{1}{150}</math></p> <p>6. <math>\frac{1}{75}</math></p> <p>7. 0.001</p> <p>8. 0.01</p>                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การบวกลบเศษส่วน</li> <li>- ค.ร.น. และ ห.ร.ม.</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> <li>- การคูณหารจำนวนเต็ม</li> <li>- เลขยกกำลัง</li> <li>- ทศนิยม</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| $\sqrt{256} - \sqrt[3]{64}$ <p>มีค่าเท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 2)</p> <p>1. 8                      2. 10</p> <p>3. 12                     4. 14</p>                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รากที่สองและรากที่สาม</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> </ul>                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>นายใจดีทำงานได้เงินเดือน 22,000 บาท เขาแบ่งเงินเดือนเป็นสามส่วน โดยให้อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายส่วนตัว ต่อ เงินให้ย่าย ต่อ เงินออม เป็น 5 : 2 : 1 ในแต่ละเดือน จำนวนเงินที่นายใจดีให้ย่ายเท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 3)</p> <p>1. 2,750 บาท      2. 4,400 บาท</p> <p>3. 5,000 บาท      4. 5,500 บาท</p>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อัตราส่วน</li> <li>- การคูณหารเศษส่วน</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> <li>- การคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>จากสถานีขนส่ง มีรถโดยสารไปตลาดสด ออกทุก 25 นาที และ รถโดยสารไปโรงพยาบาล ออกทุก 40 นาที</p> <p>ถ้ารถโดยสารทั้งสองเส้นทาง ออกเที่ยวแรกพร้อมกันเวลา 6.00 น. เวลาที่รถโดยสารทั้งสองเส้นทางออกจากสถานีขนส่งพร้อมกันอีกครั้งถัดไปคือเวลาในข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 4)</p> <p>1. 8.00 น.              2. 8.40 น.</p> <p>3. 9.20 น.              4. 10.00 น.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ค.ร.น. และ โจทย์ปัญหา ค.ร.น.</li> <li>- การวัด (เวลา)</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>ตารางแสดงจำนวนนักเรียนในห้องที่มีเหรียญห้าบาทจำนวนต่าง ๆ กัน</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน</li> <li>- สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> </ul>                                                 |

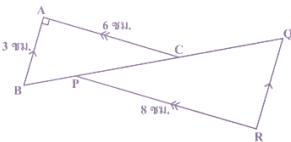
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |    |   |   |   | มโนทัศน์                                                                                                    | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| จำนวน<br>เหรียญห้า<br>บาท                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0  | 1  | 2 | 3 | 4 |                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>                                                                                        |
| จำนวน<br>นักเรียน(คน)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 10 | 11 | y | 3 | 2 |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |
| <p>ถ้าเหรียญห้าบาทของนักเรียนทั้งห้องรวมกันเป็นเงิน 200 บาท แล้วจำนวนนักเรียนที่มีเหรียญห้าบาท 2 เหรียญ เท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 5)</p> <p>1. 4 คน                      2. 6 คน</p> <p>3. 12 คน                    4. 14 คน</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |    |   |   |   |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |
| <p>เด็กชายกนต์ ต้องการซื้อของชิ้นหนึ่ง จึงนำเงินทั้งหมดที่มีอยู่ในกระปุกออมสินออกมานับ พบว่าเงินที่มีอยู่เป็นเหรียญหนึ่งบาททั้งหมด และจำนวนเงินที่มีอยู่นี้ยังไม่พอที่จะซื้อของชิ้นนี้ เขาจึงไปถอนเงินจากธนาคารอีก 300 บาท</p> <p>ถ้าเดิมกนต์มีเงินในธนาคารเป็น 7 เท่าของจำนวนเงินในกระปุกออมสิน และหลังจากถอนเงินแล้ว เงินที่กนต์จะนำไปซื้อของมากกว่าเงินที่เหลือในธนาคาร จำนวนเงินในกระปุกออมสินที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ เท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 6)</p> <p>1. 74 บาท                  2. 76 บาท</p> <p>3. 99 บาท                  4. 101 บาท</p> |    |    |   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- โจทย์ปัญหาสมการ</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p>กำหนดแบบรูป</p>  <p>a มีค่าเท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 7)</p> <p>1. - 511                    2. - 255</p> <p>3. - 127                    4. - 63</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |    |   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบรูป</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| <p>กำหนดให้ a และ b เป็นค่าคงตัว</p> <p>ถ้า <math>y = ax + b</math> มีกราฟเป็นเส้นตรงที่ผ่านจุด (3, 10) และ ขนานกับเส้นตรง <math>y = 2x</math> แล้ว <math>a + b</math> เท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 8)</p> <p>1. 6                          2. 10</p> <p>3. 12                        4. 13</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |    |    |   |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กราฟของสมการเชิงเส้น</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | มโนทัศน์                                                                                                                                                                     | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>กำหนดให้ <math>\triangle ABC</math> มีจุด <math>A(-3, 7)</math> , จุด <math>B(0, 2)</math> และจุด <math>C(3, 4)</math> เป็นจุดยอดมุม</p>  <p>ถ้าสะท้อน <math>\triangle ABC</math> โดยมีแกน Y เป็นเส้นสะท้อน จากนั้นเลื่อนขนานภาพที่ได้จากการสะท้อนไปทางขวา 5 หน่วย แล้วได้เป็น <math>\triangle A'B'C'</math> พิกัดของจุด <math>A'</math> คือข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 9)</p> <p>1. (8, 7)                      2. (7, 8)</p> <p>3. (2, -7)                      4. (-2, 7)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแปลงทางเรขาคณิต</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> <li>- กราฟ</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| <p>แบ่งรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาว 2 หน่วย ออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดเท่ากัน 4 รูป และมีวงกลมแนบใน ดังรูป</p>  <p>ความยาวของส่วนของเส้นตรง AB เท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 10)</p> <p>1. <math>\sqrt{2} - 1</math> หน่วย      2. <math>2 - \sqrt{2}</math> หน่วย</p> <p>3. <math>\frac{\sqrt{2}}{4}</math> หน่วย              4. <math>\frac{1}{2}</math> หน่วย</p>                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตและการวัด</li> <li>- ทฤษฎีบทพีทาโกรัส</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> <li>- เลขยกกำลัง</li> <li>- รากที่สอง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

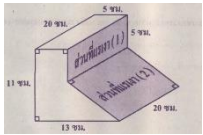
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | มโนทัศน์                                                                                                                            | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ 72 ตารางเซนติเมตร มีด้านยาว ยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง ถ้านำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้ 4 รูป มาเรียงติดกัน ดังรูป</p>  <p>แล้วเส้นรอบรูป (เส้นทึบ) ยาวเท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 11)</p> <p>1. 72 เซนติเมตร      2. 84 เซนติเมตร<br/>3. 96 เซนติเมตร      4. 108 เซนติเมตร</p>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตและการวัด</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> <li>- การคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| <p>กำหนดให้ P เป็นจุดกึ่งกลางของ <math>\overline{AB}</math> และ <math>\overline{CD}</math> โดยที่ <math>AB \neq CD</math> ดังรูป</p>  <p>ข้อใดไม่ถูกต้อง (โอเน็ต 2560 ข้อ 12)</p> <p>1. <math>\triangle ACP \cong \triangle BDP</math>      2. <math>\hat{1} = \hat{2}</math><br/>3. <math>AC = BD</math>      4. <math>\overline{AC} \parallel \overline{BD}</math></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิต</li> <li>- เส้นขนาน</li> <li>- ความเท่ากันทุกประการ</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| <p>ถังทรงกระบอกรัศมียาว 7 นิ้ว มีน้ำอยู่ในถัง โดยระดับน้ำในถังสูง 3 นิ้ว ถ้าเติมน้ำลงในถังจนได้ระดับน้ำในถังสูง 15 นิ้ว แล้วค่าประมาณของปริมาตรของน้ำที่เติมลงในถังเท่ากับข้อใด (กำหนดให้ <math>\pi \approx \frac{22}{7}</math>) (โอเน็ต 2560 ข้อ 13)</p> <p>1. 528 ลูกบาศก์นิ้ว      2. 588 ลูกบาศก์นิ้ว<br/>3. 1,848 ลูกบาศก์นิ้ว      4. 2,310 ลูกบาศก์นิ้ว</p>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาตรทรงกระบอก</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> <li>- การคูณหารเศษส่วน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p>กำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติ 2 รูป ดังนี้</p>  <p>รูป A      รูป B</p> <p>(ทิศทางของลูกศรแสดงทิศทางการมองด้านข้าง)</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เรขาคณิตสองมิติและสามมิติ</li> <li>- การมองภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

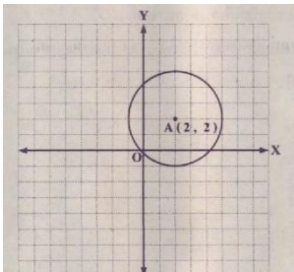
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | มโนทัศน์                                                                                                                                                      | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>พิจารณาภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง และภาพด้านบนของรูป A และ B</p> <p>ข้อใดถูกต้อง (โอเน็ต 2560 ข้อ 14)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ภาพด้านหน้าของรูป A และ B เหมือนกัน</li> <li>2. ภาพด้านข้างของรูป A และ B เหมือนกัน</li> <li>3. ภาพด้านบนของรูป A และ B เหมือนกัน</li> <li>4. ไม่มีภาพด้านใดของรูป A และ B ที่เหมือนกัน</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                 |
| <p>ถ้าภาพด้านหน้าและภาพด้านข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์เป็นดังรูป (โอเน็ต 2560 ข้อ 15)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>ภาพด้านหน้า</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ภาพด้านข้าง</p> </div> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10 ลูก</li> <li>2. 13 ลูก</li> <li>3. 15 ลูก</li> <li>4. 16 ลูก</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยลูกบาศก์</li> <li>- การมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| <p>ในการให้คะแนนผลงานภาพวาดชิ้นหนึ่ง ซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน และมีกรรมการจำนวน 10 คน ผลปรากฏว่า คะแนนรวมของกรรมการทั้ง 10 คน เท่ากับ 71 คะแนน ถ้าตัดคะแนนของกรรมการที่ให้คะแนนน้อยที่สุดออก พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกรรมการ 9 คน ที่เหลือ เท่ากับ 7.5 คะแนน คะแนนที่ถูกตัดออกไปคือคะแนนในข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 16)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 คะแนน</li> <li>2. 2.5 คะแนน</li> <li>3. 3 คะแนน</li> <li>4. 3.5 คะแนน</li> </ol>                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การวิเคราะห์ข้อมูล (ค่าเฉลี่ย)</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> <li>- ทศนิยม</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p>คะแนนสอบวิชาภาษาไทยของนักเรียน 2 ห้อง เป็นดังนี้</p> <p>คะแนนของนักเรียนในห้อง A : 17 19</p> <p>a 12 13 15 13</p> <p>คะแนนของนักเรียนในห้อง B : 11 16</p> <p>b 13 20 18 14</p> <p>ถ้าคะแนนของนักเรียนทั้งสองห้องมีฐานนิยมเท่ากัน และมีมัธยฐานเท่ากัน แล้ว <math>a + b</math> เท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 17)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การวิเคราะห์ข้อมูล (ฐานนิยม มัธยฐาน)</li> <li>- การบวกลบจำนวนเต็ม</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |

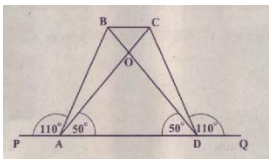
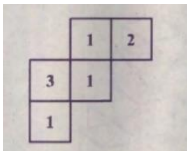
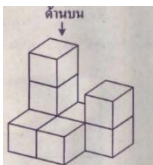
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2560)                                                                                                                                                                                                                                     | มโนทัศน์                                                                                                                                        | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 24                      2. 25<br>3. 26                      4. 27                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                 |                                                                                                       |
| ในการโยนเหรียญ 1 เหรียญ 3 ครั้ง<br>ความน่าจะเป็นที่เหรียญจะออกก้อยไม่เกิน 2 ครั้ง<br>เท่ากับข้อใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 18)<br>1. $\frac{7}{8}$ 2. $\frac{3}{4}$<br>3. $\frac{1}{2}$ 4. $\frac{3}{8}$                                                             | - ความน่าจะเป็น<br>- เศษส่วน<br>- ความหมายของค่าที่ใช้ใน<br>อสมการ (ไม่เกิน)                                                                    | - การแก้ปัญหา<br>- การสื่อความหมาย<br>- การใช้เหตุผล<br>- การเชื่อมโยง<br>- การวิเคราะห์              |
| กำหนดให้ $n$ เป็นจำนวนเต็ม<br>ถ้า $\frac{15}{24} < \frac{n}{36} < \frac{47}{72}$<br>แล้ว $n$ มีค่าเท่าใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 19)                                                                                                                                | - เศษส่วน<br>- การเปรียบเทียบเศษส่วนและ<br>การใช้สัญลักษณ์<br>- การคูณหารจำนวนเต็ม                                                              | - การแก้ปัญหา<br>- การสื่อความหมาย<br>- การใช้เหตุผล<br>- การเชื่อมโยง<br>- การวิเคราะห์              |
| ในงานวันเด็กของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง มีผู้มาร่วม<br>งานทั้งหมด 72 คน โดย $\frac{1}{9}$ ของผู้ร่วมงาน<br>ทั้งหมดเป็นผู้ใหญ่ ส่วนที่เหลือเป็นเด็ก<br>ถ้า $\frac{3}{8}$ ของเด็กที่มาร่วมงานเป็นเด็กผู้ชาย แล้วมี<br>เด็กผู้หญิงมาร่วมงานกี่คน (โอเน็ต 2560 ข้อ 20)  | - โจทย์ปัญหาเศษส่วน<br>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม<br>- การบวกลบคูณหารเศษส่วน                                                                     | - การแก้ปัญหา<br>- การสื่อความหมาย<br>- การใช้เหตุผล<br>- การเชื่อมโยง<br>- การวิเคราะห์              |
| ปริซึมมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีเส้น<br>ทแยงมุมทั้งสองยาว 6 เซนติเมตร และ 8<br>เซนติเมตร ถ้าปริซึมสูง 10 เซนติเมตร แล้วจะมี<br>พื้นที่ผิวทั้งหมดเท่ากับกี่ตารางเซนติเมตร (โอเน็ต<br>2560 ข้อ 21)                                                | - เรขาคณิตสองมิติและสามมิติ<br>- พื้นที่ของรูปเรขาคณิต<br>(สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และ<br>สี่เหลี่ยมผืนผ้า)<br>- พื้นที่ผิวของรูปสามมิติ (ปริซึม) | - การแก้ปัญหา<br>- การสื่อความหมาย<br>- การใช้เหตุผล<br>- การเชื่อมโยง<br>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์ |
| แม่ให้เงินลูกจำนวนหนึ่ง ซึ่งนำไปซื้อไข่ไก่ได้ 4<br>ฟอง และไข่เป็ดได้ 6 ฟอง พอดี หรือ ซื้อไข่ไก่<br>8 ฟอง และไข่เป็ดได้ 3 ฟอง พอดี ถ้าแม่<br>เปลี่ยนใจให้ลูกซื้อเฉพาะไข่ไก่อย่างเดียว แล้ว<br>จำนวนเงินที่แม่ให้จะซื้อไข่ไก่ได้กี่ฟอง (โอเน็ต 2560<br>ข้อ 22) | - โจทย์ปัญหาอัตราส่วน<br>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม                                                                                              | - การแก้ปัญหา<br>- การสื่อความหมาย<br>- การใช้เหตุผล<br>- การเชื่อมโยง<br>- การวิเคราะห์              |

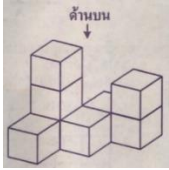
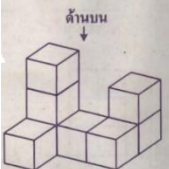
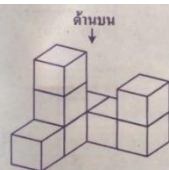
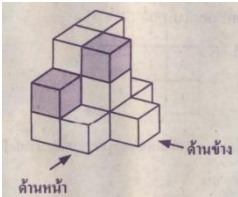
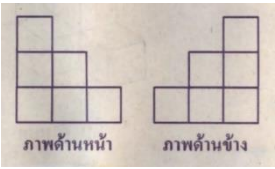
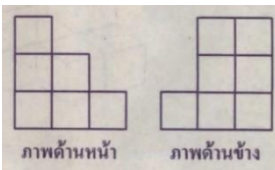
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2560)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | มโนทัศน์                                                                                                                        | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>แผนภูมิรูปวงกลมแสดงส่วนประกอบของน้ำผลไม้รวมที่บรรจุกล่องยี่ห้อหนึ่ง</p>  <p>ถ้า น้ำผลไม้รวมยี่ห้อนี้แต่ละกล่องมีปริมาตร 300 มิลลิลิตร แล้ว น้ำผลไม้รวมยี่ห้อนี้หนึ่งกล่องจะมี น้ำส้มกี่มิลลิลิตร (โอเน็ต 2560 ข้อ 23)</p>                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อัตราส่วน</li> <li>- ร้อยละ</li> <li>- การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p>กำหนดให้ <math>\overline{AB} \parallel \overline{QR}</math> และ <math>\overline{AC} \parallel \overline{PR}</math><br/> <math>\angle BAC = 90^\circ</math> <math>\overline{AB}, \overline{AC}</math> และ <math>\overline{PR}</math> ยาว 3, 6 และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังรูป</p>  <p>รูปสามเหลี่ยม PQR มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร (โอเน็ต 2560 ข้อ 24)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปสามเหลี่ยมคล้าย</li> <li>- เส้นขนาน</li> <li>- การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| <p>กล่องใบหนึ่งบรรจุสลาก 5 แผ่น แต่ละแผ่นมีหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 แผ่นละ 1 หมายเลข ถ้าสุ่มหยิบสลาก 2 แผ่น พร้อมกันจากกล่องใบนี้ แล้วความน่าจะเป็นที่จะได้ผลคูณของจำนวนบนสลากทั้งสองแผ่นเป็นจำนวนคี่เท่ากับเท่าใด (โอเน็ต 2560 ข้อ 25)</p>                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความน่าจะเป็น</li> <li>- จำนวนคี่</li> <li>- การคูณจำนวนนับ</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

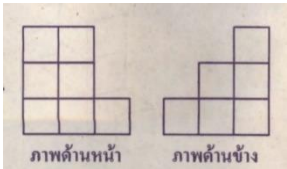
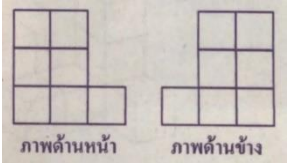
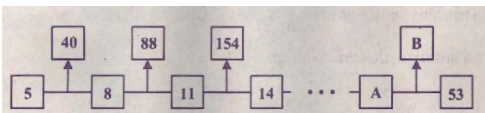
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                | มโนทัศน์                                                                                                                                               | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ถ้า <math>27 = 3^x</math> และ <math>0.00025 = 2.5 \times 10^y</math> แล้ว <math>x + y</math> เท่ากับเท่าใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 1)</p> <p>1. - 2                      2. - 1<br/> 3. 5                          4. 7</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เลขยกกำลังและสัญกรณ์วิทยาศาสตร์</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> <li>- การบวกลบคูณหารทศนิยม</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |

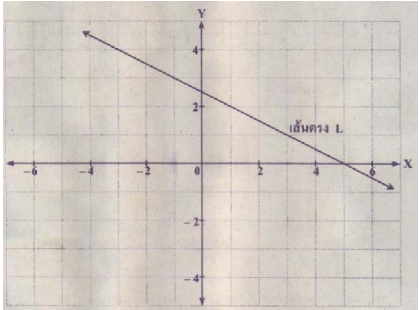
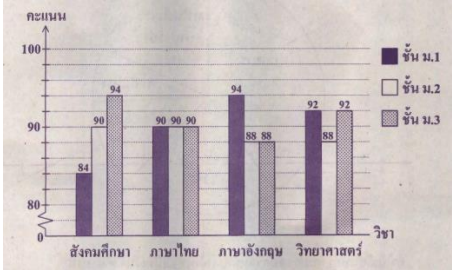
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | มโนทัศน์                                                                                                                              | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ถ้า <math>\sqrt[3]{A} = 16</math> แล้วรากที่สองที่เป็นบวกของ A เท่ากับเท่าใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 2)</p> <p>1. 4                      2. 8</p> <p>3. 32                     4. 64</p>                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รากที่สาม</li> <li>- เลขยกกำลัง</li> <li>- การแยกตัวประกอบ</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p><math>\frac{4^5}{2^2} - \frac{(-3)^2}{3^{-2}}</math> เท่ากับเท่าใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 3)</p> <p>1. 97                      2. 175</p> <p>3. 209                    4. 255</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เลขยกกำลังและสมบัติของเลขยกกำลัง</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็มและจำนวนตรรกยะ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p>ถ้า a คือ จำนวนนับที่มากที่สุดซึ่งหาร 36 และ 60 ลงตัว แล้วจำนวนนับที่น้อยที่สุดซึ่งหารด้วย 5 และ a ลงตัว คือจำนวนใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 4)</p> <p>1. 10                      2. 20</p> <p>3. 30                      4. 60</p>                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ห.ร.ม. และ ค.ร.น.</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p>สนามกีฬาแห่งหนึ่งมีจำนวนที่นั่งทั้งหมด 1,300 ที่นั่ง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A กลุ่ม B และกลุ่ม C ถ้าอัตราส่วนของจำนวนที่นั่งกลุ่ม A ต่อจำนวนที่นั่งกลุ่ม B เป็น 1 : 10 และอัตราส่วนของจำนวนที่นั่งกลุ่ม B ต่อจำนวนที่นั่งกลุ่ม C เป็น 2 : 3 แล้วกลุ่ม B มีจำนวนที่นั่งอยู่เท่าใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 5)</p> <p>1. 500 ที่นั่ง              2. 520 ที่นั่ง</p> <p>3. 750 ที่นั่ง              4. 780 ที่นั่ง</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อัตราส่วน</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> <li>- การบวกลบคูณหารเศษส่วน</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul>              |
| <p>กำหนดส่วนของแรเงา (1) และส่วนของแรเงา (2) ของปริซึมห้าเหลี่ยม ดังรูป</p>                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปสองมิติและสามมิติ</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

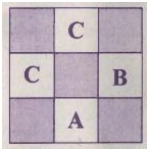
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | มโนทัศน์                                                                                                                | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ส่วนที่แรเงา (1) และ (2) มีพื้นที่รวมกันกี่ตารางเซนติเมตร (โอเน็ต 2561 ข้อ 6)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 100 ตารางเซนติเมตร</li> <li>2. 200 ตารางเซนติเมตร</li> <li>3. 300 ตารางเซนติเมตร</li> <li>4. 400 ตารางเซนติเมตร</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                 |
| <p>กำหนดให้ รูปวงกลมมีพื้นที่ <math>a</math> ตารางหน่วย และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ <math>b</math> ตารางหน่วย ถ้าความยาวของเส้นรอบวงของรูปวงกลมเท่ากับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วข้อใดถูกต้อง (โอเน็ต 2561 ข้อ 7)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>a = b</math></li> <li>2. <math>a = 4\pi b</math></li> <li>3. <math>a = \frac{4b}{\pi}</math></li> <li>4. <math>a = \frac{b}{\pi}</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตสองมิติ</li> <li>- การวัดพื้นที่วงกลมและความยาวเส้นรอบวง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| <p>กำหนด รูปวงกลมที่มีจุด <math>A(2, 2)</math> เป็นจุดศูนย์กลาง ดังรูป</p>  <p>ถ้าจุด <math>A'</math> เป็นจุดศูนย์กลางของภาพที่ได้จากการแปลงทางเรขาคณิตของรูปวงกลมที่กำหนดให้ แล้วการแปลงทางเรขาคณิตในข้อใดที่ทำให้จุด <math>A'</math> มีพิกัดเป็น <math>(-2, 2)</math> (โอเน็ต 2561 ข้อ 8)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเลื่อนขนานรูปวงกลมไปทางซ้ายตามแนวแกน <math>X</math> เป็นระยะ 2 หน่วย</li> <li>2. การเลื่อนขนานรูปวงกลมไปทางซ้ายตามแนวแกน <math>X</math> เป็นระยะ 3 หน่วย</li> <li>3. การหมุนรูปวงกลมรอบจุดกำเนิด <math>O</math> ทวนเข็มนาฬิกา ด้วยมุมขนาด 90 องศา</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กราฟ</li> <li>- การแปลงทางเรขาคณิต</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

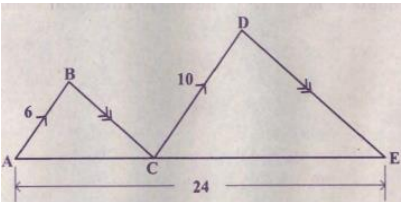
| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                           | มโนทัศน์                                                                                                                                                                                                                                                                   | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. การหมุนรูปวงกลมรอบจุดกำเนิด O ทวนเข็มนาฬิกา ด้วยมุมขนาด 180 องศา                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                 |
| กำหนดให้จุด A อยู่บนระนาบในระบบพิกัดฉาก มีพิกัด (-1, 3) ถ้าเลื่อนจุด A ไปทางขวาตามแนวแกน X เป็นระยะ 3 หน่วย จากนั้นสะท้อนภาพที่ได้โดยมีเส้นตรง $y = -1$ เป็นเส้นสะท้อนทำให้ได้ภาพเป็นจุด A' แล้วพิกัดในข้อใดเป็นพิกัดของจุด A' (โอเน็ต 2561 ข้อ 9) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กราฟ</li> <li>- การแปลงทางเรขาคณิต</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| กำหนดให้ จุด A และจุด D อยู่บน $\overline{PQ}$ และรูปสี่เหลี่ยม ABCD มี $\overline{AC}$ ตัดกับ $\overline{BD}$ ที่จุด O ดังรูปข้อใดไม่ถูกต้อง (โอเน็ต 2561 ข้อ 10)                                                                                 |  <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตสองมิติ</li> <li>- สมบัติของรูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ</li> <li>- สมบัติเส้นขนาน</li> <li>- สมบัติรูปสามเหลี่ยมคล้าย</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |
| กำหนด ภาพด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ขนาดเท่ากัน โดยตัวเลขที่เขียนไว้แดงจำนวนลูกบาศก์ที่เรียงซ้อนกันเมื่อมองจากด้านบน ดังนี้                                                                                                |  <p>ภาพที่กำหนดให้เป็นภาพด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 11)</p>                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ</li> <li>- การมองภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน</li> <li>- ลูกบาศก์</li> </ul>                            |
| 1.                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | มโนทัศน์                                                                                                                                             | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.</p>  <p>3.</p>  <p>4.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |
| <p>รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์<br/>ขนาดเท่ากัน 14 ลูก วางซ้อนกัน โดยมีลูกบาศก์ที่<br/>ระบายสีอยู่ 2 ลูก ดังรูป</p>  <p>ถ้าหยิบลูกบาศก์ที่ระบายสีออกไปทั้งสองลูก แล้ว<br/>ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้าและด้านข้างเป็นดัง<br/>ข้อใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 12)</p> <p>1.</p>  <p>2.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ</li> <li>- การมองภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน</li> <li>- ลูกบาศก์</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์และสร้างสรรค์</li> </ul> |

| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | มโนทัศน์                                                                                                                            | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3.</p>  <p>ภาพด้านหน้า      ภาพด้านข้าง</p> <p>4.</p>  <p>ภาพด้านหน้า      ภาพด้านข้าง</p>                                                                       |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |
| <p>ขนมลูกเกดราคาขึ้นละ 8 บาท และขนมปังไส้ครีมราคาขึ้นละ 12 บาท นิดซื้อขนมปังสองชนิดนี้ โดยซื้อขนมปังลูกเกดมากกว่าขนมปังไส้ครีม 2 ชิ้น และนิตจ่ายเงินค่าขนมปังทั้งหมด 296 บาท นิดซื้อขนมปังไส้ครีมกี่ชิ้น (โอเน็ต 2561 ข้อ 13)</p> <p>1. 14 ชิ้น                      2. 15 ชิ้น</p> <p>3. 16 ชิ้น                      4. 17 ชิ้น</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- โจทย์ปัญหาสมการ</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>วิทย์มีลูกโป่งมากกว่าแพรวอยู่ 7 ลูก ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของจำนวนลูกโป่งของทั้งสองคนไม่เกิน 19 ลูกแล้วแพรวมีลูกโป่งมากที่สุดได้กี่ลูก (โอเน็ต 2561 ข้อ 14)</p> <p>1. 15 ลูก                      2. 16 ลูก</p> <p>3. 22 ลูก                      4. 23 ลูก</p>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล</li> <li>- อสมการ</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>พิจารณาแบบรูปของจำนวนนับ โดยที่ A และ B เป็นจำนวนนับดังนี้</p>  <p>A + B เท่ากับเท่าใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 15)</p> <p>1. 2,650                      2. 2,700</p> <p>3. 2,703                      4. 2,808</p>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบรูป</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวน</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |

| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | มโนทัศน์                                                                                                                       | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>กำหนดให้ เส้นตรง L ผ่านจุด (1,2) และ จุด (-1,3)<br/>           บนระนาบในระบบพิกัดฉาก ดังรูป</p>  <p>สมการเส้นตรงในข้อใด เมื่อเขียนกราฟลงบนระนาบ<br/>           ในระนาบพิกัดฉากนี้ แล้วได้เป็นเส้นตรงที่ขนานกับ<br/>           เส้นตรง L</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>x + 2y = 4</math></li> <li><math>2x + y = 4</math></li> <li><math>x - 2y = 4</math></li> <li><math>2x - y = 4</math></li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กราฟของสมการเส้นตรง</li> <li>- เส้นขนาน</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนสอบ 4 วิชา ของนักเรียน<br/>           คนหนึ่ง ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้น<br/>           มัธยมศึกษาปีที่ 3</p>  <p>ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนทั้ง 3 ปี ของวิชาใดมากที่สุด (โอเน็ต 2561 ข้อ 17)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>สังคมศึกษา</li> <li>ภาษาไทย</li> <li>ภาษาอังกฤษ</li> <li>วิทยาศาสตร์</li> </ol>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สถิติ ค่าเฉลี่ย แผนภูมิแท่ง</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>แผนภูมิรูปวงกลมแสดงรายจ่ายในเดือนมกราคม<br/>           ของครอบครัวหนึ่ง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สถิติ แผนภูมิรูปวงกลม</li> <li>- ร้อยละ</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |

| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | มโนทัศน์                                                                             | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ถ้าในเดือนมกราคม ครอบครัวนี้จ่ายค่าเดินทางเป็นเงิน 960 บาท แล้วครอบครัวนี้มีรายจ่ายทั้งหมดกี่บาท (โอเน็ต 2561 ข้อ 18)</p> <p>1. 7,680 บาท                      2. 8,000 บาท</p> <p>3. 11,040 บาท                      4. 12,000 บาท</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |                                                                                                                                                                    |
| <p>ตาราง 9 ช่อง แต่ละช่องมีตัวหนังสืออยู่ 1 ตัว ซึ่งประกอบด้วย A B และ C อย่างละ 3 ช่อง จากนั้นวางแผ่นกระดาษ 5 แผ่นปิดทับตัวอักษรบางช่องไว้ดังรูป</p>  <p>ถ้าสุ่มเปิดแผ่นกระดาษที่ปิดทับตัวอักษร 1 แผ่น แล้วความน่าจะเป็นที่จะได้ช่องที่มีตัวอักษร A เท่ากับเท่าใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 20)</p> <p>1. <math>\frac{2}{5}</math>                      2. <math>\frac{2}{9}</math>                      3. <math>\frac{1}{5}</math>                      4. <math>\frac{1}{2}</math></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความน่าจะเป็น</li> <li>- เศษส่วน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>กล่องใบหนึ่งมีลูกบอลอยู่สามสี เป็นลูกบอลสีขาว 4 ลูก ลูกบอลสีฟ้า 8 ลูก และลูกบอลสีแดงอยู่จำนวนหนึ่ง ถ้าการสุ่มหยิบลูกบอล 1 ลูกจากกล่องใบนี้ มีความน่าจะเป็นที่จะได้ลูกบอลสีขาวเท่ากับ <math>\frac{1}{5}</math> แล้วกล่องใบนี้มีลูกบอลสีแดงอยู่กี่ลูก (โอเน็ต 2561 ข้อ 20)</p> <p>1. 3 ลูก                      2. 5 ลูก                      3. 8 ลูก                      4. 12 ลูก</p>                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความน่าจะเป็น</li> <li>- เศษส่วน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| <p>ช่างไม้มีไม้อยู่ 3 ท่อน โดยไม้ท่อนที่หนึ่งยาว 6 เมตร ไม้ท่อนที่สองสั้นกว่าไม้ท่อนที่หนึ่งอยู่ 1.35 เมตร และไม้ท่อนที่สามยาวเป็น <math>1\frac{2}{5}</math> เท่าของความยาวไม้ท่อนที่สอง ไม้ท่อนที่สามยาวกี่เมตร (โอเน็ต 2561 ข้อ 21)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- โจทย์ปัญหาเศษส่วนและทศนิยม</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |

| ข้อสอบ (ปีการศึกษา 2561)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | มโนทัศน์                                                                                                                                                       | ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ถังเก็บน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 10 ฟุต มีน้ำอยู่เต็มถัง เมื่อสูบน้ำออกไป 300 ลูกบาศก์ฟุต ทำให้อัตราส่วนน้ำในถังลดลงจากเดิม 2 ฟุต ถังเก็บน้ำนี้ยาวกี่ฟุต (โอเน็ต 2561 ข้อ 22)                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปสามมิติ</li> <li>- ปริมาตร</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| ข้อมูลชุดหนึ่งประกอบด้วย 3, 4, 4, 5, 8, 8, 9, 10 ถ้าเพิ่มข้อมูลอีกสองจำนวน ทำให้ข้อมูลทั้งสิบจำนวนมีฐานนิยมเป็น 4 และมัธยฐานเป็น 6 แล้ว ผลบวกของสองจำนวนที่เพิ่มเข้าไปเท่ากับเท่าใด (โอเน็ต 2561 ข้อ 23)                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สถิติ ค่าเฉลี่ย</li> <li>- การแก้สมการ</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| สวนสัตว์แห่งหนึ่งเก็บค่าเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่คนละ 80 บาท และเด็กคนละ 50 บาท ในวันที่ผ่านมา มีผู้ใหญ่และเด็กเข้าชมสวนสัตว์รวมทั้งหมด 1,000 คน ซึ่งในจำนวนนี้มีเด็กได้เข้าชมฟรี 120 คน และผู้ใหญ่ทุกคนจ่ายค่าเข้าชมสวนสัตว์ ถ้าในวันที่ผ่านมา สวนสัตว์ได้ค่าเข้าชมทั้งหมดเป็นเงิน 62,000 บาท แล้วมีเด็กเข้าชมสวนสัตว์ทั้งหมดกี่คน (โอเน็ต 2561 ข้อ 24)                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- โจทย์ปัญหาสมการ</li> </ul>                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |
| 25. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และ $\overline{BC} \parallel \overline{DE}$ โดยจุด C อยู่บน $\overline{AE}$ $\overline{AB}$ ยาว 6 หน่วย $\overline{CD}$ ยาว 10 หน่วย และ $\overline{AE}$ ยาว 24 หน่วย ดังรูป<br><br>$\overline{AC}$ ยาวกี่หน่วย (โอเน็ต 2561 ข้อ 25) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปเรขาคณิตสองมิติ</li> <li>- รูปสามเหลี่ยมคล้าย</li> <li>- การบวกลบคูณหารจำนวนเต็ม</li> <li>- การแก้สมการ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหา</li> <li>- การสื่อความหมาย</li> <li>- การใช้เหตุผล</li> <li>- การเชื่อมโยง</li> <li>- การวิเคราะห์</li> </ul> |

### ตัวอย่างการวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดแบบเลือกตอบ

| <p>วิธีทำ</p> $\frac{7}{2 \times 3^2 \times 5^2} - \frac{1}{2^2 \times 3^2 \times 5} \text{ มีค่าเท่ากับข้อใด}$ $\frac{7}{2 \times 3^2 \times 5^2} - \frac{1}{2^2 \times 3^2 \times 5} = \frac{(7 \times 2) - (1 \times 5)}{2^2 \times 3^2 \times 5^2} = \frac{14 - 5}{2^2 \times 3^2 \times 5^2} = \frac{9}{4 \times 9 \times 25} = \frac{1}{100}$ <p>= 0.01      <u>ตอบ</u></p> |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ตัวเลือก                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | หมโนทัศน์       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\frac{1}{150}$ | <p>หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากขั้นที่ 1 เมื่อทำตัวส่วนให้เท่ากันแล้ว นำหลักการลบเศษส่วนมาใช้ไม่ถูกต้อง โดยนำตัวเศษมาลบกัน</p> $\frac{7}{2 \times 3^2 \times 5^2} - \frac{1}{2^2 \times 3^2 \times 5} = \frac{7 - 1}{2^2 \times 3^2 \times 5^2}$ $= \frac{6}{2^2 \times 3^2 \times 5^2} = \frac{6}{4 \times 9 \times 25} = \frac{1}{150}$                                                                    |
| 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\frac{1}{75}$  | <p>หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากขั้นที่ 1 เมื่อทำตัวส่วนให้เท่ากันแล้ว นำหลักการลบเศษส่วนมาใช้ไม่ถูกต้อง โดยนำตัวเศษมาลบกัน รวมทั้งข้อผิดพลาดในการทอนเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำในขั้นสุดท้าย</p> $\frac{7}{2 \times 3^2 \times 5^2} - \frac{1}{2^2 \times 3^2 \times 5} = \frac{7 - 1}{2^2 \times 3^2 \times 5^2}$ $= \frac{6}{2^2 \times 3^2 \times 5^2} = \frac{6}{4 \times 9 \times 25} = \frac{1}{75}$ |
| 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.001           | <p><u>ข้อผิดพลาด</u>จากการทำเศษส่วนให้เป็นทศนิยม <u>หรือ</u><br/> <u>หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน</u>จากการทำเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น 100 ให้เป็นทศนิยม</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.01            | ถูกต้อง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### ตัวอย่างการวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดแบบบรรยายคำตอบ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ช่างไม้มีไม้อยู่ 3 ท่อน โดยไม้ท่อนที่หนึ่งยาว 6 เมตร ไม้ท่อนที่สองสั้นกว่าไม้ท่อนที่หนึ่งอยู่ 1.35 เมตร และไม้ท่อนที่สามยาวเป็น <math>1\frac{2}{5}</math> เท่าของความยาวไม้ท่อนที่สอง ไม้ท่อนที่สามยาวกี่เมตร</p> <p>วิธีทำ ไม้ท่อนที่หนึ่งยาว 6 เมตร</p> <p>ไม้ท่อนที่สองสั้นกว่าท่อนที่หนึ่ง 1.35 เมตร ดังนั้นไม้ท่อนที่สองยาว <math>6 - 1.35 = 4.65</math> เมตร</p> <p>ไม้ท่อนที่สามยาวเป็น <math>1\frac{2}{5}</math> เท่าของความยาวไม้ท่อนที่สอง</p> <p>ดังนั้นไม้ท่อนที่สามยาว <math>\frac{7}{5} \times 4.65 = 7 \times 0.93 = 6.51</math> เมตร <u>ตอบ</u></p> <p>หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดอาจเกิดจากการถ้อยคำใดอย่างหนึ่ง หรืออย่างน้อย 1 เรื่องในต่อไปนี้</p> <p>1) การลบทศนิยมซึ่งต้องใช้หมโนทัศน์เกี่ยวกับเขียนจำนวนนับ 6 ให้อยู่ในรูปทศนิยม 2 ตำแหน่งแล้วตั้งจุดทศนิยมให้ตรงกัน</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- 2) การสื่อความหมายเรื่อง  $1\frac{2}{5}$  เท่าของความยาวไม้ท่อนที่สองไม่ถูกต้อง
- 3) การแปลงจำนวนคละเป็นเศษเกินไม่ถูกต้อง
- 4) การหาผลคูณของเศษส่วนและทศนิยมไม่ถูกต้อง

## ภาคผนวก ข

### องค์ประกอบของโครงสร้างบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

(Massive Online Open Course: MOOC)

บทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชนนี้ มีการแนะนำรายวิชาและวิธีเรียน ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนทุกบทเรียน ถ้านักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องทุกข้อ นักเรียนสามารถข้ามไปเรียนเรื่องต่อไปได้ และมีแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละบทเรียน องค์ประกอบของโครงสร้างแต่ละบทเรียนที่สร้างและพัฒนาขึ้นจากผลการวิเคราะห์หมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างหมโนทัศน์ที่ถูกต้องและแนะนำประเด็นที่ป้องกันหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยและทีมวิจัยได้ใช้วิธีนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การบันทึกหน้าจอ PowerPoint ที่บันทึกหน้าผู้สอนในรอบ แบบถ่ายสตูดิโอที่ใช้ Green Screen แบบบันทึกการสอนที่สอนโดยใช้ Smart Board ในการสอนเรขาคณิตด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad และการเฉลยข้อสอบ O-NET บน iPhone แล้วจัดบันทึก YouTube นำเสนอในแพลตฟอร์มของ ThaiMOOC ที่ >>> <http://bit.ly/36tO3cx> ในเรื่องต่าง ๆ ต่อไปนี้

#### 1. จำนวนและการดำเนินการ

- 1.1 การบวกลบจำนวนเต็ม
- 1.2 การคูณหารจำนวนเต็ม
- 1.3 ห.ร.ม. และ ค.ร.น,
- 1.4 โจทย์ปัญหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น.
- 1.5 เศษส่วน
- 1.6 อัตราส่วนและร้อยละ
- 1.7 ทศนิยม
- 1.8 เลขยกกำลัง
- 1.9 แบบรูป
- 1.10 รากที่สองและรากที่สาม
- 1.11 แบบฝึกหัดท้ายบท “จำนวนและการดำเนินการ”
- 1.12 ตัวอย่างข้อสอบ O-NET ปี 60 - 61 เรื่อง “จำนวนและการดำเนินการ”

#### 2. สมการและอสมการ

- 2.1 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- 2.2 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- 2.3 สมการเชิงเส้นสองตัวแปร
- 2.4 โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
- 2.5 อสมการ
- 2.6 โจทย์ปัญหาอสมการ
- 2.7 แบบฝึกหัดท้ายบท “สมการและอสมการ”
- 2.8 ตัวอย่างข้อสอบ O-NET ปี 60 - 61 เรื่อง “สมการและอสมการ”

#### 3. เรขาคณิต

- 3.1 รูปเรขาคณิตและการวัด
- 3.2 รูปเรขาคณิตสามมิติ

- 3.3 การแปลงทางเรขาคณิต
- 3.4 เส้นขนานและความคล้าย
- 3.5 แบบฝึกหัดท้ายบท “เรขาคณิต”
- 3.6 ตัวอย่างข้อสอบ O-NET ปี 60 - 61 เรื่อง “เรขาคณิต”
- 4. สถิติและความน่าจะเป็น
  - 4.1 สถิติ
  - 4.2 ความน่าจะเป็น
  - 4.3 แบบฝึกหัดท้ายบท “สถิติและความน่าจะเป็น”
  - 4.4 ตัวอย่างข้อสอบ O-NET ปี 60 - 61 เรื่อง “สถิติและความน่าจะเป็น”

### ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

The screenshot displays a web browser window with multiple tabs. The active tab shows a ThaiMOOC course page for '1.1.2 บทเรียนเรื่อง "การบวกจำนวนเต็ม"' (Lesson 1.1.2: Integer Addition). The page layout includes a sidebar on the left with a list of course topics, a central video player, and a right-hand text area. The video player is titled 'คณิต พิชิต O-NET ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น' (Mathematics Conquer O-NET Junior High School Level) and features a play button. The sidebar lists topics from 1.1 to 1.10, each with a checkbox indicating completion status. The right-hand text area contains additional information about the course, including a description of the content and a list of topics to be covered.

## ภาคผนวก ค ประวัตินักวิจัย

### 1 หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ – สกุล: รองศาสตราจารย์ฉวีวรรณ แก้วไทรยะ .                      วันเดือนปีเกิด: 3 มิถุนายน พ.ศ. 2487

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้:

บ้านเลขที่ 3 แยก 37 ถนนรามคำแหง 118 แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง จังหวัด กรุงเทพมหานคร  
รหัสไปรษณีย์ 10240

หมายเลขโทรศัพท์: 02-373 8246                      โทรสาร: -                      E-mail: kchaweewan44@yahoo.com

หน่วยงานที่สังกัด: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ตำแหน่ง: ประธานหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ที่อยู่ทำงาน: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา บ้านเลขที่ 1 ถนนอุททองนอก เขตดุสิต  
กรุงเทพมหานคร 10300

หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่: 081-484-4361                      โทรสาร: -                      E-mail: chaweewan.ka@ssru.ac.th

### ประวัติการศึกษา

| ระดับ<br>การศึกษา | สาขา/วิชาเอก                    | คณะ/สถาบัน                          | ปี พ.ศ.ที่ศึกษา<br>(เริ่ม – สิ้นสุด) |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ปริญญาตรี         | กศ.บ. (คณิตศาสตร์-ฟิสิกส์)      | วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร      | 2506 -2508                           |
| ปริญญาโท          | M.A. (Mathematics<br>Education) | University of South Florida,<br>USA | 2512 - 2514                          |

### ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่

| ชื่อเรื่อง                                                                                                                                               | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี)                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------|
| การวิเคราะห์การสอบพิชชาและโอเน็ตของสถาบันทดสอบ<br>การศึกษาแห่งชาติ เพื่อปฏิรูปการเรียนการสอนวิชา<br>คณิตศาสตร์                                           | 2557       | สถาบันทดสอบทางการศึกษา<br>แห่งชาติ (องค์การมหาชน)      |
| การเปรียบเทียบการเรียนรู้และเจตคติของนักศึกษา<br>สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาระหว่างความรู้ด้านการสอน<br>และเนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโรงเรียน | 2558       | สถาบันวิจัยและพัฒนา<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนัน<br>ทา |
| การพัฒนาแบบประเมินการวัดทักษะกระบวนการทาง<br>คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น                                                                           | 2559       | สถาบันทดสอบทางการศึกษา<br>แห่งชาติ (องค์การมหาชน)      |
| การบูรณาการการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องภาษา<br>อังกฤษ โดยใช้การเรียนรู้เชิงบริบท                                                           | 2559       | สถาบันวิจัยและพัฒนา<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา     |

| ชื่อเรื่อง                                                                                                                                                         | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี)                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------|
| การสังเคราะห์งานวิจัยการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ ๒๑: บทเรียนจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์                                                                | 2560       | สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| Teaching strategies to correct misconceptions in descriptive statistics. (Proceeding of the IRES International Conference. Bangkok, Thailand, 21 – 22 June, 2018.) | 2018       | -                                              |

## 2 ผู้ร่วมวิจัย

### ผู้ร่วมวิจัย คนที่ 1

ชื่อ – สกุล: ดร.บุญทอง บุญทวี

วันเดือนปีเกิด: 22 กันยายน พ.ศ. 2495

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้:

บ้านเลขที่ 310/433 หมู่บ้านปิ่นเจริญ 3 ถนนสรองประภา แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10210

หมายเลขโทรศัพท์: 081-946-7225

โทรสาร: -

E-mail: boonthong.bo@ssru.ac.th

หน่วยงานที่สังกัด: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ตำแหน่ง: รองคณบดีวิทยาลัยนานาชาติและอาจารย์ประจำหลักสูตรคณิตศาสตร์ศึกษา

ที่อยู่ทำงาน: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา บ้านเลขที่ 1 ถนนอุทองนอก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่: 081-946-7225

โทรสาร: - E-mail: boonthong.boontawee@gmail.com

### ประวัติการศึกษา

| ระดับการศึกษา | สาขา/วิชาเอก               | คณะ/สถาบัน                       | ปี พ.ศ. ที่ศึกษา (เริ่ม – สิ้นสุด) |
|---------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| ปริญญาตรี     | วท.บ. (คณิตศาสตร์)         | ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ | 2521 – 2523                        |
| ปริญญาโท      | การวัดและประเมินผลการศึกษา | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย            | 2532 – 2534                        |
| ปริญญาเอก     | การวัดและประเมินผลการศึกษา | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย            | 2542 – 2546                        |

### ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่

| ชื่อเรื่อง                                                   | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี) |
|--------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| การสร้างแบบสอบวัดจิตพิสัยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 | 2534       | -               |

| ชื่อเรื่อง                                                                                                                        | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี)                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------|
| การประเมินตนเองของครูเพื่อเพิ่มศักยภาพการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นประถมศึกษา                                                      | 2547       | -                                               |
| การพัฒนารูปแบบเครื่องมือการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น                                                  | 2559       | สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)   |
| การพัฒนารูปแบบการเพิ่มศักยภาพด้านวิชาการของโรงเรียนที่เปิดสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการโดยใช้ภาษาอังกฤษ(คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์) | 2560       | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |

## ผู้ร่วมวิจัย คนที่ 2

ชื่อ – สกุล: นายลือชัย ทิพรังศรี

วันเดือนปีเกิด: 24 กันยายน พ.ศ. 2501

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้:

บ้านเลขที่ 3 หมู่ 4 ตำบลหนองสรวง อำเภอนางรอง จังหวัด อุทัยธานี รหัสไปรษณีย์ 61110

หมายเลขโทรศัพท์: 081-972-5793

โทรสาร: - E-mail: luechai.ti@ssru.ac.th

หน่วยงานที่สังกัด: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ตำแหน่ง: อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ที่อยู่ทำงาน: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา บ้านเลขที่ 1 ถนนอุททองนอก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่: 081-946-7225

โทรสาร: - E-mail: luechai1958@gmail.com

## ประวัติการศึกษา

| ระดับการศึกษา | สาขา/วิชาเอก       | คณะ/สถาบัน                    | ปี พ.ศ.ที่ศึกษา (เริ่ม – สิ้นสุด) |
|---------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| ปริญญาตรี     | กศ.บ. (คณิตศาสตร์) | มศว.พิษณุโลก                  | 2519– 2523                        |
| ปริญญาโท      | กศ.ม.(คณิตศาสตร์)  | มหาวิทยาลัยนเรศวร<br>พิษณุโลก | 2540– 2541                        |

## ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่

| ชื่อเรื่อง                                                                                        | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.๔ เรื่อง ฟังก์ชันโดยใช้โปรแกรม Authorware | 2534       | -               |

| ชื่อเรื่อง                                                                 | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี) |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| การวิเคราะห์โจทย์PISA 2009 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (วितทศน์) | 2553       | -               |

### ผู้ร่วมวิจัย คนที่ 3

ชื่อ – สกุล: ดร.กนกรัตน์ คุณะสารพันธ์

วันเดือนปีเกิด: 13 สิงหาคม พ.ศ. 2523

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้:

บ้านเลขที่ 481/286 ถ.เจริญสุขนิทวงศ์ แขวงบางขุนศรี เขตบางกอกน้อย จังหวัด กรุงเทพมหานคร

รหัสไปรษณีย์ 10700

หมายเลขโทรศัพท์: 081-441-7092

โทรสาร: -

E-mail: kanokrat.ku@ssru.ac.th

หน่วยงานที่สังกัด: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ตำแหน่ง: อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ที่อยู่ทำงาน: วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา บ้านเลขที่ 1 ถนนอุททองนอก เขตดุสิต

กรุงเทพมหานคร 10300

หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่: 081-441-7092

โทรสาร: -

E-mail: kanokrat.ku@ssru.ac.th

### ประวัติการศึกษา

| ระดับการศึกษา | สาขา/วิชาเอก                                       | คณะ/สถาบัน                                            | ปี พ.ศ.ที่ศึกษา (เริ่ม – สิ้นสุด) |
|---------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ปริญญาตรี     | ศศ.บ. (ภาษาอังกฤษ)                                 | คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2541 – 2544                       |
| ปริญญาโท      | ศศ.ม. (ภาษาศาสตร์เพื่อการสื่อสาร)                  | คณะศิลปศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์                | 2546 – 2548                       |
| ปริญญาเอก     | Ed.D. (Instructional Leadership: Higher Education) | Argosy University, USA                                | 2010 – 2013                       |

ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่

| ชื่อเรื่อง                                                                                                                                                                                                                                                              | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี)                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------|
| การศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทักษะ และความพึงพอใจในการเรียนเตรียมพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                                                                                                                         | 2557       | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) วิชา English for Communication and Study Skills เรื่องชนิดของประโยคและอนุประโยคของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                                              | 2558       | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| English Learning Strategy and Proficiency Level of the First Year Students (Journal of Procedia-Social and Behavioral Sciences)                                                                                                                                         | 2558       | -                                               |
| English Proficiency and English Learning Strategies in English Camp of Master Students(Premium 1) in Mathematics Education, International College, Suan Sunandha Rajabhat University (Proceedings: The 2016 International Academic Research Conference in Milan (ICBTS) | 2559       | -                                               |
| Motivation and Choices of Language Learning Strategies of Undergraduate Students in International College, Suan Sunandha Rajabhat University (Golden Teak: Humanity and Social Science Journal (GTHJ)                                                                   | 2559       | -                                               |
| ความสามารถในการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                                                                                                                                      | 2561       | สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| Classroom action research for teaching mathematics in secondary schools(Proceeding of the International Academic Multidisciplinary Research Conference, Vienna, Austria)                                                                                                | 2561       | -                                               |
| Error analysis in English essays of Master Students, Mathematics Education, International College, Suan Sunandha Rajabhat University (Proceeding of the 2018                                                                                                            | 2561       | -                                               |

| ชื่อเรื่อง                                                                                                                                                                             | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| ICBTS International Academic Multidisciplinary Research Conference. Luzern, Switzerland)                                                                                               |            |                 |
| ความสามารถในการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (Journal of Science, Humanities and Social Science) | 2561       | -               |

#### ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 4

ชื่อ – สกุล: นายพงศ์ระพี แก้วไทรฮะ

วันเดือนปีเกิด: 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้:

บ้านเลขที่ 3 แยก 37 ถนนรามคำแหง 118 แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10240

หมายเลขโทรศัพท์: 02-373-8246

โทรสาร: -

E-mail: pongrapee.ka@ssru.ac.th

หน่วยงานที่สังกัด วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ตำแหน่ง อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ที่อยู่ทำงาน วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ศูนย์การศึกษาจังหวัดนครปฐม เลขที่ 111/5 หมู่ 2 ตำบลคลองโยง อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-446-4238

โทรสาร: -

E-mail: pongrapee.ka@ssru.ac.th

#### ประวัติการศึกษา

| ระดับการศึกษา          | สาขา/วิชาเอก                            | คณะ/สถาบัน                                     | ปี พ.ศ. ที่ศึกษา (เริ่ม – สิ้นสุด) |
|------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|
| ปริญญาตรี              | วศ.บ. (แมคคาทรอนิกส์)                   | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 – 2547                        |
| ปริญญาโท               | วศ.ม. (ระบบควบคุม)                      | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2545 – 2550                        |
| ปริญญาเอก (กำลังศึกษา) | ปร.ด. (นวัตกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยี) | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี          | 2560 - ปัจจุบัน                    |

ผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่

| ชื่อเรื่อง                                                                                                        | ปีที่พิมพ์ | ทุนวิจัย(ถ้ามี)                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------|
| การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ระบบสารสนเทศในการบริหาร<br>อุตสาหกรรม                                                       | 2553       | สถาบันวิจัยและ<br>พัฒนา มหาวิทยาลัย<br>ราชภัฏสวนสุนันทา |
| การพัฒนาโปรแกรมห้องปฏิบัติการจำลองเพื่อใช้สอนการเขียน<br>โปรแกรมซีเอ็นซีในรายวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ | 2555       | สถาบันวิจัยและ<br>พัฒนา มหาวิทยาลัย<br>ราชภัฏสวนสุนันทา |
| การใช้สื่อมัลติมีเดียและเกมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องจริยธรรม<br>ในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ                   | 2561       | -                                                       |

หมายเหตุ: เฉพาะงานวิจัยทางการศึกษา

**ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพเครื่องมือ**

| ชื่อ -นามสกุล                           | ตำแหน่ง                                                                              |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ อานินทร์ สิทธิวีรธรรม | รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยสวนดุสิต                             |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกมล ไพศาล     | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์สารสนเทศ<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา         |
| 3. อาจารย์กัญญารัตน์ บุษบรณ             | อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์สารสนเทศ<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                    |
| 4. อาจารย์น้ำผึ้ง ชูเลิศ                | หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>สาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา            |
| 5. อาจารย์ชฎกาส ชูเลิศ                  | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>สาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา            |
| 6. อาจารย์โสภภาพรณ เวชากุล              | อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>สาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา            |
| 7. อาจารย์สมบูรณ์ ฉิ่งถิ่น              | ศึกษานิเทศก์ ระดับ 9<br>กรมการศึกษานอกโรงเรียน (ข้าราชการบำนาญ)                      |
| 8. อาจารย์ลัดดา ด่านวิริยะกุล           | หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>โรงเรียนราชวินิตบางแคปานขำ (ข้าราชการบำนาญ) |
| 9. อาจารย์ยุวดี ทองยี่สุน               | รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ<br>โรงเรียนภัทรญาณวิทยา                                    |
| 10. อาจารย์กมลวรรณ แก้วสะอาด            | หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์<br>โรงเรียนภัทรญาณวิทยา                                        |

## ภาคผนวก จ กิจกรรมการพัฒนาศูนย์เรียนออนไลน์แบบเปิดเพื่อมหาชน

### 1. การประชุมวิเคราะห์บทเรียน



### 2. การบันทึกบทเรียน



### 3. การประชาสัมพันธ์



INTERNATIONAL COLLEGE  
SUAN SUNANDHA  
RAJABHAT UNIVERSITY

SSRU home 



Home About Us ▾ Programs ▾ Students ▾ Resources ▾ Contact Us ▾ Apply Now



**คณิต  
พีชคณิต O-NET**  
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

INTERNATIONAL COLLEGE  
SUAN SUNANDHA

สทศ  
NETS

ขอเชิญชวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและผู้สนใจ  
เข้าเรียนในวิชาออนไลน์แบบเปิด (MOOC)  
เพื่อเตรียมความพร้อมในการสอบ O - NET  
วิชาคณิตศาสตร์

- ✓ สมัครฟรี! เรียนฟรี!
- ✓ เรียนได้จากทุกที่
- ✓ กำหนดเวลาเรียนเองได้
- ✓ เรียนผ่านมือถือได้

รายละเอียดเพิ่ม **Click**

**เรียนออนไลน์ฟรี**

Thai MOOC O-NET Math

○○○○○○○○●

#### 4. การเผยแพร่บทเรียน

**Thai MOOC** [Dashboard](#) [Search](#) [Organization](#) [About](#) [Questionnaire](#)  chaweewan\_ka

[Home](#) [Course](#) [Discussion](#) [Course progress](#) [Notes](#)

Welcome to SSRU-MOOC's ssru007!  
คณิตพีชิต O-NET (ระดับม.ต้น)

Announce

Show

Course Updates and News  
November 14, 2019

Hide



คณิต  
พีชิต O-NET  
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Course Handouts

ประมวลรายวิชา  
โครงสร้างรายวิชา  
ข้อมูลการสอน O-NET

#### 5. ลิ้งค์วิดีโอบทเรียนออนไลน์ :

[https://drive.google.com/open?id=1McSRz4z7PgS8k6v3Epg5tKjV\\_kVCutLZ](https://drive.google.com/open?id=1McSRz4z7PgS8k6v3Epg5tKjV_kVCutLZ)