

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es
ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding
เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิรุพห์ สิทธิเชตรกรรณ์

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา และหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกม และการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผศ.ดร.สุรียพร สว่างเมฆ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุดหนุนระยะเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ดร.สุรียา ชาปู้ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และ ผศ.ดร.พัชรี ร่มพยอม วิชยดิษฐ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

กราบขอบพระคุณ ดร.อาทร นกแก้ว และคณะผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความกรุณาในการตรวจเครื่องมือวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้สมบูรณ์ต่อการนำไปใช้วิจัย และนางพัชรี ทองทักษิณ ครูชีววิทยา ผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้ที่ได้สละเวลามาร่วมสังเกตการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในโรงเรียนเพื่อพัฒนาคุณภาพของผู้วิจัยและนักเรียน ขอขอบพระคุณคณะครูในโรงเรียนทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิจัยและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดการวิจัย และขอบคูนนักเรียนผู้ร่วมวิจัยทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศไทยและผู้ทีสนใจบ้างไม่มากก็น้อย

วิรุฬห์ สิทธิเชตรกรณ์

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้ศึกษาค้นคว้า	นายวิรุพท์ สิทธิเชตรภรณ์
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์พร สว่างเมฆ
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es บอร์ดเกม การเขียน Formula Coding ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประชากร สถานการณ์ระบาด COVID-19

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด และเพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 14 คน ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์การระบาดของ COVID-19 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแบบบันทึกการทำกิจกรรม ใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลและวิธีรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การสร้างความสนใจด้วยข่าวปัญหาการระบาด การสำรวจปัญหาเพื่อสืบเสาะข้อมูล ข่าวการระบาดมาใช้ออกแบบวิธีแก้ปัญหตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณและการเขียน Formula coding ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหจากแนวโน้มกราฟการเปลี่ยนแปลงประชากร การขยายความรู้เพื่อให้เห็นพลวัตประชากรโดยใช้บอร์ดเกม Covidea และการอภิปรายสรุป เรื่อง ประชากรกับการระบาด โดยนักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้เป็นระดับ ดีมาก สอดคล้องกับผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างเรียนที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับดีมากเช่นกัน

Title	Development of Computational Thinking Skill through 5E Inquiry Learning Activities with Board Game and Formula Coding on the Population in COVID-19 Pandemic for Grade 12 Students
Authors	Wirun Sittikhetkron
Advisor	Assistant Professor Sureporn Sawangmek, Ed.D.
Academic Paper	Independent Study M.A. in Science Education, Naresuan University, 2020
Keywords	5Es Inquiry Learning Activities, Board Game, Formula Coding, Computational thinking, Population, COVID-19 Pandemic

ABSTRACT

This action research purposed to investigate how to use 5Es inquiry learning activities with board game and formula coding approach to develop students' CT skills of grade 12 students on topic of population and to examine students' CT skills after learning by this approach. The study participants were 14 Grade 12 students, a secondary school in the Uthaithani province, in the second semester of the academic year 2020. The data was collected from learning activity plans which using COVID-19 pandemic, reflective learning tools, the CT skills test, and student worksheets. Data was analyzed by using content analysis and using resource and method triangulation for credibility of data. The results show that 5Es inquiry learning activities with board game and formula coding approach should start with engagement pandemic news, exploration of pandemic data to design the prevention and solving by using formula coding with Microsoft Excel program, explanation population graphs from changed trend, elaboration of population dynamics illustrated by Covidea board game before group discussion for concluding. In addition, the results of during the activities and the CT skills test show that students' CT skills are accordant at the highest level.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
คำถามวิจัย.....	7
ขอบเขตของงานวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรสถานศึกษา.....	12
การคิดเชิงคำนวณ.....	19
กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding.....	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
ระเบียบวิธีวิจัย.....	59
บริบทห้องเรียนและนักเรียน.....	60
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	61
การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย.....	63
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
4 ผลการวิจัย.....	83
ตอนที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรม การเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	85

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตอนที่ 2 ผลการวิจัยการพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วย กิจกรรมการเรียนรู้สี่เสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	119
5 บทสรุป.....	157
สรุปผลการวิจัย.....	157
อภิปรายผลการวิจัย.....	160
ข้อเสนอแนะ.....	170
บรรณานุกรม.....	172
ภาคผนวก.....	183
ประวัติผู้วิจัย.....	355

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณ และระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม.....	23
2 แสดงองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ.....	24
3 แสดงสรุปองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ.....	26
4 แสดงตัวอย่างชุดเลขฐานสองและการเติมบิตตรวจสอบ (parity bit)	29
5 แสดงตารางแปลความหมายของชุดตัวเลขฐานสองเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ.....	30
6 แสดงคำถามเพื่อวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของ Rodriguez (2015)....	30
7 แสดงเกณฑ์คะแนนแบบรูปรีคของแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาด ของ Rodriguez (2015).....	31
8 แสดงระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ 6 ระดับ ของ Ling et al. (2018).....	32
9 แสดงตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es เพื่อพัฒนา ทักษะการคิดเชิงคำนวณของ Khasyyatillah and Osman (2019).....	52
10 แสดงตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในหลักสูตรโรคระบาดของ Catete et al. (2019).....	53
11 แสดงการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ.....	55
12 แสดงความสอดคล้องของคำถามวิจัย เครื่องมือวิจัย และ วิธีวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
13 แสดงชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ชิ้นงานของนักเรียนและ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....	66
14 แสดงการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง ประชากร.....	70
15 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามตามแนวทางของ Rodriguez (2015)	72
16 แสดงเกณฑ์ช่วงคะแนนร้อยละและระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ.....	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับเครื่องมือวิจัย.....	80
18	แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดเชิงคำนวณ.....	111
19	แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบระดับการคิดเชิงคำนวณระหว่างผลจาก แบบบันทึกการทำกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียน และผลจาก แบบประเมินจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ.....	153
20	แสดงการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประชากร.....	154
21	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding.....	185
22	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding.....	187
23	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding.....	189
24	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบบันทึกการทำกิจกรรมด้วยกิจกรรม การเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและ การเขียน Formula Coding.....	191
25	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและ การเขียน Formula Coding.....	192

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding.....	193
27 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding.....	193
28 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding.....	194

สารบัญญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงตัวอย่างแบบวัดเชิงคิดคำนวณแบบอัตโนมัติจาก Code.org (2015).....	28
2 แสดงการสอนการสร้างสูตรความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ของ Lee, S. J., Lee, M. and Park (2019)	50
3 แสดงการสอนการแยกประเด็นปัญหาที่ซับซ้อนของ Lee et al. (2019).....	50
4 แสดงการสอนการใช้ชุดคำสั่ง SUM () เพื่อคำนวณค่าข้อมูลอัตโนมัติของ Lee et al. (2019)	50
5 แสดงการสอนการคัดกรองข้อมูลสำคัญของแผนงานของ Lee et al. (2019).....	50
6 แสดงค่าร้อยละของทักษะการคิดเชิงคำนวณเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	120
7 แสดงความถี่ของระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	121
8 แสดงค่าร้อยละของทักษะการคิดเชิงคำนวณรายบุคคลเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	121
9 แสดงระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนรายบุคคลเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	122
10 แสดงค่าร้อยละของทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบใน 3 วงจรปฏิบัติการ.....	123
11 แสดงร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณของแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....	124
12 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงแผนภาพสถานะ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ดีมาก.....	131
13 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงแผนภาพสถานะ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ พอใช้.....	132

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
14	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงแผนภาพสถานะ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ปรับปรุง.	133
15	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงแผนภาพสถานะ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ดีมาก.....	135
16	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงแผนภาพสถานะ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ พอใช้.....	136
17	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงแผนภาพสถานะ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ดีมาก.....	138
18	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงแผนภาพสถานะ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ พอใช้.....	139
19	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ดีมาก.....	140
20	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ ดีมาก.....	141
21	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ปรับปรุง.....	141
22	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดย การเขียน Formula coding ในระดับ ปรับปรุง.....	142
23	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ดีมาก.....	143
24	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ ดีมาก.....	143
25	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ พอใช้.....	144

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
26	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ พอใช้.....	144
27	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ดีมาก.....	145
28	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ ดีมาก.....	146
29	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ พอใช้.....	146
30	แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอน การแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ พอใช้.....	147
31	แสดงนักเรียนศึกษาข่าวสถานการณ์ปัญหาการลดลงของจำนวนนักท่องเที่ยว ในประเทศไทย.....	264
32	แสดงนักเรียนสืบค้นข่าวเกี่ยวกับการระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 จาก การลักลอบของแรงงานเมียนมาร์เข้าประเทศผ่านชายแดนจังหวัดตาก.....	265
33	แสดงนักเรียนอภิปรายข่าวที่ได้จากการสืบค้นเพื่อคัดกรองข่าวที่แสดงถึง การเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากร.....	266
34	แสดงนักเรียนสร้างแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากรในแต่ละ จังหวัด.....	267
35	แสดงนักเรียนนำข้อมูลความสัมพันธ์จากแผนภาพสถานะมาจัดลำดับผลกระทบ..	267
36	แสดงนักเรียนสร้าง Formula coding ผ่านโปรแกรม Microsoft excel.....	270
37	แสดงนักเรียนสร้างกราฟเส้นแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของ ประชากรของจังหวัดที่มีการอนุญาตให้แรงงานเข้าจังหวัดผ่าน สูตรความสัมพันธ์ $D(t) = D_0 + Et$	270

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
38 แสดงนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายแนวโน้มของกราฟมาพร้อมกับการเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา.....	272
39 แสดงนักเรียนใช้บอร์ดเกม Covidea (Series 1) เพื่อขยายความรู้เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของประชากร.....	273
40 แสดงนักเรียนอภิปรายกราฟที่ได้จากข้อมูลการอพยพประชากรจากบอร์ดเกม.....	274
41 แสดงผลการสืบค้นข่าวของนักเรียน S12 ที่ทำชิ้นงานที่ 1.....	278
42 แสดงแผนภาพสถานะของนักเรียน S12 และ S5 ที่ทำแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1.....	279
43 แสดงการเขียนแบบผังงานของนักเรียน S10 และ S13 ที่ทำแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1.....	281
44 แสดงการเขียน Formula Coding ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S9 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 1.....	281
45 แสดงกราฟการอพยพที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S1 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 1.....	282
46 แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรจากข้อมูลที่ได้จากบอร์ดเกมที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S4 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 1.....	285
47 แสดงนักเรียนศึกษาสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 ในระดับโลกจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ.....	292
48 แสดงนักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อสืบค้นข่าวเกี่ยวกับปัญหาการแพร่ระบาดของ COVID-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	296
49 แสดงนักเรียนอภิปรายข่าวที่ได้จากการสืบค้นเพื่อคัดกรองข่าวที่แสดงถึงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในสหรัฐอเมริกา.....	298
50 แสดงนักเรียนสร้างแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในแต่ละรัฐ.....	299

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
51	แสดงแผนผังงานแสดงการเชื่อมเงื่อนไขด้วยคำสั่ง "หรือ".....	300
52	แสดงแผนผังงานแสดงการเชื่อมเงื่อนไขด้วยคำสั่ง "และ".....	301
53	แสดงนักเรียนเขียนแบบผังงานเพื่อตัดสินใจเปิดหรือปิดเมือง.....	301
54	แสดงนักเรียนสร้าง Formula coding ผ่านโปรแกรม Microsoft excel.....	303
55	แสดงนักเรียนสร้างกราฟเส้นแสดงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ ผ่านสูตรความสัมพันธ์ของการเติบโตประชากรแบบลอจิสติกสำหรับรัฐที่มี นโยบายปิดเมือง และแบบเอ็กโพเนนเชียลสำหรับรัฐที่มีนโยบายเปิดเมือง.....	304
56	แสดงนักเรียนใช้บอร์ดเกม Covidea (Series 2) เพื่อขยายความรู้เรื่อง รูปแบบ การเติบโตของประชากรในสถานการณ์ระบาด และความสัมพันธ์ระหว่าง การเติบโตของประชากรรวมกับการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ.....	308
57	แสดงผลการสืบค้นข่าวของนักเรียนกลุ่ม G1 ที่ทำชิ้นงานที่ 1.....	312
58	แสดงแผนภาพสถานะของนักเรียน S10 ที่ทำแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2.....	313
59	แสดงการเขียนแบบผังงานของนักเรียน S5 ที่ทำแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2.....	315
60	แสดงการเขียน Formula Coding ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S3 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 2.....	316
61	แสดงกราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐที่มีการปิดเมืองที่สร้างผ่าน โปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S1 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 2.....	317
62	แสดงกราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐที่มีการเปิดเมืองที่สร้างผ่าน โปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S1 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 2.....	317
63	แสดงกราฟเปรียบเทียบการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อระหว่างรัฐที่มีการปิดเมือง และเปิดเมืองที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S1 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 2.....	317

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
64	แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเมื่อมีการเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกจากข้อมูลที่ได้จากบอร์ดเกม ที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S4 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 2.....	319
65	แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเมื่อมีการเพิ่มประชากรเอ็กโพเนนเชียลจากข้อมูลที่ได้จากบอร์ดเกม ที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S4 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 2.....	320
66	แสดงนักเรียนศึกษาสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 ในอินเดียและบราซิล จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ.....	326
67	แสดงนักเรียนบันทึกผลการอภิปรายในชั้นการทำความเข้าใจด้วยสถานการณ์ ปัญหาลงในแบบบันทึกการทำกิจกรรม.....	328
68	แสดงนักเรียนสร้างแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในแต่ละรัฐ.....	331
69	แสดงนักเรียนสร้างแบบผังงานเพื่อตัดสินใจสนับสนุนงบประมาณเพื่อแก้ปัญหา การระบาดตามเงื่อนไขที่ตนกำหนด.....	332
70	แสดงขั้นตอนการเขียนผังงานที่ถูกเพิ่มลงในใบกิจกรรมของวงจรที่ 3.....	333
71	แสดงขั้นตอนการเขียนคำสั่งเงื่อนไขที่ถูกเพิ่มลงในใบกิจกรรมของวงจรที่ 3.....	333
72	แสดงนักเรียนสร้าง Formula coding ผ่านโปรแกรม Microsoft excel.....	334
73	แสดงนักเรียนอภิปรายแนวโน้มของกราฟเส้นแสดงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อผ่านสูตรความสัมพันธ์ของการเติบโตประชากรแบบลอจิสติก.....	335
74	แสดงนักเรียนใช้บอร์ดเกม Covidea (Series 3) เพื่อขยายความรู้เรื่องปัจจัยที่ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากร.....	339
75	แสดงผลการสืบค้นข่าวของนักเรียนกลุ่ม G3 ที่ทำชิ้นงานที่ 1.....	342
76	แสดงแผนภาพสถานะของนักเรียน S4 และ S12 ที่ทำแบบบันทึกการทำกิจกรรม ที่ 3.....	344

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
77	แสดงการเขียนแบบผังงานของนักเรียน S5 ที่ทำแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3....	346
78	แสดงการเขียน Formula Coding ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S5 ที่ทำแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3.....	346
79	แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในรัฐมหาราษฏระ และเกรละ(ค่า K เป็นลบ) ที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S5 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 3.....	347
80	แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในรัฐมหาราษฏระ และเกรละ(ค่า K เป็นบวก) ที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S1 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 3.....	348
81	แสดงกราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อระหว่างรัฐมหาราษฏระและเกรละ (ค่า K เป็นลบ) ที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S5 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 3.....	348
82	แสดงกราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อระหว่างรัฐมหาราษฏระและเกรละ (ค่า K เป็นบวก) ที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S1 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 3.....	348
83	แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรแต่ละทวีปจากข้อมูลที่ได้จากบอร์ดเกม ที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ของนักเรียน S4 จากเอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 3.....	350

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญกับการแก้ปัญหาในชีวิตของนักเรียน เนื่องจากเป็นวิธีการคิดที่เป็นระบบขั้นตอน มีเหตุผล อีกทั้งยังเป็นวิธีคิดและแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถจินตนาการมองปัญหาด้วยความคิดเชิงนามธรรม นำไปสู่แนวทางแก้ไขปัญหาย่อยอย่างเป็นขั้นตอนและมีลำดับวิธีคิด ซึ่งจะเป็นการฝึกคิด ฝึกมอง ฝึกแก้ไข ปัญหา อย่างเป็นระบบ จนกลายเป็นทักษะความรู้ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาอื่นได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561ก) อีกทั้งการพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณยังช่วยให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณและมีทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการพัฒนานักเรียนให้เป็นเด็กไทยในฝันของสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561ก)

สอดคล้องกับเป้าหมายการจัดการศึกษาของไทยในแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่ได้ให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนระบบการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสังคมดิจิทัล ที่เน้นการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อการแข่งขัน จึงมีเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่สำคัญในการหาทางแก้ปัญหาและเกี่ยวข้องกับทักษะเสริมศักยภาพอื่นๆ ในศตวรรษที่ 21 (ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2561) อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ สามารถนำไปปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อื่น นำไปใช้ในการประกอบอาชีพและใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561)

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดพระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม เกิดเป็นหน่วยงานสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล ที่มีเป้าหมายหนึ่งในการพัฒนาการศึกษาผ่านการยกระดับกำลังคนด้านดิจิทัล Coding Platform (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2563)

ประกอบกับนโยบายการศึกษาในยุค Thailand 4.0 ยังให้ความสำคัญกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นความสามารถทางการคิดที่ควรพัฒนาให้เกิดกับพลเมืองในประเทศ เนื่องจากเป็นความสามารถพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรมีเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560) จึงเป็นที่มาให้มีการปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของประเทศไทย โดยมีการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการบูรณาการพัฒนากิจกรรมการคิดเชิงคำนวณ โดยเฉพาะผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เน้นให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาด้วยเทคนิควิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผน ขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ดังปรากฏในคำอธิบายสาระที่ 4 หมวดเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 เกี่ยวกับความเข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและระบบ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบเสาะ พิจารณาปัญหา และมีความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบและหลากหลาย ผ่านกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจในหลักการของปัญหา โดยใช้กรอบแนวคิดตามวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Wing, 2006) ซึ่งอาจจะเป็นกิจกรรมที่นำคอมพิวเตอร์มาช่วยแก้ปัญหาหรือไม่ก็ได้ และสามารถนำเอารูปแบบการคิดไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (Barefoot, 2014) ด้วยเหตุนี้หน่วยงานการศึกษาต่าง ๆ ควรพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเพื่อสามารถจัดการกับปัญหาทั่วไปในชีวิตประจำวันตลอดจนปัญหาในเรื่องการเรียนรู้ได้อย่างง่ายดายและเป็นระบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561ก)

อย่างไรก็ตามจากผลการเข้าร่วมโครงการการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) ในปี 2015 ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยคะแนนเด็กไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ เป็นผลสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยไม่สามารถทำข้อสอบที่ต้องใช้ทักษะในการคิด ซึ่งสามารถพัฒนาได้ด้วยกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อนำไปใช้อธิบายแนวทางการแก้ปัญหาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

2561ก) และผลการประเมินความสามารถในการแข่งขันของสมรรถนะในการจัดการศึกษาของประเทศไทยในเวทีโลกโดยสถาบันการจัดการนานาชาติ หรือ IMD ได้จัดลำดับความสามารถในการแข่งขันด้านคุณภาพการศึกษาของไทยอยู่ในอันดับที่ 56 จาก 63 ประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอันดับจากปี 2561 ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพการศึกษา ประกอบด้วย ตัวชี้วัดด้านความเพียงพอในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ที่ประเมินคุณภาพการศึกษาในการพัฒนาความสามารถและทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับสำหรับการแข่งขันในระดับนานาชาติ ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณถือเป็นทักษะสำคัญที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้เพื่อสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เท่าทันนานาชาติ (International Institute for Management Development, 2020)

จากผลการประเมินของ IMD จึงสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพการศึกษาไทยในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการบูรณาการเทคโนโลยีรวมทั้งต้องส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ยังคงอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับนานาชาติ จึงต้องเป็นจุดเน้นที่การศึกษาไทยควรให้ความสำคัญในการพัฒนา (กัลยา โสภณพนิช, 2562) สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Threekunprapa and Yasri (2563) ที่ได้กล่าวถึงปัญหาของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในแง่ที่นักเรียนไม่สามารถนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณ ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่เน้นไปที่การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมมากกว่ากระบวนการจัดการกับปัญหาตามรูปแบบของการคิดเชิงคำนวณ ทำให้นักเรียนรู้สึกกังวลใจกับการเรียนรู้ จากความยุ่งยากและซับซ้อนของการเขียนโปรแกรม อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มากกว่าการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

รวมทั้งรายงานวิจัยของ ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) ยังให้ข้อมูลสนับสนุนว่าสาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นเพราะไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหา และออกแบบวิธีการในแก้ปัญหาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศราวุทธิ์ ดวงจันทร์ (2561) ที่กล่าวว่า เป็นเพราะกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาไม่เป็นระบบ เน้นไปที่ท่องจำ จึงไม่สามารถแก้ปัญหาในรูปแบบที่ประยุกต์เป็นสถานการณ์อื่นนอกเหนือจากบทเรียนได้ นอกจากนี้แล้วงานวิจัยของ ศิริฐ อิ่มเข้ม (2563) ยังชี้ให้เห็นว่าสาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณต่ำ เนื่องจากไม่สามารถแก้ไขปัญหามา หรือออกแบบกระบวนการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งไม่สามารถอธิบายแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ เนื่องจากมาจากความรู้สึกเบื่อหน่าย ขาดแรงจูงใจ ไม่เข้าใจในเนื้อหา ไม่สามารถแยกประเด็นปัญหาและขาดกระบวนการคิด

อย่างเป็นระบบของนักเรียน จึงทำให้ไม่สามารถจัดการกระบวนการแก้ไขปัญหาและแสวงหาผลลัพธ์ได้ อีกทั้งตัวครูเองยังไม่มี ความชัดเจนในการอธิบายกระบวนการที่ต้องใช้ในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการตอบคำถามในชั้นเรียน

นอกจากนี้สาเหตุอาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้ของครูยังไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งมีผลให้การเรียนรู้ตลอดจนการสอบยังคงเน้นการท่องจำเนื้อหา มากกว่าการเรียนรู้เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2557) แม้ว่าครูบางคนจะพยายามพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านการเขียนโปรแกรม Coding ที่หลากหลาย เช่น Microbit Scratch ผลพบว่านักเรียนบางส่วนเรียนรู้ได้ดีขึ้น แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่เกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของกิจกรรมและความแตกต่างของผู้เรียน (Kuo & Hsu, 2019)

ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของ ผู้วิจัยที่พบว่า จากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายในระบบนิเวศ ที่ต้องมีการแยกปัญหาความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ ในประเด็นการหายไปของปลาดาวที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศ จัดระบบข้อมูลของปัญหา เพื่อเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเสนอแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปัญหา พบว่านักเรียนไม่สามารถตอบคำถามเพื่อเสนอแนวทางแก้ปัญหาตามกระบวนการแนวคิดเชิงคำนวณได้ อีกทั้งจากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ที่มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดจากอาการความผิดปกติของระบบภายในร่างกายหลายระบบส่งผลร่วมกัน โดยมีการให้ข้อมูลลักษณะอาการคนไข้ร่วมกับผลการทดสอบโลหิตที่แสดงค่าผลเลือดเทียบกับค่าปกติ ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา โดยมีการให้นักเรียนจำแนกข้อมูลอาการความผิดปกติและผลการทดสอบโลหิตเป็นแต่ละระบบ (Decomposition) แล้วนำข้อมูลมาคัดกรองสาระสำคัญคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นและสัมพันธ์กัน (Abstraction) ก่อนพิจารณาารูปแบบความผิดปกติของระบบร่างกายโดยการสร้างกราฟข้อมูลเทียบกับค่าปกติ (Pattern recognition) เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาสุขภาพตามลำดับความสำคัญของแต่ละระบบ (Algorithm) ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับ ปรับปรุง ตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงจาก Ling et al. (2018)

โดยปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนไม่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงคำนวณ แม้จะมีการใช้กิจกรรมที่หลากหลายในห้องเรียน ได้แก่ การสาธิต การบรรยาย การใช้เกม การทำบทปฏิบัติการ การใช้สื่อเทคโนโลยีประกอบการเรียนรู้ แต่ส่วนใหญ่นำไปสู่ความรู้

ความเข้าใจในเนื้อหาตามตัวชี้วัด ไม่ได้สร้างให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกคิดแก้ปัญหาในชีวิตจริงตามรูปแบบการคิดเชิงคำนวณ

โดยเฉพาะการเรียนรู้เนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาเรื่อง ประชากร ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งถือว่าเป็นหน่วยประชากรโลก นักเรียนต้องสามารถระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อลักษณะเฉพาะหรือการเปลี่ยนแปลงของประชากร ครูมักใช้การสอนโดยการบรรยายความสัมพันธ์ของตัวแปรซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ประกอบกับในปัจจุบันที่ประชากรโลกของเราตกอยู่ในสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาการระบาดเพื่อนำไปสู่ทางออกของการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์แยกแยะปัญหาการระบาดอย่างเป็นระบบขั้นตอน สามารถคาดการณ์หรือระบุตัวแปรที่สำคัญของปัญหา มองเห็นรูปแบบของปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งยังส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีประกอบการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่สามารถใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรมีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียนในรายวิชาชีววิทยา ผ่านการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะประกอบกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นสิ่งสนับสนุนที่ทำให้นักเรียนสามารถจัดการปัญหาตามรูปแบบการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น (Tsarava et al., 2017) โดยกิจกรรมนั้นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ผ่านการจำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยเพื่อคัดกรองข้อมูล โดยมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการสร้างแบบรูปที่แสดงแนวโน้มของปัญหาจากข้อมูล แล้วนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างอัลกอริทึมเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Catete et al., 2018)

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนพบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสืบเสาะแบบ 5Es สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยงานวิจัยของ Khasyystillah and Osman (2019) พบว่านักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงขึ้น หลังจากการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะ 5 ขั้นตอน ที่มีการสอดแทรกขั้นตอนการพัฒนาองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ 4 องค์ประกอบ เข้ากับขั้นสำรวจปัญหา (Exploration) เพื่อให้ผู้เรียนมีกระบวนการในการสำรวจปัญหา สามารถแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) พิจารณารูปแบบของปัญหา

(Pattern recognition) พิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) แล้วนำไปใช้ออกแบบ อัลกอริทึมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในวงกว้าง (Algorithm) ซึ่งกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณนั้นต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับการแก้ปัญหา

ทั้งการทำความเข้าใจปัญหาและการพิจารณาแบบรูปของปัญหา ผ่านบอร์ดเกมเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่สามารถนำมาใช้สร้างสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนศึกษารูปแบบของปัญหา โดยสามารถจำลองให้นักเรียนเห็นถึงสถานการณ์การเกิดพลวัตของประชากร อันจะนำไปสู่การเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ และเกิดการสร้างองค์ความรู้จากปัญหาได้ (Lane & Gobet, 2017) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kuo and Hsu (2019) ที่พบว่าการใช้บอร์ดเกมสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่ได้พูดคุยอภิปรายปัญหาขณะเล่นเกม รวมทั้งการใช้บอร์ดเกมยังสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากที่จะแก้ปัญหาที่ครูกำหนดให้ร่วมกัน อันจะนำไปสู่ทักษะการคิดในระดับที่สูงขึ้น โดยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นี้อาจเป็นกิจกรรมที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ดังเช่น การใช้บอร์ดเกม สลับกับคอมพิวเตอร์ผ่านการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งจะเข้ามาสนับสนุนในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Catete et al. (2018) ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งระดับมัธยมศึกษา มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงขึ้น หลังจากที่นักเรียนมีส่วนร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้คอมพิวเตอร์สลับกับไม่ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำโปรแกรมมาใช้ในการสร้างอัลกอริทึมและแผนภาพจำลอง โดยให้นักเรียนได้สร้างแผนภาพจำลองของสถานการณ์การระบาดของโรคติดต่อใน 2 สถานการณ์ (Decomposition) แล้วนำข้อมูลที่สำคัญของแต่ละปัญหา (Abstraction) มาสร้างเป็นอัลกอริทึมผ่านการเขียนคำสั่งเงื่อนไขและทำซ้ำ (Algorithm) ร่วมกับการใช้โปรแกรมเพื่อสร้างกราฟที่ใช้ในการศึกษาแนวโน้มของสถานการณ์ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ (Pattern recognition) อีกทั้งรายงานการวิจัยของ Matsumoto and Cao (2017) ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ ผ่านการนำโปรแกรม Microsoft Excel มาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง วิเคราะห์ข้อมูล และเขียนชุดคำสั่งลงในเซลล์เพื่อสร้างอัลกอริทึม

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 ที่เป็นสถานการณ์ปัจจุบันและเรื่องราวในชีวิต

จริงของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำผลของการแก้ปัญหาไปปรับใช้ในชีวิตจริงหรือชีวิตประจำวันได้

2. จุดมุ่งหมายของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- 2.2 เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. คำถามวิจัย

- 3.1 การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่
- 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ผู้มีส่วนร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดอุทัยธานี ประจำปีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 14 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง จากการศึกษาสภาพปัญหาในชั้นเรียนเบื้องต้นโดยการสังเกตการตอบคำถาม พบว่านักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่ต้องมีการแยกปัญหา จัดระบบข้อมูลของปัญหา เพื่อเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเสนอแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปัญหาตามกระบวนการคิดเชิงคำนวณได้ สอดคล้องกับผลการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต ที่ให้คะแนนตามเกณฑ์คะแนนของ Rodriguez (2015)

และประเมินระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณตาม Ling et al. (2018) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับ ปรับปรุง

4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยโดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์ จำนวน 12 ชั่วโมง

4.3 เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ วิชาชีววิทยา 6 ซึ่งอยู่ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา เรื่อง ประชากร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) อ้างอิงตามหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยา 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ บทที่ 24 ระบบนิเวศและประชากร เรื่อง ประชากร ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร การเพิ่มขึ้นของประชากร และปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร

4.4 สิ่งที่ศึกษา

4.4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาดของ COVID-19

4.4.2 ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ทักษะในการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skills) หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีองค์ประกอบย่อยที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

5.1.1 การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับประชากร แล้วจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น

5.1.2 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการคัดกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญออก แล้วนำมาเขียนเป็นแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา

5.1.3 การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ ความสามารถในการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของปัญหาที่เกิดขึ้นกับประชากร โดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula Coding

5.1.4 การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ ความสามารถในการบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

งานวิจัยนี้ใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและประเมินเป็นระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ 6 ระดับ ตามเกณฑ์ของ Ling et al. (2018)

5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับการ Unplugged Coding ผ่านบอร์ดเกมและการ Plugged Coding โดยใช้การเขียน Formula Coding ผ่านโปรแกรม Microsoft excel เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 โดยปรับปรุงจาก Khasyystillah and Osman (2019) และ Catete et al. (2018) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

5.2.1 การสร้างความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหา (Engagement) คือ ผู้เรียนศึกษาและระบุปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์การระบาด COVID-19 จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาที่ต้องการแก้ไขภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด

5.2.2 การสำรวจปัญหา (Exploration) คือ ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบจนไปสู่ข้อค้นพบในการแก้ไขปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนย่อยได้แก่

1) การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) คือ ผู้เรียนสืบค้นวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลปัญหาจากข่าวสถานการณ์การระบาด COVID-19 ออกเป็นส่วนย่อยภายใต้เงื่อนไขของรัฐและจังหวัดที่กำหนด สำหรับการนำไปใช้แก้ปัญหา

2) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) คือ ผู้เรียนระบุส่วนย่อยหรือปัจจัยที่สำคัญของปัญหา คัดกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญออก และสร้างแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

3) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) คือ ผู้เรียนสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหา จากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากการเขียนแบบผังงาน (Flowchart) และการสร้าง Formula Coding ผ่านโปรแกรม Microsoft excel

4) การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) คือ ผู้เรียนบอกแนวโน้มของกราฟเส้นที่สร้างผ่าน Microsoft excel เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

5.2.3 การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา (Explanation) คือ ผู้เรียนนำข้อมูลสารสนเทศที่เป็นผลจากการแก้ปัญหามาลงข้อสรุป เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

5.2.4 การขยายความรู้ (Elaboration) คือ ผู้เรียนนำผลการแก้ปัญหาที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้และความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากการใช้บอร์ดเกม เพื่อใช้ในการอธิบายแนวทางแก้ปัญหาในมุมมองอื่นๆเพิ่มเติม

5.2.5 การวัดและประเมินผล (Evaluation) คือ ผู้สอนสรุปบทเรียนผ่านการอภิปรายสรุปเนื้อหา และวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม ที่ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ปรับจาก Rodriguez (2015) แล้วนำคะแนนมาเทียบกับระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ปรับจาก Ling et al. (2018)

5.3 Formula coding หมายถึง การใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการจัดระบบและสร้างสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์ บนฐานข้อมูลของตัวแปรและค่าคงตัวที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การเปลี่ยนแปลงของประชากร ในสถานการณ์การระบาด COVID-19 ที่ได้จากการสืบเสาะข้อมูล เพื่อนำไปสู่การออกแบบอัลกอริทึมในการแก้ปัญหา

5.4 บอร์ดเกม (Board Game) หมายถึง สื่อการสอนประเภทสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 ซึ่งเป็นสื่อการสอนแบบเกม ประกอบด้วย การ์ดเกม ตัวหมาก กระดาน คู่มือการเล่น และอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ซึ่งนำมาใช้เพื่อช่วยขยายความรู้ให้นักเรียนในการแก้ปัญหการระบาด COVID-19 ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาบอร์ดเกม Covidea โดยแบ่งออกเป็น Covidea Series 1 สำหรับขยายความรู้เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร Covidea Series 2 สำหรับขยายความรู้เรื่อง รูปแบบการเติบโตของประชากรและความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อและการเติบโตของประชากรรวมในแต่ละทวีป และ บอร์ดเกม Covidea Series 3 สำหรับขยายความรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา
 - 1.1 วิสัยทัศน์หลักสูตร
 - 1.2 หลักการของหลักสูตร
 - 1.3 จุดมุ่งหมายหลักสูตร
 - 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.5 โครงสร้างรายวิชา
 - 1.6 คำอธิบายรายวิชา ชีววิทยา 6
 - 1.7 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
 - 1.8 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. การคิดเชิงคำนวณ
 - 2.1 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ
 - 2.2 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ
 - 2.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ
 - 2.4 การวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณ
 - 2.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ
3. กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding
 - 3.1 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es
 - 3.2 การใช้บอร์ดเกมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ
 - 3.3 การเขียน Formula coding กับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ
 - 3.4 กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. หลักสูตรสถานศึกษา

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดอุทัยธานี ที่เกี่ยวข้องการสอนและพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีความสอดคล้องกับหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยผู้วิจัยได้ ทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาตามองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1.1 วิสัยทัศน์หลักสูตร

หลักสูตรสถานศึกษา มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน ทักษะชีวิต และทักษะเทคโนโลยี รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาดูชีวิต บนอัตลักษณ์ความเป็นไทยและอัตลักษณ์ท้องถิ่นของจังหวัดอุทัยธานี เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถและทักษะพื้นฐานในการประกอบอาชีพและดำรงชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

เมื่อวิเคราะห์จากวิสัยทัศน์ของหลักสูตรสถานศึกษาจะพบว่ามีกำหนดให้ผู้เรียน เกิดทักษะการใช้เทคโนโลยี และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิต สอดคล้องกับการพัฒนา ผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพราะจะเป็น แนวทางที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตประจำวันอย่างเป็นระบบ ผ่านการใช้ทักษะเทคโนโลยี อีกทั้งการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะยังเป็นตัวช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ปัญหาเพื่อนำไปสู่แนวทางการ แก้ไขปัญหา และยังส่งเสริมให้นักเรียนมีการนำปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาใน สถานการณ์อื่นๆในชีวิตประจำวัน ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้เป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการประกอบ อาชีพและการดำรงชีวิต

1.2 หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรสถานศึกษา มีหลักการสำคัญสอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและ มาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และ คุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

เมื่อวิเคราะห์หลักการของหลักสูตรสถานศึกษาพบว่าเป็นการบอกแนวทางของการจัดหลักสูตรในภาพกว้าง โดยมีส่วนที่เชื่อมโยงกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะในประเด็นที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะบนพื้นฐานความเป็นไทย ควบคู่ความเป็นสากล และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.3 จุดมุ่งหมายหลักสูตร

จุดมุ่งหมายหลักสูตรสถานศึกษา มีหลักการสำคัญสอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

เมื่อวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสถานศึกษาพบว่ามีกำหนดให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และทักษะชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับการจัด

การเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะประกอบกับการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการบูรณาการการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาเป็นสมรรถนะเดียวกับสมรรถนะในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่มุ่งเน้นพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน

และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและ สภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ใน ด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมี คุณธรรม

1.5 โครงสร้างรายวิชา

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการจัดทำในรายวิชาชีววิทยา 6 ซึ่งอยู่ในกลุ่มสาระวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา (ว30245) ซึ่งได้มีการกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ในบทที่ 24 ระบบนิเวศและประชากร เรื่อง ประชากร ไว้ทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร (4 ชั่วโมง) การเพิ่มขึ้นของประชากร (4 ชั่วโมง) และปัจจัยที่ ควบคุมการเติบโตของประชากร (4 ชั่วโมง)

และได้มีการกำหนดสาระสำคัญ เรื่อง ประชากร ไว้ในโครงสร้างรายวิชา ดังนี้ ประชากรของสิ่งมีชีวิตมีลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของประชากร ความหนาแน่นของประชากร การกระจายตัวของสมาชิกในประชากร โครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่างเพศ อัตรา การเกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้า การอพยพออก และกราฟการรอดชีวิตของสมาชิกใน ประชากร ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็น กระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ โดยการเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล เป็นการเพิ่มจำนวน ประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ ส่วนการเพิ่มประชากรแบบลอจิสติก เป็นการเพิ่มจำนวน ประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง การเติบโตของ ประชากรขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น ปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากรและปัจจัยที่ ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว แบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม เมื่อพิจารณาโครงสร้างอายุและอัตราส่วน ระหว่างเพศของประชากรสามารถแสดงได้เป็นพีระมิดอายุ ซึ่งสามารถใช้คาดคะเนการเติบโตของ ประชากรและขนาดของประชากรในอนาคตได้

1.6 คำอธิบายรายวิชา ชีววิทยา 6

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการจัดทำในรายวิชาชีววิทยา 6 ซึ่งอยู่ในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา (ว30245) ซึ่งได้มีการระบุคำอธิบายรายวิชา ดังนี้

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของชีวิต อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ศึกษาเกี่ยวกับประชากร ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การรอดชีวิตของประชากร ประชากรมุขย์ ศึกษาเกี่ยวกับมุขย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ ปัญหาและการจัดการ หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

เมื่อวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาจะพบว่า ในรายวิชาชีววิทยา 6 เรื่อง ประชากร นักเรียนจะได้เรียนรู้ เรื่อง ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การรอดชีวิตของประชากร ประชากรมุขย์ ซึ่งสอดคล้องกับขอบเขตของเนื้อหาในการวิจัย ผ่านกระบวนการกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด โดยเฉพาะทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตของตนเองได้

1.7 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกับ เรื่อง ประชากร ในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา ในสาระชีววิทยา (วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม) ดังนี้

ผลการเรียนรู้ที่ 5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากรทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ประกอบด้วย

ม.6/6 สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

ม.6/7 สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มขึ้นของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มขึ้นของประชากรแบบลอจิสติก

ม.6/8 อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร และมีการกำหนดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ดังนี้

1) ประชากรของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะหลายประการที่เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น ขนาดของประชากร ความหนาแน่นของประชากรการกระจายตัวของสมาชิกในประชากรโครงสร้างอายุของประชากร อัตราส่วนระหว่างเพศ อัตราการเกิดและอัตราการตาย การอพยพเข้าการอพยพออกของประชากร และการรอดชีวิตของสมาชิกที่มีอายุต่างกัน

2) ลักษณะเฉพาะของประชากรมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ

3) การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ

4) การเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง

5) การเติบโตของประชากรขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งแบได้เป็น ปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร และปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร

6) ประชากรมนุษย์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมเป็นต้นมา

1.8 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา ในสาระที่ 4 เทคโนโลยี ดังนี้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ประกอบด้วย

ม.5/1 รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อ ดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหา หรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์

และมีการกำหนดสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

1) การนำความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้แก้ปัญหากับชีวิตจริง

2) การเพิ่มมูลค่าให้บริการหรือผลิตภัณฑ์

3) การเก็บข้อมูลและการจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมกับการประมวลผล

4) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5) การประมวลผลข้อมูล และเครื่องมือ

6) การทำข้อมูลให้เป็นภาพ (data visualization) เช่น bar chart, scatter, histogram

7) การเลือกใช้แหล่งข้อมูล เช่น data.go.th, wolfram alpha, OECD.org, ตลาดหลักทรัพย์, world economic forum

8) คุณค่าของข้อมูลและกรณีศึกษา

9) กรณีศึกษาและวิธีการแก้ปัญหา

10) ตัวอย่างปัญหา เช่น รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดความสนใจ และ ตรงตามความต้องการผู้ใช้ในแต่ละประเภท, การกำหนดตำแหน่งป้ายรถเมล์เพื่อลดเวลาเดินทางและปัญหาการจราจร, สืบหาความต้องการรับประทานอาหารในชุมชน และเลือกขายอาหารที่จะได้กำไรสูงสุด, ออกแบบรายการอาหาร 7 วัน สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

ม.6/1 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอ และแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย มีจริยธรรม และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรมและมีการกำหนดสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

1) การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูล เช่น การเขียนบล็อก อีเมลวิดีโอ ภาพ อินโฟกราฟิก

2) การนำเสนอและแบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัย เช่น ระวังระวังผลกระทบที่ตามมา เมื่อมีการแบ่งปันข้อมูลหรือเผยแพร่ข้อมูล ไม่สร้างความเดือดร้อนต่อตนเองและผู้อื่น

3) จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

4) เทคโนโลยีเกิดใหม่ แนวโน้มในอนาคตการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

- 5) นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
- 6) อาชีพเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 7) ผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม และวัฒนธรรม

เมื่อวิเคราะห์หลักสูตรการจัดการเรียนรู้พบว่า การเรียนรู้ตามแนวทางสืบเสาะเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการคิดความสามารถในการแก้ปัญหาความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการนำสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันมาใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะและทักษะการคิด เพื่อแก้ไขปัญหา โดยนำเอาการคิดเชิงคำนวณมาใช้ในชั้นสำรวจปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ทักษะการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างมีหลักการและเหตุผล ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม และนำความรู้และทักษะที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งแสดงถึงการมีทักษะชีวิต อีกทั้งยังมีการบูรณาการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาใช้ร่วมกับการสำรวจปัญหาเพื่อให้กระบวนการศึกษาปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การคิดเชิงคำนวณ

2.1 ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) มีจุดเริ่มต้นมาจาก Seymour Papert นักคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอวิถีทางการประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้ธรรมชาติของคอมพิวเตอร์ ต่อมา Jeannette Wing ได้ขยายแนวคิดและทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในนามของการคิดเชิงคำนวณ (Weinberg, 2013) การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการคิดอย่างหนึ่งที่ต้องปลูกฝังให้กับพลเมืองในประเทศ เนื่องจากเป็นความสามารถพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรมีเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wing, 2006) และ McKenna (2017) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณนั้นจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในปัจจุบัน เนื่องจากผู้เรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาในโลกความเป็นจริง จึงต้องพิจารณาปัญหา สามารถจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบแผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหาเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดและปรับแก้ไขแผนการดำเนินงานให้ดีขึ้น นอกจากนี้มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แนวคิดใหม่ (Next Generation Science Standards) ในประเทศอเมริกาได้กำหนดทักษะการปฏิบัติงานที่นักเรียน

พืงมีในการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 การปฏิบัติงานโดยหนึ่งในนั้น คือ การคิดเชิงคำนวณ (NGSS Lead State, 2013)

สำหรับประเทศไทยก็ได้มีการผลักดันวิชาวิทยาการคำนวณเข้ามาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561ก)

2.2 ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ

มีนักการศึกษาหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไว้มีรายละเอียดดังนี้

Wing (2006) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา การออกแบบระบบ และความเข้าใจในการทำงาน โดยใช้กรอบแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์

Wing (2010) ได้นำเสนอเพื่อขยายความหมายของการคิดเชิงคำนวณว่าเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหาและสร้างวิธีการแก้ปัญหา โดยส่งผลไปสู่ปลายทางที่ทำให้คอมพิวเตอร์หรือมนุษย์จัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สมาคมครูวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science Teachers Association) และสมาคมเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ (international Society for Technology in Education) ได้สร้างนิยามของการคิดเชิงคำนวณไว้ว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีลักษณะดังนี้ กำหนดปัญหาโดยสามารถใช้เครื่องมือในการช่วยแก้ปัญหา จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตรรกะ แสดงข้อมูลในเชิงนามธรรม แก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน วิเคราะห์และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เคยใช้ไปสู่ปัญหาอื่น ๆ (CSTA & ISTE, 2011)

Aho (2012) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ คือ วิธีการคิดที่เกี่ยวกับการกำหนดปัญหา โดยสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาออกมาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน

NGSS Lead State (2013) ได้กำหนดความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือและกรอบแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ในการจัดการปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์

Barefoot (2014) นำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการคิดที่ช่วยให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยแก้ปัญหาหรือไม่ก็ได้

บัญญัติ พูลสวัสดิ์ (2559) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเช่นที่ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Developer) หรือวิศวกรซอฟต์แวร์ (Software Engineer) ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งแก่นแท้คือการแก้ปัญหาแบบมีลำดับขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องที่สายอาชีพอื่น ๆ สามารถนำแนวคิดลำดับขั้นตอนไปแก้ปัญหา

Helfant (2017) ได้เสนอว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลและแนวคิดต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนระบุปัญหาและควบคุมคอมพิวเตอร์ในการช่วยแก้ไขปัญหา

Yadav, Gretter, Good, and Mclean (2017) นำเสนอการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็นการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการเชิงคำนวณ เช่น การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแยกส่วนประกอบหรือส่วนย่อยของปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นต้น

McKenna (2017) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณคือทักษะกระบวนการที่นักเรียนค้นหาและพิจารณาปัญหา จัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ไขปัญหา โดยวิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดของปัญหา หาความสัมพันธ์ของปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหาย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

มีนักการศึกษาจำนวนมากได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณที่มีลักษณะร่วมกันในบางองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษาดังนี้

องค์กร Barefoot (2014) แห่งประเทศอังกฤษนำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) มี 6 องค์ประกอบดังนี้

- 1) ตรรกะ (Logic) คือ ความสามารถในการใช้ความรู้เชิงเหตุผล

2) ขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ ความสามารถในการออกแบบชุดคำสั่งหรือลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาในการทำงาน

3) การแยกส่วนย่อยหรือส่วนประกอบของปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการแยกปัญหาหรือระบบออกเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา

4) รูปแบบ (Pattern) คือ ความสามารถในการหารูปแบบของวิธีแก้ปัญหาเพื่อคาดการณ์คำตอบ

5) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการระบุสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญหรือรูปแบบทั่วไปของปัญหา โดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น

6) การประเมินผล (Evaluation) คือ ความสามารถในการตัดสินประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหา

องค์กร Code.org (2015) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา มีเป้าหมายที่จะนำความรู้วิทยาการทางคอมพิวเตอร์เข้าไปในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้แบ่งองค์ประกอบที่สำคัญของการคิดเชิงคำนวณไว้ดังนี้

1) การแยกส่วนย่อยปัญหา (Decompose) คือ ความสามารถในการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย

2) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการดึงลักษณะเฉพาะของปัญหาออกและพิจารณารูปทั่วไปของการแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายปัญหา

3) ความสัมพันธ์ของรูปแบบ (Pattern Matching) คือ ความสามารถในการสังเกตและค้นหาความเหมือนของสิ่งต่าง ๆ

4) ขั้นตอนวิธี (Algorithm) คือ ความสามารถในการสร้างชุดขั้นตอนที่ทำให้บรรลุงานหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้

Selby (2015) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย การแยกส่วนปัญหา (Decomposition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design) และการประเมินผล (Evaluation) โดยสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณดังกล่าวกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงคำนวณและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้
ของบลูม

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม
-	ความรู้ความจำ (Knowledge)
-	ความเข้าใจ (Comprehension)
การแยกส่วนปัญหา	การนำไปใช้ (Application)
และการคิดเชิงนามธรรม	การวิเคราะห์ (Analysis)
การออกแบบขั้นตอนวิธี	การสังเคราะห์ (Synthesis)
การประเมินผล	การประเมินผล (Evaluation)

สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2559) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาประกอบด้วยการใช้ทักษะย่อย 4 ประการ ได้แก่

1) การแยกย่อย (Decomposition) เป็นการแตกปัญหาหรือกระบวนการออกเป็น ส่วนย่อยเพื่อให้จัดการได้ง่ายขึ้น จัดได้ว่าเป็นการใช้ความคิดวิเคราะห์

2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เพื่อดูความเหมือนความต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทราบแนวโน้มเพื่อทำนายไปข้างหน้าได้ เช่น ผู้เล่นหุ้นดูราคาทองคำกับตลาดหุ้นกลุ่มพลังงาน จะเห็นรูปแบบที่สัมพันธ์กับราคาน้ำมัน เป็นต้น จัดเป็นการใช้ความคิดวิเคราะห์ที่เชื่อมโยง

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นทักษะที่ช่วยให้เข้าใจภาพทั่วไป ทำให้ได้หลักการที่เกิดรูปแบบขึ้น ทักษะนี้ช่วยชักให้ผุดคำตอบเชิงนามธรรมขึ้นมาเอง เป็นทักษะสำคัญที่ทำให้เกิดหลักความรู้หรือทฤษฎี

4) การออกแบบขั้นตอน (Algorithm Design) เป็นทักษะที่สร้างลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาทำให้ทราบว่าต้องทำอะไรก่อนและหลัง

Rodriguez (2015) ได้ออกแบบการประเมินความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาการคอมพิวเตอร์แบบถอดสาย (Computer Science Unplugged) โดยได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ 5 องค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่

1) การแทนค่าข้อมูล (Data Representation) คือ ความสามารถในการนำข้อมูลประเภทหนึ่ง เช่น รูปภาพ ข้อความ เสียง ฯลฯ มาเปลี่ยนเป็นข้อมูลในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์ใช้ใน

การประมวลผล เช่น การนำพิกเซลของรูปภาพมาแทนค่าด้วยค่า RGB ซึ่งเป็นค่าที่แสดงสัดส่วนขององค์ประกอบของแม่สี แทนการเขียนบรรยายด้วยตัวอักษร (เช่น สีฟ้า คือ R:0 G:0 B:255)

2) การแยกส่วนย่อย (Decomposition) คือ การแยกแยะปัญหาใหญ่ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ การแยกส่วนย่อยสามารถนำมาใช้ในการแยกโครงสร้างของปัญหาที่ซับซ้อนให้กลายเป็นองค์ประกอบย่อยๆ เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ การจัดการกับปัญหาผ่านการวิเคราะห์แบบรูปของปัญหา เพื่อดูว่าปัญหาที่มีลักษณะนี้สามารถแก้ได้ด้วยวิธีเดียวกันกับปัญหาที่มีแบบรูปเดียวกันที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่

4) การคิดขั้นตอนวิธี (Algorithmic Thinking) คือ การออกแบบขั้นตอนการแก้ไขปัญหาย่อยๆ เป็นขั้นเป็นตอน

5) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การระบุแนวโน้มหรือการค้นพบปัจจัยที่ส่งผลต่อแนวโน้มของปัญหา

Sadik, Leftwich, and Nardiruzzaman (2016) ได้สรุปองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ โดยแสดงความหมายของแต่ละองค์ประกอบดังตารางที่ 2

ตาราง 2 องค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	ความหมาย
การแยกส่วนย่อย (Decomposition)	แบ่งข้อมูล วิธีการ หรือปัญหา ออกเป็นส่วนย่อยที่สามารถจัดการได้ง่ายขึ้น
การหารูปแบบ (Pattern recognition)	สังเกตรูปแบบ แนวโน้ม สามารถ ค้นหาความเหมือนของชุดข้อมูลหรือ รูปแบบของวิธีแก้ปัญหา
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	การระบุหลักการทั่วไป ซึ่งสามารถ สร้างรูปแบบของวิธีแก้ปัญหา
ขั้นตอนวิธี (Algorithms)	สร้างลำดับก่อนหลังของวิธีการการ แก้ปัญหาที่ชัดเจน
การประเมินผล (Evaluation)	ทดสอบ และพิสูจน์ความถูกต้องของ วิธีการแก้ปัญหา

Burton, Cleary and Kitsantas (2018) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณประกอบด้วย การแก้ปัญหารหัสข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหามากขึ้น (Decomposition) การค้นหาและจำรูปแบบหรือแนวโน้ม (Pattern Recognition) การสร้างชุดคำสั่งที่สามารถแก้ปัญหได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (Algorithms) และการบอกหลักการทั่วไปที่สามารถสร้างรูปแบบของวิธีแก้ปัญห (Abstraction)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561ข) ได้จัดทำแบบเรียนสำหรับนักเรียนไทยและนำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นความสามารถพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และได้กำหนดองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1) การคิดแบบแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหารหัสงาน ออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) เป็นการพิจารณารูปแบบแนวโน้มของข้อมูลหรือปัญหา และพิจารณาความคล้ายหรือความเหมือนกันของปัญหาย่อยที่อยู่ในปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหาแยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานโดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจน จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณของนักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ พบว่ามีลักษณะขององค์ประกอบที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกัน โดยเมื่อพิจารณาองค์ประกอบตรรกะ (logic) นั้นวิเคราะห์ได้ว่าเป็นความสามารถที่ถูกใช้กับการหารูปแบบเนื่องจากต้องหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการพิจารณาความเหมือนหรือความคล้ายของรูปแบบ และองค์ประกอบการประเมินผล (Evaluation) วิเคราะห์ได้ว่าเป็นความสามารถที่ถูกใช้ร่วมกับการออกแบบขั้นตอนวิธี เนื่องจากในการออกแบบขั้นตอนวิธีนั้นต้องดำเนินการโดยใช้การตัดสินใจและประเมินขั้นตอนที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวโดยสรุป นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นหลายองค์ประกอบ ตามรูปแบบที่นำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน แต่จะพบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่ใช้ร่วมกันมี 4 องค์ประกอบ ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 สรุปองค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคำนวณ

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	ความหมาย
การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition)	ความสามารถในการแบ่ง จำแนกปัญหาออกเป็น ส่วนย่อย เพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น
การหารูปแบบ (Pattern recognition)	ความสามารถในการค้นหาความเหมือน หรือ ความคล้ายของรูปแบบการแก้ปัญหา
การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของ ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยคัดกรองส่วนที่ไม่ เกี่ยวข้องออกไป
การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms)	ความสามารถในการคิดค้นและอธิบาย ขั้นตอน วิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

2.4 การวัดและประเมินการคิดเชิงคำนวณ

2.3.1 แนวทางการการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

สำหรับแนวทางการการสร้างแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ สามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Tests) การวิเคราะห์ชิ้นงาน (Analysis of Artifacts Produced) เป็นต้น (Bienkowski, 2015)

Bebras tasks เป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการสอบข้อเขียนประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยแบบทดสอบวัดแต่ละข้อถูกสังเคราะห์มาเพื่อวัดบางองค์ประกอบหรือทุกองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ (Components of Computational Thinking) ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา (Dolgopolas, Jevsikova, Savulioniene, & Dagiene, 2015)

โดยแสดงตัวอย่าง แบบทดสอบได้ดังนี้

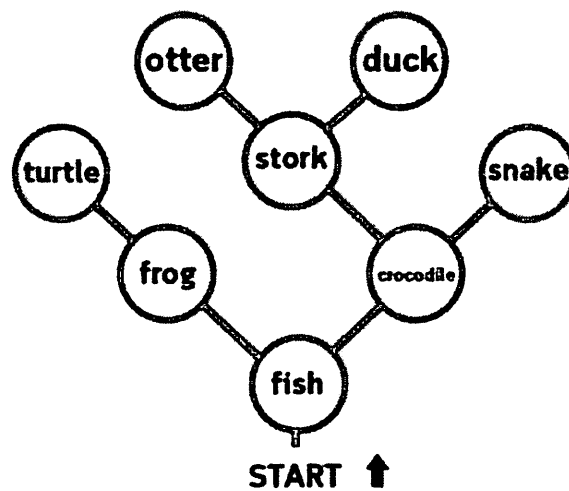
ตัวอย่างแบบทดสอบหัวข้อ Beaver in his canoe ใน Bebras tasks ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สถานการณ์ : บีเวอร์ตัวหนึ่งกำลังพายเรือแคนูอยู่ในแม่น้ำซึ่งประกอบไปด้วยทะเลสาบเล็ก ๆ ที่ถูกเชื่อมต่อกันด้วยแม่น้ำแสดงดังรูป บีเวอร์ชอบทุกทะเลสาบและต้องคิดขั้นตอนวิธีในการไปถึงทุกทะเลสาบ มันรู้ว่าแต่ละทะเลสาบมีแม่น้ำมากที่สุดได้เพียงสามสายที่เชื่อมต่อกับทะเลสาบอยู่

เมื่อบีเวอร์เริ่มพายเรือมาถึงทะเลสาบแต่ละแห่งและต้องการพายเรือไปต่อ มันจะต้องตัดสินใจตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

- 1) ถ้ามีแม่น้ำสองสายที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำที่อยู่ด้านซ้ายมือ
- 2) ถ้ามีแม่น้ำเพียงแคสายเดียวที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำสายนั้น
- 3) ถ้าบีเวอร์เคยพายเรือผ่านแม่น้ำทุกสายที่อยู่รอบทะเลสาบแล้ว มันจะพายเรือจากทะเลสาบที่มันอยู่ไปยังทะเลสาบก่อนหน้าที่มันเคยอยู่

บีเวอร์จะหยุดการพายเรือแค่นั้น ถ้ามันพบทุกอย่างที่มันต้องการและพายเรือกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยในแต่ละทะเลสาบบีเวอร์จะพบกับสัตว์แต่ละชนิดที่แตกต่างกันแสดงดังรูป และบีเวอร์จะเขียนบันทึกชื่อสัตว์แต่ละชนิดที่เจอในครั้งแรกตลอดเส้นทางจนกว่าจะไปถึงครบทุกทะเลสาบ



แผนภาพ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบ Bebras tasks แสดงแผนผังของแม่น้ำและทะเลสาบ
(Dolgoplovas et al., 2015: 5)

คำถาม : ข้อใดเป็นลำดับสัตว์ที่บีเวอร์จะเขียนบันทึกลงไปในการเดินทางครั้งนี้

- a. ปลา กบ จระเข้ เต่า นกกระสา งู นาก เป็ด
- b. ปลา จระเข้ งู นกกระสา เป็ด นาก กบ เต่า
- c. ปลา กบ เต่า จระเข้ นกกระสา นาก เป็ด งู
- d. ปลา กบ เต่า

สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง คือ ตัวเลือก c. ปลา กบ เต่า จะเข้า นกกระสา นาก เป็ด งู และสามารถวิเคราะห์ห้องประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิง ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ในตัวอย่างดังกล่าวได้ดังนี้

1) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เข้าใจรูปแบบของระบบจริง (Real Objects) สำหรับตัวอย่าง ได้แก่ การใช้โครงสร้างต้นไม้ทวิภาค (Binary Tree) แทนลักษณะของทะเลสาบ และแม่น้ำ

2) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) ตรวจสอบเงื่อนไขแต่ละข้อและนำไปใช้แก้ปัญหาตามโครงสร้างต้นไม้แต่ละส่วน

3) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) สำหรับตัวอย่างดังกล่าวไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียน สร้างหรือพัฒนาขั้นตอนวิธี แต่การระบุคำตอบได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงการเข้าใจและมีการวาง ลำดับขั้นตอนวิธีในการบรรลุลงานหรือแก้ไขปัญหา

องค์กร Code.org (2015) ได้แสดงตัวอย่างวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็น แบบวัดรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเขียนตอบแบบอัตนัย แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 1

ภาพ 1 ตัวอย่างแบบวัดเชิงคิดคำนวณแบบอัตนัย (Code.org, 2015)

ตัวอย่างแบบทดสอบดังกล่าวมีคำสั่งให้นักเรียนวงกลมส่วนย่อยของประโยคที่มีความเหมือนกันและขีดเส้นใต้ส่วนย่อยของประโยคที่แตกต่างกัน จากนั้นใช้โครงสร้างคำที่เป็นรูปแบบของประโยคเขียนประโยคใหม่ขึ้นมา สามารถวิเคราะห์ห้องประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณได้ดังนี้

1) การแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา (Decomposition) นักเรียนสามารถแยกคำออกเป็นส่วนที่มีความเหมือนและแตกต่างกันระหว่างประโยคใด ๆ ที่โจทย์กำหนด

2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) นักเรียนสามารถระบุคำที่เหมือนกันในแต่ละประโยคได้

Rodriguez (2015) ได้ออกแบบเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยสร้างเครื่องมือวัดแบบการสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Tet) ลักษณะให้เขียนตอบแบบอัตนัย และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Scoring) สามารถแสดงแบบวัดได้ดังตัวอย่างแบบทดสอบต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez

คอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลแบบระบบเลขฐานสองแม้แต่ตัวอักษร A-Z ก็ถูกเก็บในลักษณะของระบบเลขฐานสอง ในบางครั้งคอมพิวเตอร์ก็เกิดข้อผิดพลาดในการส่งและรับข้อมูลการค้นหาข้อผิดพลาด (Error Detection) ก่อนที่จะแปลงข้อมูลระบบเลขฐานเป็นอักษรนั้น จำเป็นต้องตรวจสอบว่าชุดข้อมูลมีข้อผิดพลาดหรือไม่โดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบ parity bit คอลัมน์ทางด้านขวาสุดและแถวล่างสุดของตารางที่ 4 คือ parity bits

หมายเหตุ : วิธีการเติม parity bit คือให้เติม 0 ถ้าชุดเลขฐานสองนั้น ๆ ประกอบด้วยเลข 1 เป็นจำนวนคู่ และให้เติม 1 ถ้าชุดเลขฐานสองนั้น ๆ ประกอบด้วยเลข 1 เป็นจำนวนคี่

ตาราง 4 ตัวอย่างชุดเลขฐานสองและการเติมบิตตรวจสอบ (parity bit)

0 0 0 1 0	0 0 0 0 0	1 0 0 0 1	0
0 0 0 1 1	0 1 1 1 0	0 0 1 1 0	1
0 0 0 0 1	0 1 0 0 0	1 0 0 1 1	1
0 0 0 0 0	0 0 1 1 0	0 0 1 1 0	0

การแก้ไขข้อผิดพลาด (Error Correction)

หลังจากทราบข้อผิดพลาด จึงสั่งให้คอมพิวเตอร์ส่งกลับชุดตัวเลขที่ผิดพลาดออกไป และคอมพิวเตอร์ตอบกลับมาด้วยเลขชุดใหม่คือ 1 0 0 1 1

1. จงระบุชุดเลขฐานสองที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการแปลงข้อมูลและเขียนเลขชุด 1 0 0 1 1 บนตัวเลขชุดเดิมที่มีข้อผิดพลาดทับลงไปพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของ parity bit อีกครั้ง

ถ้ามั่นใจว่าไม่มีข้อผิดพลาดอะไรอีกแล้ว ให้ถอดรหัสชุดเลขในแต่ละแถวออกมาเป็นตัวอักษร โดยใช้ตารางแปลงข้อมูลด้านล่างในการถอดรหัสเป็นข้อความตัวอักษร (ไม่ต้องแปลงชุดเลข parity bit ที่อยู่คอลัมน์ด้านขวาสุดและแถวล่างสุดของตาราง)

ตาราง 5 ตารางแปลความหมายของชุดตัวเลขฐานสองเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ

A: 00000	E: 00100	I: 01000	M: 01100	Q: 10000	U: 10100	
B: 00001	F: 00101	J: 01001	N: 01101	R: 10001	V: 10101	Y: 11000
C: 00010	G: 00110	K: 01010	O: 01110	S: 10010	W: 10110	Z: 11001
D: 00011	H: 00111	L: 01011	P: 01111	T: 10011	X: 10111	

เมื่อเราต้องการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ เราจำเป็นต้องเติม parity bits ในชุดเลขฐานสองก่อนส่ง

2. จงเติม parity bits ลงในคอลัมน์และแถวที่ว่างในตารางด้านล่างนี้

ตาราง 6 แสดงคำถามเพื่อวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของ Rodriguez (2015)

1 0 0 1 1	0 0 0 0 0	0 0 1 1 0	
0 1 1 0 0	1 0 1 0 0	0 0 1 1 0	
1 0 0 0 1	0 1 1 1 0	1 0 0 1 1	

แบบทดสอบชุดนี้ถูกออกแบบเพื่อวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้านการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) และการหารูปแบบ (Pattern Recognition) (Rodriguez, 2015)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การออกแบบการวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสามารถสร้างสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาในการวัดที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้านต่าง ๆ และมีแนวทางการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งสามารถออกแบบได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณลักษณะให้เลือกตอบ (Multiple Choices) และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณลักษณะให้เขียนตอบ

2.3.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของแบบวัด ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบ 0-1 หรือ ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยให้คะแนนเพียงสองค่าในแต่ละข้อคำถาม (Dolgopolovas et al., 2015; Brackmann et al., 2017)

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย โดย Rodriguez (2015) ได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามเป็นช่วงจำนวน 4 ช่วง ตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคในแต่ละข้อคำถามจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาของแต่ละข้อคำถามโดยเฉพาะ แสดงเกณฑ์คะแนนแบบรูบรีคของ Rodriguez ดังตารางที่ 7

ตาราง 7 เกณฑ์คะแนนแบบรูบรีคของแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez (2015)

	เกณฑ์คะแนน		
	(3)	(2)	(1)
ข้อคำถามที่ 1	นักเรียนระบุข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้อง 1 ตำแหน่งเท่านั้น และสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นได้ถูกต้องโดยใช้ชุดตัวเลขที่มีข้อผิดพลาด	นักเรียนระบุข้อผิดพลาดได้ 2 ตำแหน่งหรือมากกว่านั้น หรือแก้ไขข้อผิดพลาดโดยเปลี่ยนตัวเลขในแถวหรือคอลัมน์ที่เป็น parity bits	นักเรียนไม่ระบุข้อผิดพลาดหรือแก้ไขข้อผิดพลาดในตาราง
ข้อคำถามที่ 2	นักเรียนเติม parity bits ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทุกตำแหน่ง	นักเรียนเติม parity bits ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ทุกตำแหน่ง	นักเรียนไม่พยายามเติมหรือไม่สามารถเติม parity bits ได้ถูกต้องเลย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสามารถออกแบบได้สองลักษณะแบ่งตามประเภทของแบบทดสอบ ได้แก่ การให้คะแนนแบบ 0-1 ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ และการให้คะแนนแบบรูบรีค ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย

2.3.3 การประเมินการคิดเชิงคำนวณ

ในการประเมินระดับการคิดเชิงคำนวณนั้น Ling, Saibin, Naharu, Labadin, and Aziz (2018) ได้ออกแบบการประเมินการคิดเชิงคำนวณซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ โดยที่สามารถแปลความหมายของแต่ละระดับได้ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 ระดับการคิดเชิงคำนวณ 6 ระดับ ของ Ling et al. (2018)

ระดับ	ความหมาย
6	ดีมาก
5	ดี
4	ค่อนข้างดี
3	พอใช้
2	ค่อนข้างต่ำ
1	ปรับปรุง

2.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ

ในแวดวงสาระวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ออกแบบแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียน โดยมีแนวทางที่สำคัญดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computational Thinking Unplugged Activities) เป็นการจัดการเรียนรู้ในแวดวงวิทยาการคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งโดยไม่ใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ ไฟฟ้า อินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งพัฒนานักเรียนให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยเฉพาะ ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะส่งเสริมความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ เช่น กิจกรรมการแยกส่วนประกอบ (Decomposition

Activity) ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้จำแนกปัญหาตามที่ครูกำหนดไว้ในใบงาน และทำการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาตามหัวข้อที่ได้รับ ซึ่งกิจกรรมนี้ออกแบบมาเพื่อพัฒนาความสามารถทางด้านการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา(Decomposition) การใช้ขั้นตอนวิธี (algorithms) เป็นต้น โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา (Brackmann et al., 2017)

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณแบบใช้คอมพิวเตอร์ (Computational Thinking Plugged Activities) เพื่อประยุกต์นำเอาโปรแกรมต่างๆที่จะสามารถนำมาใช้ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดเชิงคำนวณในระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น Microsoft Excel ที่เข้ามาช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการกับข้อมูลปัญหา หรือทำให้กระบวนการแก้ปัญหามีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการกระทำกับข้อมูลเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและพิจารณาแนวโน้มของปัญหาได้เป็นอย่างดี หรือโปรแกรม Code.org, Scratch หรือ Pictoblock ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียนสามารถสื่อสารภาษาคอมพิวเตอร์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่านการต่อดัซดบล็อกคำสั่ง (Block based coding) ที่มีหลากหลายเงื่อนไข โดยผู้เรียนต้องมีพื้นฐานในการกำหนดตัวแปรและการวางเงื่อนไขคำสั่ง ก่อนประยุกต์ใช้โปรแกรมเข้าแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้จะเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลายและมัธยมศึกษา (Brackmann et al., 2017)

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การเขียนโปรแกรมผ่านกระดาษ (Paper and Pencil Programming Strategy) เป็นวิธีการสอนในวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่สอนนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเขียนแผนผัง (Diagram) การเขียนสัญลักษณ์หรือรูปแทน (Symbols) การสร้างแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน (Flowcharts) หรือวิธีการอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการเขียนลงกระดาษ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การสร้าง การนำไปใช้หรือทดสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่อง โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับอุดมศึกษา (Kim, B., Kim, T., and Kim, J. et al., 2013)

4. การจัดการเรียนรู้โดยการเขียนโปรแกรมเกมหรือหุ่นยนต์ (Programming Game or Robot) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมและหุ่นยนต์ควบคู่กับการเขียนหรือสร้างคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานให้ได้ตามที่ต้องการด้วยภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาการคอมพิวเตอร์และฝึกฝนการคิดเชิงคำนวณไปพร้อม ๆ กัน การจัดการเรียนรู้

รูปแบบนี้เหมาะสมกับสาขาวิชาที่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอน และโรงเรียนที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี (Weinberg, 2013)

กล่าวโดยสรุป แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณมีหลากหลายรูปแบบดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจและเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถให้นักเรียนนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตประจำวันมาจัดกระทำเพื่อนำมาไปใช้ออกแบบอัลกอริทึมในการแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังสามารถสร้างเป็นกราฟเพื่อพิจารณาแนวโน้มของปัญหาตามแนวทางของการคิดเชิงคำนวณได้

3. กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

3.1 การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es

3.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

นักวิชาการศึกษาเรียกวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในคำที่แตกต่างกันไป เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน การจัดการเรียนรู้แบบสอบสวน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบค้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เป็นต้น ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ หรือความจริงทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตัวนักเรียนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและตรวจสอบสมมติฐานได้

กองการวิจัยทางการศึกษา (2536) ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

ด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด หาวิธีแก้ปัญหาเองได้ และสามารถแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียนนักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ หรือสร้างความรู้ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ทิตินา แชมมณี (2545) ได้ให้นิยาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือเสาะหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561ก) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิด และทักษะต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาและคำตอบ ทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

Good (1973) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดยการใช้คำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่เกิดขึ้น (problem-solving) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิด

การคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปประดิษฐ์คิดค้นตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

Ronald and Norman (1981) ให้ความความของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่าเป็นวิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยการความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย และเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบแนวทางการแก้ไขปัญหาหรือความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยครูต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ และทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3.1.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดมากกว่าความจำ
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
3. ทำให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์
4. ทำให้การเรียนการสอนสอดคล้องกับเอกลักษณ์และปรัชญาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ประจวบจิตร คำจตุรัส (2537) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้
2. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้รวดเร็ว
3. ช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน
4. ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการแสวงหาภายในมากกว่าภายนอก
5. ให้ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับคงทนและสมารถใช้ในชีวิตประจำวันได้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้นักเรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีก

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนมนโมติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิทยาศาสตร์

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2558) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษา สืบหา รวบรวม ข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

3. ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ความรู้ และทักษะ

4. ผู้เรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

Suchman (1966) ได้เขียนถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ ดังนี้

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะก่อให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการสอนโดยที่ครูเป็นผู้บอกให้ทั้งหมด หรือมากกว่าที่นักเรียนเรียนรู้จากตำราอย่างเดียว ผู้ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะมีอิสระในการดูดซึม (Assimilation) ประสบการณ์ต่าง ๆ เอาไว้ นักเรียนมีอิสระที่จะติดตามค้นคว้าหาความรู้และทำความเข้าใจได้ตามต้องการ ตามความอยากรู้อยากเห็นอันเหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้นเป็นการก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นหาความรู้ได้เป็นอย่างดี พระนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน สามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างอิสระ ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นช่วยให้มีการพัฒนาการด้านความคิด มีความรู้มากขึ้นและมีพัฒนาการในด้านการสร้างความคิดรวบยอดอีกด้วย

3. ความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ น่าจะมีความหมายและคุณค่าสำหรับนักเรียนมากกว่าความคิดรวบยอดที่มีคนอื่นมาบอกให้จำ เพราะนักเรียนจะเป็นผู้ค้นพบความคิดรวบยอดต่าง ๆ ด้วยตนเองจากข้อมูล และเชื่อว่าความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการเช่นนี้จะฝังแน่นและเป็นประโยชน์กับนักเรียนได้นาน

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ช่วยพัฒนาการคิด มีอิสระในการสืบค้นข้อมูลความรู้ โดยเฉพาะออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาตามการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเมื่อนำเอาประโยชน์ของทั้ง 2 แนวทางมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันก็จะยิ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทางด้านการคิด โดยเฉพาะการคิดเชิงคำนวณเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น

3.1.3 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es

นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดรูปแบบหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้แตกต่างกัน ดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้แบ่งขั้นตอนในการสอนสืบเสาะแบบ 5Es ไว้ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนหรือเกิดจากอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจจะมาจากเหตุการณ์ในช่วงนั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้อื่นที่

เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นการนำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สร้างแบบจำลองหรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวกับประเด็นที่ตั้งไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องอื่นได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. การประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นการประเมินความรู้ทักษะกระบวนการที่นักเรียนได้รับและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลายทั้งการทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม ให้ผู้เรียนได้สังเกต สำรวจตรวจสอบทดลอง ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้มีความรู้คงทนยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อฝึกทักษะการแสวงหาความรู้และพัฒนาการคิดขั้นสูงได้

โดยกำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการ

อภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้จากประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

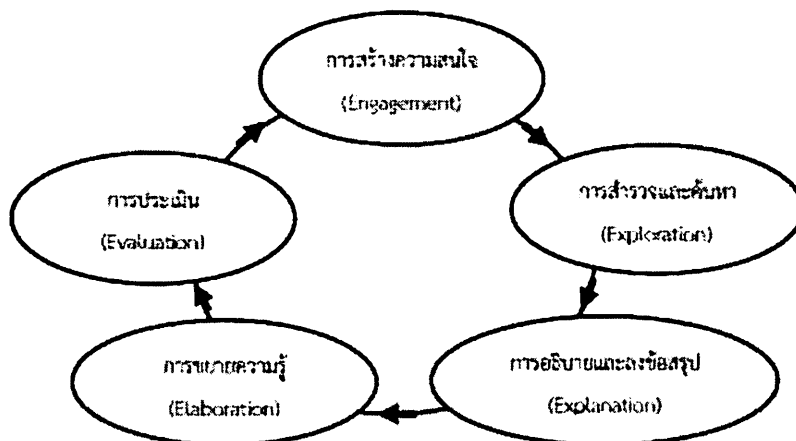
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลากหลายวิธี เช่น การทำการทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลหรือข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รูปภาพ หรือสร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อมูลที่สรุปได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องตง ๆ และทำให้มีความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปส่งการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการดำเนินกิจกรรมเป็นวงจรที่ต่อเนื่อง ดังแสดงในแผนภาพที่ 2



แผนภาพ 2 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 Es ของ สสวท. (2546: 36)

ลาโรซ ไคริร์กซ์ (2546) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ผู้สอนพูดคุยกับผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดคำถามและเปิดโอกาสโดยอาจจะสร้างสถานการณ์ เช่น การทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ดู ให้นักเรียนดูอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น สไลด์ประกอบคำบรรยาย วิดีทัศน์ของจริง รูปภาพ หรือเรื่องเล่าเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ฟัง จากนั้นผู้เรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานในสาเหตุของปัญหาเหล่านั้น

2. ขั้นสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนกำหนดแนวทางด้านค้นคว้าหาคำตอบเหล่านั้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรจะมีแนวทางหลากหลายวิธีการ จากนั้นนักเรียนทำการรวบรวมข้อมูล อาจจะโดยการทดลองตามขั้นตอน ในขณะที่รวบรวมข้อมูลหรือการทดลองบันทึกผลตลอดเวลา บางครั้งอาจจะมีกิจกรรมอื่นเพิ่มเติม เช่น การสำรวจ การศึกษานอกสถานที่ การสัมภาษณ์ การปฏิบัติภาคสนาม เป็นต้น

3. ขั้นทดสอบสมมติฐาน เมื่อผู้เรียนสอบสวนข้อมูลแล้วช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลหรือผลที่ได้จากการสืบสวนสอบสวนนั้น แล้วสรุปเป็นข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้ตั้งแต่ตอนแรกว่าตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

4. ขั้นสรุปคำตอบ โดยผู้เรียนและผู้สอนช่วยกันสรุปคำตอบ

5. ขั้นนำไปใช้ ผู้เรียนและผู้สอนวิเคราะห์ข้อสรุปที่เกิดขึ้นแล้วช่วยกันอภิปรายว่าจะนำไปใช้ในสถานการณ์ที่ตั้งไว้อย่างไร

กล่าวโดยสรุปการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น หรือ 5Es มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นการประเมิน (Evaluation) ซึ่งแต่ละขั้นจะมีลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องการ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยสามารถนำเอาปัญหาเข้ามาใช้เป็นสถานการณ์ตั้งต้นในขั้นการสร้างความสนใจ นำไปสู่กระบวนการคิดเชิงคำนวณเพื่อทำความเข้าใจปัญหาในขั้นสำรวจปัญหาได้

3.2 การใช้บอร์ดเกมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

3.2.1 ความหมายของบอร์ดเกม

คณิตา นิจจรัลกุล (2535) ได้ให้ความหมายว่า บอร์ดเกมทางการศึกษา จัดเป็นประเภทหนึ่งของสื่อการสอนแบบเกม ประเภทวัสดุกราฟิกที่ทำมาจากกระดาษ เป็นชิ้นงานสองมิติ งานกราฟิกนั้นอาจเป็นภาพเขียนหรือภาพวาดที่ทำให้ผู้ดูเกิดความคิดและตีความหมายได้ตามที่ผู้ส่งสารต้องการ โดยความหมายของบอร์ดเกมที่เป็นวัสดุกราฟิก มีดังต่อไปนี้

วัสดุ หมายถึง สิ่งสิ้นเปลืองต่างๆที่อาจมีราคาไม่สูงมากนัก และไม่คงทนถาวร เช่น กระดาษ สี ดินสอ ปากกา ยางลบ เป็นต้น

กราฟิก หมายถึง ภาพที่เขียนด้วยลายเส้น หรือจุด เพื่อให้ผู้ดูเกิดความคิดตีความหมายได้ตรงตามผู้ส่งสารต้องการ ได้แก่ แผนภูมิ ตัวอักษร รูปภาพ ภาพวาด ภาพลายเส้น แผนที่ เป็นต้น

งานกราฟิก หมายถึง งานการวางแผนทางศิลปะ เช่น การทำหัวเรื่อง (Title) ของสไลด์ ภาพยนตร์ ภาพประกอบ เป็นต้น รวมไปถึงหลักการออกแบบ การใช้สี ขนาด และสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อเน้นและดึงดูดความสนใจของผู้ดูให้มากขึ้น และมีความหมาย รวมไปถึงการฉีกภาพ การถ่ายภาพ ซึ่งสัมพันธ์กับวัสดุที่ให้คุณภาพในการใช้และจับถือสะดวก การรักษาผิวของวัสดุให้มีคุณภาพและคงทน

วัสดุกราฟิก ได้มีการนำไปใช้ในงานชนิดต่างๆ ที่เน้นศักยภาพ การรับรู้ทางตาในแง่ของการประชาสัมพันธ์ ส่วนทางด้านการศึกษา วัสดุกราฟิกถูกนำมาใช้ในกระบวนการการเรียนการสอนตลอดเวลา นับตั้งแต่แบบเรียน ครูวาดภาพบนกระดาน ทำบัตรคำ บัตรประโยค แผนที่ เอกสารคำสอน ดังนั้น ครูจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับวัสดุกราฟิกควบคู่ไปกับความรู้ความสามารถด้านเนื้อหาวิชา เพราะวัสดุกราฟิกจะเป็นงานสร้างสื่อกลางระหว่างครูกับนักเรียน ฉะนั้น

ประสิทธิภาพของการสื่อความหมายระหว่างครูกับนักเรียน จึงมีวัสดุกราฟิกเป็นเครื่องมือช่วยอีกอย่างหนึ่ง โดยนำความรู้เกี่ยวกับงานกราฟิกมาใช้ในสื่อการสอนทั่วไป รวมทั้งการ์ดเกม

วัสดุกราฟิกและงานกราฟิกจึงเข้าไปมีบทบาทต่อการเรียนของเด็กและการสอนของครู ซึ่งจะช่วยพัฒนาทั้งด้านเนื้อหาและความรู้ ดังนั้น ครูจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับวัสดุกราฟิกและงานกราฟิกเพื่อนำมาช่วยประยุกต์ใช้ในการสร้างงานสื่อการสอน

Costa M. J. (2007) ได้ให้ความหมายว่า บอร์ดเกมทางการศึกษา คือ เกมที่ใช้บัตรหรือการ์ด เป็นวัสดุอุปกรณ์หลักในการเล่น เป็นเกมที่ผู้เล่นเล่นเป็นรายบุคคล และมีลักษณะการเล่นเป็นการแข่งขันเพื่อชนะหรือแพ้ การเล่นทำให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาหลายครั้งและมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างแข่งขัน เกมเหล่านี้เหมาะกับการจัดการเรียนรู้ในคาบเดียวเนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเล่นไม่เกิน 1 ชั่วโมง เกมอาจมีทั้งวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์รอง ซึ่งทำให้เกมสามารถใช้เพื่อให้ความรู้ในเนื้อหาที่มากกว่า 1 เรื่อง ในส่วนกติกาของเกมส่วนมากดัดแปลงมาจากเกมไพ่ เกมจะมีความท้าทายเพื่อช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้ วัตถุประสงค์ของการ์ดเกมที่เตรียมได้ง่าย จึงมีการนำการ์ดเกมไปใช้ในวิชาเคมีในเนื้อหาอื่น ๆ ด้วย

Ellington, Addinall and Percival (1981) ได้ให้ความหมายว่า การ์ดเกมทางการศึกษา เป็นเกมในรูปแบบของบัตรคำที่นำมาใช้ประกอบการสอน เนื่องด้วยมีลักษณะที่เหมาะสมแก่การนำมาใช้ประกอบการสอนในเนื้อหาที่มีความยาก เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ การนำบอร์ดเกมมาใช้มีเป้าประสงค์หลักเพื่อช่วยเสริมสร้างพื้นฐานความรู้และความเข้าใจหลักการในเนื้อหา ดังนั้นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมและจำเป็นแก่การนำเอาการ์ดเกมทางการศึกษามาใช้ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม ที่สามารถแสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนรู้ไปแล้วว่า นักเรียนจะสามารถนำความรู้ที่มีมาปรับใช้กับการเล่นเกมหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นได้หรือไม่ โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมที่ออกแบบให้แก่แก่นักเรียนนั้น อาจจะเป็นใบงาน ใบกิจกรรม ที่ให้นักเรียนได้ทำในชั้นเรียน หรือให้กลับไปทำเป็นการบ้าน แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถประเมินว่าผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้ผ่านการจัดกิจกรรมการเล่นการ์ดเกมได้ด้วยเช่นกัน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่างานหรือกิจกรรมอื่นๆในชั้นเรียน จะสามารถถูกแทนที่ได้ด้วยเกมหรือการ์ดเกมทั้งหมด แต่นี่เป็นเพียงข้อเสนอแนะว่า ในบางบทเรียนการ์ดเกมถือได้ว่ามีประโยชน์ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนชั้นเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เช่นกัน นอกจากนี้การ์ดเกมยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนเนื่องจากทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการเล่น และช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกในการเรียน

กล่าวโดยสรุป บอร์ดเกม คือ สื่อการสอนประเภทวัสดุอุปกรณ์แบบเกม ในรูปแบบของ วัสดุกราฟิก ในรูปของบัตรหรือการ์ด ที่มีสีสันและเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านทางการใช้ภาพที่ สื่อความหมาย มีการออกแบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ผ่านการกำหนดรูปแบบสถานการณ์หรือการตั้งกฎกติกา ประกอบด้วย การ์ดเกม ตัวหมาก กระดาน คู่มือการเล่น และอุปกรณ์เสริมอื่นๆ

3.2.2 ประเภทของบอร์ดเกม

การแบ่งประเภทของบอร์ดเกมสามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภท (Silverman, 2013) ดังต่อไปนี้

1) เกมแบบครอบครัว หรือ บอร์ดเกมแบบดั้งเดิม (Family Games and Classic Board Games) เป็นบอร์ดเกมรุ่นแรกๆ ที่กติกาไม่ซับซ้อน มักจะเริ่มต้นเดินจากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดสิ้นสุด โดยมีเรื่องคะแนน และเรื่องโชคเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งยังไม่เน้นในเรื่องการวางแผน หรือ การคิดที่ซับซ้อน โดยอาจใช้เป็นกิจกรรมหนึ่งในการสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัว หรือเพื่อน หรือใช้เวลาว่างร่วมกัน ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมบันไดงู

2) เกมแบบยุโรป (Euro-style Games) เป็นเกมกระดานที่ใช้เวลาเล่นไม่เกิน 1 ชั่วโมง กฎกติกาไม่ซับซ้อน เน้นการปฏิสัมพันธ์กัน ไม่สร้างความขัดแย้ง หรือไม่มีการกำจัด ผู้เล่นคนหนึ่งคนใดออกจากเกม เป็นเกมที่ต้องหาข้อมูลและเลือกวิธีของแต่ละคนในการเล่น หรือ แก้ปัญหามีคะแนนในการเล่นแต่ละรอบ อุปกรณ์มีไม่มาก โดยทั่วไปจะไม่ใช้ลูกเต๋า ตัวอย่างเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมโรงงานไฟฟ้า (Power Grid)

3) เกมสร้างชุดไพ่ (Deck-Building Games) เป็นเกมที่เล่นในลักษณะเกมไพ่ (Card game) ที่แต่ละคนจะมีไพ่มือของตัวเองจำนวนหนึ่ง และจะมีไพ่ออกกลางทั้งหมด โดยที่ผู้เล่นแต่ละคนจะต้องออกแบบวางแผนในสร้างไพ่ของตัวเองให้มีคะแนนมากที่สุด ซึ่งไพ่แต่ละใบก็จะมีคำสั่ง หน้าที่ หรือคะแนนแตกต่างกันไป โดยเกมจะยุติลงเมื่อกองกลางที่ต้องการหมดลง หรือ มีคำสั่งพิเศษที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกม Dominion

4) เกมวางแผนเชิงนามธรรม (Abstract Strategy Games) เกมนี้เป็นบอร์ดเกม ประเภทหนึ่งที่มีมักแบ่งเป็นผู้เล่น 2 ฝ่ายโดยต้องใช้ความคิด การวางแผน หรือกลยุทธ์ที่จะเอาชนะ อีกฝ่ายหนึ่ง เป็นเกมที่เล่นโดยไม่ต้องใช้ลูกเต๋า หรือการ์ดใดๆ รวมถึงไม่จำเป็นต้องใช้การสื่อสารกับ ผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม เกมนี้จะสิ้นสุดลงเมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งชนะ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ หมากกรุก หมากฮอส โกะ A-math Cross-word เป็นต้น

5) เกมวางแผน (Strategy Games) เป็นบอร์ดเกมที่ค่อนข้างได้รับความนิยมในปัจจุบันเพราะเป็นเกมที่อาศัยความร่วมมือของผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป บางเกมเล่นได้ถึง 10 คน ซึ่งมีทั้งแนวเกมที่ต้องร่วมมือกัน หรือเกมที่ต้องแข่งกัน กำจัดกัน มีทั้งแบบที่ใช้ลูกเต๋า หรือไม่ใช้ ส่วนใหญ่เป็นเกมที่ใช้เวลาเล่นค่อนข้างนาน เพราะต้องให้ผู้เล่นแต่ละคน หรือแต่ละฝ่ายคิดวางแผน หากกลยุทธ์หรือเจรจาต่อรอง หรือหาแนวทางร่วมกันในเกม ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมสงคราม เกม Avalon เกม Settlers of Catan หรือบอร์ดเกมสมัยใหม่ก็มักอยู่ในประเภทนี้

6) เกมวางแผนที่ใช้ไพ่ (Card-Based Strategy Games) เป็นบอร์ดเกมแนววางแผนอีกประเภทหนึ่งที่เน้นการใช้ไพ่ในการวางแผน โดยเป็นการสุ่มหรือโชคที่จะได้ไพ่ และไพ่จะนำมาซึ่งโอกาสต่างๆ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น ที่ช่วยให้เราเข้าใจเป้าหมายของเกมมากขึ้น โดยที่สามารถจะร่วมมือ หรือกำจัดคู่แข่งผ่านการใช้ไพ่ได้ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมสร้างอารยธรรม (7 Wonders)

กล่าวโดยสรุป บอร์ดเกมมีหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกลยุทธ์และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ประกอบการเล่น โดยบอร์ดเกมในยุคแรกๆจะเน้นไปที่ความสนุกสนาน และการแข่งขันเพื่อการเอาชนะ ใช้อุปกรณ์ที่เรียบง่าย แต่บอร์ดเกมในยุคหลังๆจะถูกพัฒนาให้มีความซับซ้อนของกติกาการเล่น มีความเป็นนามธรรม และต้องใช้กลยุทธ์และอุปกรณ์ที่มากขึ้น ซึ่งบอร์ดเกม Covidea ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จัดเป็นบอร์ดเกมประเภทเกมวางแผนที่ใช้ไพ่ (Card-Based Strategy Games) เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ไพ่ เพื่อสร้างโอกาสพิเศษให้ผู้เล่นเข้าใจเป้าหมายมากขึ้น

3.2.3 การสร้างและพัฒนาบอร์ดเกม

Linden, Erkens, Schmidt and Renshaw (2000) และ Baker, Navarro and Hoek (2005) ได้ระบุถึงหลักการในการออกแบบการ์ดเกมทางการศึกษาไว้ดังนี้

1) การออกแบบการ์ด ควรที่จะสามารถหยิบจับได้ สามารถเล่นได้ทุกที่ และใช้ผู้เล่นอย่างน้อยเพียงสองคน ซึ่งการ์ดจะถูกออกแบบมาให้ใช้ได้ง่ายและสะดวกต่อการเล่น

2) การออกแบบกติกาการเล่น ควรผสมผสานเอากฎกติกาและเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนและเป็นนามธรรมมาทำให้นักเรียนเข้าใจได้มากขึ้นผ่านการเล่นที่เรียบง่าย

3) การออกแบบรูปแบบการเล่น ควรก่อให้เกิดการแข่งขัน โดยผู้เล่นจะต้องเอาชนะฝ่ายตรงข้ามผ่านการร่วมมือกับผู้เล่นในทีม โดยใช้กลยุทธ์ ความรู้ที่เรียนมา โดยความร่วมมือที่เกิดขึ้นระหว่างนักเรียนนี้ถือว่าเป็นประโยชน์มากต่อการเรียนรู้

4) การออกแบบเนื้อหาเกม นักเรียนควรที่จะสามารถทบทวนเนื้อหาความรู้จากการ์ด รวมทั้งยังสามารถสร้างสถานการณ์จำลองเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ซึมซับเนื้อหาความรู้ผ่านการใช้

กลยุทธ์ที่หลากหลายในการเล่น ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

Jesse (2016) ได้ระบุถึงหลักการการออกแบบการ์ดเกมไว้ว่าลำดับขั้นตอนในการสร้างเกมทางการศึกษา ควรจะเริ่มโดยการใช้คำถามต่อไปนี้

1) คำถามถึงลักษณะของการ์ดเกม

- จุดประสงค์ของเกมคืออะไร
- ใช้ระยะเวลาในการเล่นนานแค่ไหน
- มีผู้เล่นเกมกี่คน
- เกมนี้จะชนะได้อย่างไร

2) คำถามถึงสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างการ์ดเกม

- ต้องมีกระดานเกมหรือไม่
- การเล่นใช้เพียงแค่การ์ด และอุปกรณ์เสริมได้หรือไม่
- การนับคะแนนของผู้เล่นทำอย่างไร
- ผู้เล่นจะได้รับคะแนนได้อย่างไร

หลังจากตอบคำถามทุกข้อตามที่ระบุไว้แล้ว ผู้ออกแบบจะสามารถตัดสินใจในการเลือกประเภทของการ์ดเกมที่จะนำมาได้ หลังจากนั้นผู้ออกแบบควรเริ่มที่จะร่างกฎกติกาในการเล่นไว้คร่าวๆ หากมีสมาชิกในหารจัดทำคณะผู้ออกแบบควรแบ่งงานให้แต่ละฝ่ายในการจัดทำเกม เพื่อให้เกมเป็นรูปร่างมากขึ้น เช่น ฝ่ายใดจะเป็นผู้ออกแบบ ผู้แก้ไข และผู้สร้าง

หลังจากนั้นควรดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) กำหนดกฎกติกาในการเล่น ควรมีการกำหนดกฎกติกาก่อนการจัดทำการ์ด เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ และมีความยาก ดังนั้นในขั้นตอนนี้ฝ่ายที่จัดทำ รวมทั้งผู้ตรวจทานควรเป็นผู้ที่ความรอบคอบ ชัดเจน การกำหนด FAQs (คำถามที่พบบ่อยในระหว่างการเล่นเกม) ก่อนการเขียนกติกา จะช่วยให้การกำหนดกติกาในการเล่นเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น

2) การสร้างการ์ด อุปกรณ์เสริม หรือวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ในขั้นตอนนี้รวมถึงการกำหนดเนื้อหาและรูปภาพที่จะใส่สอดแทรกลงไปในการ์ดเกม จนกระทั่งถึงการออกแบบกราฟิก ที่จะใช้เป็นภาพพื้นหลังของการ์ด ในการ์ดเกมบางประเภทจำเป็นต้องมีการสร้างอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นประกอบการเล่น เพื่อใช้ในการนับคะแนนหรือแบ่งแยกผู้เล่นในขั้นตอนนี้ด้วย

3) การเผยแพร่เกม ในขั้นตอนนี้ผู้จัดทำจะต้องสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับเกมที่ตนเองได้จัดทำขึ้นมาให้แก่ผู้เล่น หรือผู้ที่สนใจได้ โดยอาจเผยแพร่ผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของการ์ดเกมให้นำเล่นเพิ่มมากขึ้น

กล่าวโดยสรุป จากข้อมูลที่ระบุถึงหลักการออกแบบการ์ดเกมทั้งหมด สามารถสรุปเป็นหลักการในการออกแบบการ์ดเกมได้ดังนี้

1) การวางแผน ครูควรมีการวางแผนถึงลักษณะของการ์ดเกมที่จะจัดทำ โดยยึดตามวัตถุประสงค์ของเกมเป็นสำคัญ รวมทั้งยังต้องคำนึงถึง เนื้อหาที่จะใช้การ์ดเกมในการสอน และผู้เล่น โดยควรคำนึงว่าการ์ดเกมที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องไม่สร้างความลำบากในการจัดการเรียนรู้ ทั้งต่อตัวครูในการจัดทำ ต่อผู้เรียนในการเล่น และจะต้องสร้างประโยชน์ให้แก่การเรียนการสอนมากที่สุด

2) การออกแบบกติกาการเล่น ในขั้นตอนนี้ครูต้องมีความรอบคอบในการออกแบบเป็นอย่างมาก เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการเล่นไปใช้ โดยครูควรที่จะทดลองเล่น หรือนำไปใช้ก่อน เมื่อพบคำถามหรือข้อสงสัยในกลุ่มผู้ทดลองเล่น ควรนำข้อคำถามเหล่านั้นมาใช้ในการปรับปรุงกติกาการเล่นให้สมบูรณ์มากขึ้น

3) การจัดทำการ์ดเกม ในขั้นตอนนี้ครูจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถทางด้านศิลปะมาใช้ในการจัดทำ โดยวัสดุที่นำมาใช้ควรหาง่าย ราคาไม่แพง และมีความคงทน การจัดทำนั้นจะต้องเป็นไปตามแผนที่ระบุไว้ หากพบข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ไม่สามารถทำได้ตามแผน ครูควรมีทักษะในการแก้ไขปัญหา และปรับกฎกติกาในการเล่นให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง

3.2.4 รูปแบบการใช้บอร์ดเกมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำบอร์ดเกมเข้ามาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียน ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Kuo and Hsu (2019) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการใช้บอร์ดเกมที่มีชื่อว่า Robot City ซึ่งเป็นตัวอย่างกิจกรรมเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยมีการบูรณาการโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมเข้ากับบอร์ดเกม ได้แก่ ลำดับขั้นโครงสร้างโปรแกรม เงื่อนไขโครงสร้างโปรแกรม คำสั่งทำซ้ำของโปรแกรม และการจำลองกระบวนการคำสั่งที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมผ่านกติกาและขั้นตอนวิธีการเล่นที่หลากหลาย โดยจุดประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและศึกษาพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการใช้บอร์ดเกม ผลพบว่านักเรียนที่

ได้ร่วมกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมกับเพื่อนต่างกลุ่มมีพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนที่เล่นในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีพัฒนาการของรูปแบบการคิดเชิงตรรกะ อีกทั้งยังพบว่าเมื่อมีการวิเคราะห์พฤติกรรมพบว่านักเรียนมีการพูดคุยอภิปรายโต้แย้งประเด็นปัญหาที่ระหว่างเล่นเกม มีทักษะความร่วมมือ นอกจากนี้แล้วผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าทักษะความร่วมมือที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นเกมยังกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการในการเรียนรู้และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย

Tsarava et al. (2018) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ผ่านการใช้บอร์ดเกมที่มีชื่อว่า Crabs and Turtles : A series of computational Adventures ซึ่งมี 3 บอร์ดเกมย่อยในชุดเกมนี้ เป้าหมาย คือ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณขั้นพื้นฐานผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์ให้กับนักเรียน ซึ่งลักษณะของตัวเกมจะเป็นการนำเอาความรู้พื้นฐานของการเขียน Coding และกระบวนการคิดเชิงคำนวณเข้ามาเป็นกลไกของเกม แล้วศึกษาผลการใช้ใน 2 ระยะ โดยระยะแรกเป็นการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากข้อมูลการพัฒนาพฤติกรรมและผลสะท้อนจากประสบการณ์การเล่นบอร์ดเกมของนักเรียน ส่วนในระยะที่สองเป็นการวิจัยในครูและผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลวิจัย ผลพบว่าในภาพรวมนักเรียนมีผลลัพธ์ของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ดีขึ้นในทุก ๆ บอร์ดเกม

Lane and Gobet (2012) ยังได้เสนอผลลัพธ์ของการใช้บอร์ดเกมที่น่าสนใจจากการใช้เกมกระดานร่วมกับการสอนแบบ CHERST Model เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากความผิดพลาดของไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ พบว่าการใช้บอร์ดเกมจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้นสอดคล้องกับการคิดเชิงคำนวณที่ต้องมีการให้นักเรียนมองเห็นรูปธรรมหรือสร้างแบบจำลอง (Pattern recognition) จากข้อมูลที่เป็นปัญหาเชิงนามธรรม ซึ่งจะนำไปสู่การเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ และเกิดการสร้างองค์ความรู้จากปัญหาได้

กล่าวโดยสรุปการนำบอร์ดเกมเข้ามาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณจะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาของกระบวนการคิดได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากบอร์ดเกมเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่สามารถนำมาใช้สร้างสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนศึกษารูปแบบของปัญหา (Pattern recognition) อันจะนำไปสู่การเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ และเกิดการสร้างองค์ความรู้จากปัญหาได้ อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ส่งเสริมทักษะอื่นๆ เช่น การอภิปรายโต้แย้ง ซึ่งจะเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ดียิ่งขึ้น

3.3 การเขียน Formula coding กับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

3.3.1 ความหมายของ Formula coding

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการใช้ฟังก์ชันความสัมพันธ์ของโปรแกรม Microsoft Excel แต่ได้มีการใช้คำที่แตกต่างกัน ได้แก่ Spreadsheet function และ Excel program coding

โดยนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสูตรฟังก์ชันความสัมพันธ์ในแผ่นงาน ไว้ดังนี้

Yeh, Xie and Ke (2011) ได้ระบุไว้ว่า Spreadsheet function คือ กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการสร้างสูตรฟังก์ชันความสัมพันธ์ของข้อมูลในแผ่นงานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Recall) แล้วนำสูตรฟังก์ชันที่ผ่านการตรวจสอบมาใช้เพื่อจัดระบบข้อมูลที่กำหนด (Application) ก่อนนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้สูตรฟังก์ชันนั้นๆ (Problem solving)

Lee, S. J., Lee, M. and Park (2019) ได้ระบุไว้ว่า Excel program coding คือ กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างครอบคลุมผ่านการใช้ฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรม Microsoft Excel ตั้งแต่ฟังก์ชันพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ฟังก์ชันเงื่อนไข และการเขียนคำสั่ง VBA จนกระทั่งสามารถนำฟังก์ชันของโปรแกรมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้

ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการใช้ฟังก์ชันความสัมพันธ์ในแผ่นงาน ของโปรแกรม Microsoft Excel ว่า Formula coding เนื่องจากในงานวิจัยจะเน้นไปที่การใช้ฟังก์ชันที่เป็นสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์

กล่าวโดยสรุป Formula coding หมายถึง การใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการจัดระบบและสร้างฟังก์ชันของสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์ บนฐานข้อมูลของตัวแปรและค่าคงตัว

3.3.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Formula coding เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

Lee et al. (2019) ได้มีการนำโปรแกรม Excel เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแทนค่าข้อมูล (Data representation) แยกแยะองค์ประกอบของปัญหา (Problem decomposition) ฝึกการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และออกแบบขั้นตอนวิธีแก้ปัญหา (Algorithm) โดยมีการให้นักเรียนสร้างสูตรคำนวณ (Formula coding) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในระหว่างการทำกิจกรรม

ผลพบว่าการใช้โปรแกรม Excel สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการใช้โปรแกรม Excel สามารถช่วยเป็นเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ให้กับผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์ด้านคอมพิวเตอร์มาก่อนได้

	A	B	C
1		2	3 = A2 + B2
2			

ภาพ 2 การสร้างสูตรความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์

	(1)	(2)	(3)
A	B	C	D
name	id	mid-term	final-term
Tom	100	40	70
			total
			=C2+D2
			normalize
			= E2/2
			result
			= IF(E2 > 60, "PASS", "FAIL")

ภาพ 3 การแยกประเด็นปัญหาที่ซับซ้อน (Decomposition)

A	B	C	D	E	F	G	H
1							
2		COL1	COL2	COL3	COL4	COL5	SUM OF ROWs
3	ROW1	1	2	3	4	5	=SUM(SC3:SG3)
4	ROW2	6	7	8	9	10	=SUM(SC4:SG4)
5	ROW3	11	12	13	14	15	=SUM(SC5:SG5)
6	ROW4	16	17	18	19	20	=SUM(SC6:SG6)
7	ROW5	21	22	23	24	25	=SUM(SC7:SG7)
8	SUM OF COLs						
9							

ภาพ 4 การใช้ชุดคำสั่ง SUM () เพื่อคำนวณค่าข้อมูลอัตโนมัติ

A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	
1				1				1			
2	No.	ID	Score	2	No.	ID	Score	2	SUM OF CT01 CLASS		
3	1	CT01-01	100	3	1	CT02-01	89	3	AVERAGE OF CT01 CLASS		
4	2	CT01-02	81	4	2	CT02-02	69	4	SUM OF CT02 CLASS		
5	3	CT01-03	95	5	3	CT02-03	91	5	AVERAGE OF CT02 CLASS		
6	4	CT01-04	56	6	4	CT02-04	82				
7	5	CT01-05	89	7	5	CT02-05	79				
B	[CT01_class sheet]			B	[CT02_class sheet]						

ภาพ 5 การคิดกรองข้อมูลสำคัญของแผนงาน (Abstraction)

Matsumoto and Cao (2017) ได้พัฒนาแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ในรายวิชาเคมี ผ่านการใช้โปรแกรม Excel โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลอง 2) การวิเคราะห์ผลข้อมูลการทดลอง 3) การเขียน Coding และชุดคำสั่งโปรแกรม 4) การให้เหตุผลเชิงอัลกอริทึม และ 5) การคำนวณสถิติความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ ผ่านการนำโปรแกรม Excel มาใช้ร่วมกับการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ในการสร้างแบบจำลอง (Pattern recognition) และเขียนชุดคำสั่งลงในเซลล์ เพื่อสร้างอัลกอริทึม (Algorithms)

Ho and Ang (2015) ได้พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านกิจกรรม Coding โดยใช้โปรแกรม Excel เพื่อให้นักเรียนเขียนชุดคำสั่งโปรแกรม VBA ซึ่งชุดคำสั่งแต่ละชุดประกอบด้วยคำสั่งหลายบรรทัด แต่ละบรรทัดมีรหัส VBA เพื่อสั่งให้ Excel ทำงานทีละขั้น โดยชุดคำสั่ง VBA มี 2 ประเภท คือ Sub Procedure เป็นชุดคำสั่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั่วไปของ Excel และ Function Procedure เป็นชุดคำสั่งทำหน้าที่คำนวณคืนค่าผลลัพธ์ ใช้สำหรับสร้างสูตรใหม่มาใช้กับงานเฉพาะด้าน นอกเหนือจากสูตรสำเร็จรูปที่ Excel จัดเตรียมไว้ให้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ขั้นแยกแยะประเด็นเพื่อออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหา 4) ขั้นดำเนินการแก้ไขปัญหา และ 5) ขั้นตรวจสอบผลการแก้ไขปัญหาและสะท้อนผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการพัฒนาของทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้ และเพิ่มทัศนคติที่ดีต่อการเรียนผ่านการเขียนโปรแกรม Coding ของนักเรียน

กล่าวโดยสรุปการใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถนำมาพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบพื้นฐานผ่านการเขียนสูตรคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ในแผ่นงาน (Formula coding) เพื่อช่วยในการจัดระบบข้อมูล สร้างอัลกอริทึม และนำเสนอข้อมูลผ่านการสร้างแบบจำลอง และแบบขั้นสูงผ่านการเขียนชุดคำสั่งโปรแกรม ซึ่งทุกรูปแบบสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบ

3.4 กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

งานวิจัยส่วนใหญ่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังมีแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณไปในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ระหว่างกิจกรรมที่ใช้คอมพิวเตอร์หรือไม่ใช้คอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามโดยเฉพา โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ 5 ขั้นตอน ได้แก่ เลือกสถานการณ์ปัญหา (Engagement) สำรวจปัญหา (Exploration) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) และการพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) อธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา (Explanation) ขยายความรู้ (Elaboration) และการวัดและประเมินผล (Evaluation) ผลพบว่านักเรียนมีทักษะ

การคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้น และยังชี้ให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นที่นอกเหนือจากวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมที่สอดคล้องกับบริบทและลักษณะของผู้เรียน (Khasyyatillah & Osman, 2019) โดยมีกิจกรรมเรียนรู้ดังแสดงในตารางที่ 9

ตาราง 9 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Khasyyatillah & Osman, 2019)

จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้					หมายเหตุ
	ขั้นที่ 1 เลือก สถานการณ์ ปัญหา	ขั้นที่ 2 การแบ่ง ปัญหา ออกเป็น ปัญหาย่อย	ขั้นที่ 3 การพิจารณา รูปแบบของ ปัญหา	ขั้นที่ 4 สาระสำคัญของ ปัญหา	ขั้นที่ 5 การ ออกแบบ อัลกอริทึม	
นักเรียนสามารถ ออกแบบ แสดง และ นำเสนอข้อมูล และกราฟของผล การทดลองการ เคลื่อนที่ในแนว เส้นตรง	ระบุ สถานการณ์ ปัญหาจาก เรื่องราว	แก้ปัญหา โดยการแยก ปัญหาเป็น ส่วนย่อย	ระบุรูปแบบ ของปัญหา โดยการ สำรวจความ คล้ายคลึง ระหว่าง ปัญหาย่อย	คัดเลือก เฉพาะส่วน สำคัญของ ปัญหา และ ตัดข้อมูลที่ ไม่ สำคัญทิ้ง	รวบรวม ขั้นตอนการ แก้ปัญหาย่อย โดยนักเรียน จะต้อง รวบรวม การทดลอง และสร้าง กราฟผ่าน Scratch	สื่อการสอน: วีดิทัศน์ กระโดดร่ม และเอกสาร ประกอบ การสอน วิธีการสอน: การอภิปราย และทดลอง การวัด ประเมินผล: Dr. Scratch

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ แบบใช้คอมพิวเตอร์ (P) สลับกับไม่ใช้คอมพิวเตอร์ (U) 5 ขั้นตอน ได้แก่ การจำลองสถานการณ์และสร้างแผนภาพ (U) การศึกษาตัวแปรของสภาวะการณ์ (P) การสร้างกราฟบนเงื่อนไขของตัวแปรในสภาวะการณ์ (P) การสร้างแผนภาพสถานะ (Transition diagram) (U) และการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาผลกระทบของตัวแปรที่เกี่ยวข้องอื่นๆ (P) ผลพบว่าการสร้างกิจกรรมที่หลากหลายตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ การสร้างแผนภาพเพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงนามธรรม

การเขียนโปรแกรมคำสั่งและแผนภาพสถานะเพื่อพัฒนาอัลกอริทึม การสร้างกราฟเพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูล และมีกิจกรรมการคิดแบบแยกองค์ประกอบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบแยกส่วน การจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยร่วมกับครูผู้สอน โดยมีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของห้องเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ร่วมกับการสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลพบว่าการสร้างกิจกรรมที่หลากหลายตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ การสร้างแผนภาพเพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงนามธรรม การเขียนโปรแกรมคำสั่งและแผนภาพสถานะเพื่อพัฒนาอัลกอริทึม การสร้างกราฟเพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูล และมีกิจกรรมการคิดแบบแยกองค์ประกอบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบแยกส่วน สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน รวมทั้งยังให้ข้อมูลว่าการเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ การเร้าความสนใจของครู ทักษะคิดของครู และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดเชิงคำนวณของนักเรียน (Catete et al., 2019) โดยมีตัวอย่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ดังแสดงในตารางที่ 10

ตาราง 10 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณในหลักสูตรโรคระบาด (Catete et al., 2019)

วันที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลลัพธ์ทางวิทยาศาสตร์	ผลลัพธ์การคิดเชิงคำนวณ
1	U: จำลองการแพร่ระบาดของโรคในคนและสร้างแผนภาพตัวแทน (ใน 2 สภาวะการณ์ คือ สุขภาพดี/ป่วย)	สร้างแบบจำลองการแพร่ระบาด	Abstraction
2	P: ศึกษาตัวแปรของสภาวะการณ์	กำหนดการติดเชื้อและอัตราการติดเชื้อ	Decomposition, Algorithm
3	P: (ต่อเนื่องจากวันที่ 2) ติดตามการเจ็บป่วยของประชากรเมื่อเวลาผ่านไป และสร้างกราฟจากเงื่อนไขเริ่มต้น	ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโรคและอัตราการแพร่ระบาด	Pattern recognition
4	U: การสร้างแผนภาพสถานะจากความสัมพันธ์ของปัจจัยใน 4 สภาวะการณ์	เข้าใจอัตราการป่วยและอัตราการตายที่ส่งผลต่ออัตราการแพร่ระบาด	Abstraction, Algorithm

ตาราง 10 (ต่อ)

วันที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลลัพธ์ทาง วิทยาศาสตร์	ผลลัพธ์การคิดเชิง คำนวณ
5	P: การจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษา ผลกระทบของตัวแปรที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ต่อการแพร่ระบาด	เข้าใจผลกระทบของ ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผล ต่อการแพร่ระบาด และ การทดลองเพื่อ ตรวจสอบสมมติฐาน	Pattern recognition, Decomposition

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยการเขียน Formula Coding สามารถทำได้โดยให้นักเรียนสร้างฟังก์ชันสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์ ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อจัดการข้อมูลตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยข้อมูลนั้นจะเป็นค่าของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ได้อัลกอริทึมในการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการสร้างอัลกอริทึม (Algorithm) ที่ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Lee et al. (2019) และ Matsumoto and Cao (2017)

กล่าวโดยสรุป แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณมีหลากหลายรูปแบบดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดึงเอาจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ที่มีการสำรวจปัญหาผ่านการคิดเชิงคำนวณตามขั้นตอนการสอนของ Khasyyatillah and Osman (2019) โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการเขียนแผนภาพสถานะจากข้อมูลปัญหาที่ปรับปรุงจาก Catete et al. (2019) และการเขียน Formula coding เพื่อสร้างอัลกอริทึมสำหรับแก้ปัญหาประกอบการเขียนแบบผังงาน เนื่องจากเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการแสวงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ผ่านการสืบเสาะเพื่อสำรวจและทำความเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ อีกทั้งยังสามารถนำปัญหาที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการนำเอาทักษะการคิดเชิงคำนวณไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยสามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และลักษณะกิจกรรมตามแนวทางสืบเสาะแบบ 5Es ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละองค์ประกอบ แสดงดังตารางที่ 11

ตาราง 11 การเรียนรู้สี่สัปดาห์แบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

การเรียนรู้สี่สัปดาห์แบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding	ลักษณะกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ (CT)
1. การสร้างความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหา (Engagement)	ระบุปัญหาจากสถานการณ์การระบาด COVID-19 ที่น่าสนใจ จากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ เพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาที่ต้องการแก้ไขภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด
2. การสำรวจปัญหา (Exploration)	ทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบจนไปสู่ข้อค้นพบในการแก้ไขปัญหา
2.1 การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition)	จำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาละเอียด
2.2 การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction)	ระบุส่วนที่สำคัญหรือวิธีการแก้แต่ละปัญหา คัดกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญออก และสร้างแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา
2.3 การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms)	สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากการเขียนแบบผังงาน (Flowchart) และการสร้าง Formula Coding ผ่านโปรแกรม Microsoft excel
2.4 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)	บอกหรือแสดงให้เห็นถึงความเหมือนหรือความคล้ายของรูปแบบในการแก้ปัญหาแต่ละส่วน โดยใช้การสร้างกราฟผ่าน Excel
3. การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา (Explanation)	นำข้อมูลสารสนเทศที่เป็นผลจากการแก้ปัญหามาลงข้อสรุปเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	นำผลการแก้ปัญหาที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากการใช้บอร์ดเกม เพื่อใช้ในการอธิบายสถานการณ์ในมุมมองอื่นๆเพิ่มเติม
5. การวัดและประเมินผล (Evaluation)	นำแบบวัดมาประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ร่วมกับการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีผลการวิจัยหลายงานแสดงข้อมูลให้เห็นว่าการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ที่มีการใช้บอร์ดเกมหรือการเขียน Formula Coding นั้นมีประโยชน์ต่อนักเรียนในหลากหลายด้านทั้งพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ดังนี้

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Threekunprapa and Yasri (2020) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดบล็อกคำสั่งแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์ (Blocky - Unplugged) ร่วมกับการใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่มีประสบการณ์การใช้โปรแกรมมาก่อน ผลการวิจัยพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณสูงขึ้น และยังพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้โปรแกรม โดยเฉพาะการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยนี้จึงสะท้อนให้ทราบว่าการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์และเกมสามารถใช้เป็นทางเลือกในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้เช่นเดียวกัน

Khasyyatillah and Osman (2019) ได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ในรายวิชาฟิสิกส์ ตามโมเดลของ ADDIE ร่วมกับการใช้โปรแกรม Scratch โดยมีการนำทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) และ การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) สอดแทรกลงในขั้นการสำรวจปัญหา (Exploration) ตามการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ผลพบว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน และยังชี้ให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นที่นอกเหนือจากวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรอบกิจกรรมส่งเสริมที่สอดคล้องกับบริบทและลักษณะของผู้เรียน

Catete et al. (2018) ได้ศึกษาผลการวิจัยการใช้หลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เพื่อเรียนรู้เรื่องโรคระบาด และการกระจายพันธุ์ของเผ่าพันธุ์ภูรุกราน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้คอมพิวเตอร์ (P) สลับกับไม่ใช้คอมพิวเตอร์ (U) ผลพบว่าการสร้างกิจกรรมที่หลากหลายตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ การสร้างแผนภาพสถานะ (Transition

diagram) เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงนามธรรม การเขียนโปรแกรมคำสั่งและแผนภาพสถานะเพื่อพัฒนาอัลกอริทึม การสร้างกราฟเพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูล และมีกิจกรรมการคิดแบบแยกองค์ประกอบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบแยกส่วน สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน รวมทั้งยังให้ข้อมูลว่าการเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ การเข้าใจความสนใจของครู ทักษะคิดของครู และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

Matsumoto and Cao (2017) ได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา รายวิชาเคมี ผ่านการใช้หลักสูตรมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกา (NGSS) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลประกอบกับการเขียนคำสั่งเงื่อนไขของโปรแกรมเพื่อสร้างอัลกอริทึม โดยใช้สูตรทางด้านสถิติเพื่อสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ผลพบว่านักเรียนมีพัฒนาการของทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงขึ้น งานวิจัยนี้จึงสะท้อนให้ทราบว่า การใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถใช้เป็นทางเลือกในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้เช่นเดียวกัน

4.2 งานวิจัยในประเทศ

ศิริฐ อิมแซม และใจทิพย์ ณ สงขลา (2563) ได้ศึกษาผลของการใช้แชทบอทซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีการตอบโต้แบบอัตโนมัติที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีบุคลิกภาพแบบเปิดเผยและบุคลิกภาพแบบเก็บตัว ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีบุคลิกภาพต่างกัน มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงคำนวณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นถึงผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่มีบุคลิกภาพแตกต่างกัน

ศรายุทธ์ ดวงจันทร์ (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีการเก็บข้อมูลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที่เทียบกับเกณฑ์ และสถิติทดสอบที่แบบไม้อิสระ ผลพบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนอยู่ในระดับ

ดี และมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการวัดประเมินผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) ได้ศึกษาผลจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลซึ่งเป็นทักษะที่มีความสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชา การโปรแกรมและการประยุกต์ พบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทางด้านการคิดเชิงประมวลผล โดยการรวมกลุ่มของผู้เรียนจะช่วยให้ชิ้นงานประสิทธิภาพมากขึ้น จนส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังแสดงให้เห็นว่าบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนุกสนาน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจช่วยส่งเสริมความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

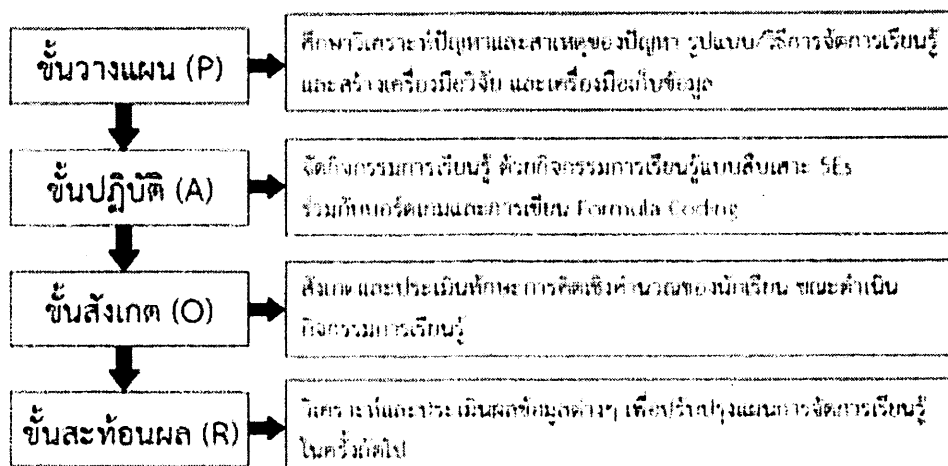
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาศ COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ระเบียบวิธีวิจัย
2. บริบทห้องเรียนและนักเรียน
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาศ COVID-19 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ตามแนวคิดของ Kemmis (อ้างอิงใน สิริรณภา กิจเกื้อกูล, 2557) มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจรปฏิบัติการ (PAOR cycle) ได้แก่ ขั้นวางแผน (plan) ขั้นปฏิบัติ (act) ขั้นสังเกต (observe) และขั้นสะท้อนผล (reflect) โดยมีรายละเอียดของกิจกรรมในแต่ละวงจรดังแผนภาพต่อไปนี้



แผนภาพ 3 กิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการที่ใช้ในงานวิจัย

2. บริบทห้องเรียนและนักเรียน

ผู้มีส่วนร่วมวิจัยในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดอุทัยธานี ประจำปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 14 คน เป็นนักเรียนที่เรียนในห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการชีววิทยาของโรงเรียน ซึ่งเป็นห้องที่มีความพร้อมของสื่อการสอน ทั้งคอมพิวเตอร์สำหรับครู จอฉายภาพ เครื่องฉายภาพเสมือนจริง กล้องจุลทรรศน์ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งมีแผนภาพความรู้ทางชีววิทยากระจายอยู่รอบห้อง มีแสงสว่างเพียงพอ อากาศถ่ายเทสะดวก โดยผู้เรียนถูกจัดให้นั่งเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 2-3 คน และจะได้รับการจัดการเรียนรู้ในห้องสมุด ICT ของโรงเรียน ซึ่งเป็นห้องที่มีความพร้อมของคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียน และจอฉายภาพ ซึ่งมีแสงสว่างเพียงพอ และอากาศถ่ายเทสะดวกเช่นกัน

ลักษณะของผู้เรียนจะเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.50 - 2.50 สามารถสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้ มีความสนใจในการเรียนสูงโดยสังเกตจากพฤติกรรมการเข้าเรียน การส่งงาน และการตอบคำถามในชั้นเรียน สามารถคิดหาคำตอบของปัญหาที่ไม่ซับซ้อนและตรงกับชีวิตจริงได้ แต่หากเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือเป็นบริบทที่ไกลตัวนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถทำงานร่วมกับเพื่อนๆ ในกลุ่มเดียวกันได้เป็นอย่างดี ไม่มีปัญหาการขัดแย้งระหว่างนักเรียนในชั้นเรียนนี้ ในคาบเรียนที่มีการสอนโดยการใช้กิจกรรมเกม หรืออื่นๆที่ไม่ใช่การบรรยายนักเรียนทุกคนให้ความสนใจและร่วมมือเป็นอย่างดี

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาดของ COVID-19 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ย่อย 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ดังนี้

1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร

1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบวัดประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.2 แบบบันทึกการทำกิจกรรม

ตาราง 12 แสดงความสอดคล้องของคำถามวิจัย เครื่องมือวิจัย และวิธีวิเคราะห์ข้อมูล

คำถามวิจัย	ผู้ให้ข้อมูล /ผู้บันทึก	เครื่องมือวิจัย			การวิเคราะห์ข้อมูล
		แบบสะท้อนผลการ จัดการเรียนรู้	แบบวัดทักษะการ คิดเชิงคำนวณ	แบบบันทึกการทำ กิจกรรม	
1. การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วย กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร	ผู้วิจัย	✓			การวิเคราะห์ข้อมูลเชิง เนื้อหา
	ครู ผู้เชี่ยวชาญ	✓			
2. กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ ระบาด COVID-19 สามารถพัฒนาทักษะ การคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร	ผู้มีส่วนร่วม วิจัย		✓	✓	การตรวจให้คะแนน และจัดระดับทักษะ การคิดเชิงคำนวณ ตามเกณฑ์ของ Ling et al. (2018)

4. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน โดยแบ่งตามเครื่องมือที่ใช้ ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวน 3 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ตามแนวคิดของ Khasyystillah and Osman (2019) มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาชีววิทยา เล่ม 2 เรื่อง ประชากร เพื่อกำหนดกรอบผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 ศึกษาหลักสูตรโรงเรียน รายวิชาชีววิทยา 6 รหัสวิชา ว30245 เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้เป็นเป้าหมายในการจัดการเรียน

1.2.2 ศึกษาขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง ประชากร จากหนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 6 คู่มือครูรายวิชาชีววิทยา เล่ม 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง ประชากร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.2.3 กำหนดเนื้อหาย่อยที่จะใช้ในงานวิจัย เรื่อง ประชากร ไว้จำนวน 3 เรื่อง ซึ่งตรงตามผลการเรียนรู้ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของประชากร, การเพิ่มขึ้นของประชากร และปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

1.2.4 กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน

1.3 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อสร้างชิ้นงาน

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding โดยใช้การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของ V. Catete et al. (2018) ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง ประชากร โดยแต่ละแผนมีองค์ประกอบ ดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ผลการเรียนรู้

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านกระบวนการ และ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4.5 สาระการเรียนรู้

1.4.6 กิจกรรมเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

1.4.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.4.8 สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1.4.9 แบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.10 ใบกิจกรรม

1.4.11 ใบความรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของ เครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding จำนวน 3 แผน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังนี้ 1) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ คณะ ศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน 2) ครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอน วิชาชีววิทยามากกว่า 20 ปี และมีวิทยฐานะ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน และ 3) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอน การเขียนโปรแกรม หรือ CT จำนวน 1 ท่าน เพื่อ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา สื่อการสอน เวลาที่ใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ และ การวัดประเมินผล

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบ ประเมินผลการวิจัย และเกณฑ์การประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554) ตามเกณฑ์ประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ ความหมาย

5 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

- 2 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50 คะแนน	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81, 4.68 และ 4.82 คะแนน ตามลำดับ และภาพรวมความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้รวม 3 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง มีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และผลการประเมินแผนการจัดการเรียนตามรูปแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 แผน แสดงในภาคผนวก ข

1.9 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

1.10 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

ตาราง 13 แสดงชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ชิ้นงานของนักเรียนและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ผลงานนักเรียน	เวลา (ชั่วโมง)
วงจรที่ 1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร กับการระบาด COVID-19 ในประเทศไทย	สืบค้น ข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับ ลักษณะเฉพาะของประชากร ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด	Formula coding : แสดงความสัมพันธ์ ของการเปลี่ยนแปลงประชากรได้ บอร์ดเกม : ผลการใช้บอร์ดเกมเพื่อ ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อขนาดและ ความหนาแน่นของประชากร	4
วงจรที่ 2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร กับการระบาด COVID-19 ในสหรัฐอเมริกา	สืบค้นข้อมูลอธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของ ประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากร แบบลอจิสติก	Formula coding : ความสัมพันธ์จาก การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ บอร์ดเกม : ผลการใช้บอร์ดเกมเพื่อ ศึกษารูปแบบการเพิ่มขึ้นของประชากร	4
วงจรที่ 3	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการ เปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์ กับการระบาด COVID-19 ในอินเดีย	อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่ ควบคุมการเติบโตของประชากร	Formula coding : ความสัมพันธ์จาก ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร บอร์ดเกม : ผลการใช้บอร์ดเกมเพื่อ ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของ ประชากร	4

2. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยและผู้สังเกต ซึ่งเป็นครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนชีววิทยา มากกว่า 10 ปี ใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนแล้ว เพื่อบันทึกสิ่งที่ได้เรียน จุดเด่น จุดด้อย ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดขอบเขตของแบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ว่าทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในทักษะการคิดเชิงคำนวณขึ้นหรือไม่ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียน และแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละแผนการเรียนรู้

2.3 สร้างแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งลักษณะของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้เป็นการให้ผู้วิจัยและครูผู้เชี่ยวชาญเขียนบรรยายสภาพปัญหา ข้อดี และข้อที่ควรปรับปรุงจากการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร พร้อมระเบียบวินัยคำศัพท์เฉพาะของขั้นตอนการสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้

2.4 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.5 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.6 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังนี้ 1) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน 2) ครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยา มากกว่า 20 ปี และมีวิทยฐานะ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน และ 3) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอน การเขียนโปรแกรม หรือ CT จำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลการวิจัย และเกณฑ์การประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554) ตามเกณฑ์ประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ ความหมาย

- 5 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- 3 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
- 1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.7 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00 คะแนน	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50 คะแนน	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50 คะแนน	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50 คะแนน	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50 คะแนน	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญต้องมีเกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแบบสะท้อนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93, 4.96 และ 5.00 คะแนนตามลำดับ และภาพรวมความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้รวม 3 แผน มีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 และผลการประเมินแบบสะท้อนการจัดการเรียนตามรูปแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 แผน แสดงในภาคผนวก จ

2.8 ปรับปรุงแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.9 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการบันทึกข้อมูลผลการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้

ซึ่งผู้วิจัยและครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยามากกว่า 10 ปี จะบันทึกหลังการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นแล้ว

3. แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เพื่อใช้วัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยมีวิธีการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ
ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร ขอบเขตเนื้อหาวิชาชีววิทยา สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำวิชา ชีววิทยา 6 รหัสวิชา ว30245 ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 ในเรื่อง ประชากร ตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

3.3 ศึกษาเอกสารแบบเรียนและคู่มือครูรายวิชาชีววิทยา เล่มที่ 6 ของสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง ประชากร

3.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ
เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเครื่องมือ

3.5 จัดทำตารางวิเคราะห์แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณให้สอดคล้องกับจุดประสงค์
การเรียนรู้ เพื่อเป็นกรอบในการกำหนดจำนวนข้อของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

3.6 สร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ประชากร ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย
โดยแบบวัดเป็นสถานการณ์ที่ครอบคลุมการใช้ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณทุกองค์ประกอบ
จำนวนทั้งสิ้น 3 สถานการณ์ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของประชากร, การเพิ่มขึ้นของประชากร และ
ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

ซึ่งแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วย 4 ข้อคำถามหลัก ที่ใช้วัดในแต่ละองค์ประกอบ
ของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ Decomposition จำนวน 1 ข้อ, Abstraction
จำนวน 1 ข้อ, Algorithm จำนวน 1 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ทำบนกระดาษแล้วนำข้อมูลมาใช้เพื่อทำ
ข้อสอบต่อเนื่องลงในคอมพิวเตอร์ และ Pattern Recognition จำนวน 1 ข้อ รวมจำนวนข้อคำถาม
ในแบบวัดทั้งสิ้น 12 ข้อคำถาม แสดงดังตารางที่ 14

ตาราง 14 แสดงการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง ประชากร

แผนการจัดการเรียนรู้	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากรกับการระบาดของ COVID-19 ในประเทศไทย	Decomposition	1.1 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการระบาด COVID-19 ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากรในประเทศไทยได้	1
		1.2 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้นได้	
		1.3 จำแนกข้อมูลปัญหาผลกระทบของจังหวัดที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ระบาดได้	
	Abstraction	1.4 คัดกรองข้อมูลการระบาดของจังหวัดที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ได้	1
		1.5 เขียนแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของประชากรในจังหวัดที่เกิดการระบาดได้	
	Algorithms	1.6 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding ที่แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงประชากรได้	1
	Pattern Recognition	1.7 บอกแนวโน้มของกราฟเส้นที่แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรเพื่อใช้แก้ปัญหาการควบคุมแรงงานเมียนมาร์เข้าจังหวัดได้	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากรกับการระบาดของ COVID-19 ในสหรัฐอเมริกา	Decomposition	2.1 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการระบาด COVID-19 ที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในสหรัฐอเมริกาได้	1
		2.2 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้นได้	
		2.3 จำแนกข้อมูลปัญหาผลกระทบของรัฐที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ระบาดได้	
	Abstraction	2.4 คัดกรองข้อมูลการระบาดของรัฐที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ได้	1

ตาราง 14 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ทักษะการคิด เชิงคำนวณ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของ ประชากรกับการระบาด COVID-19 ในสหรัฐอเมริกา	Abstraction	2.5 เขียนแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐ ตัวแทนที่เกิดการระบาดได้	
	Algorithms	2.6 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding ที่แสดง ความสัมพันธ์จากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อได้	1
	Pattern Recognition	2.7 บอกแนวโน้มของกราฟเส้นที่แสดงการเติบโตของประชากรเพื่อใช้แก้ปัญหาการควบคุมการ ระบาดในสหรัฐอเมริกาได้	1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการ เปลี่ยนแปลงของ ประชากรมนุษย์กับการ ระบาด COVID-19 ในอินเดีย	Decomposition	3.1 สืบค้นข้อมูลสาเหตุปัญหาที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรอินเดียในภาวะการระบาดได้ 3.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรจากข้อมูลการสืบค้นได้ 3.3 จำแนกข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ระบาดได้	1
	Abstraction	3.4 คัดกรองข้อมูลการของปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ระบาดได้ 3.5 เขียนแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรได้	1
	Algorithms	3.6 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding ที่แสดง ความสัมพันธ์จากปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรได้	1
	Pattern Recognition	3.7 บอกแนวโน้มของกราฟเส้นที่แสดงการเติบโตของประชากรเพื่อใช้แก้ปัญหาการควบคุมการ ระบาดในอินเดียได้	1
			รวม

3.7 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามตามแนวทางของ Rodriguez (2015) คือ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด โดยมีการให้คะแนนตั้งแต่ 1-3 คะแนน ตามเกณฑ์คะแนนรูปรีดรายข้อคำถาม และ 0 คะแนน เมื่อไม่มีการเขียนตอบคำถาม โดยแต่ละข้อจะมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน รวมทั้งฉบับ 12 ข้อ คะแนนเต็มทั้งสิ้น 36 คะแนน โดยมีสัดส่วนคะแนน ข้อคำถาม จำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดังตารางที่ 15

ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามตามแนวทางของ Rodriguez (2015)

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
Decomposition	วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประชากร บอกผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยได้ถูกต้องทุกปัจจัย จำแนกข้อมูลของปัจจัยจากเนื้อหาข่าวการระบาด ได้ถูกต้องและเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประชากร	วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประชากร บอกผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยได้ถูกต้องบางปัจจัย จำแนกข้อมูลของปัจจัยจากเนื้อหาข่าวการระบาด ได้บ้างแต่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงประชากร	วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประชากร ได้บ้างแต่บอกผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัย ไม่ถูกต้อง จำแนกข้อมูลของปัจจัยจากเนื้อหาข่าวการระบาด ไม่ถูกต้อง
Abstraction	คัดกรองเหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่แสดงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประชากรได้ถูกต้อง และบอกได้ถึงทุกข้อมูลที่สัมพันธ์กัน เขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยประชากรพร้อมบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลทุกปัจจัย	คัดกรองเหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่แสดงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประชากรได้ถูกต้อง แต่บอกได้แค่บางข้อมูลที่สัมพันธ์กัน เขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยประชากรได้แต่บอกเหตุผลได้สมเหตุสมผลบางข้อ	คัดกรองเหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่แสดงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประชากรได้ถูกต้องบางส่วน เขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยประชากรไม่ได้หรือบอกเหตุผลไม่สมเหตุสมผลเลย
Algorithms	เขียนแบบผังงานที่มีลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็นเงื่อนไขที่แสดงผลการตัดสินใจได้	เขียนแบบผังงานที่มีลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็นเงื่อนไขที่แสดงผลการตัดสินใจได้	ไม่สามารถเขียนแบบผังงานได้ หรือเขียนไม่ถูกต้อง จึงไม่สามารถสร้าง Formula coding ผ่าน

ตาราง 15 (ต่อ)

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
Algorithms	อย่างถูกต้อง และสร้าง Formula coding ที่แสดง การตัดสินใจในการ แก้ปัญหาการระบาคผ่าน คำสั่งเงื่อนไข ได้ถูกต้อง	อย่างถูกต้อง หรือสร้าง Formula coding ที่แสดง การตัดสินใจในการ แก้ปัญหาการระบาคผ่าน คำสั่งเงื่อนไข ได้ถูกต้อง	การสร้างคำสั่งเงื่อนไขที่ แสดงผลการตัดสินใจใน การแก้ปัญหาการระบาค ผ่านคำสั่งเงื่อนไขได้
Pattern Recognition	บอกแนวโน้มของการ เปลี่ยนแปลงประชากรจาก กราฟได้ถูกต้องทั้งหมด และสามารถนำแนวโน้ม กราฟมาใช้เสนอแนวทาง แก้ปัญหาได้อย่าง สมเหตุสมผล	บอกแนวโน้มของการ เปลี่ยนแปลงประชากรจาก กราฟได้ถูกต้องบ้าง แต่ไม่สามารถนำแนวโน้ม กราฟมาใช้เสนอแนวทาง แก้ปัญหาได้อย่าง สมเหตุสมผล	บอกแนวโน้มของการ เปลี่ยนแปลงประชากรจาก กราฟไม่ถูกต้อง และไม่สามารถนำแนว โน้มกราฟมาใช้เสนอ แนวทางแก้ปัญหาได้อย่าง สมเหตุสมผล

3.8 กำหนดเกณฑ์การประเมินระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณตามเกณฑ์ระดับทักษะ การคิดเชิงคำนวณ 6 ระดับ ที่ปรับจาก Ling et al. (2018) ดังแสดงดังตารางที่ 16

ตาราง 16 เกณฑ์ช่วงคะแนนร้อยละและระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ช่วงคะแนนร้อยละที่ได้	ระดับ	ความหมาย
มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 81 ขึ้นไป	6	ดีมาก
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 65-80	5	ดี
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 49-64	4	ค่อนข้างดี
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 33-48	3	พอใช้
มีคะแนนระหว่างร้อยละ 17-32	2	ค่อนข้างต่ำ
มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 16	1	ปรับปรุง

3.9 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความ เหมาะสม ของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.10 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.11 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยการเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (IOC) โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังนี้ 1) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน 2) ครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยามากกว่า 20 ปี และมีวิทยฐานะ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน และ 3) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอน การเขียนโปรแกรม หรือ CT จำนวน 1 ท่าน โดยเสนอพร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้แก้ไขตามข้อเสนอของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

3.12 ความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ มีเกณฑ์ในการให้ผลคะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณรายข้อ ดังนี้

- + 1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- 1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC: Index of item-objective congruence) ใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ได้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อคำถามในแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 12 ข้อ ที่ครอบคลุมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ Decomposition, Abstraction, Algorithm, Pattern Recognition มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยมีค่าความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1 คะแนนในทุกองค์ประกอบ และผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 แผน แสดงในภาคผนวก ง

3.13 นำผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ประชากร จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุง และแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องตลอดจนความสอดคล้องของเนื้อหาข้อสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อตัดข้อสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ออกหรือนำข้อบกพร่องไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในบางข้อ

3.14 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปใช้กับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เพื่อศึกษาพัฒนาการในทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร

4. แบบบันทึกการทำกิจกรรม

เป็นเครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เกิดกับนักเรียน โดยครอบคลุมเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบบันทึกกิจกรรม

4.2 กำหนดขอบเขตของแบบบันทึกกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ว่าทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในทักษะคิดเชิงคำนวณดีขึ้นหรือไม่ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 เรื่อง ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของประชากรกับการระบาด COVID-19 ในประเทศไทย, การเพิ่มขึ้นของประชากรกับการระบาด COVID-19 ในสหรัฐอเมริกา และปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์กับการระบาด COVID-19 ในอินเดีย

4.3 สร้างแบบบันทึกกิจกรรม ซึ่งลักษณะของแบบบันทึกกิจกรรมเป็นการให้ผู้เรียนเขียนบรรยายลงในใบกิจกรรม และบันทึกเอกสารงานเป็นไฟล์นามสกุล .xlsx ตามขั้นตอนของการทำกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้มีการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมสืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร

4.4 นำแบบบันทึกกิจกรรมให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.5 นำแบบบันทึกกิจกรรมที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.6 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบบันทึกการทำกิจกรรม โดยการเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องของแบบบันทึกการทำกิจกรรมกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (IOC) โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังนี้ 1) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ คณะ

ศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน 2) ครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอน วิชาชีววิทยามากกว่า 20 ปี และมีวิทยฐานะ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน และ 3) อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอน การเขียนโปรแกรม หรือ CT จำนวน 1 ท่าน โดย เสนอพร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้แก้ไขตามข้อเสนอของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

4.7 ความสอดคล้องของแบบบันทึกการทำกิจกรรมกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ มีเกณฑ์ในการให้ผลคะแนนแบบบันทึกการทำกิจกรรมรายข้อ ดังนี้

- + 1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ
- 1 หมายถึง ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณ

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC: Index of item-objective congruence) ใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไป ประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ได้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไทย, 2539)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อคำถามในแบบ บันทึกการทำกิจกรรม ที่ครอบคลุมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ Decomposition, Abstraction, Algorithm, Pattern Recognition มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยมีค่าความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1 คะแนน ในทุกองค์ประกอบ และผลการ ประเมินความสอดคล้องของแบบบันทึกการทำกิจกรรม สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 แผน แสดงในภาคผนวก ง

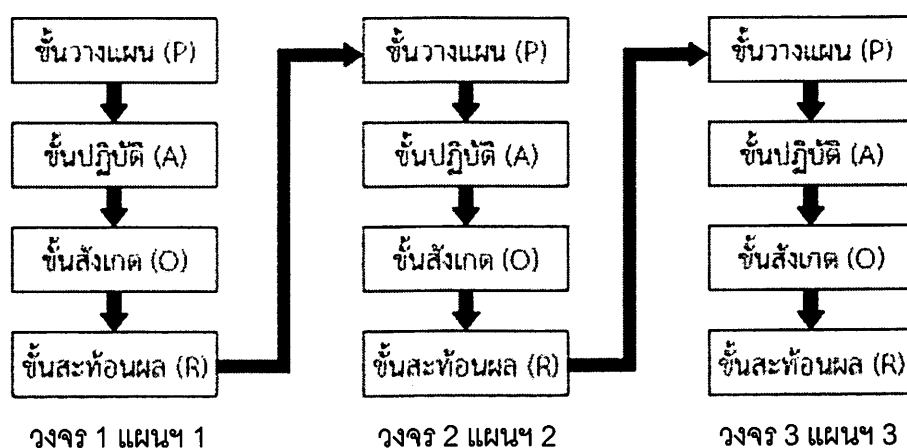
4.8 นำผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบบันทึกการทำ กิจกรรม จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปปรับปรุง และแก้ไขให้มีความสมบูรณ์เพื่อพิจารณาความ ถูกต้องตลอดจนความสอดคล้องของเนื้อหาข้อสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อตัดข้อสอบที่มี ค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ออกหรือนำข้อบกพร่องไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในบาง ข้อ

4.9 นำแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปใช้กับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เพื่อศึกษาพัฒนาการในทักษะการคิดเชิงคำนวณในการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับ บอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 1 ภาคเรียน นักเรียนจำนวน 14 คน โดยเริ่มเก็บตั้งแต่ก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนก่อนการเรียนรู้ แล้วดำเนินการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ในรายวิชา ชีววิทยา เรื่อง ประชากร ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง โดยได้ดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ

โดยทำเป็นวงจรต่อเนื่อง 3 วงจร ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพ 4 ขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ใช้ในงานวิจัย

โดยมีรายละเอียดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

ศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณในการเรียนวิชาชีววิทยา ในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งของจังหวัดอุทัยธานี รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนการจัดการเรียนรู้ วางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและ

การเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร โดยกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ และ ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับ ดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามคำแนะนำของ อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

ปฐมนิเทศนักเรียนเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการดำเนินกิจกรรม ก่อนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม ความสำคัญของการจัดกิจกรรมในครั้งนี้ ให้กับนักเรียนผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและร่วมมือในการจัดกิจกรรม เป็นอย่างตติลอดการเก็บข้อมูล และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe)

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร ผู้วิจัยจะใช้เครื่องมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect)

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการแบบสะท้อน การจัดการเรียนรู้ มาทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยสะท้อนผลจากตัวผู้วิจัยเองและจากครู ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลสรุปที่ได้มาสะท้อนตนเองและวิเคราะห์วิจารณ์ร่วมกับครู ผู้เชี่ยวชาญการสอนชีววิทยา เพื่อประเมินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยให้ได้ข้อเสนอแนะและแนว ททางปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกม และการเขียน Formula Coding

วงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามการสะท้อน ผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 ถึง ขั้นที่ 4

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากนั้นนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์และสะท้อนผลการปฏิบัติวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์ ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

ผู้วิจัยดำเนินการเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากนั้นนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์และสะท้อนผลการปฏิบัติวงจรปฏิบัติการที่ 3 และสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาพัฒนาการในทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน โดยใช้แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ที่ได้จากการที่ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญบันทึกเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในระหว่างการสังเกต และการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม ที่มีเกณฑ์การประเมินครอบคลุมทั้ง 4 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ แล้วนำมาตีความและวิเคราะห์ จัดกลุ่มแยกประเภทและสรุปผล เพื่อตรวจสอบว่าการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้มีส่วนร่วมการวิจัยควรเป็นอย่างไร

แล้วใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณฉบับเดิมอีกครั้งหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างไร และนำผลงานนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ผลการเขียน Formula coding ผ่าน Microsoft Excel และผลการใช้บอร์ดเกมที่ถูกบันทึกไว้ในแบบบันทึกการทำกิจกรรม มาสนับสนุนผลที่ได้ จากนั้นสรุปผลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยว่าการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้มีส่วนร่วมการวิจัยได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยได้สรุปเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้ให้ข้อมูลและช่วงเวลาที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละขั้นตอนของวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan) ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ (Act) ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe) และขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect) ดังตารางที่ 17

ตาราง 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับเครื่องมือวิจัย

วงจรปฏิบัติการ	เครื่องมือวิจัย	ผู้ให้ข้อมูล	ช่วงเวลาที่ใช้
	แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	ผู้มีส่วนร่วมวิจัย	ก่อนการจัดการเรียนรู้
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร		
วงจรที่ 1	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัย และครูผู้เชี่ยวชาญ	ระหว่าง การจัดการเรียนรู้
	แบบบันทึกการทำกิจกรรม	ผู้มีส่วนร่วมวิจัย	
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร		
วงจรที่ 2	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัย และครูผู้เชี่ยวชาญ	ระหว่าง การจัดการเรียนรู้
	แบบบันทึกการทำกิจกรรม	ผู้มีส่วนร่วมวิจัย	
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์		
วงจรที่ 3	แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัย และครูผู้เชี่ยวชาญ	ระหว่าง การจัดการเรียนรู้
	แบบบันทึกการทำกิจกรรม	ผู้มีส่วนร่วมวิจัย	
หลังจบ 3 วงจรปฏิบัติการ			
	แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	ผู้มีส่วนร่วมวิจัย	หลังการจัดการเรียนรู้

6. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งตามเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้เป็น 4 เครื่องมือ ดังนี้

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

นำข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้จากการบันทึกของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกต ซึ่งเป็นครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยามากกว่า 10 ปี มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 จัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความหมายของข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้

1.2 จัดระเบียบเนื้อหาข้อมูลให้ได้ตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับคำถามวิจัย โดยการให้รหัสข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นต้องเป็นข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ตามการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ที่พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

1.3 จัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมู่เดียวกันสำหรับการวิเคราะห์และอภิปรายผล

1.4 ทำการสรุปข้อมูล โดยรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายผลการดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ในกรณีที่มีการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ไม่สอดคล้องกันให้ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันอภิปรายผลการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อร่วมกันหาข้อสรุปและนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2. แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

นำข้อมูลจากแบบวัดประเมินทักษะการคิดคำนวณที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ มาตรวจคำตอบของนักเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ตามแนวทางของ Rodriguez (2015) โดยมีการให้คะแนนตั้งแต่ 1-3 คะแนน ตามเกณฑ์คะแนนรูบรีคในแต่ละรายข้อคำถาม (และให้ 0 คะแนน เมื่อไม่มีการเขียนตอบคำถาม) จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนมาประเมินโดยเทียบกับเกณฑ์ระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ปรับปรุงจาก Ling et al. (2018)

3. แบบบันทึกการทำกิจกรรม

เป็นร่องรอยของการบันทึกผลงานจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ผลการวิเคราะห์ปัญหาและจำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของ COVID-19 ในประชากร, ผลการเขียนแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของประชากร, ผลการเขียน Formula coding และกราฟเส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงของประชากรผ่านโปรแกรม Microsoft excel เพื่อแสดงถึงการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ มาตรวจคำตอบของนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินแบบรูปรีคที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ตามแนวทางของ Rodriguez (2015) โดยมีการให้คะแนนตั้งแต่ 1-3 คะแนน ตามเกณฑ์คะแนนรูปรีคในแต่ละรายข้อคำถาม (และให้ 0 คะแนน เมื่อไม่มีการเขียนตอบคำถาม) จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนมาประเมินโดยเทียบกับเกณฑ์ระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ 6 ระดับ ของ Ling et al. (2018)

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยใช้การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) ทั้งในด้านวิธีรวบรวมข้อมูล มีการใช้เครื่องมือมากกว่าหนึ่งเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และด้านของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย อีกทั้งยังใช้การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 ท่าน เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัยนี้ โดยแบ่งตามคำถามวิจัยดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้สี่เส้าแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาดของ COVID-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร ใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย (Resource Triangulation) โดยให้ข้อมูลจาก 2 แหล่ง ซึ่งบุคคลผู้ให้ข้อมูลในการสะท้อนผลการจัดการเรียน ได้แก่ ผู้วิจัย และครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สอนชีววิทยามากกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สี่เส้าแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาดของ COVID-19 เรื่อง ประชากร สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ได้หรือไม่ อย่างไร จะใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล (Method Triangulation) โดยเลือกใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ชนิด ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแบบบันทึกการทำกิจกรรม จากนั้นสรุปผลและดูทิศทางว่าเป็นไปในทางเดียวกันหรือไม่

บทที่ 4

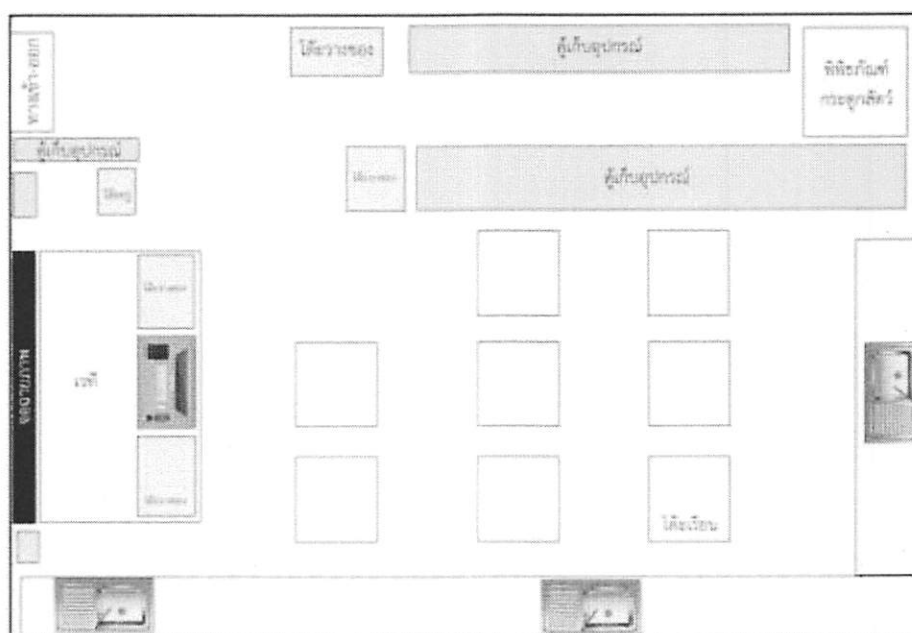
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (action research) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลทั่วไป

ห้องเรียนที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ได้แก่ ห้องปฏิบัติการชีววิทยา และห้องสมุด ICT ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1) แผนผังห้องปฏิบัติการชีววิทยา

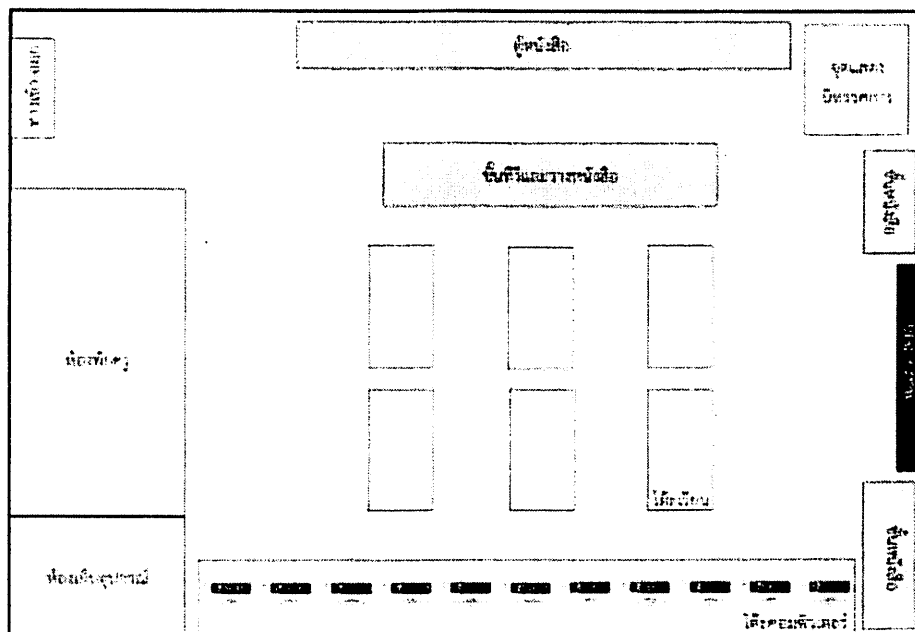


แผนภาพ 5 แสดงแผนผังห้องปฏิบัติการชีววิทยาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

บรรยากาศสภาพแวดล้อม

เป็นห้องที่มีความพร้อมของสื่อการสอน ทั้งคอมพิวเตอร์สำหรับครู จอฉายภาพ เครื่องฉายภาพเสมือนจริง กล้องจุลทรรศน์ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งมีแผนภาพความรู้ทางชีววิทยากระจายอยู่รอบห้อง มีแสงสว่างเพียงพอ อากาศถ่ายเทสะดวก มีโต๊ะเรียนเพียงพอ โดยผู้เรียนถูกจัดให้นั่งเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 2-3 คน

2) แผนผังห้องสมุด ICT



แผนภาพ 6 แสดงแผนผังห้องสมุด ICT ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

บรรยากาศสภาพแวดล้อม

เป็นห้องที่มีความพร้อมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการติดตั้งโปรแกรม Microsoft excel สำหรับการเขียน Formula coding และระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับการสืบค้นของนักเรียนมีแหล่งสืบค้นประเภทหนังสือหลากหลายหมวด โดยเฉพาะ E-book มีจอฉายภาพ มีแสงสว่างเพียงพอ และอากาศถ่ายเทสะดวก มีโต๊ะเรียนเพียงพอโดยผู้เรียนถูกจัดให้นั่งเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 2-3 คน สำหรับกิจกรรมกลุ่มและการเล่นเกม Covidea และมีคอมพิวเตอร์แบบนั่งแยกสำหรับการสืบค้นและกิจกรรมรายบุคคล

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียนโดยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ประชากร จำนวน 3 แผนการจัดการ เรียนรู้ โดยใช้เวลาดำเนินการวิจัยแผนละ 5 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บ รวบรวมข้อมูลต่างๆ จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจาก ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าร้อยละเพื่อจัดระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ตามจุดมุ่งหมายของการ วิจัยและเพื่อตอบคำถามวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรม การเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นใช้แบบสะท้อน ผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ร่วมกับแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูชีววิทยาแต่ละ วงรอบ และสามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหา (Engagement)

ในขั้นนี้เป็นการเลือกนำเสนอสถานการณ์ข่าวตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของประชากรที่เกี่ยวกับระบาด COVID-19 ที่เป็นปัจจุบันมาใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการขยายมุมมองแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของประชากร ผ่านการนำเสนอคลิปวีดีทัศน์ข่าว โดยสถานการณ์ข่าวที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข่าวปัญหาการระบาด COVID-19 ในประเทศไทยและต่างประเทศที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องแก้ปัญหานั้น ซึ่งได้แก่ ข่าวปัญหานักท่องเที่ยวลดลงในจังหวัดระยอง ข่าวปัญหาวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของคนอินเดียที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาของประชากรผู้ติดเชื้อ และข่าวสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมในบราซิลและอินเดียที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาของประชากร จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับมุมมองปัญหาการระบาด และระบุถึงประเด็นปัญหา โดยมีการบันทึกผลการอภิปรายลงในแบบบันทึกการทำกิจกรรม โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้เวลา 20 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการสร้างความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจในมุมมองเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาการระบาดผ่านการอภิปรายประเด็นปัญหา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่าการจัดการศึกษาใช้ระยะเวลาในการอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาของข่าว ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาแหล่งข่าวที่ครูเตรียมไว้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อจัดการเรียนรู้ในขั้นอื่นๆ ดังผลการสะท้อน

"ใช้ระยะเวลาในการศึกษาแหล่งข้อมูล" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

"อาจให้การเลือกคลิปข่าวสำคัญ มาเปิดเพื่อนำการอภิปราย" (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

อีกทั้งยังขาดบันทึกผลการอภิปรายในแบบบันทึกการทำกิจกรรม ซึ่งอาจทำให้การวัดและประเมินผลทำได้ยาก ดังผลการสะท้อน

"ควรเพิ่มส่วนที่ต้องบันทึกการอภิปรายในขั้นที่ 1" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีการปรับการจัดการศึกษาสถานการณ์เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการนำเสนอข้อมูลของข่าวผ่านการเสนอคลิปวีดีทัศน์ความยาวไม่เกิน 5 นาทีที่น่าสนใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อลดระยะเวลาในการศึกษาแหล่งข้อมูล แล้วกำหนดให้สืบค้นเพิ่มเติมเป็นกลุ่ม ก่อนนำมาอภิปรายร่วมกัน รวมทั้งเพิ่มการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการ

อภิปรายปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ระดับกลางในแบบบันทึกการทำกิจกรรม พบว่านักเรียนทุกคนให้ความสนใจกับคลิปวีดิทัศน์ที่ครูนำมาแสดงเป็นตัวอย่างและมีส่วนร่วมในการอภิปรายข้อมูลข่าวเป็นอย่างมาก การเฝ้าความสนใจด้วยสถานการณ์ข่าวสำคัญยังทำให้นักเรียนไม่ใช้เวลานานจนเกินไปในการศึกษาแหล่งข่าว อีกทั้งการมีบันทึกการอภิปรายยังช่วยให้ผู้วิจัยสามารถบันทึกข้อมูลของนักเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลได้อย่างแม่นยำขึ้น ดังผลการสะท้อน

“การนำเสนอข่าวและเว็บไซต์ที่มีสารสนเทศออนไลน์ของอัตราผู้ติดเชื่อทั่วโลกช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจกับกิจกรรม นำไปสู่การอภิปรายที่ดี อีกทั้งข่าวตัวอย่างที่เสนอเกี่ยวกับพิธีกรรมของชาวอินเดียยังช่วยขยายมุมมองเกี่ยวกับปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อในอินเดียได้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“สถานการณ์กระตุ้นการอภิปรายให้นักเรียนบอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรได้” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแนวทางเดิม ที่เป็นผลสะท้อนจากการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติที่ผ่านมาผลพบว่านักเรียนยังคงมีความสนใจในสถานการณ์ข่าวที่นำเสนอเป็นตัวอย่างและยังคงมีส่วนร่วมในการอภิปรายข้อมูลข่าว และระบุประเด็นปัญหา ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนได้มีการวิเคราะห์สาเหตุการระบาดเปรียบเทียบระหว่างประเทศอินเดีย บราซิล และจีน ทำให้เปิดประเด็นการวิเคราะห์อย่างหลากหลาย” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“ครูนำอภิปรายได้ดี ชี้ให้เห็นสาเหตุการระบาดที่หลากหลาย” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการเฝ้าความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหาควรมีลักษณะดังนี้

1. การเสนอตัวอย่างข่าว ควรใช้คลิปวีดิทัศน์สถานการณ์ข่าวการระบาดความยาวไม่เกิน 5 นาที ที่น่าสนใจ เป็นปัจจุบัน และสะท้อนถึงปัญหาของประชากรในสภาวะระบาดตามเนื้อหาของจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาของข่าวนำไปสู่มุมมองการอภิปรายในประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนนำทักษะการคิดเชิงคำนวณมาแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ประชากร ควรนำข่าวที่สะท้อนถึงปัญหาการระบาดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของประชากร

การเติบโตของประชากร และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร ซึ่งเป็นข่าวที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดมุมมองที่หลากหลายในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นปัญหา นำไปสู่ข้อสรุปในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับประชากรได้

2. การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากร ผลกระทบ และเปรียบเทียบสถานการณ์การระบาดจากข่าวร่วมกัน ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ประชากร หลังจากทีครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ข่าวเกี่ยวกับการระบาด ครูต้องมีการนำอภิปรายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายในประเด็นต่างๆของ ข้อมูลจากข่าวการระบาดร่วมกัน ซึ่งผลจากการให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันจะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนมุมมองแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาการระบาดที่หลากหลาย อาจนำไปสู่การค้นพบประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ และให้นักเรียนบันทึกผลการอภิปรายลงในแบบบันทึกการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การสำรวจปัญหา (Exploration)

2.1 การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition)

ในขั้นนี้เป็นการแบ่งกลุ่มเพื่อสืบค้นหัวข้อและเนื้อหาข่าวจากอินเทอร์เน็ต ที่แสดงถึงปัญหาสถานการณ์ระบาด COVID-19 โดยสถานการณ์ข่าวที่สืบค้น เป็นสถานการณ์ระบาดในประเทศไทยและต่างประเทศ ได้แก่ ข่าวการลักลอบเข้าประเทศไทยผ่านตะเข็บชายแดนของแรงงานเมียนมาร์ที่ส่งผลต่อลักษณะเฉพาะของประชากร ข่าวการระบาดในรัฐต่างๆของสหรัฐอเมริกาที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร และข่าวปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร ในการระบาดของประเทศอินเดีย แล้วบันทึกหัวข้อข่าว เนื้อหาสำคัญของข่าว พร้อมแหล่งที่มา จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อจำแนกข่าวที่เกี่ยวข้องกับปัญหาลงในแบบบันทึกการทำกิจกรรมตามเงื่อนไขที่กำหนด ได้แก่ ข่าวที่เกี่ยวข้องกับจังหวัดและรัฐตัวแทนที่ถูกตั้งเป็นเงื่อนไขสำหรับแก้ปัญหาสำหรับวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 และข่าวที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรสำหรับวงจรปฏิบัติที่ 3 เพื่อให้เอื้อต่อการนำข้อมูลมาใช้แก้ไขปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 40 นาที สำหรับการสืบค้นแลกเปลี่ยนประเด็นและจำแนกข่าว

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้มีการออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข่าวแยกกัน พบว่ามีนักเรียนบางคนสืบค้นข่าวได้จำนวนน้อย เนื่องจากมีการจำกัดระยะเวลาที่ไม่เหมาะสม และไม่มีบันทึกการสืบค้นในแบบบันทึกการทำกิจกรรม ดังผลการสะท้อน

"นักเรียนบางคนสืบค้นข่าวได้น้อยจึงทำให้ต้องใช้เวลาในการสืบค้นเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมจังหวัดตัวแทน" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

ร่วมกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

"ไม่มีบันทึกการสืบค้นข่าวในแบบบันทึกการทำกิจกรรม" (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

เนื่องจากไม่มีบันทึกการสืบค้นในแบบบันทึกการทำกิจกรรมในวงจรปฏิบัติที่ 1 ครูจึงได้มีการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนรวบรวมข่าวพร้อมแหล่งที่มาลงในเอกสาร Microsoft word แล้วบันทึกเพื่อส่งครู ซึ่งครูกำหนดให้บันทึกแค่พาดหัวข่าวซึ่งทำให้นี้อาจข้อมูลในข่าวบางอย่างขาดหายไป

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มระยะเวลาในการสืบค้นข่าว และกำหนดจำนวนข่าวขั้นต่ำ ไม่ต่ำกว่ากลุ่มละ 10 ข่าว กำหนดกรอบที่ชัดเจนในการหาข่าว รวมทั้งต้องมีการสร้างบันทึกการสืบค้น ผ่านการสร้างเอกสารการบันทึกข้อมูลการสืบค้นในรูปแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันได้อย่างสะดวก พร้อมกำหนดให้นักเรียนต้องบันทึกเนื้อหาที่สำคัญของข่าว โดยให้มีการสืบค้นกันเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในการสืบค้นข่าวระหว่างสมาชิก อีกทั้งยังเป็นการลดระยะเวลาในการสืบค้นลง พบว่าการแบ่งกลุ่มเพื่อสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและอภิปรายข่าว และลดระยะเวลาการสืบค้น อีกทั้งการเลือกใช้สถานการณ์ระบาดในสหรัฐอเมริกาที่มีความรุนแรงของการระบาดสูงที่สุดในโลกยังทำให้มีแหล่งข้อมูลสำหรับสืบค้นเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ทั้งตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่ผู้วิจัยได้แสดงเป็นตัวอย่างเป็นขั้นที่ 1 และด้วยการที่นำเอาสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันมาใช้ ทำให้แหล่งการสืบค้นมีมากพอต่อนำมาใช้ ดังผลการสะท้อน

"การรวมกลุ่มเพื่อสืบค้นข่าวแล้วบันทึกลงในเอกสารออนไลน์ ทำให้เกิดการพูดอภิปรายในประเด็นข่าว และเกิดความสะดวกในการทำงานร่วมกัน อีกทั้งการเลือกใช้ข่าวการระบาดในสหรัฐอเมริกาที่มีการระบาดรุนแรงที่สุดในโลกทำให้มีแหล่งสืบค้นเพียงพอ" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

"การสืบค้นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น, ลดเวลาสืบค้นลงซึ่งดี" (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เพื่อทำการจำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาผ่านกระบวนการทางการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ เพื่อจำแนกให้เหลือเฉพาะข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา”
(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

และจากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมพบว่านักเรียนสามารถจำแนกข้อได้ถูกต้องตามเกณฑ์รัฐตัวแทนทั้งหมด

แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่ายังคงมีนักเรียนบางกลุ่มสับสนข้อได้ไม่ครอบคลุมรัฐที่ใช้เป็นตัวแทนของสหรัฐอเมริกาที่กำหนดให้ เนื่องจากบริบทที่ไม่คุ้นชิน ทำให้เกิดความไม่เข้าใจในข้อ จึงต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจข้อเพิ่มขึ้น ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนบางกลุ่ม (ส่วนน้อย) สับสนข้อไม่ครอบคลุมรัฐตัวแทน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“ควรระมัดระวังสภาพบริบทที่ต่างออกไป” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้มีการเพิ่มระยะเวลาในการสับสนข้อไม่ต่ำกว่า 10 นาที และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนประเด็นข้อระหว่างกลุ่มหลังการสับสน เพื่อขยายความเข้าใจบริบท และเพิ่มข้อมูลให้เพียงพอต่อการคัดกรอง ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนแต่ละกลุ่มควรมีการแลกเปลี่ยนประเด็นข้อหลังการสับสนเพื่อขยายความเข้าใจในบริบท และเพิ่มข้อมูลให้เพียงพอต่อการคัดกรอง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“การเลือกบริบทข้อน่าสนใจ แต่นักเรียนอาจไม่คุ้นชิน” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

พบว่าการให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประเด็นข้อหลังการสับสนยังช่วยให้นักเรียนสามารถขยายข้อมูลการสับสน ทำให้มีข้อมูลมากขึ้นและเพียงพอต่อการนำไปจำแนกและคัดกรองเพื่อหาทางออกในการแก้ไขปัญหา ดังผลการสะท้อน

“การแลกเปลี่ยนประเด็นข้อระหว่างกลุ่มทำให้ได้ข้อมากพอสำหรับการนำไปใช้จำแนก” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เพื่อทำการจำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาผ่านกระบวนการทางการคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ

และจากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมพบว่านักเรียนสามารถจำแนกข่าวได้ถูกต้องตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละปัจจัยทั้งหมด

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหาควรเป็นสถานการณ์ที่เป็นบริบทใกล้ตัวของนักเรียน มีแหล่งข้อมูลเพียงพอสำหรับการสืบค้นข้อมูลข่าวเพื่อนำมาใช้แก้ไขปัญหา เนื่องจากความเข้าใจในบริบทจะทำให้นักเรียนสามารถจำแนกข่าวได้อย่างง่ายและถูกต้อง แต่หากเป็นบริบทที่ไกลตัวครูควรมีการกำหนดระยะเวลาที่เพียงพอ และมีแหล่งข้อมูลสำรองเพื่อให้เพียงพอต่อการนำไปใช้จำแนกข้อมูล

2. การให้มีการสืบค้นข้อมูลข่าวเกี่ยวกับปัญหาของประชากรร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในการแลกเปลี่ยนมุมมองของเนื้อหาข่าวในระหว่างการสืบค้นข่าวจากการพูดคุยภายในกลุ่มขณะสืบค้น ซึ่งช่วยให้เกิดการทำความเข้าใจข่าวร่วมกันเพื่อขยายขอบเขตของข้อมูล ช่วยให้ได้จำนวนข้อมูลที่มากขึ้นและเพียงพอสำหรับนำไปใช้คัดกรอง อีกทั้งยังเป็นการลดระยะเวลาในการสืบค้นลง

3. การสืบค้นข่าวควรกำหนดระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 10 นาที และต้องกำหนดจำนวนข่าวที่ต้องสืบค้นขั้นต่ำ ไม่ต่ำกว่า 10 ข่าว กำหนดกรอบที่ชัดเจนในการหาข่าว รวมทั้งต้องมีการสร้างบันทึกการสืบค้นผ่านการสร้างเอกสารการบันทึกข้อมูลการสืบค้นในรูปแบบออนไลน์เพื่อให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันได้อย่างสะดวก พร้อมกำหนดให้นักเรียนต้องบันทึกเนื้อหาที่สำคัญของข่าว และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนประเด็นข่าวระหว่างกลุ่มหลังการสืบค้น เพื่อขยายความเข้าใจบริบท และเพิ่มข้อมูลให้เพียงพอต่อการนำไปใช้จำแนก

4. การเตรียมแหล่งข้อมูลข่าวสำรองสำหรับการสืบค้นให้มีความหลากหลาย เพื่อให้ นักเรียนมีแหล่งสืบค้นข้อมูลเพียงพอสำหรับการสืบค้น เนื่องจากการสืบค้นของนักเรียนอาจได้ข้อมูลบางส่วนที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกได้ โดยเฉพาะบริบทข่าวที่ไกลตัว ดังนั้นครูควรมีแหล่งข้อมูลพื้นฐานสำรองที่มีข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปใช้ประกอบการจำแนกเพื่อแก้ปัญหา โดยข้อมูลที่ครูได้จัดเตรียมไว้ควรเป็นข้อมูลที่มีแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ ซึ่งอาจมาจากเว็บไซต์ของกระทรวงสาธารณสุข หรือสำนักข่าวที่น่าเชื่อถือ และต้องมีเนื้อหาของข้อมูลข่าวที่ครอบคลุมสำหรับการแก้ปัญหา

2.2 การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction)

ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกข่าวมาคัดกรองให้เหลือเฉพาะข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์ข่าวที่ได้จากการจำแนกว่าข่าวใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดตัวแทนสำหรับวงจรปฏิบัติที่ 1 ข่าวใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐตัวแทนสำหรับวงจรปฏิบัติที่ 2 และข่าวใดบ้างที่แสดงถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในอินเดียสำหรับวงจรปฏิบัติที่ 3 ซึ่งเป็นการจัดระบบข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล ผ่านการสร้างแผนภาพสถานะ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงประชากรจากข้อมูลข่าว โดยบทบาทของครูในขั้นนี้ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลข่าว หากเป็นสถานการณ์ข่าวที่นักเรียนอาจไม่คุ้นชินในบริบท หรือเป็นสถานการณ์ที่ค่อนข้างไกลตัวของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนสร้างแผนภาพสถานะที่มีความแตกต่างกันตามข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ทำให้ข้อมูลมีการจัดระบบอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น จากนั้นจะนำแผนภาพสถานะมาพิจารณาถึงค่าผลกระทบของแต่ละจังหวัด รัฐ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ระดับ โดยการจัดการเรียนรู้อันนี้ใช้เวลา 30 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการคัดกรองข่าว และนำข้อมูลข่าวไปใช้ในการสร้างแผนภาพสถานะ

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนออกมาได้ครอบคลุมและสะท้อนถึงแหล่งข้อมูลที่น่ามาใช้ และมีเหตุผลประกอบความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของจังหวัดทั้งในแง่เพิ่มขึ้น ลดลง และคงที่ แต่มีนักเรียน 1 คน มีความสับสนกับการเขียนหัวลูกศรเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการเขียนแผนภาพสถานะ ครูจึงได้มีการอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจการกำหนดทิศของความสัมพันธ์ เหตุและผล

แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าขณะสร้างแผนผังสถานะมีนักเรียนบางคนเชื่อมโยงข้อมูลไม่ได้ ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนบางคนเชื่อมโยงข้อมูลไม่ได้เพราะอาจไม่คุ้นชินบริบท” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีวีวิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนหลายคนไม่คุ้นชินบริบท” (ครูชีวีวิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

ผู้วิจัยจึงได้มีการเพิ่มบทบาทของครูในการพูดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลข่าว ให้นักเรียนมองเห็นมุมมองความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ ดังผลการสะท้อน

“ควรมีการพูดกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลข่าว” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

โดยพบว่าหลังจากมีการพูดกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลของข่าว นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงลึกซึ้งกว่าเดิม โดยมีนักเรียนที่สามารถระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของรัฐใหญ่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรรวม เช่น

“นิวยอร์ก และเท็กซัส มีการระบาดและมีรายงานยอดผู้เสียชีวิตจำนวนมาก อาจส่งผลกระทบต่อจำนวนประชากร เพราะนิวยอร์กเป็นที่ท่องเที่ยว และเท็กซัสใหญ่สุดในสหรัฐ ” (นักเรียน ,2 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้มีการเพิ่มการพูดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลข่าวซึ่งเป็นข่าวสถานการณ์ระบาดในบริบทของประเทศอินเดีย ซึ่งนักเรียนอาจไม่คุ้นชินพบว่านักเรียนทุกคนเข้าใจในขั้นตอนการสร้างแผนผังสถานะ และสามารถเขียนออกมาได้ ครอบคลุมและสะท้อนถึงแหล่งข้อมูลที่น่ามาใช้ และมีเหตุผลประกอบความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรอินเดีย ในหลากหลายแง่มุม ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนได้จัดระบบข้อมูลให้เป็นรูปธรรม ฝึกใช้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงปัจจัย การใช้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรมาเขียนแผนภาพสถานะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยได้อย่างหลากหลาย” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและระบุสาเหตุของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

นอกจากนี้การได้ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยยังทำให้ได้เห็นมุมมองการเชื่อมโยงประเด็นปัจจัยที่น่าสนใจและมีความเป็นไปได้ ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนบางคนสามารถให้เหตุผลที่น่าสนใจและสะท้อนถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เป็นไปได้ในบริบทจริง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การอธิบายการเขียนแผนภาพสถานะ ต้องอธิบายถึงการเขียนเครื่องหมายที่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากร การให้เหตุผลที่มาจากข้อมูลการสืบค้นว่าเพราะเหตุใดถึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของประชากรตามแนวโน้มดังกล่าว โดยเฉพาะการกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการเขียนลูกศร ว่าลูกศรหัวเดียวต้องลากจากเหตุไปผล เพื่อให้นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการคัดกรองและอภิปรายความสัมพันธ์มาสร้างเป็นแผนภาพสถานะได้อย่างถูกต้อง

2. การพูดกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาข่าวที่เป็นบริบทของสถานการณ์ระบาดที่ใกล้ตัว โดยครูต้องเชื่อมโยงข้อมูลข่าวที่ได้จากการคัดกรองของนักเรียน แล้วพูดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลข่าว เพื่อนำไปใช้ประกอบการเขียนแผนภาพสถานะ

2.3 การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms)

ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนเขียนแบบผังงาน (Flowchart) เพื่อสร้างขั้นตอนในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการระบาด COVID-19 ได้แก่ การอนุญาตให้แรงงานชาวเมียนมาร์เข้าจังหวัดในวงจรกิจปฏิบัติที่ 1 การตัดสินใจในการเปิดหรือปิดรัฐเพื่อตอบสนองต่อนโยบายนโยบายการเปิดประเทศ (Opening up American Again) ในวงจรกิจปฏิบัติที่ 2 และการตัดสินใจในการสนับสนุนงบประมาณเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในสถานการณ์ระบาดในวงจรกิจปฏิบัติที่ 3 แล้วใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเขียน Formula coding ผ่านการเขียนคำสั่งเงื่อนไข (IF) เพื่อหาผลการตัดสินใจ โดยใช้ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าผลกระทบ ค่าความหนาแน่นของประชากรในแต่ละจังหวัด ค่าของยอดผู้ติดเชื้อสะสม 14 วันในแต่ละรัฐ ค่าเปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ ค่าร้อยละของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงประชากรในอินเดีย และค่าร้อยละของเงินสนับสนุนแต่ละปัจจัยในอินเดีย โดยมีการเพิ่มระดับของการเขียน Formula coding ในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณให้กับผู้เรียน โดยการไล่ระดับของความซับซ้อนในการเขียน Formula coding ในแต่ละวงจรกิจปฏิบัติ จาก 2 เงื่อนไขในวงจรกิจปฏิบัติที่ 1 สู่ 3 เงื่อนไขที่มีการเชื่อมด้วยความสัมพันธ์ "และ" ในวงจรกิจปฏิบัติที่ 2 (โดยมีการสอดแทรกการอธิบายการเชื่อมด้วยความสัมพันธ์ "หรือ" ซึ่งเป็นการปูพื้นฐานความรู้ก่อนถึงวงจรกิจปฏิบัติที่ 3) และ 3 เงื่อนไขที่มีการเชื่อมด้วยความสัมพันธ์ "หรือ" ในวงจรกิจปฏิบัติที่ 3 ถือว่าเป็นการออกแบบเพื่อพัฒนาให้นักเรียนสามารถเขียน Formula coding ได้จากง่ายไปยาก การกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการเขียนอัลกอริทึมก่อนหน้าไว้เพียง 30 นาที พบว่าไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนลืมนำขั้นตอนการ

เขียนแบบผังงานและขาดพื้นฐานในการเขียน Formula coding จึงต้องการเวลาในการเขียน ทบทวน และปรับปรุงชิ้นงานเพื่อให้ถูกต้องสมบูรณ์ จึงควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ใน ส่วนนี้เพิ่มขึ้นเป็น 1 ชั่วโมง 30 นาที จึงจะเหมาะสมและเพียงพอในการทำกิจกรรม

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าการที่มีการนำเอา โปรแกรม Microsoft Excel เข้ามาใช้ในการเขียน Formula coding ผ่านการเขียนคำสั่งเงื่อนไข (IF) เพื่อตัดสินใจในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเขียน Code แบบง่ายที่ช่วยให้การพัฒนาทักษะการคิดเชิง คำนวณ ไม่ถูกมองเป็นเรื่องยากและท้าทายสำหรับนักเรียนจนเกินไป อีกทั้งยังช่วยให้การคำนวณ ตัวเลข และการที่ให้นักเรียนฝึกการเขียนแบบผังงานยังช่วยให้นักเรียนสามารถเขียน Formula coding ได้ถูกต้องแม่นยำ และเป็นไปอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ดังผลการสะท้อน

“โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณ นักเรียนมีความตั้งใจ และกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“มีการจัดลำดับการทำกิจกรรมดีมาก” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

แต่ยังพบว่านักเรียนทุกคนล้มพื้นฐานในการเขียนแบบผังงาน และมีเพียงนักเรียนส่วน น้อยเท่านั้นที่สามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel พื้นฐานได้ ทำให้การจัดการเรียนรู้มีความ ล่าช้า เพราะต้องเพิ่มระยะเวลาในการสอนการเขียนแบบผังงาน 1 คาบเรียน ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนไม่คุ้นชินกับการเขียนแบบผังงานการใช้โปรแกรม Microsoft excel ในการเขียน สูตรฟังก์ชัน ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเพิ่มขึ้น” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการ เรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนอาจต้องการเวลาเพิ่มขึ้นในการทำกิจกรรมส่วนนี้” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อน การจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

หรือแม้จากผลการทำกิจกรรมของนักเรียนเองที่ได้จากการสังเกตการตอบคำถามของ ผู้วิจัยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ก็พบว่าในการทำกิจกรรมครั้งแรก นักเรียนยังคงมีความสับสน และไม่เข้าใจในการเขียนแบบผังงาน และการเขียนสูตร ดังที่ได้อธิบายในขั้นการปฏิบัติ แต่เมื่อได้มี การแก้ปัญหาโดยการสอนเพิ่มเติม และให้นักเรียนกลับไปดูคลิปวีดิทัศน์และทำแบบฝึกหัด พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น จึงสามารถสร้างชิ้นงานการเขียนแบบผังงาน และ การเขียน Formula coding ได้

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีการเพิ่มการทบทวนการเขียนแบบผังงานและ Formula coding กับนักเรียน พบว่านักเรียนบางคนยังไม่คุ้นชินวิธีการเขียนแบบผังงานและการเขียน Formula coding ทำให้เกิดความล่าช้าในการเขียนแบบผังงานและคำสั่งเงื่อนไขที่มี 3 เงื่อนไข ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าวงจรปฏิบัติที่ 1 ทำให้ครูต้องทบทวนการเขียนอัลกอริทึมและเพิ่มวิธีการสอนการเขียนแบบผังงานและคำสั่งเงื่อนไขที่มี 3 เงื่อนไข จึงต้องเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น 1 คาบเรียน ดังผลการสะท้อน

"ใช้ระยะเวลานานเพื่อทบทวนและอธิบายการเขียนผังงานและ Formula coding" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

หรือแม้จากผลการทำกิจกรรมของนักเรียนเองที่ได้จากการสังเกตการตอบคำถามของผู้วิจัยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ก็พบว่านักเรียนบางคนไม่สามารถเขียนแบบผังงานที่มี 3 เงื่อนไขได้ด้วยตนเอง และไม่สามารถตอบคำถามในการทบทวนการเขียน Formula coding แต่เมื่อผู้วิจัยมีการทบทวนและสอนเพิ่มเติม โดยครูได้ทำการยกตัวอย่างคำสั่งที่มี 3 เงื่อนไข แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสร้างแบบผังงาน พบว่านักเรียนสามารถร่วมกันอภิปรายเพื่อเขียนแบบผังงานได้ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแบบผังงานตามเงื่อนไขที่ตนเองกำหนด พบว่านักเรียนทุกคนสามารถสร้างแบบผังงานได้ถูกต้อง โดยพบว่านักเรียนให้ความสำคัญกับการเขียนลูกศร และการวาดกรอบคำสั่งมากขึ้น แต่ต้องใช้ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้มีการเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการเขียนแบบผังงานและคำสั่งเงื่อนไขลงในแบบบันทึกการทำกิจกรรม ตามความเห็นที่สอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและครูผู้เชี่ยวชาญจากการสะท้อนผลในขั้นสะท้อนผลปฏิบัติการของวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่กล่าวว่า

"ควรเพิ่มวิธีการเขียนโค้ด if ในแบบบันทึกการทำกิจกรรม หรือลดระดับความซับซ้อนของเงื่อนไขลง" (ครูผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

"ควรเพิ่มการอธิบายการเขียนผังงานและคำสั่งเงื่อนไข" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

และพบว่าจากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม และผลงานการเขียน Formula coding ผ่าน Microsoft Excel นักเรียนสามารถเขียนแบบผังงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น ดังผลการสะท้อน

"การเพิ่มขึ้นขั้นตอนการเขียนแบบผังงานและ Formula coding ในแบบบันทึกการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนสามารถดูตัวอย่างประกอบการทบทวน จึงสามารถทำกิจกรรมได้ถูกต้องมากขึ้น" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

แต่อย่างไรก็ตามพบว่าข้อกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการเขียนอัลกอริทึมเพียง 30 นาที ไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรม เพราะนักเรียนขาดพื้นฐานในการเขียนอัลกอริทึม จึงต้องใช้ระยะเวลาในการเขียน ทบทวน และปรับปรุงชิ้นงานเพื่อให้ถูกต้องสมบูรณ์ จึงควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ในส่วนนี้เพิ่มอีก 1 คาบเรียนเป็น 1 ชั่วโมง 30 นาที ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนยังคงใช้ระยะเวลานานกว่าที่กำหนด เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการเขียนแบบผังงานและนำไปสร้างคำสั่งเงื่อนไขที่มี 3 เงื่อนไขให้สมบูรณ์ที่สุด” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

“ควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องใช้เวลาในการเขียนทดลอง และปรับปรุงผลงานการเขียนแบบผังงาน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

และหากต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่ต้องให้นักเรียนเขียนแบบผังงานหรือคำสั่งเงื่อนไขแล้วพบว่านักเรียนขาดทักษะพื้นฐาน ควรมีการเตรียมพร้อมนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรม

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการออกแบบอัลกอริทึมควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การเตรียมความพร้อมในการเขียนแบบผังงานและ Formula coding ก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการสอนทบทวนการเขียนแบบผังงานและการใช้โปรแกรม Microsoft Excel พื้นฐานก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะการจัดการกิจกรรมที่ต้องมีการสร้างอัลกอริทึม ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้ในการเขียนแบบผังงานหรือการเขียนคำสั่งโปรแกรมพื้นฐานเข้ามาช่วยส่งเสริมให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ครูต้องมีการเตรียมพร้อมผู้เรียนก่อนการจัดการกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอต่อการนำมาใช้ในการทำกิจกรรม และเพื่อไม่ให้เกิดการตัดสินส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณกลายเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและสับสนสำหรับนักเรียนบางคน

2. การไล่ระดับความยากง่ายในการเขียนอัลกอริทึม ซึ่งเป็นข้อค้นพบที่ได้จากงานวิจัยว่าการออกแบบให้นักเรียนมีการเขียนแบบผังงานและ Formula coding ที่มีการไล่ระดับจากง่ายไปยากในแต่ละวงจรปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นชิน และสามารถทำชิ้นงานได้ถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น โดยจะสังเกตได้จากผลการเขียนแบบผังงานในแบบบันทึกการทำกิจกรรม และคำสั่งเงื่อนไขที่ถูกเขียนลงในแผ่นงาน ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวงจร จากที่นักเรียนบางคนมีความสับสนในการเขียนลูกศร หรือการเขียนคำสั่งเงื่อนไข ในวงจรปฏิบัติที่ 1 เริ่มมีความถูกต้องมากขึ้น ในวงจรปฏิบัติที่ 2 และถูกต้องสมบูรณ์ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ดังที่ชี้แจงรายละเอียดในรายงานผลการดำเนินวิจัยใน 3 วงจร

3. การกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมไม่ควรน้อยกว่า 30 นาที โดยเฉพาะนักเรียนที่ลิ้มขั้นตอนการเขียนแบบผังงานหรือขาดความรู้พื้นฐานในการเขียน Formula coding มาก่อน จากผลการดำเนินการวิจัยพบว่าการให้ระยะเวลาตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้เพียง 30 นาที ไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรม เนื่องจากในวงจรปฏิบัติที่ 1 ต้องใช้เวลาในการสร้างบทเรียนพิเศษเพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนแบบผังงานและ Formula coding ได้ ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ต้องใช้เวลาในการทบทวนและสอดแทรกการสอนการเขียนแบบผังงานและ Formula coding ที่มี 3 เงื่อนไข และวงจรปฏิบัติที่ 3 แม้นักเรียนส่วนใหญ่จะเข้าใจการเขียนแบบผังงานและ Formula coding แต่ก็พบว่านักเรียนยังคงต้องใช้เวลาในการทบทวน และพัฒนาชิ้นงานให้ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด ระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้จึงไม่เพียงพอต่อการเขียนแบบผังงานและ Formula coding ของนักเรียน

4. การมีขั้นตอนและตัวอย่างในการเขียนแบบผังงานและ Formula coding ในแบบบันทึกการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถทบทวนและดูแนวทางตัวอย่างในการเขียนแบบผังงานและ Formula coding จึงสามารถเขียนแบบผังงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น

5. การนำโปรแกรม Microsoft Excel เข้ามาใช้ในการเขียน Formula coding ผ่านการเขียนคำสั่งเงื่อนไข (IF) ช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนคำสั่งหรือโค้ดที่อาจสร้างความสับสนให้กับนักเรียน และสามารถช่วยให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดของการเขียนคำสั่งเงื่อนไขได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความตั้งใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

2.4 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)

ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนได้นำกราฟเส้นที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้สูตรความสัมพันธ์ทางประชากรศาสตร์ เพื่อแสดงแนวโน้มที่เกิดจากผลของการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นแนวโน้มของการเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงของประชากร ซึ่งได้แก่ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นประชากรในจังหวัดที่ได้รับการอนุญาตสำหรับวงจรปฏิบัติที่ 1 แนวโน้มการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐที่มีการเปิดและปิดเมืองสำหรับวงจรปฏิบัติที่ 2 และแนวโน้มการเติบโตของประชากรรวมในประเทศอินเดียจากอิทธิพลของปัจจัยจำกัดที่แตกต่างกัน สำหรับวงจรปฏิบัติที่ 3 มาใช้ในอภิปรายแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงประชากร เพื่อนำไปสู่การเสนอแนวทางในการอภิปรายการแก้ปัญหาอย่างละเอียดลึกซึ้ง โดยใช้ประเด็นการอภิปรายที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจในรูปแบบของปัญหาออกมาได้อย่างเด่นชัด ทำให้ได้แนวทางที่สะท้อนถึงความเป็นจริงและตรงกับหลักการควบคุมการระบาดบนพลวัตของ

ประชากร โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการสร้างกราฟและนำกราฟไปใช้ในการอภิปรายแนวโน้มเพื่อแก้ไขปัญหา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าการให้นักเรียนได้สร้างกราฟจากผลการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นกราฟแสดงแนวโน้มการอพยพออกของประชากรจากจังหวัดที่ตัดสินใจอนุญาตให้แรงงานเข้ามาทำงานในพื้นที่ ทำให้นักเรียนได้เห็นรูปธรรมของข้อมูล ทำให้สามารถพิจารณาแนวโน้มของผลที่เกิดจากการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่ข้อค้นพบในการแก้ไขปัญหาย่างละเอียดอ่อนมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจความหมายของพลวัตประชากรมนุษย์และปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะเฉพาะของประชากร ได้ดีกว่าการอธิบายแบบธรรมดา ดังผลการสะท้อน

“นักเรียนได้เห็นแนวโน้มกราฟที่ได้จากการพิจารณาปัญหา และสามารถเสนอแนวทางในการอภิปรายการแก้ปัญหาได้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“นักเรียนบอกปัจจัยที่ส่งผลต่อแนวโน้มกราฟได้ เพราะมีการให้นักเรียนได้สร้างสูตรสมการกราฟลงใน Excel เอง และได้ฝึกทักษะการอ่านกราฟ” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

และเมื่อพิจารณาจากการอภิปรายกราฟที่บันทึกไว้ในแบบบันทึกการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอภิปรายการนำแนวโน้มของกราฟไปใช้ได้ โดยส่วนใหญ่อภิปรายในแง่การนำไปใช้ระบุนวันในการให้แรงงานเมียนมาร์เข้ามายังจังหวัด ว่าควรจะให้เข้ามาแบบทยอยเข้ามา ตามที่อธิบายไว้ในขั้นปฏิบัติการของวงจรที่ 1 ซึ่งเป็นแนวคิดที่เป็นไปได้จริงตามหลักการถ่ายโอนแรงงานข้ามประเทศ

แต่เนื่องจากการสร้างกราฟการอพยพของประชากรที่มีการอนุญาตให้แรงงานเข้าจังหวัด ถูกสร้างคนละแผ่นงานทำให้นักเรียนเปรียบเทียบแนวโน้มระหว่างกันได้ยาก ดังผลการสะท้อน

“กราฟแต่ละจังหวัดถูกสร้างแยกกันในคนละแผ่นงานทำให้เปรียบเทียบแนวโน้มระหว่างจังหวัดได้ยาก” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

และมีนักเรียนบางส่วนที่ใช้การคำนวณอัตโนมัติของโปรแกรม Excel โดยการลากเซลล์แล้วทำให้ค่าความหนาแน่นที่เปลี่ยนไปในบางเซลล์มีความผิดพลาด เนื่องจากนักเรียนกำหนดค่าคงตัวในแถวแรกของการคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยได้พบตอนที่เดินให้คำปรึกษาและได้ทำการอธิบายเพื่อให้ทำการแก้ไขโดยให้ลากจากแถวที่มีความเป็นพารามิเตอร์ (แถวที่ 2 เป็นต้นไป) เรียบร้อย

แล้ว ซึ่งสะท้อนถึงข้อควรพัฒนาของครูในการอธิบายวิธีการทำกิจกรรมอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนการจัดการเรียนรู้

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีการปรับให้กราฟถูกสร้างรวมในแผ่นงานเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบแนวโน้มของกราฟระหว่างกัน และมีการเดินให้คำปรึกษานักเรียนในการอธิบายการใช้โปรแกรม Microsoft excel ในการสร้างกราฟ พบว่าการสร้างกราฟเปรียบเทียบลงในแผ่นงานเดียวกันทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อแนวโน้มของกราฟและเปรียบเทียบแนวโน้มกราฟได้ และนักเรียนสามารถนำแนวโน้มของกราฟไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาได้ ดังผลการสะท้อน

“มีการสร้างกราฟที่หลากหลาย การกำหนดสูตรของกราฟเองทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อแนวโน้มของกราฟและเปรียบเทียบแนวโน้มกราฟได้ และนักเรียนสามารถนำแนวโน้มของกราฟไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาได้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

ร่วมกับการใช้ประเด็นอภิปรายที่หลากหลายจากข้อมูลที่ได้จากแนวโน้มกราฟยังทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอมุมมองแนวคิดที่ลึกซึ้งขึ้นในการแก้ปัญหา ทำให้ได้แนวทางที่สะท้อนถึงความเป็นจริงและตรงกับหลักการควบคุมการระบอบพลวัตของประชากร ดังผลการสะท้อน

“มีการใช้ประเด็นอภิปรายที่หลากหลายน่าสนใจ และครูอภิปรายสรุปได้ดี” (ครูชีวิวิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

นอกจากนี้แล้วการเดินเข้าให้คำปรึกษากับนักเรียนของครูยังเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นที่ช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมได้ตรงตามจุดประสงค์ ดังผลการสะท้อน

“ครูมีการเดินช่วยเหลือนักเรียนในการสร้างกราฟ” (ครูชีวิวิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

แต่พบว่าต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างกราฟในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งเป็นการสร้างกราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อใน 6 รัฐและกราฟการเปรียบเทียบการเติบโตของประชากร ดังผลการสะท้อน

“การสร้างกราฟจำนวนมากทำให้นักเรียนต้องใช้เวลานาน” (ครูชีวิวิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้มีการให้นักเรียนใช้เอกสาร Microsoft Excel สำเร็จรูปที่ครูเตรียมไว้ให้เพื่อสร้างกราฟ ซึ่งพบว่าช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการกระทำกับข้อมูลที่ต้องใช้ในการสร้างกราฟเพื่อพิจารณาแนวโน้มได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วขึ้น ดังผลการสะท้อน

“การมีแผนงานสำเร็จรูปทำให้นักเรียนจัดการกับข้อมูลได้ถูกต้องและรวดเร็ว”
(ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการพิจารณารูปแบบของปัญหาควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรควรถูกสร้างลงบนแผนงานเดียวกัน โดยให้นักเรียนคัดลอกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของประชากร มาลงในแผนงานเดียวกันก่อนการสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบ เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงสาเหตุที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มที่มีลักษณะเหมือน หรือแตกต่างกัน จากการเปรียบเทียบแนวโน้มของกราฟที่สร้างได้ ซึ่งแตกต่างกันจากค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อกราฟที่ไม่เท่ากัน ซึ่งนักเรียนสามารถอภิปรายได้ หลังจากการพิจารณาแนวโน้มเมื่อเปรียบเทียบกราฟ เพื่อนำไปสู่การอภิปรายแนวโน้มเพื่อแก้ไขปัญหาย่างละเอียดลึกซึ้งขึ้นว่าควรจะต้องตัดสินใจในการแก้ปัญหาอย่างไร จึงจะส่งผลดีต่อประชากร
2. บทบาทของครูในการอธิบายการใช้โปรแกรม Microsoft Excel และการเดินให้คำปรึกษาในการสร้างกราฟ เป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะการอธิบายที่เป็นขั้นตอนและรอบคอบ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสร้างพื้นฐานที่ดีในการใช้โปรแกรม รวมทั้งการเดินให้คำปรึกษานักเรียนจะทำให้ครูได้ค้นพบถึงข้อผิดพลาดของนักเรียนบางคนในการสร้างกราฟ เพื่อให้ได้ผลงานการสร้างกราฟที่ถูกต้องสำหรับการนำมาใช้ในการอภิปรายแนวโน้ม
3. การมีเอกสาร Microsoft Excel สำเร็จรูปในการสร้างกราฟจำนวนมากจะช่วยประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม และลดความผิดพลาดในการสร้างกราฟ เมื่อมีการสร้างเอกสารสำเร็จรูปทำให้นักเรียนสามารถสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น และมีเวลาที่เพียงพอต่อการอภิปรายแนวโน้มของกราฟ

ขั้นที่ 3 การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา (Explanation)

ในขั้นนี้เป็นการทำให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปัญหาผ่านกระบวนการคิดเชิงคำนวณ จนได้ข้อตัดสินใจในการแก้ไขปัญห และแนวโน้มจากกราฟมาใช้ในการอภิปรายลงข้อสรุป เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญห ซึ่งได้แก่ การอนุญาตให้แรงงานชาวเมียนมาร์เข้าจังหวัดในวงจรมติที่ 1 การตัดสินใจในการเปิดหรือปิดรัฐเพื่อตอบสนองต่อนโยบาย นโยบายการเปิดประเทศ (Opening up American Again) ในวงจรมติที่ 2 และการตัดสินใจในการสนับสนุนงบประมาณเพื่อใช้ในการแก้ปัญหการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในสถานการณ์ระบาดในวงจรมติที่ 3 ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอมุมมองการแก้ปัญหาที่มากกว่าการสร้างข้อตัดสินใจผ่านคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังเป็นการเชื่อมโยงวิธีการ

แก้ไขปัญหาลงสู่ชีวิตจริง โดยครูควรมีบทบาทในการกระตุ้นการอภิปรายผ่านการใช้คำถามนำ อภิปรายที่เข้าใจง่าย และมีการขยายความเพิ่มเติม โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปในการแก้ไขปัญหา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและทำความเข้าใจปัญหา มาสรุปเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาคือเป็นการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง ซึ่งทำให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าของการจัดการกระทำกับข้อมูลปัญหาผ่านกระบวนการคิดเชิงคำนวณ และเป็นการขยายแนวทางในการแก้ไขปัญหาลงสู่ชีวิตจริงที่ ได้จากการตัดสินใจผ่านคำสั่งเงื่อนไข (IF) ดังผลการสะท้อน

“เป็นการสรุปแนวทางการแก้ปัญหาจากการใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปัญหาและกราฟ เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ชีวิตจริง อีกทั้งนักเรียนได้อภิปรายถึงแนวทางการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่ผ่านการคิดอย่างเป็นระบบ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

แต่พบว่าการใช้คำถามนำการอภิปรายของครูซึ่งเป็นคำถามเดียวกันกับที่เตรียมไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นภาษาที่มีความเป็นทางการ ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจคำถาม จนไม่สามารถอภิปรายในสิ่งที่ต้องการได้อย่างตรงประเด็น ซึ่งสังเกตได้จากการตอบในประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้อง ในการถามนำการอภิปรายรอบแรก เช่น

“ความหนาแน่นและค่าผลกระทบ นำมาใช้ในการเขียนสูตรเพื่ออนุญาตและ ไม่อนุญาต” (นักเรียน, 26 มกราคม 2564)

แต่เมื่อมีการขยายความคำถามการนำอภิปรายแล้ว พบว่านักเรียนสามารถอภิปรายได้อย่างครอบคลุมขึ้น ดังผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“กระตุ้นการอภิปรายของนักเรียนได้ดี ครูนำการอภิปรายได้ดี” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

ซึ่งสอดคล้องกับผลการอภิปรายของนักเรียน จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม พบว่านักเรียนสามารถอภิปรายได้อย่างสมเหตุสมผล ทั้งในแง่การนำค่าความหนาแน่น ค่าผลกระทบ และแนวโน้มของกราฟมาใช้ร่วมกับการตัดสินใจแก้ปัญหา

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีการปรับคำถามนำอภิปรายโดยใช้คำถามที่เข้าใจได้ง่าย มีการขยายความเพิ่มเติม และมีการถามนำการอภิปรายเพื่อขยายคำตอบของนักเรียนเพิ่มเติมเมื่อพบว่านักเรียนยังไม่สามารถอภิปรายในภาพกว้างได้ จากการสังเกตการตอบคำถาม และการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม พบว่านักเรียนสามารถอภิปรายได้อย่างสมเหตุสมผลขึ้น ทั้งในแง่การนำค่าตัวเลขจากข้อมูลและแนวโน้มของกราฟมาใช้ร่วมกับการตัดสินใจแก้ปัญหา

ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

"ครูนำการอภิปรายได้ดี คำถามอภิปรายกระตุ้นการเปิดมุมมองความคิด" (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแนวทางเดิมคือปรับคำถามกระตุ้นการอภิปรายให้เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ที่เป็นผลสะท้อนจากการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติที่ผ่านมา จากการสังเกตการตอบคำถามและการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม พบว่านักเรียนยังคงสามารถอภิปรายได้อย่างสมเหตุสมผล และมีความลึกซึ้งในแนวทางการแก้ปัญหาที่มากขึ้น ทั้งในแง่การนำค่าตัวเลขจากข้อมูลและแนวโน้มของกราฟมาใช้ร่วมกับการตัดสินใจแก้ปัญหา

ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

"ครูนำการอภิปรายได้ดี การอภิปรายสรุปเกี่ยวกับปัจจัยทำได้ดี" (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 17 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหาคควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การนำการอภิปรายของครูไม่ควรใช้คำถามที่ดูเป็นทางการจนเกินไป เพราะอาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจว่าจะต้องอภิปรายในทิศทางใด ควรใช้คำถามที่เข้าใจได้ง่ายและมีการขยายความเพิ่มเติม และหากพบว่านักเรียนยังไม่สามารถอภิปรายในภาพกว้างได้ ครูควรมีทักษะในการถามนำการอภิปรายเพื่อขยายคำตอบของนักเรียนเพิ่มเติม

2. การอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปในการแก้ไขปัญหาคควรมีลักษณะดังนี้ ไม่จำกัดความคิดของนักเรียน และไม่ควรมีข้อสรุปตายตัวในการแก้ไขปัญหาค โดยครูต้องพูดให้นักเรียนเข้าใจถึงสถานการณ์การระบาดที่เป็นจริง เพื่อให้นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาคได้อย่างอิสระ ซึ่งในบางครั้งอาจได้แนวคิดที่แปลกใหม่และมีความน่าสนใจ

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration)

ในขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนนำผลการแก้ปัญหาที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากการใช้บอร์ดเกม Covidea (Series 1-3) มาใช้ในการขยายความรู้เรื่อง ประชากร ได้แก่ ปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะเฉพาะของประชากรในวงจรปฏิบัติที่ 1 รูปแบบการเติบโตของประชากรและความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อและการเติบโตของประชากรรวมในวงจรปฏิบัติที่ 2 และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรในวงจรปฏิบัติที่ 3 เพื่อใช้ในการอธิบายปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์ใน

มุมมองการระบาด และสะท้อนถึงพลวัตรของประชากร อีกทั้งยังสามารถนำมาบันทึกเป็นข้อมูลที่น่าไปสร้างเป็นกราฟเพื่อแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรแต่ละทวีปในสภาวะระบาด เพื่อนำไปสู่การอภิปรายแนวทางการแก้ไขปัญหาเชิงลึกบนพลวัตรของประชากร โดยการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้เวลา 30-40 นาที ในการใช้บอร์ดเกม และอีก 10-20 นาทีสำหรับการสร้างกราฟ และอภิปรายแนวทางการแก้ไขปัญหาจากข้อมูลกราฟ

บอร์ดเกม Covidea ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับงานวิจัยนี้ โดยมีจุดประสงค์ขึ้นเพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจปัจจัยที่ส่งผลต่อพลวัตรของประชากรในสถานการณ์ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ผ่านการเอาชนะคู่ต่อสู้โดยต้องพยายามเอาตัวรอดจากการระบาดและพยายามแพร่เชื้อให้คู่ต่อสู้ในเวลาเดียวกัน ก่อนการวิจัยผู้วิจัยได้มีการให้นักเรียนทดลองใช้บอร์ดเกม Covidea Series 1 เพื่อเป็นการร่วมกันพัฒนาและให้นักเรียนได้คุ้นชินกับกฎกติกาการใช้บอร์ดเกม และได้มีการปรับปรุงและพัฒนาบอร์ดเกมไปพร้อมกันเพื่อให้ได้บอร์ดเกมที่มีความเหมาะสมกับการขยายความรู้เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากรและให้ได้กลไกเกมที่สันทัดและสมบูรณ์มากที่สุด โดยใช้ผลการสะท้อนของผู้วิจัยร่วมกับครูที่ปรึกษาจนได้เป็นบอร์ดเกม Covidea Series 2 สำหรับขยายความรู้เรื่อง รูปแบบการเติบโตของประชากรและความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อและการเติบโตของประชากรรวมในแต่ละทวีป และ บอร์ดเกม Covidea Series 3 สำหรับขยายความรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าการใช้บอร์ดเกมมีความน่าสนใจ และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับการทำกิจกรรมมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยขยายความรู้ เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะเฉพาะของประชากรได้ เพราะทำให้นักเรียนได้เห็นถึงพลวัตรของประชากรจากการเดินทางระหว่างการเล่นเกม การใช้การ์ด และมีเวลาเป็นตัวควบคุมการพลวัตร อีกทั้งยังสามารถนำมาบันทึกเป็นข้อมูลที่น่าไปสร้างเป็นกราฟเพื่อแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากร ในสภาวะระบาดซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการอพยพและการกระจายตัวของประชากร ดังผลการสะท้อน

“การใช้บอร์ดเกมทำให้นักเรียนให้ความสนใจในกิจกรรมมากขึ้น และสามารถนำผลการเปลี่ยนแปลงประชากรไปสร้างเป็นกราฟเพื่อให้เห็นถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะเฉพาะของประชากรมนุษย์ได้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่ปรึกษาที่กล่าวว่า

“บอร์ดเกมมีความน่าสนใจ สนุก และส่งเสริมการเรียนรู้” (ครูที่ปรึกษา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

และจากการอภิปรายแนวโน้มของกราฟการอพยพของประชากร และแนวโน้มของกราฟพลวัตของประชากรที่ได้จากการใช้บอร์ดเกมพบว่านักเรียนสามารถอภิปรายถึงความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เกิดการอพยพ และปัจจัยที่ส่งผลที่เกี่ยวข้องกับกราฟได้ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างกับกราฟพลวัตประชากรจากบอร์ดเกมได้

แต่พบว่าการใช้บอร์ดเกมอาจจะยังไม่สามารถขยายความรู้เรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของประชากรได้อย่างครอบคลุม เน้นเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาวะระบาด เช่น การอพยพ การกระจายตัว พฤติกรรม แต่ไม่สะท้อนถึงอัตราการเกิด การตาย และอัตราการอยู่รอด และระยะเวลาในการเล่นบอร์ดเกมอาจยาวนานเกินไป เนื่องจากนักเรียนแต่ละทีมต้องการตัดสินใจเพื่อเลือกทำในสิ่งที่ดีที่สุดในแต่ละตาของตัวเอง ทำให้ใช้ระยะเวลาเกือบ 1 นาที ในการคิด อีกทั้งยังไม่มีกรอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบกราฟที่ได้จากการสำรวจปัญหาและกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม ดังผลการสะท้อน

“บอร์ดเกมสะท้อนแค่การอพยพ การกระจายตัวของประชากร และการอภิปรายไม่ครอบคลุมทุกปัจจัย” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“ใช้เวลานานในการเล่น” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีการพัฒนาบอร์ดเกม โดยปรับกติกาการเล่นให้มีความกระชับขึ้น โดยการลดเดือนที่เกิดการระบาดลงเหลือ 1 เดือน และให้ผู้เล่นสามารถใช้ความสามารถการ์ดได้สูงสุด 2 ใบต่อ 1 ตา อีกทั้งยังมีการเพิ่มกลไกการเพิ่มขึ้นของประชากรเพื่อขยายความรู้เรื่อง การเติบโตของประชากร และปรับกติกาว่าฝ่ายที่แพ้ จะแพ้ก็ต่อเมื่อมีหมากรอกประชากรที่ติดเชื้อมากน้อย 5 ตัว จากทั้งหมด เพื่อเพิ่มความท้าทาย และความไหลลื่นของเกม ในแง่ของขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ได้มีการเพิ่มการอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบกราฟที่ได้จากการสำรวจปัญหาและกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม เพื่อเป็นการขยายการเปรียบเทียบแนวโน้มของกราฟ (Pattern recognition) พบว่าการปรับกติกาและกลไกของเกมทำให้ตัวเกมมีความไหลลื่นขึ้น และช่วยลดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ลง รวมทั้งกลไกการเพิ่มขึ้นของประชากรยังสามารถนำมาใช้ในการสร้างกราฟเพื่อพิจารณาแนวโน้มการเติบโตของประชากร และความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อมีการเติบโตของประชากรรวมในแต่ละทวีปได้ ดังผลการสะท้อน

“การใช้บอร์ดเกมทำให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมมากขึ้น การปรับกติกาทำให้เกมมีความไหลลื่นส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและลดระยะเวลาการเล่นลง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

“บอร์ดเกมมีความน่าสนใจ สนุก นักเรียนมีการแข่งขันอยากเอาชนะ มีการเล่นที่เพิ่มประชากร 2 แบบทำให้เปรียบเทียบความแตกต่างได้” (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

และจากการอภิปรายแนวโน้มของกราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในขณะทีประชากรรวมมีการเพิ่มของจำนวนประชากรแบบลอจิสติกและเอ็กโพเนนเชียลที่ได้จากการใช้บอร์ดเกม พบว่านักเรียนสามารถอภิปรายถึงความแตกต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากร และปัจจัยที่ส่งผลที่เกี่ยวข้องกับกราฟได้

แม้ว่าบอร์ดเกมจะถูกพัฒนาจนได้รูปแบบการเล่นที่มีความลื่นไหลมากขึ้น และระยะเวลาลดลงแล้ว แต่อย่างไรก็ตามการใช้บอร์ดเกมเพื่อขยายความรู้ เรื่อง การเติบโตของประชากร อาจไม่ครอบคลุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร เนื่องจากไม่มีการตายของหมาก ดังผลการสะท้อน

“หากมีการพัฒนาบอร์ดเกมในอนาคตควรมีการกำหนดกติกาให้มีการตายของประชากรด้วย” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาบอร์ดเกม โดยปรับกลไกของเกมให้มีสถานการณ์และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร โดยมีการสร้างการ์ดพิเศษสำหรับกำหนดการเติบโตของประชากรของฝ่ายที่จั่วได้ ได้แก่ การ์ดการตายของหมากที่ติดเชื้อจากเหตุการณ์ต่างๆ และเพิ่มการเก็บสะสมเงิน เพื่อนำเงินมาใช้ในการสร้างสิทธิพิเศษบางอย่าง เช่น สร้างโรงพยาบาล การเลือกหมากประชากรผู้เล่นฝ่ายอื่นให้ตาย โดยเกมจะจบลงก็ต่อเมื่อฝ่ายที่แพ้สูญเสียหมากประชากร 4 ตัว หรือ มีหมากที่ติดเชื้อ 4 ตัว และมีการปรับเพิ่มการอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบกราฟที่ได้จากการสำรวจปัญหาและกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม เพื่อเป็นการขยายการเปรียบเทียบแนวโน้มของกราฟตามแนวทางที่ได้จากการสะท้อนผลของวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าจากการเพิ่มกลไกในการใช้เงินเพื่อสร้างโรงพยาบาลและการกำหนดการตายของประชากร ซึ่งสะท้อนถึงสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากร อีกทั้งยังมีการเพิ่มการ์ดภัยธรรมชาติและสร้างโรงพยาบาล เพื่อสะท้อนถึงระบบสาธารณสุขและภัยพิบัติที่

ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรทำให้เกมสนุกขึ้น และสะท้อนถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรได้ครอบคลุมขึ้น ดังผลการสะท้อน

"การเพิ่มกลไกของบอร์ดเกมให้มีการใช้เงินและการตายของประชากรทำให้เกมสนุกขึ้น และสะท้อนถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรได้ครอบคลุมขึ้น" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

"บอร์ดเกมมีความน่าสนใจ สนุก ส่งเสริมการมีส่วนร่วม และมีการใช้จ่ายเงินทำให้เกิดความท้าทาย" (ครูชีววิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

และจากการอภิปรายแนวโน้มของกราฟการเติบโตของประชากรที่ได้จากการใช้บอร์ดเกมพบว่านักเรียนสามารถอภิปรายและยกตัวอย่างถึงความแตกต่างของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่ขึ้นกับความหนาแน่นและไม่ขึ้นกับความหนาแน่นร่วมกับการพิจารณากราฟได้ ดังผลการสะท้อน

"กราฟที่ได้สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรจากปัจจัยจำกัดที่ขึ้นกับความหนาแน่นและไม่ขึ้นกับความหนาแน่น" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการขยายความรู้ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การใช้บอร์ดเกมในการขยายความรู้เป็นแนวทางที่ดีในการเชื่อมโยงผลของการแก้ไขปัญหาเข้ากับความรู้ที่ได้รับจากการเล่นเกม เนื่องจากเกมช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงพลวัตของประชากร ทั้งการเกิด การตาย และการอพยพจากการเดินทางข้ามทวีป ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงผลการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาเข้ากับการเติบโตของประชากรในสภาวะระบอบจากการเล่นเกมได้จริง ดังการตัดสินใจในการเปิดและปิดเมืองทำให้เกิดการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื่อที่แตกต่างกัน สามารถนำมาเชื่อมกับความรู้ที่ได้จากการใช้บอร์ดเกมว่าการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื่อนั้นมีความสัมพันธ์กับการเติบโตของประชากรรวม จากการอพยพเดินทางเข้ามาในประเทศ ยิ่งทวีปใดมีการอพยพของประชากรเข้ามา มากก็ยิ่งมีโอกาสทำให้ผู้ติดเชื่อมีการเติบโตเพิ่มขึ้นมาก

2. การสร้างและพัฒนากลไก กติกาการเล่นเกมที่เหมาะสมกับเนื้อหา มีความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงผลจากการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นข้อค้นพบที่ผู้วิจัยได้จากการสังเกตการอภิปรายกราฟที่ได้จากการใช้บอร์ดเกมว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการนำความรู้ที่ได้จากผลของการแก้ไขปัญหาที่ก่อนหน้านี้มาใช้ประกอบ

การอภิปราย ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความคิดใหม่ที่ได้จากการใช้บอร์ดเกม

3. การอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบกราฟที่ได้จากการสำรวจปัญหาและกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม ช่วยส่งเสริมทักษะการพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern recognition) ซึ่งจะพบว่านักเรียนมีมุมมองที่ลึกซึ้งในการพิจารณาแนวโน้มของกราฟที่ได้จากบอร์ดเกมเพิ่มขึ้นกว่าการพิจารณาแนวโน้มของกราฟที่ได้จากการสำรวจปัญหา เนื่องจากบอร์ดเกมมีพลวัตของประชากร แสดงออกถึงการพัฒนาทักษะการพิจารณารูปแบบของปัญหาที่เพิ่มขึ้น ในการพิจารณาแนวโน้มของกราฟที่ได้จากการสำรวจปัญหาพบว่านักเรียนสามารถอภิปรายแนวโน้มของกราฟได้ และเมื่อมีการใช้บอร์ดเกมนักเรียนสามารถให้รายละเอียดเพิ่มเติมถึงสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของประชากรเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล (Evaluation)

ในขั้นนี้เป็นการสรุปบทเรียนผ่านการพูดคุยเพื่ออภิปรายสรุปเนื้อหา ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของเนื้อหา ได้แก่ เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากรมนุษย์ การเติบโตของประชากร และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร โดยมีการตรวจทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบบันทึกการทำกิจกรรม โดยการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ปรับจากของ Rodriguez (2015) แล้วนำคะแนนมาเทียบกับระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่ปรับปรุงจาก Ling et al. (2018) ทำให้ได้ทราบผลของการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าการสรุปบทเรียนผ่านการพูดคุยเพื่ออภิปรายสรุปเนื้อหา ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของเนื้อหา เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากรมนุษย์ อีกทั้งยังมีการตรวจทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบบันทึกการทำกิจกรรม ซึ่งเป็นร่องรอยของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ทำให้ได้ผลของการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน ดังผลการสะท้อน

“มีการถามเพื่อสรุปบทเรียนให้นักเรียนเห็นถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีววิทยาที่กล่าวว่า

"ครูใช้การพูดคุยอย่างเป็นธรรมชาติ สรุปรตรงประเด็น และตรวจจากใบงาน" (ครูชีวีวิทยา , แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

แต่พบว่าการใช้คำถามนำการอภิปรายของครูตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการกำหนดประเด็นการอภิปรายหลัก ซึ่งเมื่อนำไปใช้จริงพบว่าการตอบคำถามของนักเรียนอาจจะไม่ได้ประเด็นที่ครอบคลุม ครูจึงมีการใช้คำถามเพื่อขยายประเด็นการตอบคำถามให้นักเรียนได้สะท้อนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกมาให้ได้มากที่สุดเพื่อเป็นการประเมินความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งเป็นผลดีเพราะทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอภิปรายความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาออกมาได้มากขึ้น

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีการเพิ่มการใช้คำถามเพื่อขยายประเด็นการตอบคำถามอภิปรายให้นักเรียนได้สะท้อนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกมาให้ได้มากที่สุดเพื่อเป็นการประเมินความเข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนมุมมองความรู้ และวิธีการแก้ไขปัญหา อีกทั้งการนำอภิปรายสรุปของครูยังช่วยให้นักเรียนได้สรุปความรู้ตรงตามจุดประสงค์ ดังผลการสะท้อน

"การอภิปรายสรุปทำให้นักเรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนมุมมองความรู้ และวิธีการแก้ปัญหา" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีวีวิทยาที่กล่าวว่า

"ครูนำการอภิปรายได้ดี ได้เห็นถึงความแตกต่างของการเติบโตของประชากร" (ครูชีวีวิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแนวทางเดิม คือ มีการสรุปบทเรียนผ่านการพูดคุยเพื่ออภิปรายสรุปเนื้อหา พบว่าทำให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของเนื้อหาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร จากการร่วมกันแลกเปลี่ยนมุมมองความรู้และวิธีการแก้ปัญหา ดังผลการสะท้อน

"การอภิปรายสรุปทำให้นักเรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนมุมมองความรู้ และวิธีการแก้ปัญหา" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูชีวีวิทยาที่กล่าวว่า

"ครูนำการอภิปรายได้ดี นักเรียนได้ร่วมกันสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรเพิ่มเติม" (ครูชีวีวิทยา, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นการวัดและประเมินผลควรมีลักษณะ ดังนี้

1. การนำอภิปรายสรุป ครูต้องกำหนดเป้าหมายและถามนำอภิปรายอย่างเป็นลำดับทีละคำถามเพื่อขยายคำตอบที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน ในการอภิปรายสรุปครู

ต้องกำหนดเป้าหมายว่าจะวัดและประเมินความรู้เรื่องใดบ้าง แล้วมีการถามเพื่อสรุปทเรียน โดยไล่ถามทีละคำถาม และสามารถสอดแทรกคำถามเพิ่มเติมได้หากพบว่านักเรียนยังแสดง คำตอบไม่ครอบคลุมกับเนื้อหา

2. การตรวจทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบบันทึกการทำกิจกรรมเพื่อทราบถึง พัฒนาการของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นร่องรอยของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ทำให้ได้ผลของการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อไป เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน โดยต้องมี การกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผล เช่น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ให้คะแนนตามเกณฑ์ ที่ปรับจากของ Rodriguez (2015) แล้วนำคะแนนมาเทียบกับระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่ปรับปรุงจาก Ling et al. (2018)

จากผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปผลการศึกษา แนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละวงจรปฏิบัติ และแนวทางการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ได้ดังตารางที่ 18

ตาราง 18 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับ บอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
1. การสร้างความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหา (Engagement)	- การจัดกิจกรรมใช้ระยะเวลาเวลานานในการอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาของข่าว ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานในการศึกษาแหล่งข่าวที่ครูเตรียมไว้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นอื่นๆ และขาดบันทึกผลการอภิปรายในใบบันทึกการทำกิจกรรม	- ปรับการศึกษาสถานการณ์เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการนำเสนอข้อมูลของข่าวผ่านการ์ตูนคลิป์วีดีทัศน์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา กำหนดให้สืบค้นเพิ่มเติมเป็นกลุ่ม ก่อนนำมาอภิปรายร่วมกัน รวมทั้งเพิ่มแบบบันทึกกิจกรรมให้บันทึกข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ระบอบ	- ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแนวทางเดิมที่เป็นผลสะท้อนจากการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติที่ผ่านมา	1. การเสนอตัวอย่างข่าว ควรใช้คลิป์วีดีทัศน์ สถานการณ์ข่าวการระบอบความยาวไม่เกิน 5 นาที ที่น่าสนใจ เป็นปัจจุบัน และสะท้อนถึงปัญหาของประชากรในสภาวะระบอบ ตามเนื้อหาของจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาของข่าวนำไปสู่มุมมองการอภิปรายในประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนนำทักษะการคิดเชิงคำนวณมาแก้ปัญหา 2. การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา ผลกระทบ และเปรียบเทียบสถานการณ์การระบอบจากข่าวร่วมกัน

ตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
2. การสำรวจปัญหา (Exploration) 2.1 การแบ่งปัญหา ออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition)	- ให้นักเรียนแต่ละ คนสืบค้นข่าว แยกกัน พบว่ามี นักเรียนบางคน สืบค้นข่าวได้ จำนวนน้อย เนื่องจากมี การจำกัด ระยะเวลาที่ไม่ เหมาะสม และไม่มี บันทึกการสืบค้น ในแบบบันทึกการ ทำกิจกรรม	- นักเรียนสืบค้นข่าวร่วมกัน เพิ่มระยะเวลาในการ สืบค้นข่าว และกำหนด จำนวนข่าวขั้นต่ำ กำหนด กรอบที่ชัดเจนในการหา ข่าว รวมทั้งต้องมีการสร้าง บันทึกการสืบค้น ผ่าน การสร้างเอกสารการบันทึก ข้อมูลการสืบค้นในรูปแบบ ออนไลน์เพื่อให้นักเรียน ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันได้ อย่างสะดวก พร้อม กำหนดให้นักเรียนต้อง บันทึกเนื้อหาที่สำคัญของ ข่าว	- เพิ่มระยะเวลาใน การสืบค้นข่าว และให้นักเรียน แลกเปลี่ยน ประเด็นข่าว ระหว่างกลุ่มหลัง การสืบค้น เพื่อ ขยายความเข้าใจ บริบท และเพิ่ม ข้อมูลให้เพียงพอ ต่อการคัดกรอง	1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหาควรเป็น สถานการณ์ที่มีแหล่งข้อมูลเพียงพอสำหรับการ สืบค้น และหากเป็นไปได้ควรเป็นบริบทที่ใกล้ตัว 2. การให้มีการสืบค้นกันเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิด ปฏิสัมพันธ์ในการสืบค้นข่าวจากการอภิปราย เนื้อหาข่าวขณะสืบค้นระหว่างสมาชิก อีกทั้งยัง เป็นการลดระยะเวลาในการสืบค้นลง 3. การสืบค้นข่าวควรกำหนดระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 10 นาที โดยเฉพาะข่าวที่มีบริบทใกล้ตัวนักเรียน และ ต้องกำหนดจำนวนข่าวขั้นต่ำ หรือกำหนดกรอบที่ ชัดเจนในการหาข่าว รวมทั้งต้องมีการสร้างบันทึก การสืบค้น และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนประเด็นข่าว ระหว่างกลุ่มหลังการสืบค้น 4. การเตรียมแหล่งข้อมูลข่าวสำรองสำหรับ การสืบค้นให้มีความหลากหลาย

ตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
2.2 การพิจารณา สาระสำคัญของ ปัญหา (Abstraction)	- มีการอธิบาย เพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ การกำหนดทิศของ ความสัมพันธ์เหตุ และผล	- เพิ่มบทบาทของครูใน การพูดเพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยง ข้อมูลข่าว ให้นักเรียน มองเห็นมุมมอง ความสัมพันธ์ระหว่าง การเติบโตประชากรผู้ ติดเชื้อในแต่ละรัฐ	- เพิ่มการพูดเพื่อกระตุ้น ให้นักเรียนได้ฝึก เชื่อมโยงข้อมูลข่าวซึ่ง เป็นข่าวสถานการณ์ ระดับโลกในบริบทของ ประเทศอินเดีย	1. การอธิบายการเขียนแผนภาพสถานะต้อง มีความชัดเจน โดยเฉพาะการกำหนด ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการเขียน ลูกศร 2. การพูดกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงเนื้อหาข่าวที่เป็นบริบทของ สถานการณ์ระดับโลกที่ใกล้เคียงตัว
2.3 การออกแบบ อัลกอริทึม (Algorithms)	- การจัดการเรียนรู้มีความ ล่าช้า เพราะ ต้องเพิ่มระยะเวลา ในการสอนการ เขียนแบบผังงาน 1 คาบเรียน	- การจัดการเรียนรู้ยังคง มีความล่าช้าเพราะมี การทบทวนการเขียน แบบผังงานและ Formula coding ที่มี 3 เงื่อนไข ซึ่งมีความ	- เพิ่มรายละเอียดขั้นตอน การเขียนแบบผังงาน และคำสั่งเงื่อนไขลงใน แบบบันทึกการทำ กิจกรรม พบว่านักเรียน ทำกิจกรรมได้ถูกต้องขึ้น	1. การเตรียมความพร้อมในการเขียนแบบผัง งานและ Formula coding ก่อนการ จัดการเรียนรู้ 2. การได้ระดับความยากง่ายในการเขียน อัลกอริทึม ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นชิน และสามารถทำชิ้นงานได้ถูกต้องสมบูรณ์

ตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
		ซับซ้อนมากกว่าวงจร ปฏิบัติที่ 1		<p>3. ระยะเวลาไม่ควรน้อยกว่า 30 นาที</p> <p>4. การมีขั้นตอนและตัวอย่างในการเขียนแบบ ผังงานและ Formula coding ในแบบบันทึก การทำกิจกรรมทำให้นักเรียนสามารถเขียน แบบผังงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น</p> <p>5. การนำไปโปรแกรม Microsoft Excel เข้ามาใช้ ในการเขียน Formula coding ผ่านการ เขียนคำสั่งเงื่อนไข (IF) ช่วยลดความยุ่งยาก ในการเขียนคำสั่งที่อาจสร้างความสับสน สามารถช่วยให้นักเรียนตรวจสอบ ข้อผิดพลาดของการเขียนคำสั่งเงื่อนไขได้ ด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียน มีความตั้งใจและกระตือรือร้นในการทำ กิจกรรม</p>

ตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
2.4 การพิจารณา รูปแบบของ ปัญหา (Pattern Recognition)	- การสร้างกราฟการ อพยพของประชากรที่ มีการอนุญาตให้ แรงงานเข้าจังหวัด ถูกสร้างคนละแผ่นงาน ทำให้นักเรียน เปรียบเทียบแนวโน้ม ระหว่างกันได้ยากและ บางส่วนใช้การคำนวณ อัตโนมัติของโปรแกรม Excel โดยการลาก เซลล์จึงทำให้ได้ค่า ความหนาแน่นที่ เปลี่ยนไปผิดพลาด	- ปรับให้กราฟถูกสร้าง รวมในแผ่นงาน เดียวกัน เพื่อให้ง่าย ต่อการเปรียบเทียบ แนวโน้มของกราฟ ระหว่างกัน และมี การเดินให้คำปรึกษา นักเรียน ในการอธิบายการใช้ โปรแกรม Microsoft excel ในการสร้าง กราฟ แต่พบว่าต้อง ใช้ระยะเวลาในการ การสร้างกราฟ	- ให้นักเรียนใช้เอกสาร Microsoft Excel สำเร็จรูปที่ครูเตรียมไว้ ให้เพื่อสร้างกราฟ	1. การสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงของประชากรควรถูก สร้างลงบนแผ่นงานเดียวกัน 2. บทบาทของครูในการอธิบายการใช้ โปรแกรม Microsoft Excel และการเดินให้ คำปรึกษาในการสร้างกราฟสำหรับ นักเรียนจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสร้างพื้นฐานที่ดีในการใช้โปรแกรม 3. การมีเอกสาร Microsoft Excel สำเร็จรูป ในการสร้างกราฟจำนวนมากจะช่วย ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม และลด ความผิดพลาดในการสร้างกราฟ

ตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
3. การอธิบาย วิธีการแก้ไข ปัญหา (Explanation)	- การใช้คำถามนำ การอภิปรายของครู ซึ่งเป็นคำถาม เดียวกันกับที่เตรียม ไว้ในแผนการ จัดการเรียนรู้ เป็น ภาษาที่มีความเป็น ทางการ ทำให้ นักเรียนไม่เข้าใจ คำถาม จนไม่ สามารถอภิปรายใน สิ่งที่ต้องการได้ อย่างตรงประเด็น	- ปรับคำถามนำ อภิปรายโดยใช้คำถาม ที่เข้าใจได้ง่าย มี การขยายความ เพิ่มเติม และมีการถาม นำการอภิปรายเพื่อ ขยายคำตอบของ นักเรียนเพิ่มเติมเมื่อ พบว่านักเรียนยังไม่ สามารถอภิปรายใน ภาพกว้างได้	- ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัด กิจกรรมตามแนวทาง เดิมคือปรับคำถาม กระตุ้นการอภิปรายให้ เข้าใจง่ายและ เหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	1. การนำการอภิปรายของครูไม่ควรใช้ คำถามที่ดูเป็นทางการจนเกินไป 2. การอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปในการแก้ไข ปัญหาต้องไม่จำกัดความคิดของนักเรียน และไม่ควรมีข้อสรุปตายตัวในการแก้ไข ปัญหา

ตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	- การใช้บอร์ดเกม อาจจะยังไม่สามารถขยายความรู้เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง ลักษณะเฉพาะของ ประชากรได้อย่าง ครอบคลุม และ ระยะเวลาในการเล่น นานเกินไปและไม่มี การอภิปรายเพื่อ เปรียบเทียบกราฟที่ ได้จากการสำรวจ ปัญหาและกราฟที่ได้	- ปรับกติกาการเล่นให้ กระชับขึ้น โดยลด เดือนที่เกิดการระบาด เพิ่มจำนวนการ์ดที่ใช้ ใน 1 ตา และเพิ่มกลไก การเพิ่มขึ้นของ ประชากรเพื่อขยาย ความรู้เรื่องการเติบโต ของประชากร แต่บอร์ด เกมยังไม่ครอบคลุม ปัจจัยที่ส่งผลต่อการ เติบโตของประชากร เนื่องจากไม่มีการตาย ของหมาก และมีการ	- ปรับกลไกของเกมให้มี สถานการณ์และปัจจัย ที่ส่งผลต่อการเติบโต ของประชากร โดยมี การ์ดพิเศษสำหรับ กำหนดการเติบโตของ ประชากร เพิ่มการเก็บ สะสมเงิน เพื่อนำเงิน มาใช้ในการสร้าง สิทธิพิเศษ เช่น การ ตายของประชากร ปรับกติกาการแพ้ชนะ และมีการอภิปรายเพื่อ เปรียบเทียบกราฟที่ได้	1. การใช้บอร์ดเกมในการขยายความรู้เป็น แนวทางที่ดี ในการเชื่อมโยงผลของ การแก้ไขปัญหาเข้ากับความรู้ที่ได้รับจาก การเล่นเกม 2. การสร้างและพัฒนากลไก กติกาการเล่น เกมให้เหมาะสมกับเนื้อหา มีความสำคัญ ต่อ การพัฒนา ความสามารถ ใน การเชื่อมโยงผลจากการใช้ทักษะการคิด เชิงคำนวณเพื่อแก้ไขปัญหา 3. การอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบกราฟที่ได้ จากการสำรวจปัญหาและกราฟที่ได้จาก บอร์ดเกม ช่วยส่งเสริมทักษะการพิจารณา รูปแบบของปัญหา

ตาราง 18 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
	จากบอร์ดเกม	เพิ่มการอภิปรายเพื่อ เปรียบเทียบกราฟที่ได้จาก การสำรวจปัญหาและ กราฟที่ได้จากบอร์ดเกม เพื่อเป็นการขยายการ เปรียบเทียบแนวโน้มกราฟ	จากการสำรวจ ปัญหาและกราฟที่ได้ จากบอร์ดเกม	
5. การวัดและ ประเมินผล (Evaluation)	- การใช้คำถามนำ การอภิปรายของครู ตามแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ กำหนดประเด็นการ อภิปรายหลักทำให้นักเรียนตอบไม่ ครอบคลุมประเด็น	- การเพิ่มการใช้คำถามเพื่อ ขยายประเด็นการตอบ คำถามให้นักเรียนได้ สะท้อนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ ออกมาให้ได้มากที่สุดเพื่อ ประเมินความเข้าใจของ นักเรียน	- ดำเนินการจัด กิจกรรมตามแนวทาง เดิม	1. การนำอภิปรายสรุป ครูต้องกำหนด เป้าหมายและถามนำอภิปรายอย่างเป็น ลำดับที่ละคำถามเพื่อขยายคำตอบที่ แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน 2. การตรวจทักษะการคิดเชิงคำนวณจาก แบบบันทึกการทำกิจกรรมเพื่อทราบถึง พัฒนาการของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

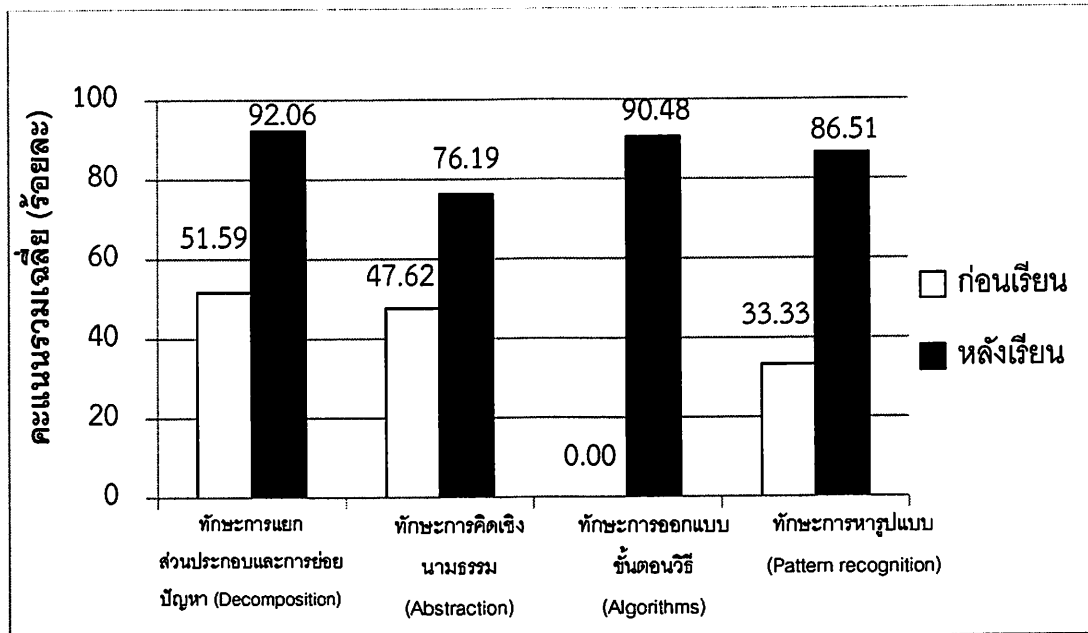
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัยเป็น 3 ตอน โดยผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

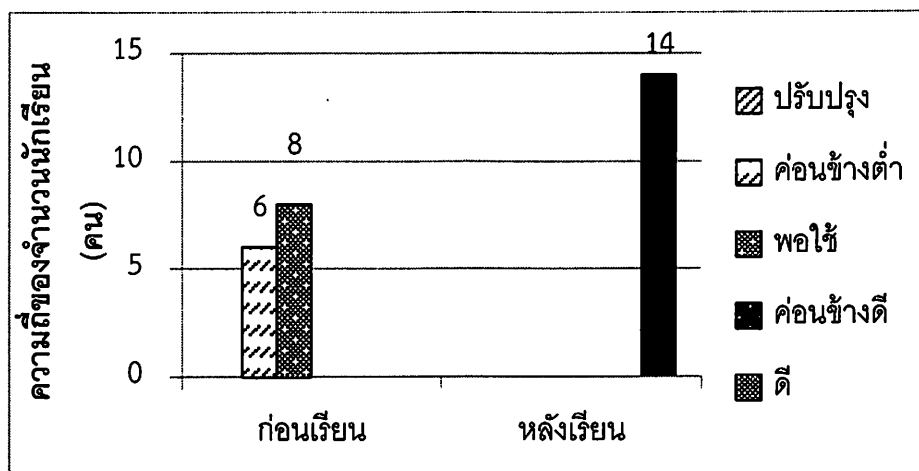
ผลวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเก็บข้อมูลจากก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 จากนั้นตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ปรับจาก Rodriguez (2015) แล้วนำคะแนนมาเทียบกับระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ 6 ระดับ ที่ปรับจาก Ling et al. (2018) ซึ่งแบ่งเกณฑ์ระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (6), ดี (5), ค่อนข้างดี (4), พอใช้ (3), ค่อนข้างต่ำ (2) และปรับปรุง (1) พบว่านักเรียนมีคะแนนและระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งได้แก่ ทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition), ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction), ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) และทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition), หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยสามารถสรุปผลร้อยละของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดังภาพ 6



ภาพ 6 แสดงค่าร้อยละของทักษะการคิดเชิงคำนวณเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากคะแนนร้อยละของทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่องประชากร ในสถานการณ์ระดับ COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ เฉลี่ยร้อยละ 86.31 อยู่ในระดับ ดีมาก ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนทุกองค์ประกอบ แบ่งออกเป็นทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหามีคะแนนร้อยละ 92.06 อยู่ในระดับ ดีมาก สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 40.47, ทักษะการหารูปแบบมีคะแนนร้อยละ 76.19 อยู่ในระดับ ดี สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 28.57, ทักษะการคิดเชิงนามธรรมมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90.48 อยู่ในระดับ ดีมาก สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 90.48 และทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธีมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.51 อยู่ในระดับ ดีมาก สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 53.18

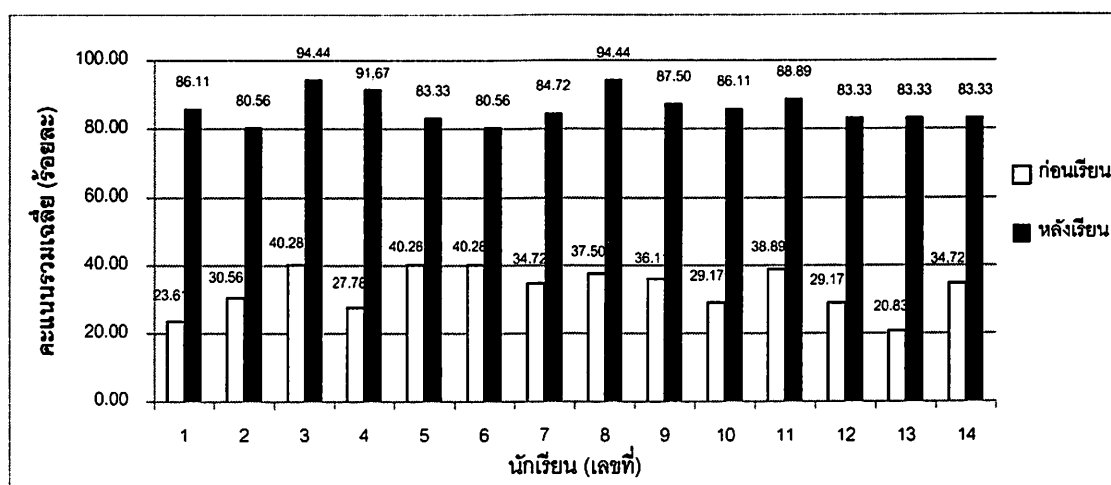
และแสดงความถี่ของนักเรียนในแต่ละระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงความถี่ของระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน
เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

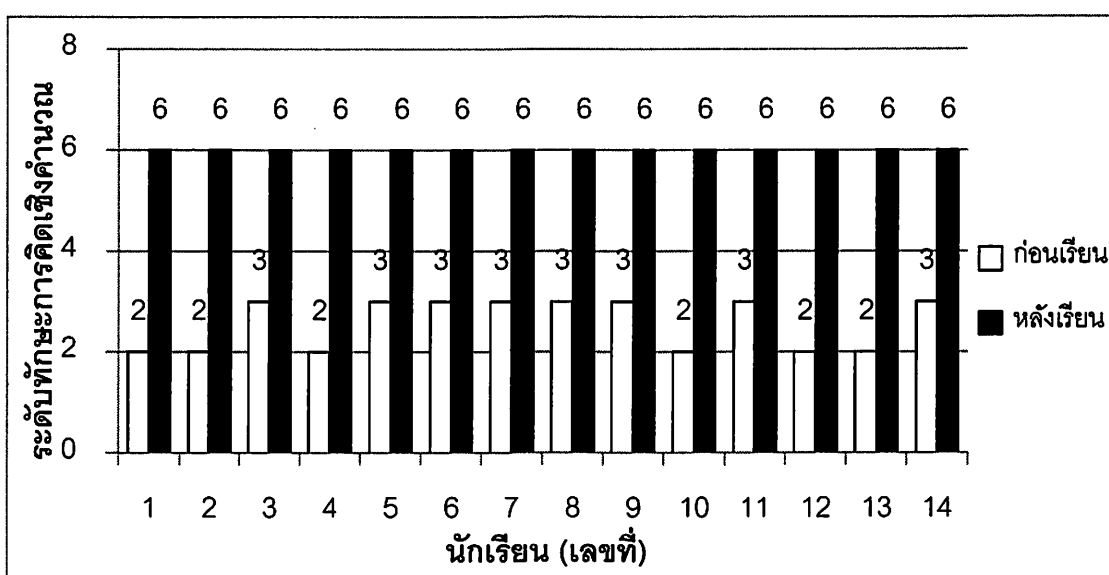
จากระดับทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับ ดีมาก จำนวนทั้งสิ้น 14 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมด สูงกว่าก่อนเรียนที่พบว่ามีนักเรียนอยู่ในระดับพอใช้ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 ของนักเรียนทั้งหมด และระดับค่อนข้างต่ำ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 ของนักเรียนทั้งหมด

เมื่อพิจารณาผลของร้อยละคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนและระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณรายบุคคลก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ดังแสดงในภาพ 8 และภาพ 9



ภาพ 8 แสดงค่าร้อยละของทักษะการคิดเชิงคำนวณรายบุคคล
เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากคะแนนร้อยละของทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนทุกคนมีคะแนนร้อยละของทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และอยู่ในระดับดีมาก โดยพบว่านักเรียนเลขที่ 4 มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากกว่านักเรียนเลขที่อื่นถึงร้อยละ 63.89 ตามด้วยนักเรียนเลขที่ 1 และ 13 มีการเพิ่มของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนถึงร้อยละ 62.50 ในขณะที่นักเรียนเลขที่ 6 มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนน้อยกว่านักเรียนเลขที่อื่นคิดเป็นร้อยละ 40.28

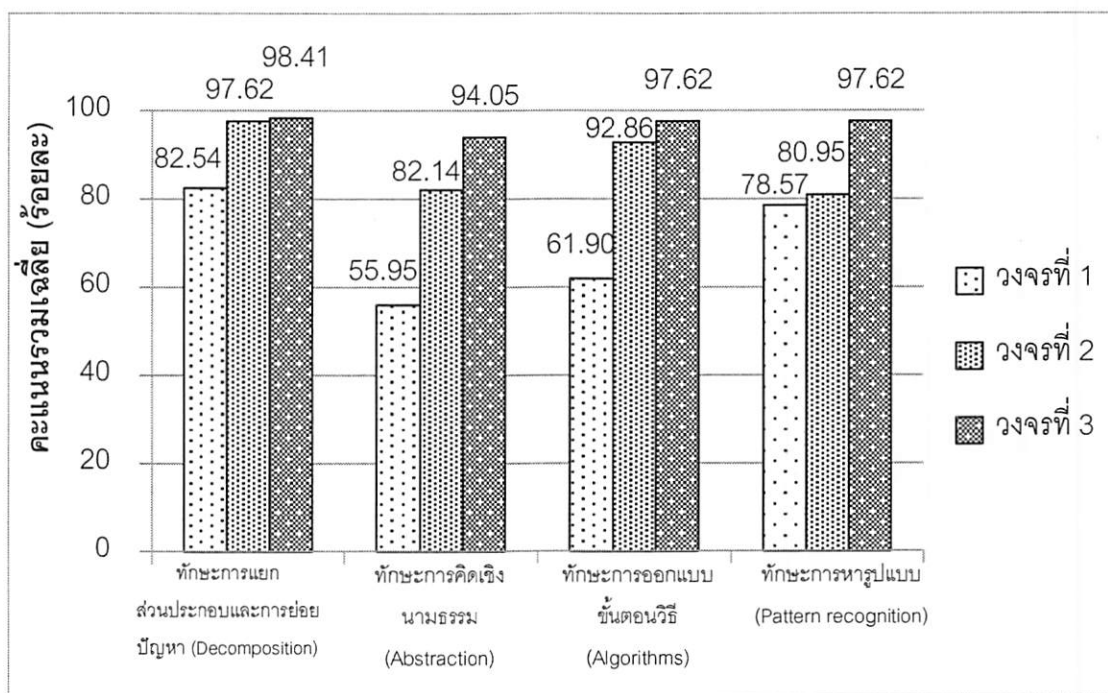


ภาพ 9 แสดงระดับทักษะการการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนรายบุคคล
เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากระดับทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนทุกคนมีระดับทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และอยู่ในระดับ ดีมาก โดยพบว่านักเรียนร้อยละ 42.86 (เลขที่ 1, 2, 4, 10, 12 และ 13) มีการเพิ่มขึ้นของระดับทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากที่สุด จำนวน 4 ระดับ ในขณะที่นักเรียนเลขที่อื่นมีการเพิ่มของทักษะการการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3 ระดับ

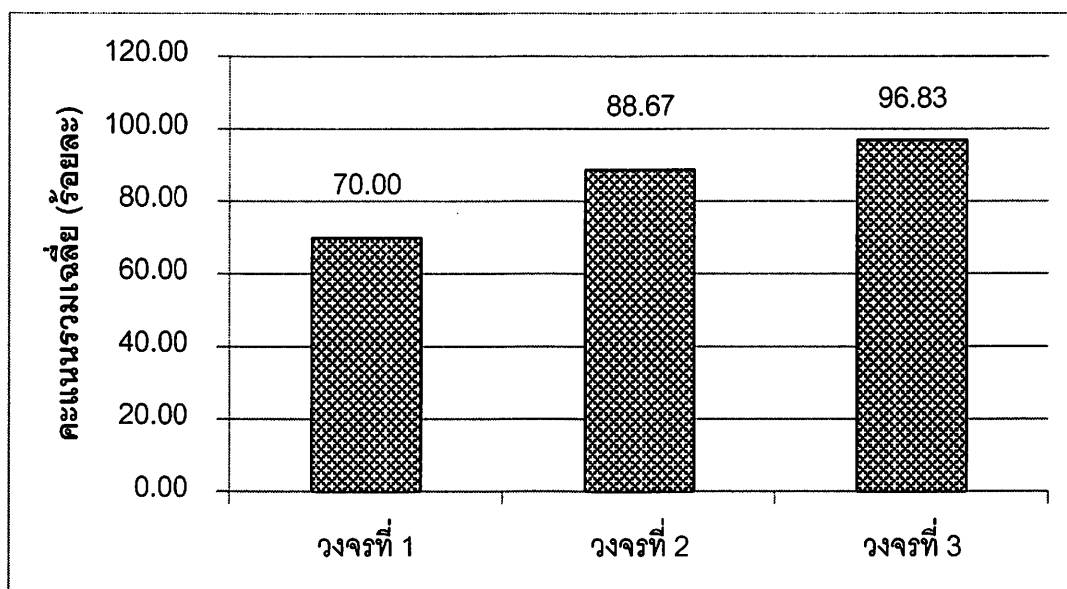
2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ของวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร

ผลวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์แบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน ซึ่งเป็นร่องรอยในการแสดงระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในแต่ละทักษะทั้ง 3 วงจร โดยผลการวิจัยการเปรียบเทียบระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากรในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 แสดงดังภาพ



ภาพ 10 แสดงค่าร้อยละของทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบใน 3 วงจรปฏิบัติการ

จากภาพ 10 พบว่านักเรียนมีการพัฒนาของทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มสูงขึ้นในทุกองค์ประกอบ โดยดูจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบของแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยพบว่าทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในทั้ง 3 วงจร คิดเป็นร้อยละ 92.86 รองลงมาคือทักษะการหารูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 85.71 และคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ทักษะการคิดเชิงนามธรรม คิดเป็นร้อยละ 77.38 เมื่อพิจารณาคะแนนรวมเฉลี่ยของทุกสมรรถนะในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะได้ผลดังภาพ 11



ภาพ 11 แสดงร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณของแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากภาพ 11 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 ซึ่งพิจารณาจากการคะแนนที่นักเรียนได้จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม โดยนักเรียนมีคะแนนรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 70.00, 88.67 และ 96.83 ตามลำดับ โดยผู้วิจัยจะนำเสนอผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

ทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition)

วงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ซึ่งได้แก่ การสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับข่าวประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 และการจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.54 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสืบค้นข้อมูลข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19

จากการตรวจสอบชิ้นงานที่นักเรียนได้สืบค้นข่าวเกี่ยวกับปัญหาการระบาด ซึ่งนักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการระบาด COVID-19 ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและ

ความหนาแน่นของประชากรในประเทศไทย จากสถานการณ์ระบาดที่เกิดจากการลักลอบเข้าประเทศของแรงงานเมียนมาร์ พบว่านักเรียนร้อยละ 100 สามารถสืบค้นข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในระดับพอใช้ โดยพบว่ามี การสืบค้นข้อมูลข่าวจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่ได้ข้อมูลบางส่วนที่ไม่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากร

การวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับข่าวประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้น พบว่า นักเรียนร้อยละ 64.29 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้น ได้ในระดับดีมาก โดยสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการระบาดส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของประชากรในจังหวัดตาก โดยทำให้ขนาดหรือความหนาแน่นของประชากรลดลง และบอกผลกระทบอื่นๆที่ตามมาได้ถูกต้องทั้งหมด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ทำให้ประชากรเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยทำให้ประชากรลดลง เพราะมีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อจากชาวเมียนมาร์ที่ลักลอบเข้ามา และส่งผลให้ประชากรมีการอพยพออกเพื่อความปลอดภัย”

(S3, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

นักเรียนร้อยละ 14.29 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้น ได้ในระดับดี โดยสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการระบาดส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของประชากรในจังหวัดตาก โดยทำให้ขนาดหรือความหนาแน่นของประชากรลดลง แต่บอกผลกระทบอื่นๆที่ตามมาถูกต้องบางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“การลักลอบเข้ามาในจังหวัดส่งผลให้ประชากรเพิ่มขึ้น เนื่องจากไม่มีผู้เสียชีวิตในขณะนี้ แต่เมื่อเกิดการระบาดจะส่งผลให้ประชากรลดลง”

(S14, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

นักเรียนร้อยละ 21.43 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้น ได้ในระดับปรับปรุง โดยสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการระบาดส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของประชากรในจังหวัดตาก แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร หรือไม่สามารถบอกผลกระทบอื่นๆได้เลย ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ส่งผลให้ประชากรในจังหวัดตากลดลงจากการระบาดของโรค”

(S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

การจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนจำแนกข้อมูลปัญหาผลกระทบของจังหวัดที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ระบาด พบว่า นักเรียนร้อยละ 100 สามารถจำแนกข้อมูลปัญหาการระบาดที่เกิดขึ้นในจังหวัดที่เกี่ยวข้องได้ในระดับดีมาก โดยสามารถจำแนกข้อมูลได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดทุกจังหวัด โดยสามารถนำข่าวการสืบค้นที่เกี่ยวข้องกับการระบาดจำแนกลงตารางได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์จังหวัดตัวแทน

วงจรปฏิบัติที่ 2 เรื่อง รูปแบบการเติบโตของประชากร

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ซึ่งได้แก่ การสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับข่าวประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 และการจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 97.62 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสืบค้นข้อมูลข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19

จากการตรวจสอบชิ้นงานที่นักเรียนได้ร่วมกลุ่มเพื่อสืบค้นข่าวเกี่ยวกับปัญหาการระบาด ซึ่งนักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการระบาด COVID-19 ที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในสหรัฐอเมริกา จากสถานการณ์ระบาด COVID-19 ในสหรัฐอเมริกา พบว่า นักเรียนร้อยละ 78.57 สามารถสืบค้นข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในระดับดีมาก โดยพบว่าการสืบค้นข้อมูลข่าวจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเป็นข้อมูลที่แสดงถึงการเติบโตของประชากร นักเรียนร้อยละ 21.43 สามารถสืบค้นข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในระดับพอใช้ โดยพบว่าการสืบค้นข้อมูลข่าวจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่ได้ข้อมูลบางส่วนที่ไม่แสดงถึงการเติบโตของประชากร

การวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับข่าวประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้น พบว่า นักเรียนร้อยละ 100 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้น ได้ในระดับดีมาก โดยสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการระบาดทำให้การเติบโตของผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นและส่งผลต่อการเติบโตของประชากรรวมในสหรัฐฯ โดยทำให้อัตราการเติบโตของประชากรลดลง และบอกผลกระทบอื่น ๆ ที่ตามมาได้ถูกต้องทั้งหมด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“การระบาดทำให้ผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการเติบโตของประชากรรวมในประเทศ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อ ทำให้การเติบโตของประชากรรวมในประเทศลดลง เนื่องจากการเสียชีวิตของประชากรผู้ติดเชื้อ และการเสียชีวิตของประชากรผู้ติดเชื้อทำให้เกิดการเสียบุคลากรและทรัพยากรในการพัฒนาประเทศ”

(S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

และพบว่านักเรียนบางส่วนอภิปรายในมุมมองที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการระบาดต่อการเติบโตของประชากร แต่ยังคงสะท้อนถึงความสามารถในการการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับข่าวประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 ในระดับดีมาก ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ถ้าประชากรผู้ติดเชื้อมียอดเพิ่มขึ้น ประชากรโดยรวมในประเทศก็จะลดลงหรือคงที่ เพราะมีการเสียชีวิต และถ้าไม่มีการป้องกันอัตราการเสียชีวิตก็จะเพิ่มขึ้น ทำให้ประชากรโดยรวมลดลงไปด้วย แต่ถ้ามีการป้องกันที่ดีขึ้น ประชากรโดยรวมอาจจะยังคงที่และลดลงไม่มาก โดยการระบาดจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียบุคลากร ทรัพยากรทางเศรษฐกิจ ซึ่งต้องมีการฟื้นฟูถึงจะกลับมาเป็นปกติ”

(S7, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

การจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนจำแนกข้อมูลปัญหาผลกระทบของรัฐที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ระบาด พบว่า นักเรียนร้อยละ 100 สามารถจำแนกข้อมูลปัญหาการระบาดที่เกิดขึ้นในรัฐที่เกี่ยวข้องได้ในระดับดีมาก โดยสามารถจำแนกข้อมูลได้ถูกต้องตามเงื่อนไข

ที่กำหนดทุกรัฐ โดยสามารถนำข่าวการสืบค้นที่เกี่ยวข้องกับการระบาดจำแนกกลางตารางได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์รัฐตัวแทน

วงจรรูปปฏิบัติที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา ซึ่งได้แก่ การสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับข่าวประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 และการจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 98.41 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสืบค้นข้อมูลข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19

จากการตรวจสอบชิ้นงานที่นักเรียนได้ร่วมกลุ่มเพื่อสืบค้นข่าวเกี่ยวกับปัญหาการระบาด ซึ่งนักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุปัญหาที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรอินเดีย ในภาวะระบาดของ COVID-19 พบว่านักเรียนร้อยละ 100 สามารถสืบค้นข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในระดับดีมาก โดยพบว่าการสืบค้นข้อมูลข่าวจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเป็นข้อมูลที่แสดงถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากร

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้น พบว่า นักเรียนร้อยละ 85.71 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้นได้ในระดับดีมาก โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรและบอกได้ถึงผลของทุกปัจจัยที่ส่งผลร่วมกันต่อการเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของประชากรดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“การระบาดของเชื้อโควิดทำให้ประชากรผู้ติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากมีการผ่อนปรนมาตรการการป้องกัน เช่น การเปิดห้างของอินเดีย ทำให้ประชากรผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปิดห้างทำให้มีคนรวมตัวกันในห้างเป็นจำนวนมากจึงทำให้ประชากรติดเชื้อเพิ่มขึ้นจากการใกล้ชิดกัน และส่งผลให้ประชากรรวมลดลงจากการตายจากการติดเชื้อ การระบาดยังส่งผลต่อการพัฒนาประเทศจากการสูญเสียประชากรทำให้ขาดแรงงานสำคัญในการพัฒนาประเทศ ทำให้เกิดปัญหาการว่างงาน และการขาดแคลนน้ำและอาหาร”

(S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

นักเรียนร้อยละ 14.29 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระดับจากข้อมูลการสืบค้นได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเติบโตของประชากรและบอกผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยนั้นได้ถูกต้องทุกปัจจัย แต่บอกเพียงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของประชากรอย่างใดอย่างหนึ่งดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ในด้านระบบสาธารณสุข ประเทศอินเดียมีมาตรฐานที่ไม่ดีอยู่แล้ว จึงทำให้เมื่อเกิดการระบาดยิ่งทวีคูณความรุนแรงมากขึ้น ส่งผลให้จำนวนประชากรลดน้อยลง เนื่องจากการเสียชีวิตจากการติดเชื้อจากระบบสาธารณสุขที่ไม่ได้มาตรฐาน”

(S3, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

การจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อยตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนจำแนกข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงประชากรอินเดียซึ่งส่งต่อการเติบโตของประชากร พบว่า นักเรียนร้อยละ 100 สามารถจำแนกข้อมูลปัจจัยที่ส่งต่อการเติบโตของประชากรได้ในระดับดีมาก โดยสามารถจำแนกข้อมูลได้ถูกต้องทุกปัจจัย และเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงประชากรอินเดีย

ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

วงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระดับ COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการคิดเชิงนามธรรม ซึ่งได้แก่ การคัดกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระดับ COVID-19 แล้วนำมาเขียนเป็นแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 55.95 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การคัดกรองข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระดับ COVID-19

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและการตรวจผลการอภิปรายที่นักเรียนคัดกรองข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระดับ COVID-19 พบว่า

นักเรียนร้อยละ 92.86 คัดกรองข้อมูลข่าวได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถคัดกรองข่าวให้เหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่ส่งผลกระทบต่อารเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากรได้ถูกต้องทุกจังหวัด แต่บอกได้แค่บางข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ดังตัวอย่างคำตอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของนักเรียน

“การอพยพของแรงงานเมียนมาร์จากจังหวัดตากเข้ากทม. ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดตากที่ลดลง”

(ไม่ได้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรในจังหวัดกรุงเทพฯ)

(S9, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

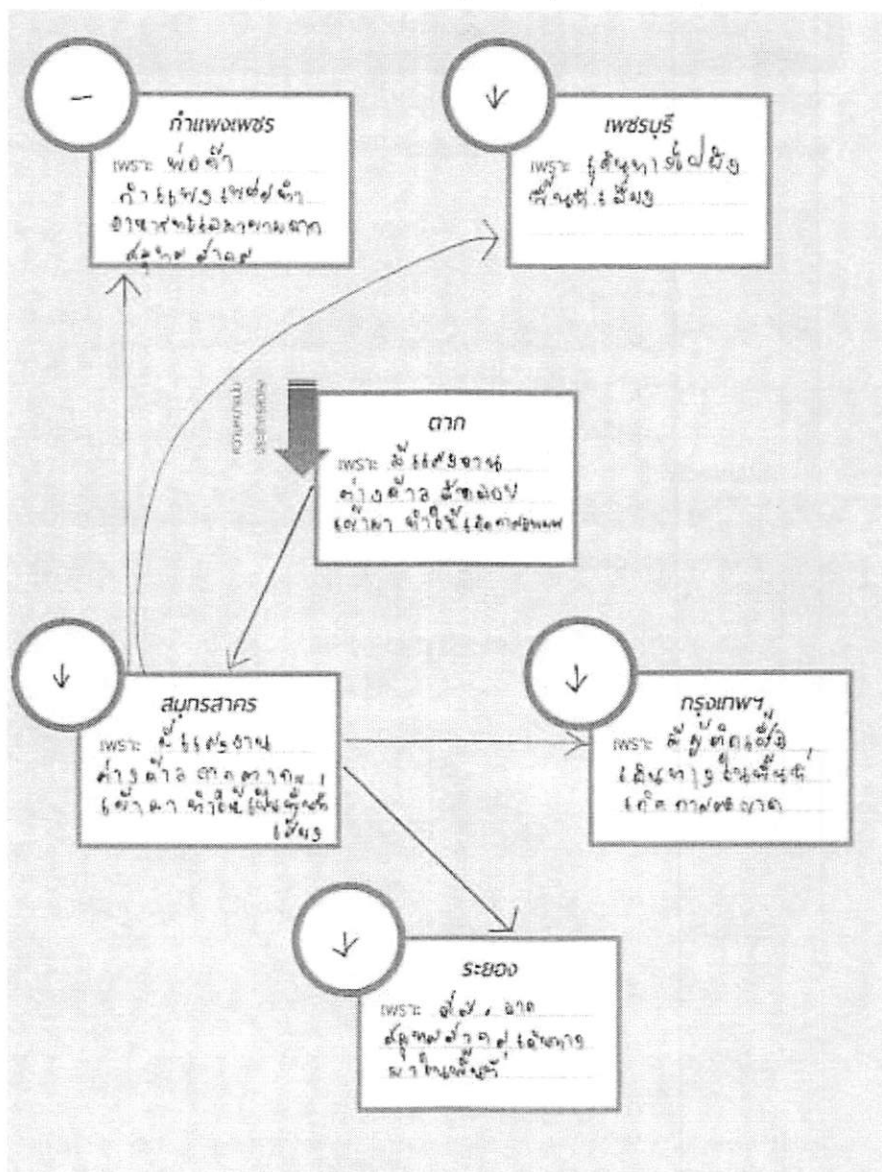
“การลักลอบของแรงงานเมียนมาร์จากสมุทรสาครหนีเข้าระยองทำให้เกิดความวิตกของคนในจังหวัดระยอง และมีคนอพยพออกจากจังหวัดระยอง ทำให้ความหนาแน่นประชากรในระยองลดลง”

(ไม่ได้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรในจังหวัดสมุทรสาคร)

(S14, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

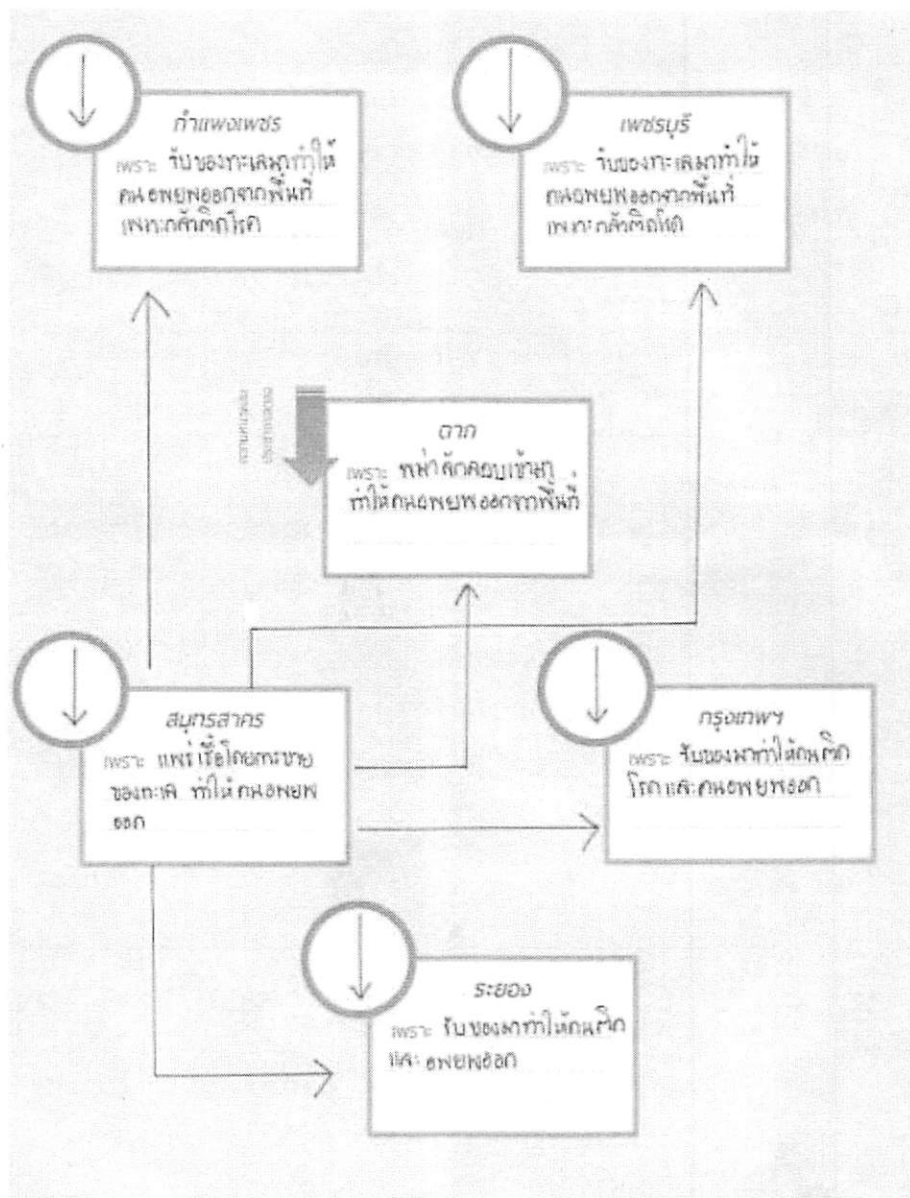
การเขียนเป็นแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนเขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนร้อยละ 7.14 เขียนแผนภาพสถานะได้ในระดับดีมาก โดยสามารถเขียนแผนภาพสถานะที่บอกการเปลี่ยนแปลงของประชากรในจังหวัดตัวแทนพร้อมบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลทุกจังหวัด ดังภาพ 12



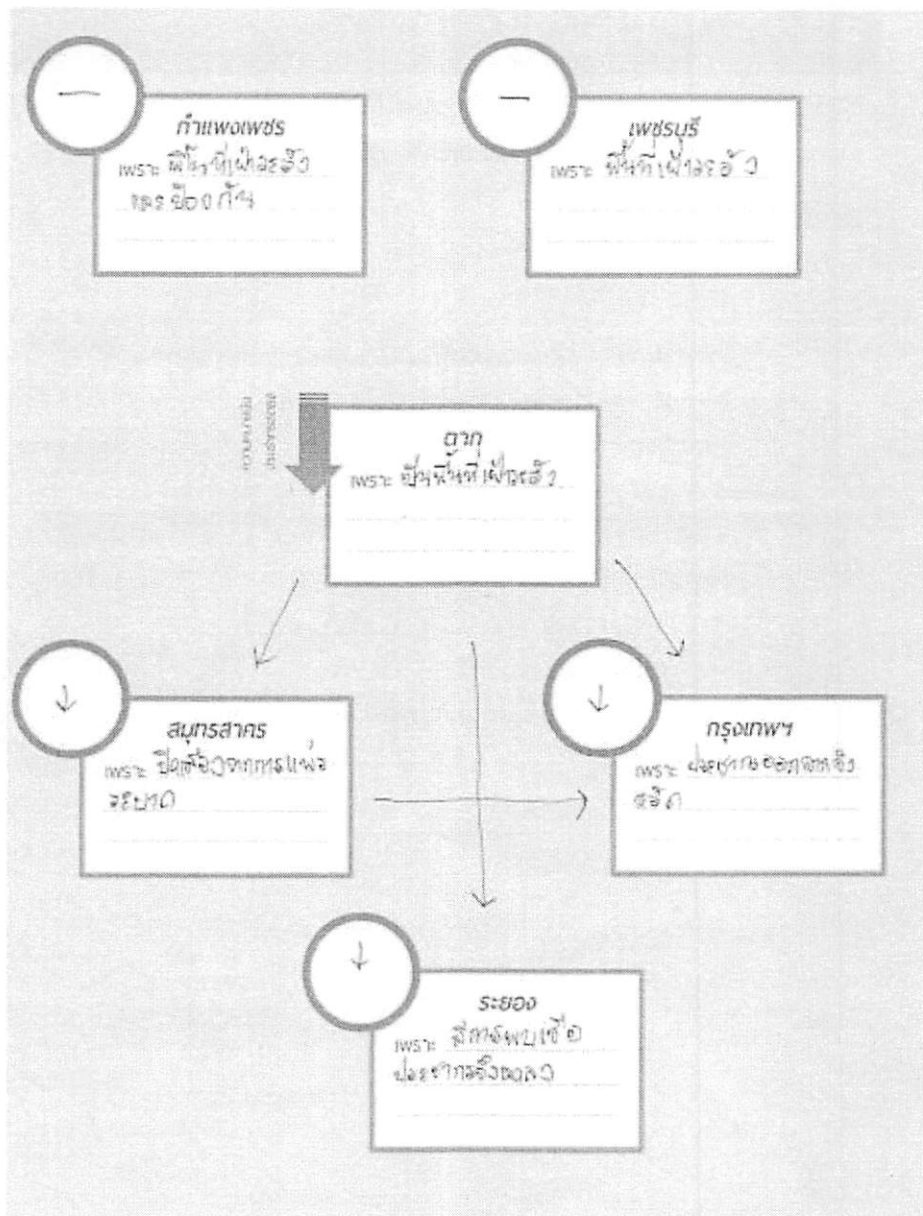
ภาพ 12 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ดีมาก (S5, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

นักเรียนร้อยละ 7.14 เขียนแผนภาพสถานะได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถเขียนแผนภาพสถานะที่บอกการเปลี่ยนแปลงของประชากรในจังหวัดตัวแทนพร้อมบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลบางจังหวัด ดังภาพ 13



ภาพ 13 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ พอใช้ (S12, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

นักเรียนร้อยละ 42.86 เขียนแผนภาพสถานะได้ในระดับปรับปรุง โดยเขียนแผนภาพสถานะที่บอกการเปลี่ยนแปลงของประชากรในจังหวัดตัวแทนได้แต่แสดงเหตุผลไม่สมเหตุสมผลหรือไม่สะท้อนถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง ดังภาพ 14



ภาพ 14 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ปรับปรุง (S6, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 20 มกราคม 2564)

วงจรรูปปฏิบัติที่ 2 เรื่อง รูปแบบการเติบโตของประชากร

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการคิดเชิงนามธรรม ซึ่งได้แก่ การคัดกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 แล้วนำมาเขียนเป็นแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.14 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การคัดกรองข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและการตรวจผลการอภิปรายที่นักเรียนคัดกรองข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 พบว่า นักเรียนร้อยละ 50.00 คัดกรองข้อมูลข่าวได้ในระดับดีมาก โดยสามารถคัดกรองเหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่ส่งผลกระทบต่อ การเติบโตของประชากรได้ถูกต้องทุกรัฐ และบอกได้ถึงทุกข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ดังตัวอย่างคำตอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของนักเรียน

“รัฐที่ล็อกดาวน์จะไม่สัมพันธ์กับรัฐที่ล็อกดาวน์ เพราะมีการปิดเมืองเข้าไม่ได้ โดยนิวยอร์กและนิวเจอร์ซีย์เป็นรัฐที่สามารถไปมาหาสู่กันได้ เพราะมีข้อตกลงและมีพื้นที่ติดกันแม้จะมีการล็อกดาวน์ เลยทำให้ยอดผู้ติดเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั้ง 2 รัฐ ในขณะที่รัฐฟลอริดาและเทกซัสที่ไม่มีการล็อกดาวน์เหมือนกันจะมีการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อทั้งคู่เพราะมีการไปมาหาสู่ระหว่างกัน”

(S4, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

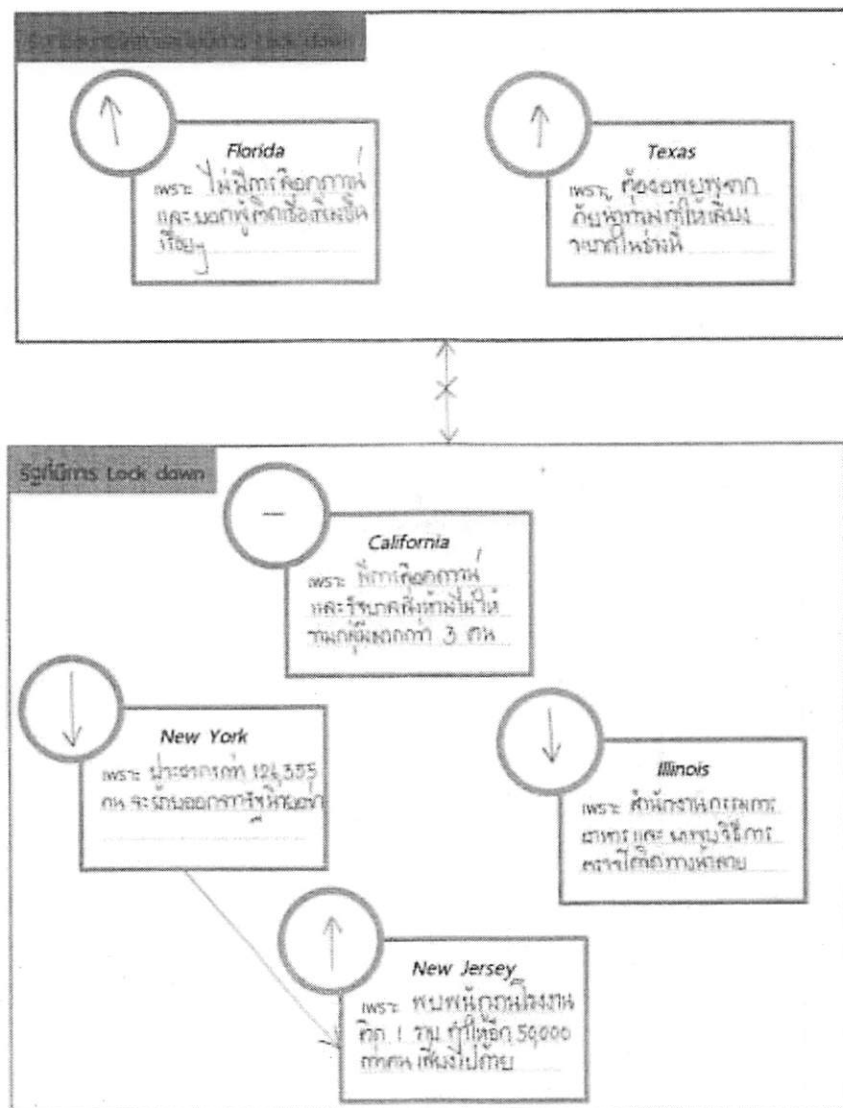
นักเรียนร้อยละ 50.00 คัดกรองข้อมูลข่าวได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถคัดกรองเหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่ส่งผลกระทบต่อ การเติบโตของประชากรได้ถูกต้องทุกรัฐ แต่บอกได้แค่บางข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ดังตัวอย่างคำตอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของนักเรียน

“นิวยอร์ก และเทกซัส มีการระบาดและมีรายงานยอดผู้เสียชีวิตจำนวนมากเหมือนกัน แสดงว่าการระบาดส่งผลต่อจำนวนประชากร เพราะนิวยอร์กเป็นที่ท่องเที่ยว และเทกซัสใหญ่สุดในสหรัฐ”

(S13, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

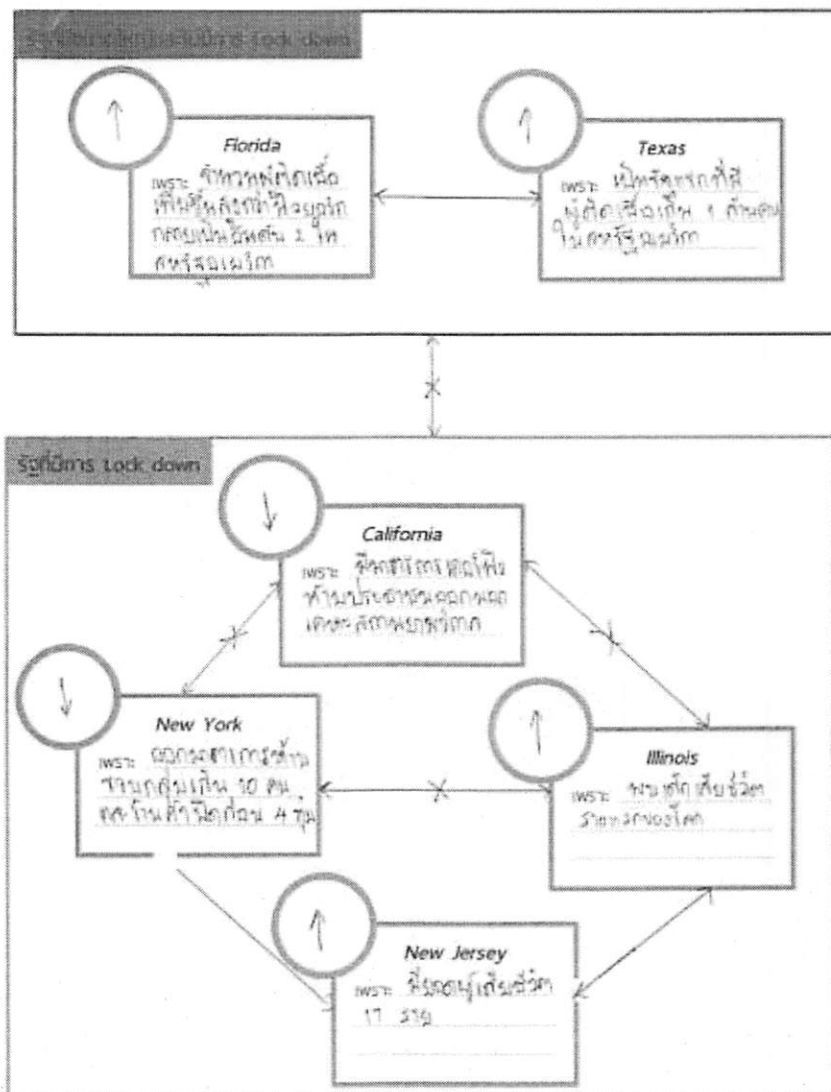
การเขียนเป็นแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนเขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนร้อยละ 42.86 เขียนแผนภาพสถานะได้ในระดับดีมาก โดยสามารถเขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของการเติบโตประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐตัวแทนพร้อมบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลทุกรัฐ ดังภาพ 15



ภาพ 15 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ดีมาก (S12, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

นักเรียนร้อยละ 57.14 เขียนแผนภาพสถานะได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถเขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของการเติบโตประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐตัวแทนพร้อมบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลบางรัฐ ดังภาพ 16



ภาพ 16 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ พอใช้ (S11, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 2 กุมภาพันธ์ 2564)

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการคิดเชิงนามธรรม ซึ่งได้แก่ การคัดกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 แล้วนำมาเขียนเป็นแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อให้ประกอบการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88.10 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การคัดกรองข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและการตรวจผลการอภิปรายที่นักเรียนคัดกรองข้อมูลจากข่าวปัญหาเกี่ยวกับประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 พบว่า นักเรียนร้อยละ 100 คัดกรองข้อมูลข่าวได้ในระดับดีมาก โดยสามารถคัดกรองเหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรได้ถูกต้อง และบอกได้ถึงทุกข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ดังตัวอย่างคำตอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของนักเรียน

“เมื่อเกิดปัญหาภัยแล้ง จะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของชุมชนแออัด เนื่องจากจะมีการอพยพของผู้คนไปยังพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำ และจะทำให้เกิดการว่างงาน และการขาดแคลนน้ำและอาหาร”

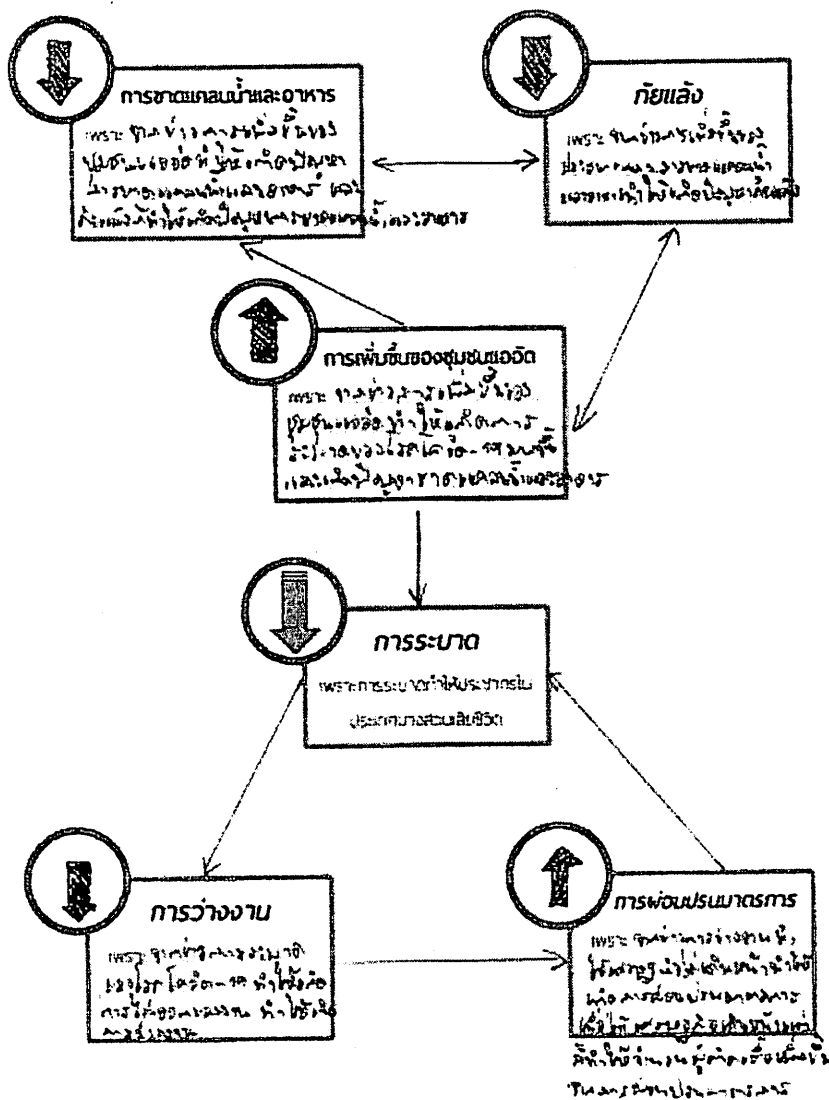
(S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

“การระบาดในอินเดีย ทำให้เกิดการว่างงานและปัญหาทางเศรษฐกิจในอินเดีย ส่งผลให้ประชากรตกงานและทำให้การเติบโตประชากรลดลง จึงมีการออกนโยบายการผ่อนปรนมาตรการมาแก้ปัญหา”

(S6, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

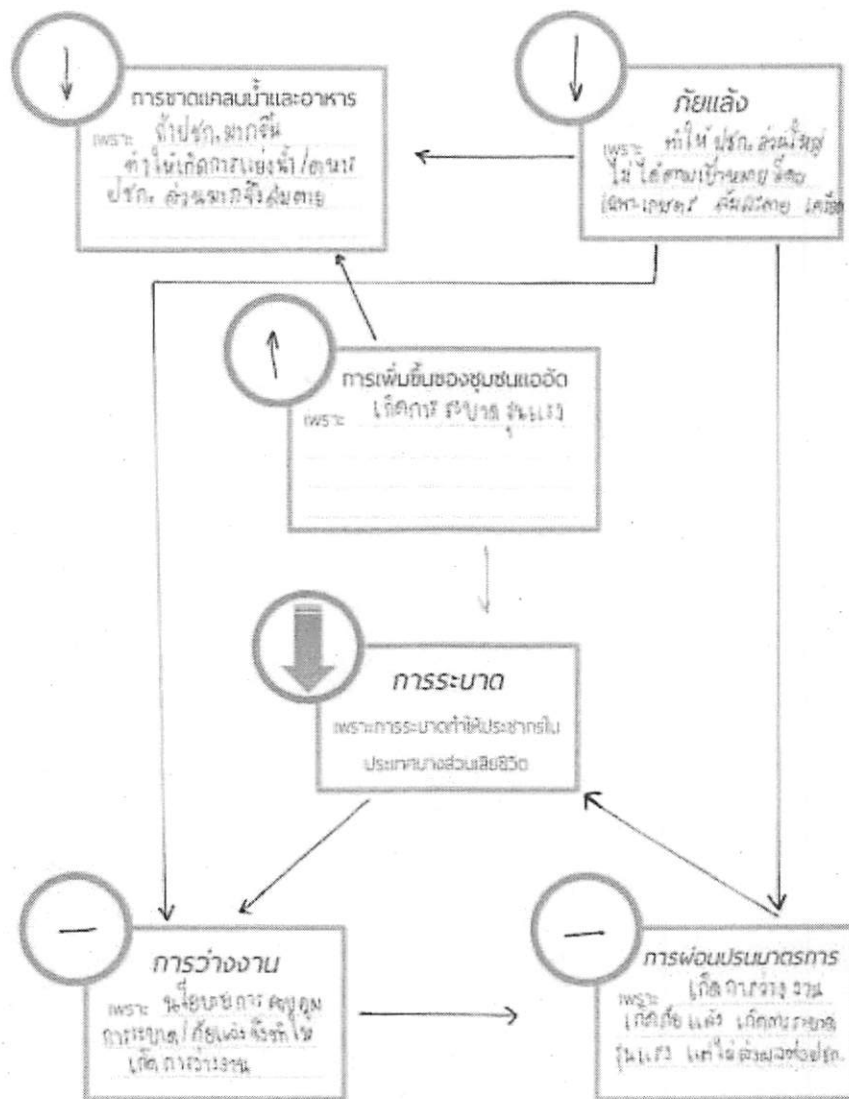
การเขียนเป็นแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่นักเรียนเขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนร้อยละ 64.29 เขียนแผนภาพสถานะได้ในระดับดีมาก โดยสามารถเขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยควบคุมการเติบโตประชากรพร้อมบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลทุกปัจจัย ดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ ดีมาก (S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

นักเรียนร้อยละ 35.71 เขียนแผนภาพสถานะได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถเขียนแผนภาพสถานะที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยควบคุมการเติบโตประชากรพร้อมบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลบางปัจจัย ดังภาพ 18



ภาพ 18 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาในระดับ พอใช้ (S13, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

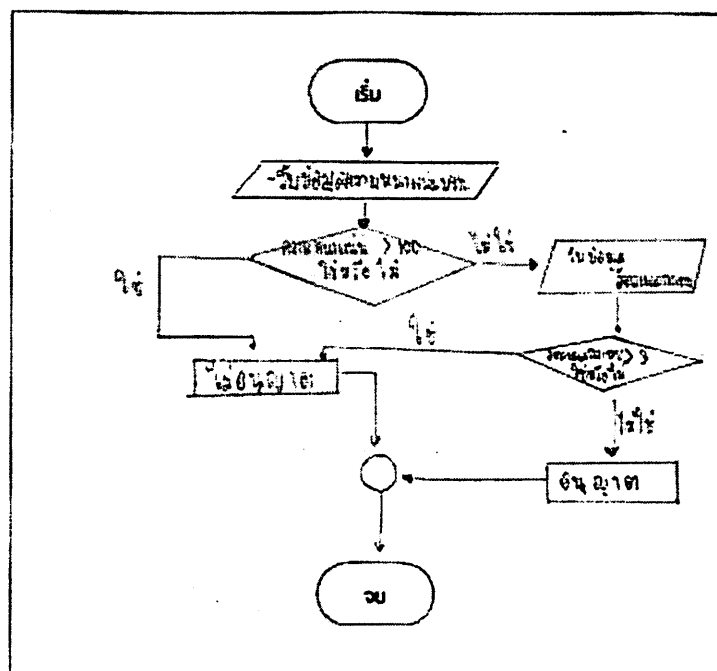
ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms)

วงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี ซึ่งได้แก่ การสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของปัญหาการระบาด COVID-19 ที่เกิดขึ้นกับประชากร โดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula Coding มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 61.90 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงประชากร

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและการตรวจผลการเขียน Formula coding ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ที่นักเรียนสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงประชากร พบว่า นักเรียนร้อยละ 42.86 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ในระดับดีมาก โดยสามารถเขียนแบบผังงานที่มีลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็นเงื่อนไขที่แสดงผลการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 19



ภาพ 19 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ดีมาก (S13, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 22 มกราคม 2564)

และสร้าง Formula coding ที่แสดงผลการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

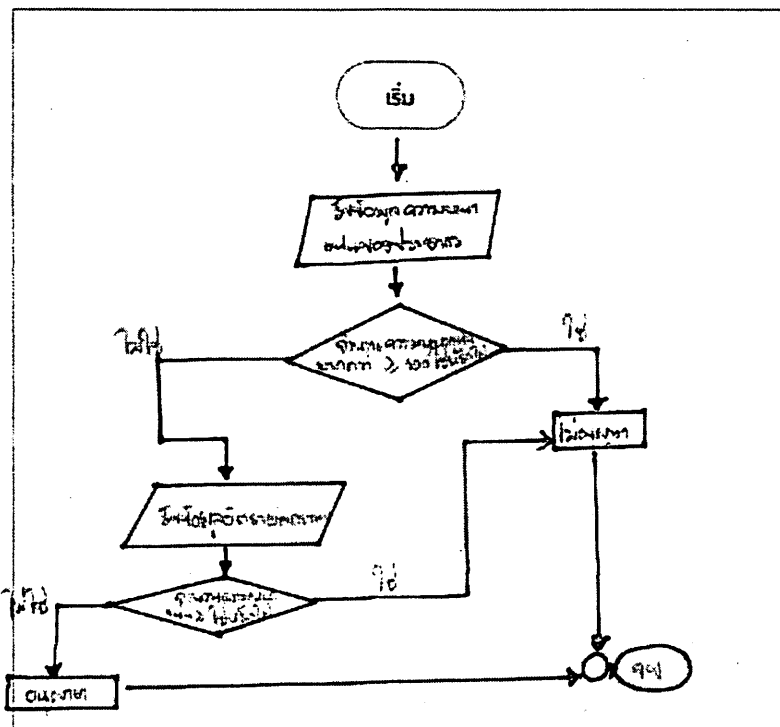
ดั่งภาพ 20

=IF(C2>100,"ไม่อนุญาต",IF(E2>3,"ไม่อนุญาต","อนุญาต"))

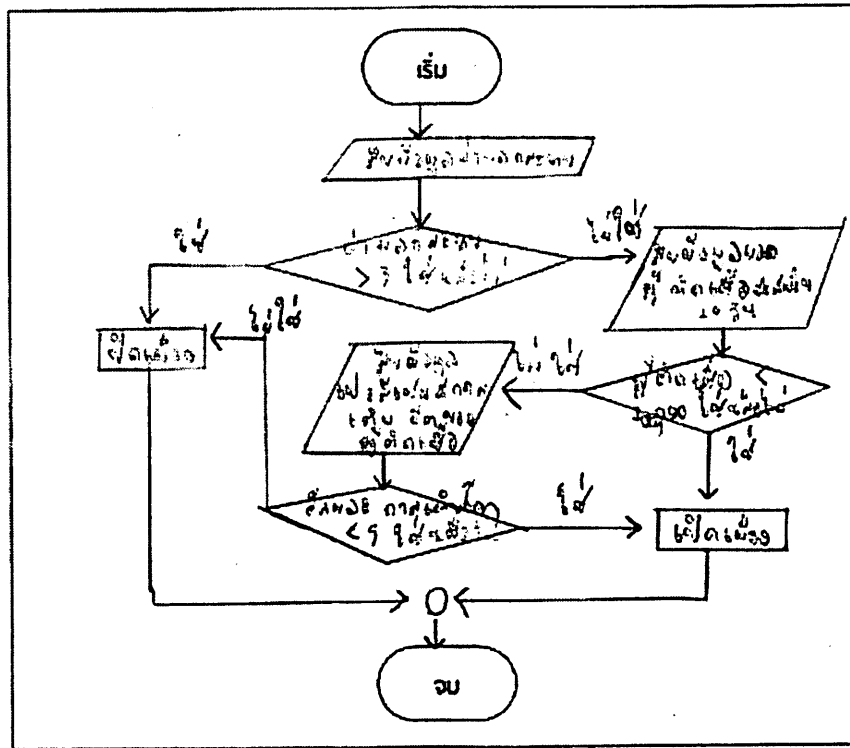
	A	B	C	D	E	F	G
1	จังหวัด	จำนวนประชากร (คน)	พื้นที่(ตร.กม.)	ความหนาแน่น(คน/ตร.กม.)	ระดับผลกระทบ		ผลการตัดสินใจ
2	ตาก	665620	16407	40.57	1		อนุญาต
3	กำแพงเพชร	725867	6807	106.64	4		ไม่อนุญาต
4	เพชรบุรี	485191	6225	77.94	2		อนุญาต
5	กรุงเทพ	5666264	1568.737	3611.99	6		ไม่อนุญาต
6	สมุทรสาคร	584703	872.3	670.30	5		ไม่อนุญาต
7	ระยอง	734753	9200	79.86	3		อนุญาต

ภาพ 20 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ ดีมาก (S13, เอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 1, 22 มกราคม 2564)

นักเรียนร้อยละ 57.14 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ในระดับปรับปรุง โดยไม่สามารถเขียนแบบผังงานได้ หรือเขียนไม่ถูกต้อง ดังภาพ 21



ภาพ 21 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 1 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ปรับปรุง (S9, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 22 มกราคม 2564)



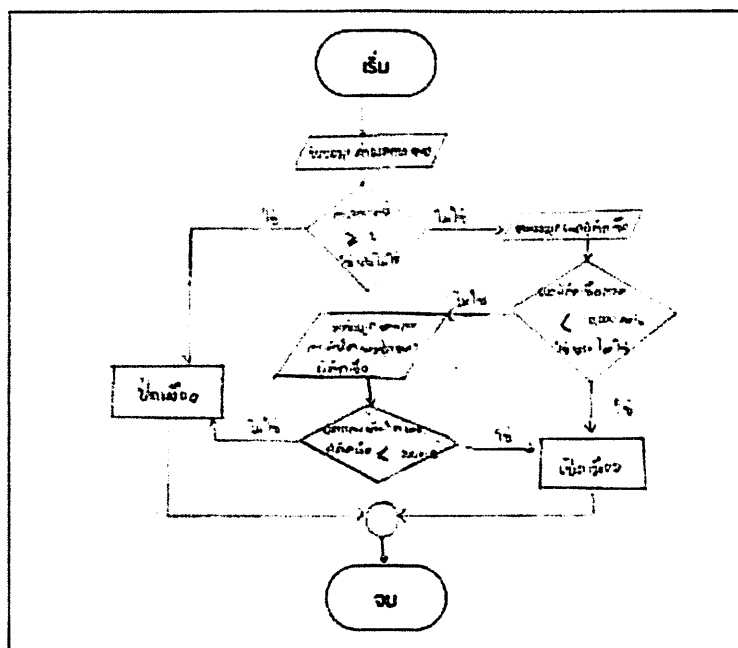
ภาพ 23 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ดีมาก (S5, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

และสร้าง Formula coding ที่แสดงการตัดสินใจในการควบคุมการเปิดประเทศผ่านคำสั่งเงื่อนไขได้ถูกต้อง ดังภาพ 24

รัฐ	ยอดผู้พบติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน	เปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ	จำนวนผลกระทบ	สัดส่วนผลกระทบ	ผลการตัดสินใจ
เท็กซัส	275,894	7.20	4	0.19	Close
ฟลอริดา	147,826	4.50	5	0.24	Close
ฮิลลารี	56,493	-0.20	1	0.05	Open
แคลิฟอร์เนีย	309,190	0.10	2	0.10	Open
นิวเจอร์ซีย์	172,866	6.12	6	0.29	Close
นิวเจอร์ซีย์	69,272	6.21	3	0.14	Open

ภาพ 24 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ ดีมาก (S5, เอกสาร Microsoft Excel ขึ้นที่ 2, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

นักเรียนร้อยละ 21.43 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถเขียนแบบผังงานที่มีลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็นเงื่อนไขที่แสดงผลการตัดสินใจได้ถูกต้อง ดังภาพ 25



ภาพ 25 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ พอใช้ (S8, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

หรือสร้าง Formula coding ที่แสดงการตัดสินใจในการควบคุมการเปิดประเทศผ่านคำสั่งเงื่อนไขได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น นักเรียนกำหนดเครื่องหมายในแบบผังงานไม่สอดคล้องกับเงื่อนไข แต่กำหนดเงื่อนไขในการเขียน Formula coding สอดคล้องกับเงื่อนไข ดังภาพ 26

จังหวัด	ยอดผู้ปวยลิด เชื้อระดมใน รวม 14 วัน	เปอร์เซ็นต์การ เติบโตของ ประชากรผู้ลิด เชื้อ	ลำดับผลกระทบ	สัดส่วนผลกระทบ	ผลการตัดสินใจ
เทกซัส	275,894	7.20	6	0.29	ปิดเมือง
ฟลอริดา	147,826	4.50	5	0.24	ปิดเมือง
อิลลินอยส์	56,493	-0.20	1	0.05	เปิดเมือง
แคลิฟอร์เนีย	309,190	0.10	4	0.19	ปิดเมือง
นิวยอร์ก	172,868	6.12	3	0.14	เปิดเมือง
มิชิแกน	69,272	8.21	2	0.10	เปิดเมือง

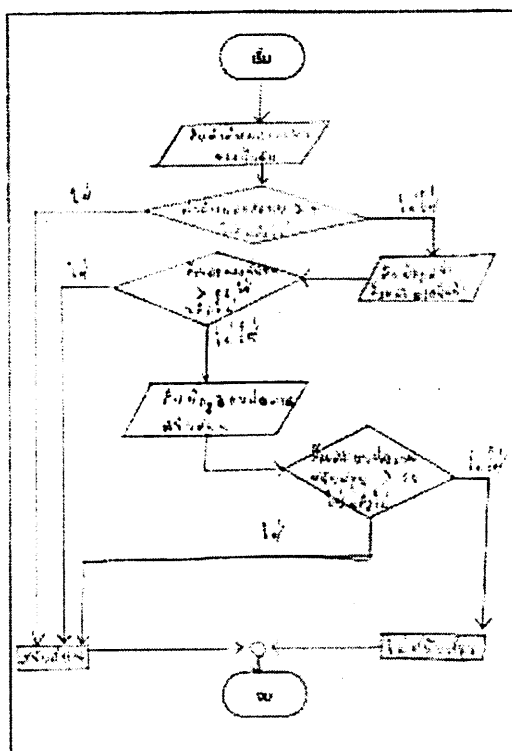
ภาพ 26 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 2 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ พอใช้ (S8, เอกสาร Microsoft Excel ขึ้นที่ 2, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

วจรปฏิบัติที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี ซึ่งได้แก่ การสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของปัญหาการระบาด COVID-19 ที่เกิดขึ้นกับประชากร โดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula Coding มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 97.62 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงประชากร

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและการตรวจผลการเขียน Formula coding ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel ที่นักเรียนสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงประชากร พบว่า นักเรียนร้อยละ 92.86 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ในระดับดีมาก โดยสามารถเขียนแบบผังงานที่มีลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็นเงื่อนไขที่แสดงผลการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 27



ภาพ 27 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ ดีมาก (S5, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

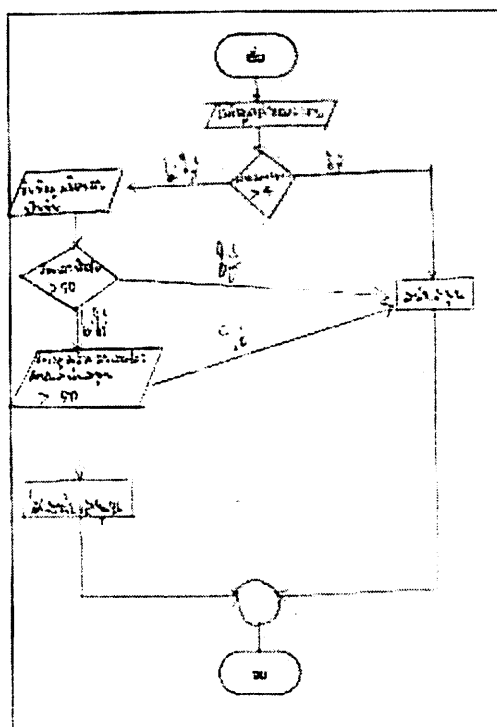
และสร้าง Formula coding ที่แสดงการตัดสินใจในการสนับสนุนงบประมาณในการแก้ปัญหาผ่านคำสั่งเงื่อนไขได้ถูกต้อง ดังภาพ 28

ปัจจัย (ตัวแปร)	ค่าผลกระทบ	ร้อยละ ปัจจัย	ในแง่ของปริมาณสนับสนุน	ผลการตัดสินใจ	สัดส่วนผลกระทบ	ร้อยละผลด้านผลกระทบ	K
การขยาย	4	4%	50	ไม่สนับสนุน	0.15	7.81	7.81
การวางแผน	1	5%	5.5	ไม่สนับสนุน	0.05	2.48	2.48
การขอประมาณการ	5	25%	10	สนับสนุน	0.25		
การประเมินของระบบแล้ว	6	15%	5	สนับสนุน	0.15		
การขาดแคลนงบประมาณ	2	7%	14	สนับสนุน	0.10		
ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม	3	9%	12.5	สนับสนุน	0.14		

รูปการแทนค่า:

ภาพ 28 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ ดีมาก (S5, เอกสาร Microsoft Excel ขึ้นที่ 3, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

นักเรียนร้อยละ 7.14 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ในระดับ พอใช้ โดยสามารถเขียนแบบผังงานที่มีลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็นเงื่อนไขที่แสดงผลการตัดสินใจได้ถูกต้อง ดังภาพ 29



ภาพ 29 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียนแบบผังงานในระดับ พอใช้ (S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

หรือสร้าง Formula coding ที่แสดงการตัดสินใจในการสนับสนุนงบประมาณในการแก้ปัญหาผ่านคำสั่งเงื่อนไขได้ถูกต้อง โดยมีนักเรียน 1 คน เขียนแบบผังงานไม่ถูกต้อง เนื่องจากไม่มีการกำหนดกรอบเงื่อนไขที่ 2 แต่เขียน Formula coding ได้ถูกต้อง ดังภาพ 30

ปัจจัย (ตัวแปร)	ค่าคงที่/ค่าเริ่มต้น	ค่าแปรปรวน	สูตรการประมวลผล	ผลการตัดสินใจ	ค่าส่วนประกอบ	สูตรการคำนวณ	K
กำหนด	5	41	50	สนับสนุน	0.24		
กำหนด	2	52	61	สนับสนุน	0.10		
กำหนด	1	25	10	ไม่สนับสนุน	0.05	1.15	1.15
กำหนด	3	15	5	ไม่สนับสนุน	0.24	2.14	3.34
กำหนด	4	61	14	สนับสนุน	0.19		
กำหนด	0	90	101	สนับสนุน	0.29		

รวมการคำนวณ

ภาพ 30 แสดงชิ้นงานของนักเรียนในวงจรปฏิบัติที่ 3 ที่แสดงการสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยการเขียน Formula coding ในระดับ พอใช้ (S1, เอกสาร Microsoft Excel ชั้นที่ 3, 16 กุมภาพันธ์ 2564)

ทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition)

วงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการหารูปแบบซึ่งได้แก่ การบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.57 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและผลการอภิปรายกราฟที่ได้จากบอร์ดเกมที่นักเรียนบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนร้อยละ 35.71 บอกหรือแสดงให้เห็นแนวโน้มของกราฟได้ในระดับดีมาก โดยสามารถบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรได้ถูกต้องทั้งหมด และบอกได้ว่าไม่ควรอนุญาตให้แรงงานเมียนมาร์เข้าจังหวัดในช่วงที่มีความหนาแน่นของประชากรมากหรือค่าผลกระทบสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“แนวโน้มของกราฟค่อยๆลดลง โดยขึ้นอยู่กับค่าผลกระทบ ยิ่งค่าผลกระทบมาก แนวโน้มของกราฟยิ่งลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว และแนวโน้มของกราฟสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจได้จริง เพราะ เราจะทราบประชากรที่อพยพออกของแต่ละจังหวัด ทำให้รู้ถึงปริมาณที่จำกัดของประชากรในพื้นที่ของตนเอง ว่าจะสามารถรับแรงงานเมียนมาร์ได้หรือไม่”

(S2, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 26 มกราคม 2564)

จากผลการอภิปรายแนวโน้มกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม และการเปรียบเทียบแนวโน้มกราฟระหว่างกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมกับบอร์ดเกม พบว่านักเรียนยังคงสามารถบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ทวีปที่มีความหนาแน่นของคนมากในตอนแรกๆ จะค่อยๆมีแนวโน้มลดลง เพราะทุกคนจะพยายามเดินทางออกจากที่ที่มีการระบาด”

(S9, บันทึกการอภิปรายจากการทำกิจกรรม, 27 มกราคม 2564)

“กราฟที่มีการอพยพออกมีการลดลงเรื่อยๆ แนวโน้มของกราฟที่เล่นเกมมีความแตกต่างกันไปในแต่ละทวีปมีทั้งเพิ่มขึ้น, ลดลงและคงที่ เช่น ทวีปแอฟริกาที่มีความคงที่ของประชากรอเมริกา ประชากรค่อยๆลดลงในทุกๆวัน ออสเตรเลียมีประชากรเพิ่มขึ้นในภายหลังเป็นเพราะอาจมีคนอพยพมาจากประเทศอื่นๆมากขึ้น ในบางทวีปก็ขึ้นๆลงๆแตกต่างกันไปในแต่ละทวีป”

(S14, บันทึกการอภิปรายจากการทำกิจกรรม, 27 มกราคม 2564)

นักเรียนร้อยละ 64.29 บอกหรือแสดงให้เห็นแนวโน้มของกราฟได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังคงบอกได้ว่าไม่ควรอนุญาตให้แรงงานเมียนมาร์เข้าจังหวัดในช่วงที่มีความหนาแน่นของประชากรมากหรือค่าผลกระทบสูง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“หากค่าความหนาแน่นของประชากรก่อนอพยพมากจุดตั้งต้นของกราฟจะอยู่สูง และแนวโน้มของกราฟสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจได้จริง เพราะ เป็นการเขียนตัวเลขในโปรแกรมให้โปรแกรมช่วยคิดออกมา โดยที่เราไม่ต้องคำนวณเอง ทำให้เรารู้ว่าถ้าคนเมียนมาร์เข้ามาเยอะก็อาจจะไม่อนุญาตให้เข้าในจังหวัด”

(S11, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 1, 26 มกราคม 2564)

วงจรถอบปฏิบัติที่ 2 เรื่อง รูปแบบการเติบโตของประชากร

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการหารูปแบบซึ่งได้แก่ การบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.95 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและผลการอภิปรายกราฟที่ได้จากบอร์ดเกมที่นักเรียนบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนร้อยละ 42.86 บอกหรือแสดงให้เห็นแนวโน้มของกราฟได้ในระดับดีมาก โดยสามารถบอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรได้ถูกต้องทั้งหมด และบอกได้ว่าไม่ควรอนุญาตให้เปิดประเทศ หากแนวโน้มการเติบโตของผู้ติดเชื้อยังเพิ่มขึ้น และควรปิดเมืองเพื่อให้แนวโน้มคงที่ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“กราฟการเติบโตของประชากรในรัฐที่ปิดเมืองและเปิดเมืองมีความแตกต่างกัน โดยกราฟที่ปิดเมืองกราฟมีการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนคงที่ แต่กราฟที่เปิดเมืองในช่วงแรกจะคงที่แต่ผ่านไป 5-6 วัน เริ่มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และในวันที่ 8-10 มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขึ้นอยู่กับข้อมูลประชากร ค่าผลกระทบ และสัดส่วนค่าผลกระทบ เมืองที่มีการเปิดเมืองค่าผลกระทบสูง ทำให้กราฟเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจเปิดหรือปิดเมืองได้จริง เพราะจากแนวโน้มกราฟจะทำให้เราคาดคะเนภาพรวมของผู้ติดเชื้อของรัฐที่อาจเกิดขึ้นได้จริง แล้วนำมาประกอบการตัดสินใจเพื่อเปิดหรือปิดเมืองได้ ถ้ามีผู้ติดเชื้อสูงขึ้นก็ควรปิดเมือง”

(S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 2, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

จากผลการอภิปรายแนวโน้มกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม และการเปรียบเทียบแนวโน้มกราฟระหว่างกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมกับบอร์ดเกม พบว่านักเรียนยังคงสามารถบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“การเพิ่มแบบเอ็กโพเนนเชียลมีการระบาดรุนแรงกว่าการเพิ่มแบบลอจิสติก โดยมีการเพิ่มขึ้นของแนวโน้มกราฟของประชากรผู้ติดเชื้อสูงกว่าแบบลอจิสติก”

(S9, บันทึกการอภิปรายจากการทำกิจกรรม, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

“กราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อหลังปิดหรือเปิดเมืองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วจะคงที่ในระยะหลัง แต่กราฟจากบอร์ดเกมจะมีทั้งเพิ่มขึ้น ลดลง เพราะมีการเดินทางของประชากร”

(S13, บันทึกการอภิปรายจากการทำกิจกรรม, 9 กุมภาพันธ์ 2564)

นักเรียนร้อยละ 57.14 บอกหรือแสดงให้เห็นแนวโน้มของกราฟได้ในระดับพอใช้ โดยสามารถบอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ควรอนุญาตให้เปิดประเทศ หากแนวโน้มการเติบโตของผู้ติดเชื้อยังเพิ่มขึ้น และควรปิดเมืองเพื่อให้แนวโน้มคงที่ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“กราฟการเติบโตของประชากรในรัฐที่ปิดเมืองและเปิดเมืองมีความแตกต่างกัน กราฟที่มีการเปิดเมืองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆในตอนแรก แต่เมื่อเวลาผ่านไปมีการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้ออย่างรวดเร็ว ส่วนกราฟที่มีการปิดเมือง จะมีการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรอย่างรวดเร็ว โดยแนวโน้มของกราฟสามารถนำไปใช้บอกได้ว่าควรปิดหรือเปิดเมืองเนื่องจากมีข้อมูลความหนาแน่นของประชากรและยอดผู้ติดเชื้อ ถ้ามีการเติบโตของผู้ติดเชื้อมากไม่ควรเปิดประเทศ”

(S4, บันทึกการอภิปรายจากการทำกิจกรรม, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากรมนุษย์

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงการมีทักษะการหารูปแบบ ซึ่งได้แก่ การบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 97.62 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและผลการอภิปรายกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม ที่นักเรียนบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนร้อยละ 92.86 บอกหรือแสดงให้เห็นแนวโน้มของกราฟได้ในระดับดีมาก โดยสามารถบอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรได้ถูกต้องทั้งหมด และบอกได้ว่าควรสนับสนุนในการแก้ปัญหาปัจจัยบางประการที่ส่งผลให้กราฟการเติบโตของประชากรลดลง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“กราฟการเติบโตของประชากรในรัฐมหาอำนาจและรัฐเกรละมีแนวโน้มแตกต่างกัน ตรงที่รัฐมหาอำนาจเพิ่มขึ้นไวกว่าและคงที่ก่อน แต่รัฐเกรละเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆละค่อยคงที่โดยมีค่า r เป็นตัวกำหนดการคงที่ไวหรือช้า ถ้าค่า r มากจะคงที่ไว ถ้าค่า r น้อยจะคงที่ช้า และสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อสนับสนุนงบประมาณได้ โดยดูจากกราฟหากค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับว่าเศรษฐกิจจะดีขึ้น แต่อาจจะเสี่ยงต่อการติดเชื้อเพิ่มขึ้น แต่หากค่ากราฟลดลงเท่ากับเศรษฐกิจจะลดลงแต่จะทำให้ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อลดลง”

(S1, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 17 กุมภาพันธ์ 2564)

จากผลการอภิปรายแนวโน้มกราฟที่ได้จากบอร์ดเกม และการเปรียบเทียบแนวโน้มกราฟระหว่างกราฟที่ได้จากการทำกิจกรรมกับบอร์ดเกม พบว่านักเรียนยังคงสามารถบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“กราฟที่ได้จากบอร์ดเกมแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่ไม่คงที่ตามปัจจัยต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างเกม ได้แก่ การอพยพ การเดินทาง การเพิ่มของประชากร และการตายของประชากร”

(S5, บันทึกการอภิปรายจากการทำกิจกรรม, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

"กราฟการเติบโตของประชากรในรัฐเกรละและมหาราษฏระจะมีแนวโน้มคล้ายกัน คือ ต่ำลงเหมือนกันและค่อยๆคงที่ โดยที่รัฐเกรละจะมีแนวโน้มต่ำกว่ารัฐมหาราษฏระเล็กน้อย แต่กราฟที่ได้จากบอร์ดเกมในแต่ละทวีปจะมีการเติบโตของประชากรไม่เหมือนกัน มีทั้งเพิ่มขึ้น ลดลง และคงที่ เช่น ทวีปอเมริกาเหนือจะมีการเพิ่มขึ้นของประชากรสูงขึ้นในวันที่ 2 เพราะได้การ์ดเพิ่มประชากรและมีประชากรอพยพเข้า แต่มีการลดลงในวันที่ 4 เพราะมีการใช้การ์ดประชากรตาย"

(S11, บันทึกการอภิปรายจากการทำกิจกรรม, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

นักเรียนร้อยละบอกหรือแสดงให้เห็นแนวโน้มของกราฟได้ในระดับพอใช้ โดยบอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่สามารถสนับสนุนในการแก้ปัญหา ปัจจัยบางประการที่ส่งผลให้กราฟการเติบโตของประชากรลดลง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

"กราฟการเติบโตของประชากรในรัฐเกรละและมหาราษฏระจะมีแนวโน้มเหมือนกัน คือ ค่อยๆเพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มของกราฟสามารถนำมาใช้ร่วมในการตัดสินใจเพื่อสนับสนุนงบประมาณเพื่อดูแนวทางในการเติบโตของประชากรต่อไป"

(S2, แบบบันทึกการทำกิจกรรมที่ 3, 17 กุมภาพันธ์ 2564)

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน

ผู้วิจัยขอสรุปผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ดังตาราง 19 และ 20

ตาราง 19 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างผลจากแบบบันทึกการทำกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียน และผลจากแบบประเมินจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	ใบกิจกรรม		แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	
	ร้อยละของคะแนน	ระดับ	ร้อยละของคะแนน	ระดับ
ทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา	92.86	ดีมาก	92.06	ดีมาก
ทักษะการคิดเชิงนามธรรม	77.38	ดี	76.19	ดี
ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี	84.13	ดีมาก	90.48	ดีมาก
ทักษะการหารูปแบบ	85.71	ดีมาก	86.51	ดีมาก

จากตาราง 19 สามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และจากแบบบันทึกการทำกิจกรรม เท่ากับ ร้อยละ 85.02 และ 86.31 ตามลำดับ โดยคิดเป็นระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณในระดับ ดีมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 ได้

เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและใบกิจกรรมของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีการทักษะการคิดเชิงคำนวณสอดคล้องกันจากเครื่องมือทั้งสองชนิด โดยผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิจัยโดยภาพรวมดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงการเปรียบเทียบโดยภาพรวมของทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประชากร

รายการ	ร้อยละของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ										ระดับ ทักษะการ คิดเชิง คำนวณ
	ทักษะการแยก ส่วนประกอบและ การย่อปัญหา		ทักษะการคิดเชิง นามธรรม		ทักษะการออกแบบ ขั้นตอนวิธี		ทักษะการหารูปแบบ		คะแนนรวม เต็ม 12 คะแนน		
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
สอบก่อนเรียน	1.55	51.59	1.43	47.62	0.00	0.00	1.00	33.33	3.98	33.17	พอใช้
วงจรที่ 1	2.48	82.54	1.68	55.95	1.86	61.90	2.38	78.57	8.4	70.00	ดี
วงจรที่ 2	2.93	97.62	2.46	82.14	2.79	92.86	2.46	80.95	10.64	88.67	ดีมาก
วงจรที่ 3	2.95	98.41	2.82	94.05	2.93	97.62	2.92	97.62	11.62	96.83	ดีมาก
สอบหลังเรียน	2.76	92.06	2.29	76.19	2.71	90.48	2.60	86.51	10.36	86.33	ดีมาก

จากตาราง 20 สามารถสรุปทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบบันทึกการทำกิจกรรม โดยแสดงร้อยละของคะแนนรวมถึงระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาดของ COVID-19 ดังนี้

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้วิเคราะห์จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนที่มีคะแนนน้อยที่สุด คือ ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี และทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนที่มีคะแนนมากที่สุด คือ ทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา หลังการจัดการเรียนรู้ ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มีคะแนนน้อยที่สุด คือ ทักษะการคิดเชิงนามธรรม และทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนที่มีคะแนนมากที่สุด คือ ทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของทักษะการคิดเชิงคำนวณพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นจาก 3.98 คะแนน เป็น 10.63 คะแนน

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้วิเคราะห์จากแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน ในแต่ละวงจร พบว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 1 ที่มีคะแนนรวมเท่ากับ 8.4 คะแนน เป็น 11.62 ในวงจรที่ 3 เมื่อพิจารณาทักษะที่มีคะแนนมากที่สุดของทุกวงจร คือ ทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา ส่วนทักษะที่มีคะแนนน้อยที่สุดของวงจรที่ 1 คือ ทักษะการคิดเชิงนามธรรม วงจรที่ 2 คือ ทักษะการคิดเชิงนามธรรมและทักษะการหารูปแบบ และวงจรที่ 3 คือ ทักษะการคิดเชิงนามธรรม

จากผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding โดยพิจารณาจากผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างการจัดการเรียนรู้จากแบบบันทึกการทำกิจกรรมของนักเรียน โดยพบว่านักเรียนมีการพัฒนาของคะแนนและระดับการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียนที่มีคะแนน 3.98 คะแนน เป็น 10.36 คะแนน จัดอยู่ในระดับ พอใช้ เป็น ดีมาก เช่นเดียวกับผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละวงจรปฏิบัติการของนักเรียนที่มีระดับสูงขึ้นตั้งแต่วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 3 ที่มีคะแนน 8.4, 10.64 และ 11.62 จัดอยู่ในระดับ ดี, ดีมาก และ ดีมาก ตามลำดับ โดยพบว่าทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหามีคะแนนมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษา แนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับ บอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์ระบาด COVID-19 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดอุทัยธานี ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 14 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบบันทึกการทำกิจกรรม และแบบวัด ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร ได้มีการเตรียมการจัดการ เรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ สังเกตการณ์ สะท้อนผลการจัดการ เรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการสรุปการวิจัยครั้งนี้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและ การเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 1 การเข้าความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหา (Engagement) เป็นการเลือกนำ สถานการณ์ข่าวการเปลี่ยนแปลงของประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 ที่เป็นปัจจุบันมา

ใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการขยายมุมมองแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของประชากร ผ่านการนำเสนอคลิปวีดีทัศน์ข่าว จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับมุมมองปัญหาการระบาด และระบุถึงประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 การสำรวจปัญหา (Exploration) เป็นการให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาการระบาดที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบจนไปสู่ข้อค้นพบในการแก้ไขปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

2.1 การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) เป็นการแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อสืบค้นข่าวระบอบ COVID-19 จากอินเทอร์เน็ต บันทึกหัวข้อและเนื้อหาสำคัญของข่าว พร้อมอ้างอิงแหล่งที่มาลงในเอกสารออนไลน์ จากนั้นวิเคราะห์เพื่อจำแนกข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหาลงในแบบบันทึกการทำกิจกรรมตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วให้นักเรียนพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนประเด็นข่าวระหว่างกลุ่มหลังการสืบค้นเพื่อขยายความเข้าใจบริบทข่าว ทำให้มีข้อมูลมากขึ้นและเพียงพอต่อการนำไปจำแนกและคัดกรองเพื่อหาทางออกในการแก้ไขปัญหา

2.2 การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เป็นการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกมาคัดกรองให้เหลือเฉพาะข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นการจัดระบบข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาย่อยเป็นเหตุเป็นผล ผ่านการสร้างแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่ให้นักเรียนระบุแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรในสถานการณ์ระบอบ COVID-19 พร้อมเหตุผลที่ส่งผลให้ประชากรมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลข่าวที่ได้จากการแบ่งปัญหา แล้วลากลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลข่าว โดยครูมีการพูดให้คำแนะนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลข่าว ก่อนที่จะมีการนำแผนภาพสถานะมาพิจารณาถึงค่าผลกระทบสำหรับการนำไปสร้างอัลกอริทึม

2.3 การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) เป็นการให้นักเรียนเขียนแบบผังงาน (Flowchart) เพื่อสร้างขั้นตอนในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาย่อยที่เกี่ยวข้องกับการระบาด COVID-19 แล้วใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเขียน Formula coding ผ่านการเขียนคำสั่งเงื่อนไข (IF) เพื่อหาผลการตัดสินใจ โดยการเพิ่มระดับของความซับซ้อนของการเขียนอัลกอริทึมในแต่ละวงจรปฏิบัติ

2.4 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) เป็นการให้นักเรียนนำกราฟเส้นที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้สูตรความสัมพันธ์ทางประชากรศาสตร์ เพื่อแสดงแนวโน้มที่เกิดจากผลของการแก้ปัญหาย่อย มาใช้ในอภิปรายแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง

ประชากร เพื่อนำไปสู่การเสนอแนวทางในการอภิปรายการแก้ปัญหาอย่างละเอียดลึกซึ้ง โดยใช้ประเด็นการอภิปรายที่หลากหลาย

ขั้นที่ 3 การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา (Explanation) เป็นการให้นักเรียนอภิปรายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปัญหาผ่านกระบวนการคิดเชิงคำนวณ จนได้ข้อตัดสินใจในการแก้ไข ปัญหา และแนวโน้มจากกราฟมาใช้ในการอภิปรายลงข้อสรุป เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการแก้ไข ปัญหาสถานการณ์โรคระบาด ทำให้นักเรียนมีโอกาสเสนอมุมมองการแก้ปัญหาที่มากกว่า การสร้างข้อตัดสินใจผ่านคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังเป็นการเชื่อมโยงวิธีในการแก้ปัญหาเข้าสู่ชีวิตจริง โดยครูมีการกระตุ้นการอภิปรายผ่านคำถามนำอภิปรายที่เข้าใจง่าย และมีการถามเพื่อขยายความเข้าใจเพิ่มเติม

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการให้นักเรียนนำผลการแก้ปัญหาที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากการใช้บอร์ดเกม Covidea Series 1-3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจพลวัตของประชากรในสถานการณ์โรคระบาด COVID-19 ผ่านการเอาชนะคู่ต่อสู้โดยต้องพยายามเอาตัวรอดจากการระบาดและพยายามแพร่เชื้อให้คู่ต่อสู้ในเวลาเดียวกัน พร้อมบันทึกข้อมูลการระบาด แล้วนำไปสร้างเป็นกราฟเพื่อแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรแต่ละทวีปในสภาวะระบาด นำไปสู่การอภิปรายการแก้ปัญหาเชิงลึกบนพลวัตประชากร

ขั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล (Evaluation) เป็นการสรุปบทเรียนผ่านการพูดคุยเพื่ออภิปรายสรุปเนื้อหา ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของเนื้อหา โดยมีการตรวจทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบบันทึกการทำกิจกรรม ทำให้ได้ทราบผลของการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียน

2) ผลการศึกษาการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร

ภายหลังการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มขึ้นทั้งระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยพบว่านักเรียนมีการพัฒนาของคะแนนและระดับการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียนที่มีคะแนน 3.98 คะแนน เป็น 10.36 คะแนน จัดอยู่ในระดับ พอใช้ เป็น ดีมาก เช่นเดียวกับผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละวงจรปฏิบัติการของนักเรียนที่มีระดับสูงขึ้นตั้งแต่วงจรที่ 1

ถึงวงจรที่ 3 ที่มีคะแนน 8.4, 10.64 และ 11.62 จัดอยู่ในระดับ ดี, ดีมาก และ ดีมาก ตามลำดับ โดยพบว่าทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหาที่มีคะแนนมากที่สุด

แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1) การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจด้วยสถานการณ์ปัญหา ในขั้นนี้ครูเสนอตัวอย่างข่าว โดยใช้คลิปวิดีโอที่ค้นสถานการณ์ข่าวที่น่าสนใจ เป็นปัจจุบัน และสะท้อนถึงปัญหาของประชากรในสภาวะระบาด COVID-19 ตามเนื้อหาของจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสถานการณ์ข่าวที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข่าวปัญหาการระบาด COVID-19 ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งได้แก่ ข่าวปัญหานักท่องเที่ยวลดลงในจังหวัดระยองที่ส่งผลกระทบต่อขนาดและความหนาแน่นของประชากร ข่าวปัญหาวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของคนอินเดียที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ และข่าวสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมในบราซิลและอินเดียที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากร ทำให้นักเรียนสนใจในสถานการณ์ปัญหามากขึ้น สอดคล้องกับ ฤดีรัตน์ แ่งหอม (2559) ที่กล่าวว่าครูจะต้องนำเสนอภาพหรือสถานการณ์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียนเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้น และมีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากร ผลกระทบ และเปรียบเทียบสถานการณ์การระบาดจากข่าวร่วมกัน นำไปสู่การแลกเปลี่ยนมุมมองแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาการระบาดที่หลากหลาย สอดคล้องกับ พงษ์จิตร นานบุญมี (2560) ที่กล่าวว่า การได้มาซึ่งองค์ความรู้ของนักเรียนนั้นจะมาจากการสืบค้น การอภิปราย หรือแบ่งปันความเข้าใจที่มีร่วมกัน

ขั้นที่ 2 การสำรวจปัญหา

2.1 การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ในขั้นนี้มีการแบ่งกลุ่มเพื่อสืบค้นข่าวจากอินเทอร์เน็ต ที่แสดงถึงปัญหาสถานการณ์ระบาด COVID-19 เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในการแลกเปลี่ยนมุมมองของเนื้อหาข่าวในระหว่างการสืบค้น จากการพูดคุยภายในกลุ่ม ซึ่งช่วยให้เกิดการทำความเข้าใจข่าวร่วมกันเพื่อขยายขอบเขตของข้อมูล อีกทั้งยังเป็นการลดระยะเวลาในการสืบค้นลง จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์เพื่อจำแนกข่าวที่เกี่ยวข้องกับปัญหาตามเงื่อนไขที่ครูกำหนด เพื่อให้เอื้อต่อการนำข้อมูลมาใช้แก้ไขปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rosario (2009) ที่กล่าวว่า การอภิปรายที่เกิดขึ้นในกระบวนการกลุ่มช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการพิจารณาข้อมูลมากขึ้น จากการแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน โดยสถานการณ์ข่าวที่ใช้เป็นสถานการณ์จากบริบทจริง ซึ่งส่งผลดีต่อการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในอนาคต สอดคล้องกับแนวคิดของ Taconis, Brok and Pilot (2016) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้จากบริบทจริงและมีความหมายต่อนักเรียนจะช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในระยะยาวที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

จากผลของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าทักษะด้านอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 92.06 สอดคล้องกับการพัฒนาของการคิดเชิงคำนวณระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่สูงกว่าทักษะด้านอื่น ๆ เช่นกัน สะท้อนถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยส่งเสริมทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหาของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีการนำบริบทของข่าวที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งเป็นสถานการณ์ระบาด COVID-19 ที่มีความหมายต่อผู้เรียน เข้ามาใช้ในการให้นักเรียนแยกส่วนประกอบของปัญหาซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสนใจในการแยกปัญหามากขึ้น จากงานวิจัยของ Standl (2017) ที่ศึกษาผลของการนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริง พบว่านักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาผ่านการคิดเชิงคำนวณมากขึ้น แต่นักเรียนบางส่วนยังคงสับสนในลำดับขั้นของการคิดที่ต้องมีการแยกปัญหา งานวิจัยนี้จึงได้ข้อค้นพบเพิ่มเติมว่าการนำสถานการณ์ปัญหาของโรคระบาด ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นปัจจุบันและมีข้อมูลข่าวสำหรับการให้นักเรียนนำมาใช้ในการแยกส่วนประกอบและย่อยปัญหาที่มากและเพียงพอ สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหาได้

2.2 การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกข่าวมาคัดกรองให้เหลือเฉพาะข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหาการระบาดของ COVID-19 ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์ข่าวที่ได้จากการจำแนกว่าข่าวใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของประชากร ซึ่งเป็นการจัดระบบข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล ผ่านการสร้างแผนภาพสถานะ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลข่าวการระบาดของ COVID-19 ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย สอดคล้องกับ Ladachart and Yuenyoung (2017) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจและชัดเจน เนื่องจากข้อมูลมีจำนวนมาก ซับซ้อน และสื่อความหมายได้ไม่ตรง โดยครูมีการพูดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลข่าวหากเป็นสถานการณ์ข่าวที่นักเรียนอาจไม่คุ้นชินในบริบท สอดคล้องกับงานวิจัยของ Catete et al. (2018) ที่กล่าวว่าการสร้างความสนใจและนำการเชื่อมโยงบริบทของครูช่วยส่งเสริมความร่วมมือในการทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ก่อนที่จะมีการนำแผนภาพสถานะมาพิจารณาถึงค่าผลกระทบของแต่ละจังหวัด รัฐ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โรคระบาด

จากผลของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านทักษะการคิดเชิงนามธรรมหลังการจัดการเรียนรู้ต่ำกว่าทักษะด้านอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 76.19 สอดคล้องกับการพัฒนาของการคิดเชิงคำนวณระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่น้อยกว่าทักษะด้านอื่น ๆ เช่นกัน จากผลการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมและแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคัดกรองข่าวที่เหลือเฉพาะข้อมูลที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้อย่างถูกต้อง สาเหตุเป็นเพราะบริบทสถานการณ์การระบาดในต่างประเทศที่นำมาใช้ เป็นบริบทที่ค่อนข้างไกลตัวนักเรียน จึงทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถบอกถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลการระบาดได้ เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจในบริบทของข้อมูลอย่างลึกซึ้ง จึงทำให้ไม่สามารถเขียนแผนภาพสถานะที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Guatam, Bortz and Tatar (2020) ที่กล่าวว่าการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนามธรรมควรให้นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาข้อมูลอย่างลึกซึ้ง ผ่านการนำเสนอข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นรูปธรรมของข้อมูล แต่อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนมีพัฒนาการของการคิดเชิงคำนวณเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ ซึ่งอาจเป็นเพราะบทบาทของครูในการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบริบทของข้อมูลและฝึกการเชื่อมโยงข้อมูล เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างลุล่วง (Catete et al., 2018)

2.3 การออกแบบอัลกอริทึม ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนเขียนแบบผังงานตามเงื่อนไขในการแก้ปัญหา เพื่อสร้างขั้นตอนในการตัดสินใจแก้ปัญหาการระบาด COVID-19 พบว่าการเพิ่มระดับความซับซ้อนของการเขียนแบบผังงานในแต่ละวงจรจาก 2 เงื่อนไขในวงจรที่ 1 สู่ 3 เงื่อนไขที่มีการเชื่อมด้วยความสัมพันธ์ "และ" (โดยมีการสอดแทรกการอธิบายการเชื่อมด้วยความสัมพันธ์ "หรือ" ซึ่งเป็นการปูพื้นฐานความรู้ก่อนถึงวงจรที่ 3) ในวงจรที่ 2 และ 3 เงื่อนไขมีการเชื่อมด้วยความสัมพันธ์ "หรือ" ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ทำให้นักเรียนมีการเขียนผังงานที่พัฒนาขึ้น จากนั้นนักเรียนนำแบบผังงานมาใช้ในการเขียน Formula coding ผ่านการเขียนคำสั่งเงื่อนไข (IF) เพื่อหาผลการตัดสินใจจากตัวแปรที่กำหนด ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยงานวิจัยนี้ได้ให้นักเรียนนำค่าตัวเลขที่เป็นข้อมูลของการระบาดและค่าผลกระทบ มากรอกลงในแผ่นงานและใช้การเขียนคำสั่งเงื่อนไขตามแบบผังงาน เพื่อหาข้อสรุปในการตัดสินใจแก้ปัญหา พบว่านักเรียนสามารถเขียน Formula Coding ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรได้ สอดคล้องกับ Lee et al. (2019) and Matsumoto and Cao (2017) ที่มีการใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้นักเรียนจัดการข้อมูลตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสร้างฟังก์ชัน พบว่าสามารถช่วยพัฒนาทักษะการสร้างอัลกอริทึมได้ เนื่องจากการเขียน Formula coding ผ่าน Microsoft Excel ช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนคำสั่งที่อาจสร้างความสับสน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดของการเขียนคำสั่งเงื่อนไขได้ด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการสร้างอัลกอริทึมได้ง่ายขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Peel, Sadler and Friedrichsen (2019) ที่มีการจัดหน่วยการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาทักษะการสร้างอัลกอริทึมจากที่มีความซับซ้อนน้อยไปมาก อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Hambrusch et al. (2009) ที่กล่าวว่า การนำปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์ที่สามารถจำลองให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเชิงตัวเลข เข้ามาใช้กำหนดสถานการณ์ให้กับนักเรียนในการเขียนอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนที่ขาดทักษะพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมมาก่อน จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างชิ้นงานการเขียนอัลกอริทึมมากขึ้น

จากผลของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านการออกแบบอัลกอริทึมในวงจรปฏิบัติที่ 1 เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนมากกว่าทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านอื่น ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเขียนแบบผังงานร่วมกับการสร้าง Formula coding ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel สามารถช่วยพัฒนาทักษะการออกแบบอัลกอริทึมได้ เนื่องจากการให้นักเรียนได้สร้างแบบผังงานเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจะทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นขั้นตอนในการพิจารณาค่าตัวแปรและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบสองทางเลือก (ใช่-ไม่ใช่) จึงสามารถนำมาเขียน Formula coding ที่เป็นคำสั่ง

เงื่อนไขเพื่อตัดสินใจตามค่าและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบสองทางเลือกได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xinogalos (2013) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้สร้างแบบผังงานมีส่วนช่วยสำหรับการเขียนคำสั่งโปรแกรมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะนักเรียนที่ขาดพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมมาก่อน โดยงานวิจัยนี้ได้ข้อค้นพบเพิ่มเติมว่าการนำแบบผังงานเข้ามาช่วยในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกับการเขียน Formula coding ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel สามารถช่วยพัฒนาทักษะการออกแบบอัลกอริทึมของนักเรียนได้ โดยทั้ง 2 แนวทางต่างมีส่วนช่วยร่วมกันในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการออกแบบอัลกอริทึม (Giordano & Maiorana, 2015) นอกจากนี้แล้วการพัฒนาของคะแนนทักษะการออกแบบอัลกอริทึมระหว่างวงจรที่ 1 และ 2 ที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าทักษะด้านอื่น ๆ ยังชี้ให้เห็นว่าการเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยการให้ความรู้สำหรับการเขียนแบบผังงานและ Formula coding ยังเป็นอีกปัจจัยความสำเร็จที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยการ ศิริรัตน์ (2562) ที่มีการเตรียมความรู้พื้นฐานให้นักเรียน และมีการบูรณาการความรู้เข้ากับการเขียนโปรแกรมตามแบบผังงาน พบว่านักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องตามแบบผังงานที่ออกแบบไว้

2.4 การพิจารณารูปแบบของปัญหา ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนได้นำกราฟเส้นที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้สูตรความสัมพันธ์ทางประชากรศาสตร์ เพื่อแสดงแนวโน้มที่เกิดจากผลของการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นแนวโน้มของการเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงของประชากร ดังตัวอย่างในวงจรที่ 2 นักเรียนได้นำกราฟเส้นที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐตัวแทนของสหรัฐอเมริกาหลังการตัดสินใจเปิดเมืองมาใช้สำหรับพิจารณาแนวโน้มในการแก้ปัญหาเพื่อควบคุมการระบาด สอดคล้องกับ Khasyyatillah and Osman (2019) ที่กล่าวว่า การสร้างกราฟจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มของข้อมูลซึ่งช่วยส่งเสริมการพิจารณารูปแบบของปัญหาและเข้าใจผลของอัลกอริทึมที่มีต่อการตัดสินใจแก้ปัญหา แล้วนำกราฟมาใช้ในอภิปรายแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงประชากร เพื่อนำไปสู่การเสนอแนวทางการอภิปรายการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 3 การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปัญหาการระบาด COVID-19 ผ่านกระบวนการคิดเชิงคำนวณ จนได้ข้อตัดสินใจในการแก้ไขปัญห และแนวโน้มจากกราฟการระบาด COVID-19 มาใช้ในการอภิปรายลงข้อสรุป เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหสถานการณ์ระบาด COVID-19 ที่กำหนด สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ที่กล่าวว่า การอธิบาย

และลงข้อสรุปเพื่อแก้ปัญหาผ่านการใช้ข้อมูลที่มีการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล แล้วถูกนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ สามารถทำให้เกิดข้อค้นพบในการแก้ปัญหา ซึ่งช่วยสร้างความรู้และทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอมุมมองการแก้ปัญหาที่มากกว่าการสร้างข้อตัดสินใจผ่านคอมพิวเตอร์ โดยครูมีการกระตุ้นการอภิปรายผ่านการใช้คำถามนำอภิปรายที่เข้าใจง่าย เพื่อเชื่อมโยงวิธีในการแก้ไขปัญหาเข้าสู่ชีวิตจริง และยังคงคล้องกับสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2561ค) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นตัวกระตุ้นทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ ในขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนนำผลการแก้ปัญหาที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากการใช้บอร์ดเกม Covidea แล้วสร้างกราฟการเปลี่ยนแปลงประชากรจากข้อมูลที่ได้จากบอร์ดเกมเพื่อพิจารณาแนวโน้มการระบาด ซึ่งเป็นแนวทางที่ดีในการเชื่อมโยงผลของการแก้ไขปัญหาเข้ากับความรู้ที่ได้รับจากการเล่นเกม เนื่องจากช่วยจำลองให้เห็นถึงพลวัตรของประชากรจริงในสภาวะการระบาด COVID-19 ทั้งจากการเดินทาง การอพยพ การเกิด และการตายของหมากประชากร ซึ่งช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงผลการตัดสินใจเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของประชากรในสภาวะระบาดจากการเล่นเกมได้ สอดคล้องกับ Lane and Gobet (2012) ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของบอร์ดเกมว่าสามารถช่วยจำลองให้นักเรียนเข้าใจปัญหาเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น อีกทั้งทักษะการร่วมมือและการพูดคุยอภิปรายโต้แย้งประเด็นระหว่างการเล่นเกมยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนต้องการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kuo and Hsu (2020) อีกทั้งกราฟที่ได้จากบอร์ดเกมยังช่วยส่งเสริมทักษะการพิจารณารูปแบบของปัญหาได้ลึกซึ้งขึ้น เนื่องจากบอร์ดเกมนักเรียนสามารถเล่นแล้วแสดงการจำลองการเปลี่ยนแปลงของประชากรในสถานการณ์ระบาด COVID-19 ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ประชากรมีพลวัตร ซึ่งนำไปสู่การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเชิงลึก สอดคล้องกับ Sengupta, Farris and Wright (2012) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีการสืบเสาะข้อมูลของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วจำลองพลวัตรของข้อมูลให้เป็นรูปธรรม เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้ารูปแบบของปัญหาและสามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ลึกซึ้งขึ้น

ขั้นที่ 5 การวัดและประเมินผล ในขั้นนี้เป็นการสรุปบทเรียนผ่านการพูดคุยเพื่ออภิปรายสรุปเนื้อหา โดยครูมีการกำหนดเป้าหมายและคำถามนำอภิปรายอย่างเป็นลำดับที่ละคำถาม เพื่อขยายคำตอบที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมของ

เนื้อหา สอดคล้องกับสอดคล้องกับ วันดี ไตสุขศรี (2553) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูอย่างเป็นลำดับขั้นก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิด การตีความ การวิเคราะห์ ของนักเรียน โดยจะทำให้ให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจให้กระจ่าง อีกทั้งการตรวจทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบบันทึกการทำกิจกรรมยังทำให้ได้ทราบผลของการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยนักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ เพื่อใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ และหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ จนมีการพัฒนาของทักษะการคิดเชิงคำนวณ อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Khasyyatillah and Osman (2019) ที่ระบุการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ที่มีการใช้กระบวนการคิดเชิงคำนวณในการสำรวจปัญหาสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้

2) การศึกษาผลการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร

หลังจากการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ประชากร พบว่านักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณเพิ่มมากขึ้นในทุกองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยดูจากระดับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ได้จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมที่มีการพัฒนาเป็นระดับ ดีมาก และแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่พบว่านักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้เป็นระดับ ดีมาก เช่นเดียวกัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ระดับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ได้จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรม สอดคล้องกับผลของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก แสดงถึงการที่นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับประชากร แล้วจำแนกข้อมูลของปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ตามกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อการจัดการที่ง่ายขึ้น เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบนี้ โดยกิจกรรมในขั้นสำรวจปัญหา ในขั้นการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย มีการให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อสืบค้นข่าวจากอินเทอร์เน็ต ที่แสดงถึงปัญหาสถานการณ์ระบาด COVID-19 ซึ่งนักเรียนจะมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากเนื้อหาของข่าวว่า มีข่าวใดบ้างที่เสนอข้อมูลสำหรับการนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาระบาด เพื่อที่จะนำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหา โดยข้อมูลที่ได้จาก

การสืบเสาะนั้นเป็นข้อมูลที่นักเรียนได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเพื่อนำข้อมูลนั้นไปใช้แก้ปัญหา โดยมีการจำแนกประเด็นปัญหาใหญ่จากข้อมูลข่าวที่ได้จากการสืบเสาะทั้งหมด ออกเป็นส่วนย่อยๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อให้เกิดการจัดการข้อมูลของปัญหาที่ง่ายขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์ของจังหวัดและรัฐตัวแทน ซึ่งจะส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณในองค์ประกอบของการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา สอดคล้องกับสุธีระ ประเสริฐสรรพ (2559) ที่เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาทักษะการแยกย่อย (Decomposition) ว่าการพิจารณาข้อมูลและแตกประเด็นปัญหา กระบวนการออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้จัดการได้ง่ายขึ้น จัดได้ว่าเป็นการใช้ความคิดวิเคราะห์ที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ และยังสอดคล้องกับ Rodriguez (2015) ที่เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแยกส่วนย่อย (Decomposition) ว่าควรมีการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้การแยกแยะปัญหาใหญ่ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ การแยกส่วนย่อยสามารถนำมาใช้ในการแยกโครงสร้างของปัญหาที่ซับซ้อน ให้กลายเป็นองค์ประกอบย่อยๆ เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในองค์รวมได้ อีกทั้งยังพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล มาใช้ในการแก้ปัญหา ยังส่งเสริมกระบวนการจัดการกับปัญหา โดยช่วยให้นักเรียนมีความกล้าตัดสินใจ และเกิดทักษะในการจัดการกระทำกับปัญหาอย่างเป็นระบบ (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2560) ซึ่งประกอบด้วยการจำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ และการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาซึ่งสอดคล้องกับทักษะการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหาในการคิดเชิงคำนวณ

องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการคิดเชิงนามธรรม ระดับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ได้จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมสอดคล้องกับผลของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก แสดงถึงการที่นักเรียนสามารถคัดกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญออก แล้วนำมาเขียนเป็นแผนภาพสถานะ (Transition diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหา เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบนี้ โดยกิจกรรมในขั้นสำรวจปัญหา ในขั้นการพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา มีการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกข่าวมาคัดกรองให้เหลือเฉพาะข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ไขปัญหาการระบาด COVID-19 ตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งได้แก่ การอนุญาตให้แรงงานต่างชาติเข้าประเทศไทย การตัดสินใจในการเปิดหรือปิดรัฐในสหรัฐอเมริกา และการตัดสินใจในการสนับสนุนปัจจัยเพื่อแก้ปัญหาการระบาดในอินเดีย ซึ่งทุกปัญหาได้ถูกอ้างอิงมาจากสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งทำให้นักเรียนมีข้อมูลข่าวที่เพียงพอต่อการนำไปใช้คัดกรอง เพื่อให้เหลือเฉพาะข้อมูลข่าวที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์

ข่าวที่ได้จากการจำแนกว่าข่าวใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากร ซึ่งเป็นการจัดระบบข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล แล้วนำไปสร้างแผนภาพสถานะ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลข่าวการระบาด COVID-19 ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ก่อนที่จะมีการนำแผนภาพสถานะมาพิจารณาถึงค่าผลกระทบของแต่ละจังหวัด รัฐ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โรคระบาด เพื่อให้ประกอบการแก้ปัญหา โดยพบว่าในการสร้างแผนภาพสถานะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ช่วยในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนามธรรมในการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากช่วยให้เห็นภาพทั่วไปของปัญหา และเห็นรูปแบบความสัมพันธ์ของปัญหาที่เป็นรูปธรรมขึ้น ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดคำตอบเชิงนามธรรมขึ้นมาเอง สอดคล้องกับ สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2559) ที่เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) ว่าควรให้นักเรียนเข้าใจภาพทั่วไปของปัญหา ทำให้ได้หลักการที่เกิดเป็นรูปแบบของปัญหาที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งจะช่วยชักนำให้นักเรียนผุดคำตอบเชิงนามธรรมขึ้นมาได้ด้วยตนเอง และสามารถนำไปสู่การเกิดหลักความรู้หรือทฤษฎี อีกทั้งยังสอดคล้องกับ องค์การ Code.org (2015) ที่เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) ว่าควรมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนดึงลักษณะเฉพาะของปัญหาออกและพิจารณารูปทั่วไปของการแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายปัญหา ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ อีกทั้งยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีการให้นักเรียนสร้างแผนภาพสถานะ (Transition diagram) เพื่อให้นักเรียนเห็นแบบรูปความสัมพันธ์ของข้อมูลยังช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Catete et al. (2018) ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนเขียนแผนภาพสถานะที่มีการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อให้เห็นรูปธรรมของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการระบาด พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) สูงขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบที่ 3 ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี ระดับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ได้จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมสอดคล้องกับผลของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก แสดงถึงการที่นักเรียนสามารถสร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาจากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของปัญหาที่เกิดขึ้นกับประชากร โดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula Coding เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบนี้ โดยกิจกรรมในขั้นสำรวจปัญหา ในขั้นการออกแบบอัลกอริทึม มีการให้นักเรียนเขียนแบบผังงาน ซึ่งเป็นการกำหนดขั้นตอนในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา ที่ต้องมีการป้อนข้อมูล ประมวลผลตามเงื่อนไขในการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลค่าผลกระทบที่ได้จากการพิจารณาแบบผังงานซึ่งเป็นค่าที่ได้

จากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เป็นส่วนย่อยของปัญหาการระบาด เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการตัดสินใจแก้ปัญหาการระบาด COVID-19 อย่างเป็นลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับ สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2559) ที่เสนอกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการออกแบบขั้นตอน (Algorithm Design) โดยให้นักเรียนสร้างลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา พร้อมกำหนดลำดับการทำงานเพื่อให้นักเรียนและโปรแกรมทราบว่าจะทำอะไรก่อนและหลัง อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim et al. (2013) ที่ได้มีการให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์โดยให้นักเรียนเขียนแบบผังงาน (Flowchart) เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาพบว่านักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้สูงขึ้น จากนั้นนักเรียนนำแบบผังงานมาใช้ในการเขียน Formula coding ผ่านการเขียนคำสั่งเงื่อนไข (IF) เพื่อหาผลการตัดสินใจจากตัวแปรที่กำหนด ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยงานวิจัยนี้ได้ให้นักเรียนนำค่าตัวเลขที่เป็นข้อมูลของการระบาดและค่าผลกระทบมากรอกลงในแผ่นงานและใช้การเขียนคำสั่งเงื่อนไขตามแบบผังงาน เพื่อหาข้อสรุปในการตัดสินใจแก้ปัญหา พบว่านักเรียนสามารถเขียน Formula Coding ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yeh et al. (2011) ที่ได้มีการให้นักเรียนเขียนสูตรฟังก์ชันผ่านโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อจัดการกับข้อมูลแล้วนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้สูตรฟังก์ชันซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาของทักษะการคิดเชิงคำนวณในด้านอัลกอริทึมได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Lee et al. (2019) ที่ให้นักเรียนสร้างสูตรคำนวณ (Formula coding) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในระหว่างการทำกิจกรรม ผลพบว่าการใช้โปรแกรม Excel สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการใช้โปรแกรม Excel สามารถช่วยเป็นเครื่องมือให้ผู้เชี่ยวชาญสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ให้กับผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์ด้านคอมพิวเตอร์มาก่อนได้

องค์ประกอบที่ 4 ทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition) ระดับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ได้จากการตรวจแบบบันทึกการทำกิจกรรมสอดคล้องกับผลของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก แสดงถึงการที่นักเรียนสามารถบอกหรือแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของกราฟเส้นการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบนี้ โดยกิจกรรมในชั้นสำรวจปัญหาในชั้นการพิจารณารูปแบบของปัญหา มีการให้นักเรียนพิจารณากราฟเส้นที่สร้างผ่านโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้สูตรความสัมพันธ์ทางประชากรศาสตร์จากการสืบเสาะ ที่แสดงแนวโน้มที่เกิดจากผลของการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยนักเรียนได้เห็นแนวโน้มของการเติบโตหรือ

การเปลี่ยนแปลงของประชากร แล้วนำกราฟมาใช้ในอภิปรายแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงประชากร เพื่อนำไปสู่การเสนอแนวทางในการอภิปรายการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง โดยพบว่าทำให้ นักเรียนได้บอกความเหมือนหรือความแตกต่างของแนวโน้มของกราฟประชากรที่ได้จากการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งเป็นกราฟที่ได้จากการสร้างอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา ช่วยพัฒนาทักษะการหารูปแบบ (Pattern recognition) ได้ สอดคล้องกับ สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2559) ที่เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ว่าควรมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนดูความเหมือนความต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทราบแนวโน้มเพื่อทำนายไปข้างหน้าได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของกราฟ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Catete et al. (2018) ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนสร้างกราฟเพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการระบาด พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านการหารูปแบบ (Pattern recognition) สูงขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ในชั้นขยายความรู้ที่มีการใช้ข้อมูลการระบาดที่ได้จากการใช้บอร์ดเกม Covidea มาสร้างเป็นกราฟ ยังช่วยส่งเสริมทักษะการพิจารณารูปแบบของปัญหาได้ลึกซึ้งขึ้นเนื่องจากบอร์ดเกมสะท้อนถึงพลวัตรประชากร

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การทำให้นักเรียนเข้าใจต่อขั้นตอนกระบวนการและเครื่องมือในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้น จะทำให้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ประสบความสำเร็จ
2. การนำสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ที่พบได้ในชีวิตจริง ไกลตัว และสามารถจำลองให้เห็นถึงรูปแบบและพลวัตรของปัญหา จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรม สามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้ในเชิงลึก โดยควรเลือกบริบทปัญหาที่มีข้อมูลเพียงพอ
3. หากมีการกำหนดบริบทปัญหาที่ไกลตัว ควรควรมีการพุดนำอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา บริบทของข่าวและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลข่าวได้ และตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นักเรียนได้ทำการสืบค้นอยู่เสมอ

4. การจัดการกิจกรรมที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานในการเขียนแบบผังงาน และการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเขียน Formula coding และการสร้างกราฟ ควรมีการทบทวนการเขียนแบบผังงานและการใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel ในเบื้องต้น และควรมีการสร้างเอกสารคู่มือการเขียนแบบผังงานและการใช้โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับการเขียน Formula coding และการสร้างกราฟ ประกอบการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนามธรรม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนมีระดับทักษะการคิดเชิงคำนวณต่ำกว่าองค์ประกอบอื่น โดยการเพิ่มการปรับปรุงชิ้นงานผ่านการอภิปรายกลุ่ม เนื่องจากการทำงานแบบร่วมมือผ่านกระบวนการกลุ่มเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ดีขึ้น และควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยของการทำงานแบบร่วมมือและการสืบค้นออนไลน์ต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน หรือมีการเปลี่ยนแปลงบริบทของปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ต่างออกไปเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) : รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 11(2), 179-192.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2536). การพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของนักเรียน. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กัลยา ไสภณพนิช. (ผู้บรรยาย). (10 พฤศจิกายน 2562). นโยบายการศึกษาเพื่อการพัฒนาประเทศ. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- คณิตา นิจจรัลกุล. (2535). สื่อการสอน งานกราฟฟิกและวิธีการ. สงขลา: โรงพิมพ์ไทรโยนา.
- ชยการ ศิริรัตน์. (2562). การใช้กระบวนการแก้ปัญหาและโปรแกรม App Inventor พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking: CT) สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. วารสารคุศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 47(2), 31-47.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์วิส.
- ทศนา เขมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2539). ระเบียบวิธีวิจัย. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บัญญัติ พูนสวัสดิ์. (2559). แนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ Computational Thinking สำหรับอาจารย์โดย Google. สืบค้น 6 มิถุนายน 2564, จาก <http://www.edtechthai.com/2016/08/09/computation-thinking/>
- บัญญัติ พูนสวัสดิ์. (2559). เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพ และแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ Visual programming and computational thinking game. *Information science and technology*, 6(2), 9-16.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- ประจวบจิตร คางค์ตุรัส. (2535). *ประมวผลการศึกษาและการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2558). *แนวทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 : 21st Century learning in science*. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 1(9), 136-154.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พจนจิตร นานาภูมิ. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาสกร เรืองรอง, รุจโรจน์ แก้วอุไร, ศศิธร นาม่วงอ่อน, อภัชชา ช้างขวัญยืน, และศุภศิทธิ เต็งคิ้ว. (2561). *Computational Thinking กับการศึกษาไทย COMPUTATIONAL THINKING WITH THAI EDUCATION*. *วารสารปัญญาภิวัตน์*, 10(3), 322-330.
- ฤดีรัตน์ แป้งหอม, สพลณพัทธ์ ศรีแสนรงค์, และสฎายุ ธีระวณิชตระกูล. (2559). *การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปรัชญาการณทางภูมิศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(4), 278-293.
- วันดี โตสุขศรี. (2553). *การใช้คำถามในการสอน*. สืบค้น 30 พฤษภาคม 2561, จาก http://www.ns.mahidol.ac.th/english/th/departments/MN/th/km_clinical.html
- ศรายุทธ ดวงจันทร์. (2561). *ผลการใช้แนวสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริรัฐ อิมแซมม, และใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). *ผลของการใช้แซทบอทที่มีต่อการช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีบุคลิกภาพที่แตกต่างกัน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 13(1), 45-57.

- ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประจักษ์ผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุคุณนารี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2557). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนไทย ในศตวรรษที่ 21*. สืบค้น 22 มิถุนายน 2563, จาก <https://tdri.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *รายงานผลการวิจัย โครงการ TIMSS 2015 (รายงานผลการวิจัย)*. สืบค้น 20 มิถุนายน 2563, จาก <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/timss2015report>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ก). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชา พื้นฐานวิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ข). *คู่มือรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สาโรช ไศภีรักษ์. (2546). *นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๔*. สำนักนายกรัฐมนตรี. 204 หน้า.

- สำนักงานรัฐมนตรี. (2559). การประชุมชี้แจงนโยบายการ ปฏิรูปการศึกษาให้แก่ข้าราชการ
ส่วนกลาง กระทรวงศึกษาธิการ. สืบค้น 31 พฤษภาคม 2563,
จาก <http://www.moe.go.th/websm/2016/aug/324.html>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2558). มองสถิติและตัวชี้วัดการศึกษา สำนักวิจัยและ
พัฒนาการศึกษา ปีที่ 2 ฉบับที่ 1. สืบค้น 6 มิถุนายน 2563,
จาก <http://backoffice.onec.go.th/uploads/Book/1421-file.pdf>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561ก). การปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้โดยการ
พลิกโฉมด้วยระบบดิจิทัล (แผนการปฏิรูปประเทศด้านการศึกษา). คณะกรรมการอิสระ
เพื่อการปฏิรูปการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 299 หน้า.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561ข). คุณลักษณะคนไทยในศตวรรษที่ 21.
วารสารการศึกษาไทย, 15(145), 25.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561ค). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙.
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. 228 หน้า.
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2563). Coding Thailand ศาสตร์และทักษะแห่งอนาคต.
สืบค้น 30 พฤษภาคม 2563, จาก [https://www.depa.or.th/th/digitalservice/
digital-manpower-fund/studying-code-outside-the-classroom](https://www.depa.or.th/th/digitalservice/digital-manpower-fund/studying-code-outside-the-classroom)
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). งานสื่อสาร-ประชาสัมพันธ์การปฏิรูปการศึกษา
ยุคไทยแลนด์ 4.0 กลยุทธ์ "กระเพื่อมรอบทิศ" : People สู่ PISA.
สืบค้น 6 มิถุนายน 2563, จาก [https://www.depa.or.th/th/digitalservice/digital-
manpower-fund/studying-code-outside-the-classroom](https://www.depa.or.th/th/digitalservice/digital-manpower-fund/studying-code-outside-the-classroom)
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ : ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.
เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียน
ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรันตัง.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2559). ถอดรหัสการสอนสะเต็ม. สงขลา: นาคิลป์โฆษณา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
เล่ม 1. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซ็นเตอร์.
- ธัชชา เจ. (2550). วิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ Science as Inquiry.
กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊กส์.

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking, *The computer journal*, 55(7), 832-835.
- Baker, A., Navarro, E. O., & Hoek, V. A. (2005). An experimental card game for teaching software engineering processes. *Journal of Systems and Software*, 75(1-2), 3–16.
- Barefoot, C. A. S. (2014). *Computational thinking*. Retrieved June 7, 2020, from <https://barefootcas.org.uk/wpcontent/uploads/2014/10/Computational-thinking-Barefoot-Computing.pdf>
- Barr, V. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?. *ACM Transactions on Computational Logic*, 2(1). 111-122.
- Bienkowski, M. E. A. (2015). *Assessment design patterns for computational thinking practices in secondary computer science: A first look*. Menlo Park, CA: SRI International.
- Brackmann, C. P., Gonzalez, M. R., Robles, G., & Leon, J. M. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In E. Barendsen & P. Hubwieser (Eds.), *The 12th workshop in primary and secondary computing education* (pp. 65-72). New York, NY, United States: Association for Computing Machinery.
- Burton, E. E. P., Cleary, T. J., & Kitsantas, A. (2018). Computational thinking in the context of science and engineering practices: A self-regulated learning approach. In D. Sampson, D. Ifenthaler, J. M. Spector & P. Isaias (Eds.), *Digital technologies: Sustainable innovations for improving teaching and learning* (pp. 223-240). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

- Catete, V., Lytle, N., Dong, Y., Boulden, D., Akram, B., Houchins, J., Barnes, T., Wiebe, E., Lester, J., Mott, B., & Boyer, K. (2018). Infusing Computational Thinking in to Middle Grade Science Classrooms: Lessons Learned. In A. Mühlhng & Q. Cutts (Eds.), *The 13th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 1-6). New York, NY, United States: Association for Computing Machinery.
- Code.org. (2015). *Computational thinking*. Retrieved June 15, 2020, from <https://code.org/curriculum/unplugged>
- Costa M. J. (2007). CARBOHYDECK: A card game to teach the stereochemistry of carbohydrates. *J. Chem. Educ.* 84(6), 977–978.
- CSTA and ISTE. (2011). *Operational definition of computational thinking for K-12 education*. Retrieved June 15, 2020, from <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>
- Dolgopolas, V., Jevsikova, T., Savulioniene, L., & Dagiene, V. (2015). *On evaluation of computational thinking of software engineering novice students*. In A. Brodnik & C. Lewin (Eds.), *IFIP TC3 Working Conference "A New Culture of Learning: Computing and next Generations"* (pp. 133-142). Lithuania: Vilnius University.
- Ellington H., Addinall E., & Percival F. (1981). *Games and Simulations in Science Education*. New York: Nichols.
- Espino, E. E. E., & Gonzalez, C. S. G. (2015). *Influence of gender on computational thinking*. In P. Ponsa & D. Guasch (Chairs), *The interaction 15 proceedings of 16 international conferences on human computer interaction*. Organized by Universitat Politècnica de Catalunya, Vilanova i la Geltru Spain.
- Giordano, D., & Maiorana, F. (2015). Teaching Algorithms: Visual Language vs Flowchart vs Textual Language. In T. Tehnikaulikool (Ed.), *2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 499-504). Piscataway: NJ IEEE 2015.

- Gonzalez, M. R., Gonzalez, J. P., & Fernandez, C. J. (2016). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test. *Computers in human behavior*, 72, 678-691.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Guatam, A., Bortz, W., & Tatar, D. (2020). Abstraction Through Multiple Representations in an Integrated Computational Thinking Environment. In S. Fitzgerald, M. Guzdial, G. Lewandowski, S. Wolfman & T. J. Cortina (Eds.), *The 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 393-399). New York, NY, United States: Association for Computing Machinery.
- Hambrusch, S., Hoffmann, C., Korb, J. T., Haugan, M., & Hosking, A. L. (2009). A multidisciplinary approach towards computational thinking for science majors. In S. Fitzgerald, M. Guzdial, G. Lewandowski, S. Wolfman & T. J. Cortina (Eds.), *In Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 183-187). New York, NY, United States: Association for Computing Machinery.
- Helfant, E. (2017). *Computational thinking in STEM classroom*. Retrieved June 7, 2020, from <http://www.stlinatl.com/session/computational-thinking-in-the-stem-classroom/>
- Ho, W. K., & Ang, K. C. (2015). Developing computational thinking through coding. In *Electronic Proceedings of the 20th Asian Technology Conference in Mathematics*, Leshan, China, 73-87. Retrieved July 2, 2020, from http://atcm.mathandtech.org/EP_2015/invited/5.pdf
- International Institute for Management Development. (2020). *World competitiveness ranking 2020, Talent & Digital 2019: Summaries*. Retrieved June 7, 2020, from <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center/>
- Jesse, S. (2016). *The Art of Game Design: A Deck of Lenses, Second Edition Cards*. Retrieved June 10, 2020, from <http://www.thecreativeeducator.com/2016/lessons/Create-a-card-game>

- Kemmis, S., & Taggart, M. R. (1990). *The action research planner* (3rd ed.).
Victoria: Deakin University press.
- Khasyystillah, I., & Osman, K. (2019). The Development of CT-S Learning Module on The Linear Motion Topic to Promote Computational Thinking. *Journal of Education Sciences*, 3(3), 270-280.
- Kim, B., Kim, T., & Kim, J. (2013). Paper-and-pencil programming strategy toward computational thinking for non-majors: Design your solution. *Educational computing research*, 49(4), 437-459.
- Kuo, W., & Hsu, T. C. (2019). Learning Computational Thinking Without a Computer: How Computational Participation Happens in a Computational Thinking Board Game. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29, 67-83.
- Ladachart, L., & Ladachart, L. (2018). From scientific literacy and inquiry to STEM education and design. *Journal of Education Naresuan University*, 20(1), 246-260.
- Ladachart, L., & Ladachart, L. (2018). From scientific literacy and inquiry to STEM education and design. *Journal of Education Naresuan University*, 20(1), 246-260.
- Lane, P., & Gobet, F. (2017). CHREST Models of Implicit Learning and Board Game Interpretation. *AGI 2012*, 7716, 148-157.
- Lee, S. J., Lee, M., & Park, Y. S. (2019). A Study on an Educational Model for Computational Thinking Development with Excel Program. *Journal of Digital Contents Society*, 20(1). 65-74.
- Linden, V. J., Erkens, G., Schmidt, H., & Renshaw, P. (2000). *New Learning*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Ling, U. L., Saibin, T. C., Naharu, N., Labadin, J., & Aziz, N. A. (2018). An evaluation tool to measure computational thinking skills: Pilot investigation. *The national academy of managerial staff of culture and arts herald*, 1, 606-614.

- Matsumoto, P. S., & Cao, J. (2017). The Development of Computational Thinking in a High School Chemistry Course. *Journal of Chemistry Education*, 94(9), 1217–1224.
- McKenna, J. (2017). *Computational thinking in STEM classroom*. Retrieved June 7, 2020, from <https://robomatter.com/blog-ct-in-stem-classroom/>
- NGSS Lead State. (2013). *Next generation science standards: For state, by state*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Palts, T., & Pedaste, M. (2015). Model of learning computational thinking. In A. Brodnik & C. Lewin (Eds.), *The IFIP TC3 working conference "A new culture of learning: Computing and next generations* (pp. 169-179). Lithuania: Vilnius University.
- Papert, S. (1990). *Constructionism: A new opportunity for elementary science education*. Retrieved June 10, 2020, from <http://nsf.gov/awardsearch/showAward?AWDID=8751190>
- Peel, A., Sadler T. D., & Friedrichsen, P. (2019). Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(7), 983–1007.
- Rodriguez, B.R. (2015). *Assessing computational thinking in computer science unplugged activities* (Master's thesis). Colorado School of Mines.
- Ronald, S. D., & Norman, A. D. (1981). *Science, Student, and School: A Guide for the Middle and Secondary School Teacher*. New York: John Wiley & Sons.
- Rosario, B. I. D. (2009). Science, Technology, Society and Environment (STSE) Approach in Environmental Science for Conscience Students in a Local Culture. *CHED Accredited Research Journal*, 6(1), 269-283.
- Sadik, O., Leftwich, A. O., & Nardiruzzaman, H. (2016). Computational thinking conceptions and misconceptions: Progression of preservice teacher thinking During Computer Science Lesson Planning. In P. J. Rich & C. B. Hodges (Eds.), *Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (pp. 221-238). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.

- Selby, C. C. (2015). Relationships: Computational thinking, pedagogy of programming, and bloom's taxonomy. In J. Gal-Ezer, S. Sentence & J. Vahrenhold (Eds.), *The 10th workshop in primary and secondary computing education on ZZZ* (pp. 80-87). New York, United States: Association for Computing Machinery.
- Sengupta, P., Farris, A. V., & Wright, M. (2012). From agents to aggregation via aesthetics: Learning mechanics with visual agent-based computational modeling. *Technology, Knowledge & Learning*, 17(1-2), 23-42.
- Silverman, D. (2013). *How to learn board game design and development*. Retrieved June 9, 2020, from <http://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/how-to-learn-board-gamedesign-and-development-gamedev-11607>
- Standl, B. (2017). *Solving Everyday Challenges in a Computational Way of Thinking*. Retrieved June 15, 2020, from <https://www.researchgate.net/publication/321148188>
- Suchman, J. R. (1966). *The Elementary School Inquiry Programe*. Illinois: University of Illinois.
- Taconis, R., Brok, P., & Pilot, A. (2016). *Teachers Creating Context-Based Learning Environments in Science*. Rotterdam, Netherland: Sense.
- Threekunprapa, A., & Yasri, P. (2020). Unplugged Coding Using Flowblocks for Promoting Computational Thinking and Programming among Secondary School Students. *International Journal of Instruction*, 13(3), 207-222.
- Tsarava, K., Moeller, K., Pinkwart, N., Butz, M., Trautwein, U., & Ninaus, M. (2017). Training Computational Thinking: Game-Based Unplugged and Plugged-in Activities in Primary School. *European Conference on Game-Based Learning ECGBL 2017*, 11, 687-695.
- Weinberg, A. E. (2013). *Computational thinking: An investigation of the existing scholarship and research* (Doctoral dissertation), Colorado State University.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-36.

- Wing, J. M. (2010). *Computational thinking: What and why*. Retrieved June 6, 2020, from <https://www.cs.cmu.edu/ink/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- Xinogalos, S. (2013). Using Flowchart-based Programming Environments for Simplifying Programming and Software Engineering Processes. In *2013 IEEE Global Engineering Education Conference* (pp. 1313-1322). Berlin, Germany: Technische Universität Berlin.
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J., & Mclean, T. (2017). Computational thinking in teacher education. In P. J. Rich & C. B. Hodges (Eds.), *Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (pp. 205-220). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Yeh, K. M., Xie, Y., & Ke, F. (2011). Teaching Computational Thinking to Non-computing Majors Using Spreadsheet Functions. In *41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. F3J-1 - F3J-5). Rapid City, SD, USA.: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการทำกิจกรรม
แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ประชากร
ในสถานการณ์ระบาด COVID-19

1. ดร. สุรียา ชาปู้

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ดร. อาทร นกแก้ว

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นางสาวพัชรี ทองทักษิณ

ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งใน
จังหวัดอุทัยธานี

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง
ลักษณะเฉพาะของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับ
บอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม 15	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
1	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.1	5	4	2	11	3.67	1.53	มาก
2.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.6	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.1	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
3.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.4	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.6	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.7	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
4.8	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
5.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
5.4	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับ บอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม 15	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.6	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.3	5	5	2	12	4.00	1.73	มาก
4.3.4	5	5	1	11	3.67	2.31	มาก
4.3.5	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
4.4	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
4.5	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
4.6	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.7	5	4	3	12	4.00	1.00	มาก
4.8	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
5.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม 15	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
5.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
5.4	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
5.5	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.1	5	5	2	12	4.00	1.73	มาก
6.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัย
ที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ
5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.6	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3.4	5	5	2	12	4.00	1.73	มาก
4.3.5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4	5	5	3	13	4.33	1.15	มาก
4.5	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.6	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.7	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.8	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	5	4	3				
5.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3	5	5	2	12	4.00	1.73	มาก
5.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.5	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบบันทึกการทำกิจกรรม

ตาราง 24 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบบันทึกการทำกิจกรรมด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula
Coding

แผนการจัดการ เรียนรู้เรื่อง	ข้อที่	ตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบ ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
			1	2	3			
ลักษณะเฉพาะ ของประชากร	ทักษะการแยกส่วนประกอบ							
	1	และการย่อยปัญหา (Decomposition)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
การเพิ่มขึ้นของ ประชากร	ทักษะการแยกส่วนประกอบ							
	1	และการย่อยปัญหา (Decomposition)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ปัจจัยที่ควบคุม การเปลี่ยนแปลง ของประชากร	ทักษะการแยกส่วนประกอบ							
	1	และการย่อยปัญหา (Decomposition)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ปัจจัยที่ควบคุม การเปลี่ยนแปลง ของประชากร	ทักษะการแยกส่วนประกอบ							
	1	และการย่อยปัญหา (Decomposition)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ปัจจัยที่ควบคุม การเปลี่ยนแปลง ของประชากร	ทักษะการแยกส่วนประกอบ							
	1	และการย่อยปัญหา (Decomposition)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	ทักษะการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ตาราง 25 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้สี่สัปดาห์แบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและ
การเขียน Formula Coding

ข้อที่	ตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบ ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
1	ทักษะการแยกส่วนประกอบและ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	การย่อยปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	(Decomposition)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	ทักษะการคิดเชิงนามธรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	(Abstraction)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	ทักษะการออกแบบขั้นตอนวิธี	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	(Algorithm)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
11		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	ทักษะการหารูปแบบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	(Pattern Recognition)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก จ ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ลักษณะเฉพาะของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es
ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

รายการ ประเมิน ข้อที่	ผลการประเมินระดับ			รวม 15	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3				
1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
7	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
8	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
9	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 27 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es
ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

รายการ ประเมิน ข้อที่	ผลการประเมินระดับ			รวม 15	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3				
1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 27 (ต่อ)

รายการ ประเมิน ข้อที่	ผลการประเมินระดับ ความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
7	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
8	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
9	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 28 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของประชากร ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้
สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

รายการ ประเมิน ข้อที่	ผลการประเมินระดับ ความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3				
1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
7	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
8	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
9	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและ
การเขียน Formula Coding เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

บทที่ 24 ระบบนิเวศและประชากร

เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร

รหัสวิชา ว30245 รายวิชา ชีววิทยา 6

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2563

เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นายวิรุฬห์ สิทธิเชตรกรณ์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูลอธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก

สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

ประชากรของสิ่งมีชีวิตสามารถสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนได้ใน 2 ลักษณะ คือ การเพิ่มประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วทุกวินาที ส่วนการเพิ่มประชากรแบบลอจิสติกเป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง โดยประชากรมนุษย์มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโพเนนเชียลหลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม และสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นรูปแบบลอจิสติกหลังจากที่มีปัจจัยจำกัดบางประการ เช่น โรคระบาด การหมดไปของทรัพยากร และนโยบายควบคุมประชากร เป็นต้น

สาระการเรียนรู้

1. การเติบโตของประชากร คือ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรซึ่งเป็นผลจากการสืบพันธุ์ โดยการเติบโตของประชากรในอุดมคติจะเป็นการเพิ่มจำนวนอย่างไม่หยุดยั้ง หากสิ่งมีชีวิตได้รับปัจจัยที่ใช้ในการดำรงชีวิตอย่างไม่จำกัด แต่ในสภาพแวดล้อมแท้จริงในธรรมชาติสิ่งมีชีวิตย่อมมีปัจจัยบางอย่างเป็นปัจจัยจำกัดที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร
2. การเติบโตของจำนวนประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล เกิดขึ้นในสภาวะที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยปัจจัยต่อการเติบโตของสิ่งมีชีวิต มีลักษณะการเพิ่มประชากรอย่างช้าๆ ในระยะแรกเนื่องจากประชากรมีจำนวนน้อย หลังจากนั้นประชากรจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและดูเหมือนจะไม่มีที่สิ้นสุด เพราะไม่มีสิ่งใดเป็นตัวการควบคุมการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร เช่น การเติบโตของประชากรมนุษย์หลังยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม

3. การเติบโตของจำนวนประชากรแบบลอจิสติก เกิดขึ้นเมื่อมีตัวต้านทานหรือปัจจัยจำกัดจากสภาพแวดล้อม มีลักษณะการเพิ่มประชากรในระยะแรกคล้ายกับการเติบโตของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล จนเมื่อถึงจุดหนึ่งอัตราการเพิ่มของประชากรจะช้าลงจนถึงระยะที่ไม่มีการเพิ่มขนาดของประชากร ทำให้ประชากรมีขนาดคงที่เนื่องจากปัจจัยในสภาพแวดล้อมหรือตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมเริ่มมีบทบาทมากขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายการเติบโตของประชากรจากผลการสืบค้นได้
- 1.2 บอกความแตกต่างระหว่างการเติบโตของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและลอจิสติกได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- 2.1 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการระบาด COVID-19 ที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในสหรัฐอเมริกาได้
- 2.2 วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจากข้อมูลการสืบค้นได้
- 2.3 จำแนกข้อมูลปัญหาผลกระทบของรัฐที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ระบาดได้
- 2.4 คัดกรองข้อมูลการระบาดของรัฐที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ได้
- 2.5 เขียนแผนภาพสถานะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐตัวแทนที่เกิดการระบาดได้
- 2.6 สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการเขียน Formula coding ที่แสดงความสัมพันธ์จากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อได้
- 2.7 บอกแนวโน้มของกราฟเส้นที่แสดงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเพื่อใช้แก้ปัญหาการควบคุมการระบาดในสหรัฐอเมริกาได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- 3.1 มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการอภิปรายและการตอบคำถามได้
- 3.2 มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรมและความรับผิดชอบในการส่งงานได้

ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. สเปรดชีท (Spreadsheet) และกราฟแสดงขนาดและความหนาแน่นประชากรผ่านโปรแกรม Microsoft Excel
2. ผลการใช้บอร์ดเกมเพื่อศึกษาการเพิ่มขึ้นของประชากร
3. แบบบันทึกการทำกิจกรรม

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (วิธีการสอนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es)

1. การสร้างความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหา (Engagement)

1.1 ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 ในระดับโลกจากเว็บไซต์ของกรมควบคุมโรค (ddcportal.ddc.moph.go.th) แล้วร่วมกันอภิปรายถึงผลกระทบจากการระบาดที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของประชากร

(แนวทางการอภิปราย การระบาดส่งผลให้อัตราการเติบโตของประชากรลดลงเนื่องจากทำให้เกิดการเสียชีวิตของประชากร)

1.2 ครูให้ข้อมูลว่าก่อนเกิดการระบาดของ COVID-19 หลังมีการปฏิวัติอุตสาหกรรมประเทศอินเดียเป็นประเทศที่มีอัตราการเติบโตของประชากรเป็นอันดับ 1-10 ของโลก เนื่องจากมีพื้นที่กว้างทำให้มีทรัพยากรเพียงพอต่อการเพิ่มจำนวน อีกทั้งรัฐบาลยังไม่มีข้อกำหนดนโยบายคุมกำเนิด

1.3 ให้นักเรียนวิเคราะห์แล้วอธิบายว่าเมื่อเวลาผ่านไป ทรัพยากรเริ่มลดลง ประกอบกับการพัฒนาทางระบบเศรษฐกิจ สังคม และการแพทย์ นักเรียนคิดว่าอัตราการเติบโตของประชากรในอินเดียจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

(เปลี่ยนแปลง โดยในระยะแรกจะมีการเติบโตของประชากรอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อเวลาผ่านไปคาดว่าจะเริ่มมีอัตราการเติบโตค่อนข้างคงที่หรือเพิ่มขึ้นที่ละน้อย เพราะมีปัจจัยจำกัดที่เป็นตัวต้านทานจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป)

1.4 ครูยกตัวอย่างผลกระทบที่เกิดกับประเทศอินเดียในช่วงปลายปี 2020 พบว่าประเทศอินเดียเป็นประเทศที่มียอดสะสมของผู้ติดเชื้อสูงเป็นอันดับ 2 ของโลก ตามหลังสหรัฐอเมริกา โดยมียอดสะสมของผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นกว่า 5 ล้านคน ภายใน 11 วัน ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งการกระจายเชื้อแหล่งใหม่ในทวีปเอเชียแทนประเทศจีนที่เป็นต้นกำเนิดของเชื้อ

1.5 ให้นักเรียนดูคลิปวีดิทัศน์การทำพิธีบูชาพระแม่คงคาของชาวอินเดีย

1.6 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมแล้วร่วมกันวิเคราะห์ถึงสาเหตุการแพร่ระบาดในอินเดีย

(เนื่องจากการพยายามผ่อนปรนมาตรการควบคุมการระบาด เพราะประเทศอินเดีย ประสบกับปัญหาการว่างงานจากการปิดประเทศ ทำให้รัฐบาลต้องออกมาตรการผ่อนปรน จึงส่งผลให้มีการชุมนุมของประชาชนมากขึ้น อีกทั้งจำนวนประชากรในประเทศที่มีจำนวนมากจึงทำให้ยอดตัวเลขพุ่งสูงขึ้นมาก)

1.7 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า หลังจากเกิดการแพร่ระบาดของ COVID-19 ในอินเดียจะส่งผลต่อการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย ทำให้การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น)

1.8 ครูถามเพื่ออภิปรายต่อการแพร่ระบาดของ COVID-19 ทำให้เกิดการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ จะส่งผลต่อการเติบโตของประชากรรวมในอินเดียหรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย ส่งผล อาจทำให้อัตราการเติบโตของประชากรลดลง เนื่องจากมีประชากรบางส่วนเสียชีวิต)

2. การสำรวจปัญหา (Exploration)

2.1 การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition)

2.1.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อสืบค้นข่าวเกี่ยวกับปัญหาการแพร่ระบาดของ COVID-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มียอดผู้ติดเชื้อสะสมและผู้เสียชีวิตสูงที่สุดในโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของประชากรในประเทศ

2.1.2 จากการสืบค้นข้อมูลให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาด้านการระบาดที่ทำให้สหรัฐอเมริกาได้รับผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของประชากรในประเทศ

(การที่ไม่สามารถควบคุมการระบาดของเชื้อ COVID-19 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของประชากรและก่อให้เกิดปัญหาต่างๆตามมามากมาย ดังที่อภิปรายไว้ก่อนหน้านี้)

2.1.3 ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นปัญหาส่งผลให้สหรัฐอเมริกาไม่สามารถควบคุมการระบาด COVID-19 จึงทำให้เกิดผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของประชากรในประเทศ

(มีหลายปัจจัย เช่น การขาดแคลนอุปกรณ์ทางการแพทย์และการตรวจหาเชื้อที่ล่าช้า ความไม่ให้ความร่วมมือของประชากรในการเว้นระยะห่าง สภาพภูมิอากาศ ความตกลงเชิงแกน การพยายามเปิดประเทศหลังการปิดประเทศ การสวนทางกันระหว่างนโยบายบริหารประเทศของรัฐบาลกลางและผู้ว่าราชการรัฐ และการเลือกตั้ง และอื่นๆ)

2.1.4 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อ COVID-19 มีความสัมพันธ์กับการเติบโตของประชากรรวมในประเทศหรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย มีความสัมพันธ์กันโดยการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อมีแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นในระยะแรก และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะหลังซึ่งตรงข้ามกับแนวโน้มการเติบโตของประชากรรวมในประเทศ ที่มีแนวโน้มลดลงจากการเสียชีวิตซึ่งเป็นผลกระทบจากการระบาด)

2.1.5 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การเติบโตของประชากรในสหรัฐอเมริกา มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรหลังการระบาด แล้วการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรหลังการระบาดส่งผลต่อการพัฒนาประเทศหรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย ส่งผลทำให้อัตราการเติบโตของประชากรลดลง โดยอาจส่งผลในระยะยาวในแง่ที่ทำให้กำลังพลในการพัฒนาประเทศลดจำนวนลง เศรษฐกิจชะงักงัน ซึ่งส่งผลต่อเนื่องให้ GDP ของประเทศลดลงในอนาคต นอกจากนี้ อาจส่งผลทำให้ผู้คนอดอยากล้มตาย จากการว่างงานและขาดสวัสดิการ เพราะการปิดรัฐ เช่น นิวเจอร์ซีย์)

2.1.6 ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าจากผลกระทบข้างต้น ทำให้รัฐบาลกลางของสหรัฐมีนโยบายควบคุมการระบาด โดยให้อิสระกับผู้ว่าราชการรัฐในการจัดตั้งนโยบายควบคุมการระบาดประจำรัฐ ทำให้บางรัฐมีแนวทางในการควบคุมการระบาดที่แตกต่างจากรัฐอื่น ในขณะเดียวกัน รัฐบาลกลางก็พยายามที่จะวางนโยบายร่วมกันในเพื่อบริหารประเทศให้ไปในทิศทางเดียวกัน เช่น นโยบายการเปิดประเทศ (Opening up American Again) เพื่อกระตุ้นให้เศรษฐกิจกลับมาฟื้นตัวดังเดิม

2.1.7 จากนั้นครูกำหนดตัวแทนรัฐ 6 รัฐ ซึ่งเป็นรัฐที่มียอดผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตเป็นอันดับต้นๆ เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแทนในการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น เพื่อนำไปสู่การพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาในภาพรวม ดังต่อไปนี้

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. รัฐเท็กซัส | 4. รัฐแคลิฟอร์เนีย |
| 2. รัฐฟลอริดา | 5. รัฐนิวเจอร์ซีย์ |
| 3. รัฐอิลลินอยส์ | 6. รัฐนิวยอร์ก |

2.1.8 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันจำแนกข้อมูลจากการสืบค้นว่าจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมีข่าวใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการระบาดของ COVID-19 ในรัฐต่างๆ

2.2 การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction)

2.2.1 ให้นักเรียนคัดกรองข้อมูลการสืบค้นของแต่ละรัฐ ผ่านการอภิปรายร่วมกัน เพื่อพิจารณาข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ไขปัญหาในประเด็นต่างๆ

2.2.2 ให้นักเรียนอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรในภาวะปกติ หากยังไม่มี การระบาด โดยถาถามนำการอภิปรายว่าในภาวะปกติอัตราการเติบโตของประชากรในแต่ละรัฐมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย โดยปกติอัตราการเติบโตของประชากรในแต่ละรัฐจะมี ลักษณะแตกต่างกัน หากเป็นรัฐที่มีแหล่งท่องเที่ยวและเมืองหลวงจะมีอัตราการเติบโตของ ประชากรสูงกว่ารัฐอื่นๆ เช่น นิวยอร์ก)

2.2.3 ให้นักเรียนอภิปรายว่ามีข่าวใดบ้างที่แสดงให้เห็นถึงการเติบโตของ ประชากรผู้ติดเชื้อ และข่าวนั้นแสดงให้เห็นหรือไม่ว่าอัตราการเติบโตของประชากรรวมในรัฐนั้นๆ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

(เช่น ข่าวการว่างงานในรัฐเท็กซัสที่มีการระบาดเพิ่มสูงขึ้นอย่าง ในเดือน พฤศจิกายน 63 ซึ่งส่งผลให้ค่าเงินดอลลาร์อ่อนตัว เศรษฐกิจซบเซา ส่งผลให้มีแรงต้านทานทาง เศรษฐกิจ ทำให้การเติบโตของประชากรมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ)

2.2.4 ให้นักเรียนอภิปรายว่าจากผลการจำแนกข่าวมีข่าวใดหรือไม่ ที่มีความสัมพันธ์กันแล้วสัมพันธ์กันอย่างไร

(เช่น ข่าวการว่างงานในรัฐต่างๆ ข่าวการระบาดข้ามรัฐ ข่าวการหาเสียงเลือกตั้ง ในรัฐต่างๆที่ปราศจากการป้องกัน)

2.2.5 ให้นักเรียนอภิปรายถึงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในภาวะระบาด โดย ถาถามนำการอภิปรายว่าหากพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างรัฐ เมื่อเกิดการระบาดแล้ว การระบาด ในแต่ละรัฐส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน และส่งผลต่อการเติบโตของประชากรรวมในสหรัฐอเมริกา หรือไม่ อย่างไร

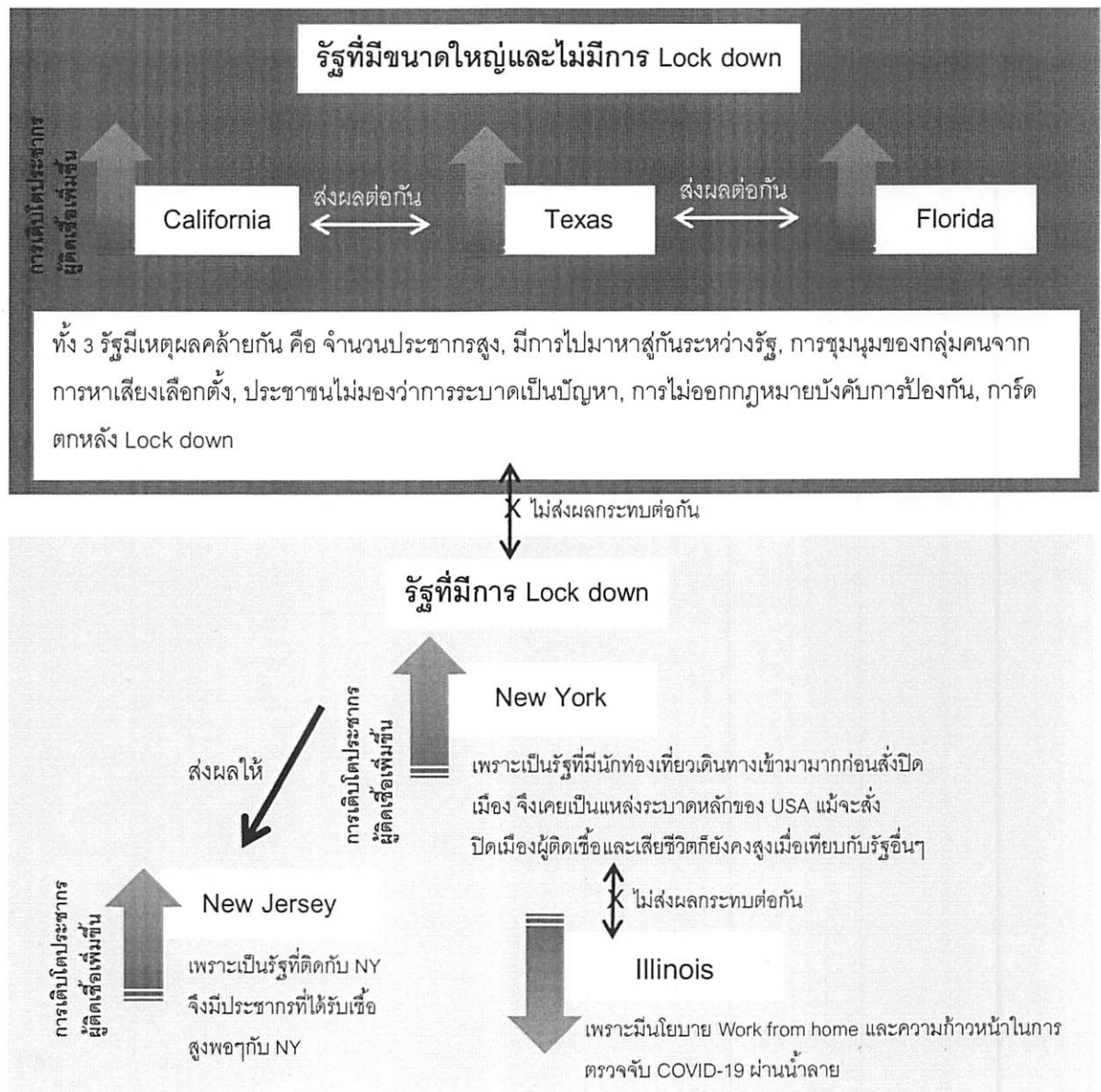
(แนวทางการอภิปราย ส่งผล โดยในภาพรวมแนวโน้มการเติบโตของประชากรรวม ในประเทศลดลง เนื่องจาก 3 รัฐใหญ่มีแนวโน้มการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในภาวะระบาด เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากประชากรมีจำนวนมาก นอกจากนี้การระบาดในนิวยอร์กยังส่งผลต่อรัฐ ใกล้เคียง เช่น นิวเจอร์ซีย์ เนื่องจากนิวยอร์กเป็นศูนย์กลางการระบาดใหญ่)

2.2.6 ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับยอดผู้ติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน, และการเติบโตของประชากรในแต่ละรัฐ จากเว็บไซต์ที่ครูกำหนดให้

2.2.7 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนภาพสถานะ (Transition diagram) แสดงแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐตามข้อมูลที่นักเรียนวิเคราะห์ พร้อมอธิบายเหตุผล

2.2.8 ให้นักเรียนนำข้อมูลจากแผนภาพสถานะมาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจว่าหากจะต้องเรียงลำดับผลกระทบ 1-6 รัฐใดจะได้รับผลกระทบมากที่สุดและน้อยที่สุดจากการระบาด (รัฐที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดกำหนดด้วย 6 โดยลำดับผลกระทบขึ้นอยู่กับมุมมองและข้อมูลข่าวที่ได้จากการสืบค้น)

แนวทางการเขียนแผนภาพสถานะ

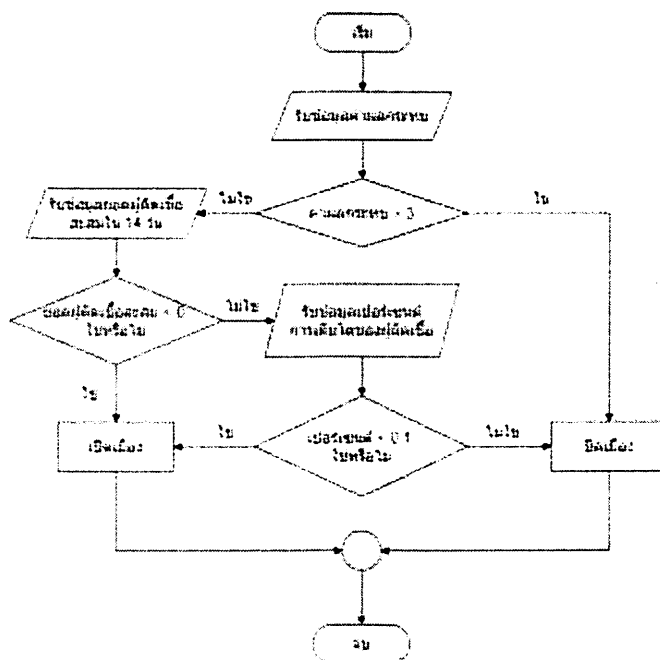


2.3.2 ให้นักเรียนร่วมกันระบุแนวทางในการตัดสินใจเพื่อเลือกที่จะปิดเมือง (Lock down) หรือเปิดประเทศตามนโยบายของรัฐบาลกลาง (Opening Up America Again) โดยเลือกใช้ข้อมูลจากยอดผู้ติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน, อัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐตั้งแต่มีการระบาด และค่าผลกระทบ

2.3.3 ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจว่า ยอดผู้ป่วยติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน อัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ และค่าผลกระทบเป็นเท่าใดจึงควรที่จะปิดเมือง

(เช่น จะปิดเมืองก็ต่อเมื่อค่าผลกระทบมากกว่า 3 ,หากค่าผลกระทบน้อยกว่า หรือเท่ากับ 3 จะเปิดเมืองก็ต่อเมื่อยอดผู้ติดเชื้อในรอบ 14 วันน้อยกว่า 0 คน หรืออัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐน้อยกว่าร้อยละ 0.1)

2.3.4 ครูทบทวนการเขียนแบบผังงาน แล้วให้นักเรียนร่วมกันเขียนแบบผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาในการตัดสินใจเปิดหรือปิดเมือง ตัวอย่างแบบผังงาน



2.3.5 ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยนำข้อมูลยอดผู้ป่วยติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน เปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ และค่าผลกระทบ มากรอกลงในคอลัมน์นี้ให้ตรงกับข้อมูลของแต่ละรัฐ

2.3.6 ครูทบทวนการเขียนคำสั่งเงื่อนไข และให้นักเรียนสร้างคอลัมน์ "การตัดสินใจ" เพื่อสร้าง Formula coding ผ่านการใช้คำสั่งเงื่อนไข (=IF) ตามเงื่อนไขในแบบผังงานเพื่อหาข้อสรุปของการเปิดหรือปิดเมือง

ตัวอย่างคำสั่งเงื่อนไข

F2 = IF(D2>3,"ปิดเมือง",IF(B2<0,"เปิดเมือง",IF(C2<0.1,"เปิดเมือง","ปิดเมือง")))

	A	B	C	D	E	F
	รัฐ	ยอดผู้ป่วยติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน	เปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ	ลำดับผลกระทบ		ผลการตัดสินใจ
1						
2	เท็กซัส	118,786	7.20	6		ปิดเมือง
3	ฟลอริดา	67,586	4.50	5		ปิดเมือง
4	อิลลินอยส์	129,868	-0.20	1		เปิดเมือง
5	แคลิฟอร์เนีย	76,818	0.10	4		ปิดเมือง
6	มิชิแกน	40,302	6.12	3		ปิดเมือง
7	นิวยอร์ก	30,505	6.21	2		ปิดเมือง
8						
9		update covid US				
10		Form New York Time				
11		28 Oct - 12 Nov 2020				
12		https://news.google.com/covid19/map?hl=th&utm_source=News%2F07b_Bq=TH&ced=TH%3Ath				
13						

2.3.7 หลังจากการตัดสินใจในการเปิดหรือปิดเมืองทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ

2.3.8 ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรว่าในสภาวะการเปิดและปิดเมืองการเติบโตของประชากรจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.3.9 นักเรียนนำสูตรความสัมพันธ์มาคำนวณการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ โดยใช้ข้อมูลจากเปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ และค่าลำดับผลกระทบ

สูตรความสัมพันธ์ของรัฐที่มีการเปิดเมือง

$$P(t) = P_0 e^{rt}$$

สูตรความสัมพันธ์ของรัฐที่มีการปิดเมือง

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-rt}}$$

โดย $P(t)$ คือ จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่เปลี่ยนแปลงหลังออกนโยบาย

P_0 คือ จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อก่อนการออกนโยบาย

r คือ ร้อยละการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ

(กำหนดให้ ค่า r หลังออกนโยบาย คือ สัดส่วนของค่าผลกระทบ)

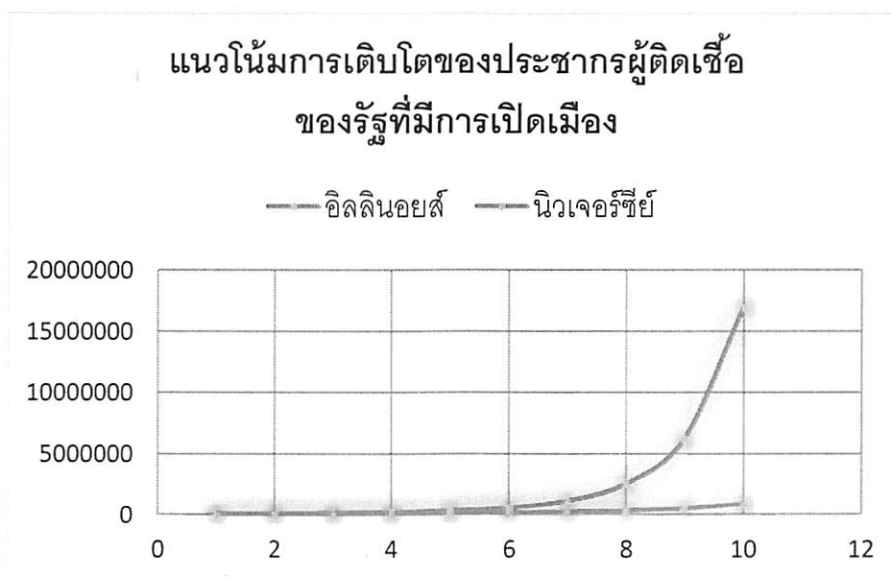
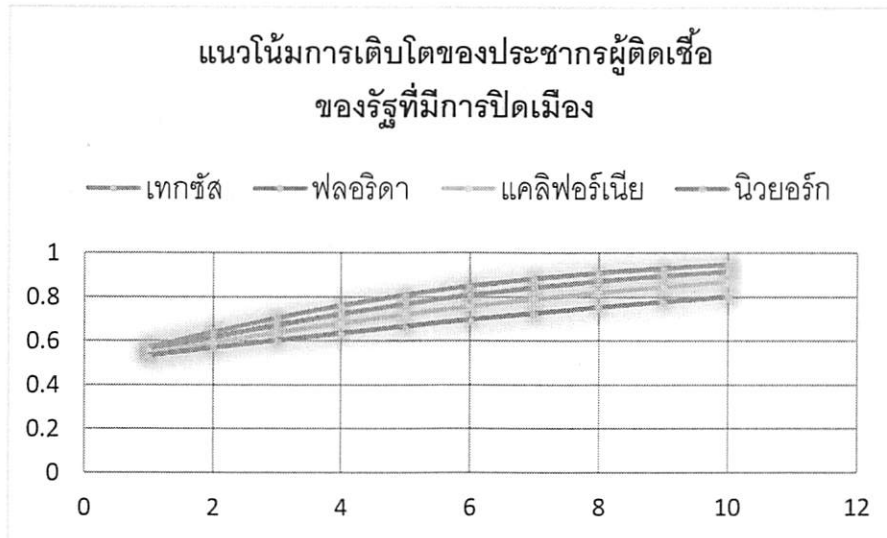
t คือ เวลา

e คือ ค่าคงตัว (มีค่าประมาณ 2.71828)

2.4 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)

2.4.1 ให้นักเรียนสร้างกราฟเส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อแต่ละรัฐ และกราฟเปรียบเทียบรวมระหว่างรัฐที่มีการปิดเมือง และเปิดเมืองจากสูตรความสัมพันธ์

ตัวอย่างกราฟ



2.4.2 นำกราฟที่ได้มาให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อบอกแนวโน้มของกราฟว่าการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐหลังการออกนโยบายปิดเมืองและเปิดเมือง มีแนวโน้มของกราฟเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

(ระยะแรกของการระบาดจะมีการเติบโตของประชากรเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ หลังจากนั้นจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยรัฐที่ไม่มีการควบคุมการระบาดจะมีการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ แต่รัฐที่มีการปิดเมืองแนวโน้มกราฟจะเริ่มคงที่ และอาจลดลงหลังมีการควบคุมการระบาด)

2.4.3 ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าสาเหตุที่แนวโน้มกราฟเป็นเช่นนั้นเพราะอะไร (เพราะในระยะแรกผู้ที่เป็นตัวการแพร่เชื้อยังมีจำนวนน้อยจึงทำให้การระบาดเป็นไปอย่างช้าๆ แต่เมื่อมีผู้ได้รับเชื้อเพิ่มมากขึ้น มีพาหะเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการเติบโตของประชากรที่ได้รับเชื้อเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ต่างกันตรงที่รัฐที่มีการออกนโยบายในการควบคุมการระบาด หรือมีการพัฒนาทางการแพทย์ การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อจึงเริ่มคงที่และมีแนวโน้มลดลง ส่วนรัฐที่ยังคงเปิดเมืองก็มีแนวโน้มที่จะมีการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้ออย่างต่อเนื่อง)

2.4.4 ให้นักเรียนพิจารณากราฟการเติบโตของประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกา ก่อนเกิดการระบาด ตั้งแต่ยุคหลังปฏิวัติอุตสาหกรรม แล้วถามเพื่อให้บอกแนวโน้มการเติบโตของประชากรเป็นอย่างไร เพราะอะไร

(หลังยุคปฏิวัติก่อนการระบาด ประชากรในประเทศมีแนวโน้มเติบโตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระยะหนึ่งประชากรเริ่มคงที่หรือลดลงเล็กน้อย เป็นเพราะการมีทรัพยากรที่จำกัด หรือปัจจัยอื่นๆ เช่น การพัฒนาของเศรษฐกิจและระบบสังคม การมีนโยบายการควบคุมประชากร การที่อัตราการเกิดน้อยกว่าอัตราการตาย)

2.4.5 ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าหลังเกิดการระบาดแล้วแนวโน้มของกราฟการเติบโตของประชากรจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

(ประชากรในประเทศจะมีแนวโน้มการเติบโตลดลงต่ำกว่าก่อนเกิดการระบาด จากการตายที่เป็นผลจากโรคระบาด)

2.4.6 ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่ากราฟการเติบโตของประชากรในประเทศแตกต่างจากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อหรือไม่อย่างไร

(กราฟการเติบโตของประชากรรวมมีแนวโน้มคล้ายกับกราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเมื่อเปิดเมือง และแตกต่างจากการเติบโตของรัฐที่ปิดเมือง)

3. การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหา (Explanation)

3.1 ครูให้นักเรียนศึกษาแนวทางในการควบคุมการระบาดของรัฐบาลกลางสหรัฐฯ เกี่ยวกับนโยบายการเปิดประเทศ 3 ระยะ ถึงเงื่อนไขที่ใช้ในการพิจารณาการเปิดรัฐต่างๆ

(มียอดผู้ติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วันเป็น 0 คน, มีศักยภาพในการตรวจคัดกรอง และมีนโยบายรองรับการติดตามตัวกลุ่มเสี่ยง)

3.2 ครูตั้งคำถามนำอภิปรายการแก้ปัญหาว่ายอดผู้ติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน, อัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐตั้งแต่มีการระบาด และค่าผลกระทบ สามารถเป็นแนวทางในการตัดสินใจเพื่อเปิดประเทศได้จริงหรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย ตอบได้หลากหลายขึ้นอยู่กับเหตุผลประกอบของนักเรียน เช่น จริง เพราะ ค่าผลกระทบจะช่วยจำแนกรัฐที่พร้อมต่อการเปิดประเทศ โดยหากใน 14 วันไม่พบผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้น แสดงว่าเชื้อไวรัสได้ถูกควบคุมได้สำเร็จจากความสามารถในการตรวจคัดกรองและติดตามกลุ่มเสี่ยง รวมทั้งถ้าหากอัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อมีค่าลดลงก็จะแสดงถึงการที่รัฐบาลท้องถิ่นมีศักยภาพเพิ่มขึ้นทางด้านการกักกันและการรักษาโรค

หรือ ไม่จริง เพราะในความเป็นจริงการเปิดประเทศต้องพิจารณาถึงสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมร่วมด้วย เช่น หากมีอัตราการว่างงานสูงมากการตัดสินใจในการปิดประเทศก็จะยิ่งส่งผลให้ประชากรอดอยาก ล้มตายเพิ่มขึ้น)

3.3 ครูถามนักเรียนว่าจากแนวโน้มของกราฟทั้ง 2 รูปแบบที่เกิดขึ้นกับรัฐที่มีการปิดเมืองและเปิดเมือง นักเรียนสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลร่วมในการตัดสินใจเปิดประเทศได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการตอบคำถาม ได้ เพราะหากรัฐส่วนใหญ่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรติดเชื้อที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงถึงมีคนตายจากการระบาดมากขึ้น (อัตราการเติบโตเป็นลบ) ก็จัดว่าไม่เหมาะสมต่อการเปิดประเทศ เพราะแสดงถึงความเสี่ยงจากการติดเชื้อยังคงสูง

แต่หากผู้ว่าการแต่ละรัฐมีการออกนโยบายบางอย่างเกี่ยวกับการเปิดประเทศ ที่ส่งผลให้แนวโน้มของกราฟมีโอกาสคงที่ แสดงว่านโยบายนั้นส่งผลดีต่อการควบคุมการระบาด และควรสนับสนุน

หรืออาจไม่ได้ แต่เป็นแนวทางต้นแบบในการจัดการกับปัญหาได้ ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างกราฟถูกพิจารณาจากรัฐตัวแทน และข้อมูลจากข่าวเท่านั้น ในความเป็นจริงอาจจะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม)

3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความหมายของการเติบโตของประชากร และรูปแบบของการเติบโตของประชากร

(แนวทางการอภิปราย การเติบโตของประชากรเป็นการเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ที่ศึกษาโดยรูปแบบการเติบโตของประชากรในระยะแรกเป็นการเติบโตแบบเอ็กโพเนนเชียล

เนื่องจากไม่มีสิ่งใดเป็นตัวควบคุมการเติบโตของประชากร และเมื่อเวลาผ่านไปการที่มีความด้านทานจากสภาพแวดล้อมก็จะส่งผลให้ประชากรมีการเติบโตเป็นแบบลอจิสติก)

4. การขยายความรู้ (Elaboration)

4.1 ครูถามว่ารูปแบบการเติบโตของประชากรทั้งประเทศแบบเอ็กโพเนนเชียลและลอจิสติก ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อหรือไม่ อย่างไร

(ส่งผล โดยถ้าหากประเทศใดมีแนวโน้มของการเพิ่มประชากร แบบเอ็กโพเนนเชียล โอกาสการเพิ่มของประชากรผู้ติดเชื้อก็จะมากตามไปด้วย)

4.2 โดยวันนี้เราจะมาเรียนรู้ว่ารูปแบบการเติบโตของประชากรในแต่ละทวีปจะส่งผลต่อการเติบโตของผู้ติดเชื้อหรือไม่ ผ่านการทำกิจกรรมการใช้บอร์ดเกม Covidea (Series II)

4.3 ครูอธิบายกติกาการเล่นบอร์ดเกม ประกอบกับให้นักเรียนศึกษาจากคู่มือการใช้บอร์ดเกม จากนั้นครูให้นักเรียนสอบถามกติกาเล่นที่ไม่เข้าใจ

4.4 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อสุ่มเลือกพื้นที่ของแต่ละทวีป แล้วจับฉลากว่าจะมีการเติบโตของประชากรในรูปแบบใด จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการเล่นเกม โดยประชากรของแต่ละทีมจะถูกเพิ่มลงในทวีปของตนเองตามจำนวนที่กำหนดเมื่อเวลาผ่านไป

4.5 ครูกำหนดให้นักเรียนบันทึกข้อมูลจำนวนประชากรที่ติดเชื้อในแต่ละทวีปซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเล่นเกม ลงในตารางบันทึกของแบบบันทึกการทำกิจกรรม

4.6 จากนั้นให้นักเรียนนำข้อมูลมาสร้างเป็นกราฟเส้นเพื่ออภิปรายแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรที่ติดเชื้อในแต่ละทวีป

4.7 ให้นักเรียนอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของกราฟการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่ติดเชื้อ ที่ได้จากการสำรวจปัญหาและกราฟที่ได้จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงประชากรผู้ติดเชื้อจากบอร์ดเกม

4.8 จากกราฟที่แสดงแนวโน้มการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อที่แตกต่างกันระหว่างทวีปที่มีการเติบโตของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและลอจิสติก สามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อควบคุมการระบาดได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย ได้ เพราะ เป็นการแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของประชากรในสภาวะการระบาดที่มีพลวัตของประชากรจากการอพยพ ซึ่งจะช่วยให้เห็นทิศทางในการกำหนดมาตรการในการควบคุมการระบาด เช่น รัฐ หรือเมืองที่ต้องปิดได้

หรืออาจไม่ได้ เพราะ อาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการระบาด และอยู่นอกเหนือการควบคุม)

4.9 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่าจากสถานการณ์ในบอร์ดเกม นักเรียนคิดว่าการเติบโตของประชากรในแต่ละทวีปที่ต่างกันส่งผลต่อการระบาดที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวทางการอภิปราย แตกต่างกันไป โดยแนวโน้มการเติบโตของประชากรที่สูงจะส่งผลให้มีการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อที่สูงขึ้นตาม เนื่องจากการเติบโตของประชากรที่มากขึ้นย่อมส่งผลให้มีการแพร่เชื้อที่มากขึ้นระหว่างมนุษย์ด้วยกัน ถือว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงต่อกัน)

5. การวัดและประเมินผล (Evaluation)

5.1 ครูถามนักเรียนเพื่อสรุปบทเรียนว่าการเติบโตของประชากรมนุษย์แบบเอ็กโพเนนเชียลและลอจิสติกมีความเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ และการเติบโตของประชากรรวมในประเทศมีความสัมพันธ์กับการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อหรือไม่ อย่างไร และเพราะอะไร

(แนวทางการตอบคำถาม เหมือนกันในช่วงต้น คือ จำนวนประชากรจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นโดยเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะแรกเนื่องจากประชากรยังมีจำนวนน้อย แต่เนื่องจากไม่มีปัจจัยจำกัดจากสภาพแวดล้อมจึงทำให้ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแบบเอ็กโพเนนเชียลในเวลาต่อมา แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไปการเติบโตของประชากรจะเริ่มคงที่ เป็นแบบลอจิสติก เมื่อถึงจุดแคโรอิงคาพาซิตี (จุดสูงสุดของการเติบโตที่สภาพแวดล้อมนั้นๆ จะรับได้) เนื่องจากความต้านทานจากสิ่งแวดล้อม เช่น การขาดแคลนอาหารและที่อยู่อาศัย การเจ็บป่วย โรคระบาด ภัยพิบัติ และอื่นๆ ส่วนการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อจะมากขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของประชากรที่สูงขึ้น)

5.2 นักเรียนมีการบันทึกข้อมูลการแก้ไขปัญหาตามกระบวนการคิดเชิงคำนวณในระหว่างการทำกิจกรรมลงในแบบบันทึกการทำกิจกรรม เพื่อให้ครูสามารถตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์คะแนนแบบรูบริค เพื่อประเมินผลถึงระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ข่าวที่เกี่ยวข้องกับการระบาด COVID-19 ในสหรัฐอเมริกา
2. โปรแกรม Microsoft Excel
3. เว็บไซต์ทางการที่แสดงข้อมูลทางสถิติการระบาดในสหรัฐอเมริกา
4. บอร์ดเกม Covidea (Series II)
5. แบบบันทึกการทำกิจกรรม

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์ การเรียนรู้	วิธีการวัดผล และการ ประเมินผล	เครื่องมือวัด และประเมินผล	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ (K)			
1. อธิบายการเติบโตของประชากรจาก ผลการสืบค้นได้	การตรวจ แบบบันทึก	แบบประเมิน บันทึกการทำ กิจกรรม	ได้คะแนนจาก เกณฑ์
2. บอกความแตกต่างระหว่างการเติบโต ของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และลอจิสติกได้	การทำ กิจกรรม การถาม คำถาม	กิจกรรม แบบประเมิน การตอบคำถาม	การประเมิน มากกว่าร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)			
1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการระบาดของ COVID-19 ที่ส่งผลต่อการเติบโตของ ประชากรผู้ติดเชื้อในสหรัฐอเมริกาได้	การตรวจ แบบบันทึก การทำ กิจกรรม	แบบประเมิน บันทึกการทำ กิจกรรม	ได้คะแนนจาก เกณฑ์ประเมิน ทักษะการคิด
2. วิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ระบาดจาก ข้อมูลการสืบค้นได้	กิจกรรม		เชิงคำนวณ ผ่านเกณฑ์
3. จำแนกข้อมูลปัญหาผลกระทบของรัฐที่ เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ระบาดได้			ระดับ 5 ขึ้นไป จาก 6 ระดับ
4. คัดกรองข้อมูลการระบาดของรัฐที่ เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ได้			
5. เขียนแผนภาพสถานะแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของ ประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐตัวแทนที่เกิด การระบาดได้			
6. สร้างขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูล จากการเขียน Formula coding ที่แสดง ความสัมพันธ์จากการเติบโตของ ประชากรผู้ติดเชื้อได้			

จุดประสงค์ การเรียนรู้	วิธีการวัดผล และการ ประเมินผล	เครื่องมือวัด และประเมินผล	เกณฑ์การวัด
7. บอกแนวโน้มของกราฟเส้นที่แสดงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเพื่อใช้แก้ปัญหาการควบคุมการระบาดในสหรัฐอเมริกาได้			
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)			
1. มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการอภิปรายและการตอบคำถามได้	การสังเกต พฤติกรรม	แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรม	ได้คะแนนจากเกณฑ์การประเมิน
2. มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรมและความรับผิดชอบในการส่งงานได้	การเรียนรู้	นักเรียน	ประเมินมากกว่าร้อยละ 70

เกณฑ์ในการวัดผลและประเมินผล

ประเด็นในการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ระดับ 3 (ดีมาก)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ปรับปรุง)
ด้านความรู้ (K)			
1. อธิบายการเติบโตของประชากรจากผลการสืบค้นได้	อธิบายและบอกได้ว่า ประชากรมนุษย์มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนจากการสืบพันธุ์ และอัตราการเติบโตแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม	อธิบายและบอกได้ว่า ประชากรมนุษย์มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนจากการสืบพันธุ์ แต่บอกไม่ได้ว่าอัตราการเติบโตขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม	ไม่สามารถอธิบายและบอกได้ว่า ประชากรมนุษย์มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนจากการสืบพันธุ์ และอัตราการเติบโตขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
2. บอกความแตกต่างระหว่างการเติบโตของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและลอจิสติกได้	บอกได้ว่าการเติบโตของประชากรในระยะแรกเป็นการเติบโตแบบเอ็กโพเนนเชียล เนื่องจากไม่มีสิ่งใดเป็นตัวควบคุมการเติบโตของประชากรและเมื่อเวลาผ่านไป การที่มีความต้านทานจากสภาพแวดล้อมจะส่งผลให้ประชากรมีการเติบโตเป็นแบบลอจิสติก	บอกได้ว่าการเติบโตของประชากรในระยะแรกเป็นการเติบโตแบบเอ็กโพเนนเชียล และเมื่อเวลาผ่านไป ประชากรมีการเติบโตเป็นแบบลอจิสติก และบอกเหตุผลประกอบได้	ไม่สามารถบอกได้ว่าการเติบโตของประชากรในแต่ละระยะเป็นแบบใด หรือไม่สามารถบอกเหตุผลของการเติบโตของประชากรได้

ประเด็นในการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ระดับ 3 (ดีมาก)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ปรับปรุง)
ด้านทักษะ			
กระบวนการ (P)	ได้ข้อมูลจาก	ได้ข้อมูลจาก	ได้ข้อมูลจาก
1. สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับปัญหาการ ระบาด COVID-19 ที่ส่งผลกระทบต่อ เติบโตของ ประชากรผู้ติดเชื้อ ในสหรัฐอเมริกาได้	แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเป็น ข้อมูลที่แสดงถึง การเติบโตของ ประชากร	แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่ได้ข้อมูล บางส่วนที่ไม่แสดงถึง การเติบโตของ ประชากร	แหล่งข้อมูลที่ไม่ น่าเชื่อถือ หรือข้อมูล ไม่แสดงถึงการเติบโต ของประชากร
2. วิเคราะห์ปัญหา สถานการณ์ระบาด จากข้อมูลการ สืบค้นได้	วิเคราะห์ได้ว่าการ ระบาดทำให้ การเติบโตของผู้ติด เชื้อเพิ่มขึ้นและส่งผล ต่อการเติบโตของ ประชากรรวมใน สหรัฐฯ โดยทำให้ อัตราการเติบโตของ ประชากรลดลง และ บอกผลกระทบอื่น ๆ ที่ตามมาได้ถูกต้อง ทั้งหมด	วิเคราะห์ได้ว่าการ ระบาดทำให้ การเติบโตของผู้ติด เชื้อเพิ่มขึ้นและส่งผล ต่อการเติบโตของ ประชากรรวมใน สหรัฐฯ โดยทำให้ อัตราการเติบโตของ ประชากรลดลง แต่ บอกผลกระทบอื่น ๆ ที่ตามมาถูกต้องบ้าง	วิเคราะห์ได้ว่าการ ระบาดทำให้ การเติบโตของผู้ติด เชื้อเพิ่มขึ้นและส่งผล ต่อการเติบโตของ ประชากรรวมใน สหรัฐฯ แต่ไม่สามารถ บอกถึงการ เปลี่ยนแปลง หรือไม่ สามารถบอก ผลกระทบอื่น ๆ ได้เลย จำแนกข้อมูลปัญหา
3. จำแนกข้อมูล ปัญหาผลกระทบ ของรัฐที่เกี่ยวข้อง จากสถานการณ์ ระบาดได้	จำแนกข้อมูลปัญหา การระบาดที่เกิดขึ้นใน รัฐที่เกี่ยวข้องได้ ถูกต้องตามเงื่อนไขที่ กำหนดทุกรัฐ	จำแนกข้อมูลปัญหา การระบาดที่เกิดขึ้นใน รัฐที่เกี่ยวข้องได้ ถูกต้องเงื่อนไขที่ กำหนดบางรัฐ	การระบาดที่เกิดขึ้นใน รัฐที่เกี่ยวข้องไม่ ถูกต้องเงื่อนไขที่ กำหนดเลย

ประเด็นในการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ระดับ 3 (ดีมาก)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ปรับปรุง)
4. คัดกรองข้อมูลการ ระบาดของรัฐที่ เกี่ยวข้องจาก สถานการณ์ได้	คัดกรองเหลือเฉพาะ ข้อมูลข่าวที่ส่งผลต่อ การเติบโตของ ประชากรได้ถูกต้อง ทุกรัฐ และบอกได้ถึง ทุกข้อมูลที่สัมพันธ์กัน	คัดกรองเหลือเฉพาะ ข้อมูลข่าวที่ส่งผลต่อ การเติบโตของ ประชากรได้ถูกต้อง ทุกรัฐ แต่บอกได้แค่ บางข้อมูลที่สัมพันธ์ กัน	คัดกรองเหลือเฉพาะ ข้อมูลข่าวที่ส่งผลต่อ การเติบโตของ ประชากรได้ถูกต้อง บางรัฐ จึงไม่สามารถ บอกความสัมพันธ์ที่ ถูกต้องได้
5. เขียนแผนภาพ สถานะแสดง ความสัมพันธ์ ของการเติบโต ระหว่างการเติบโต ของประชากรผู้ติด เชื้อในรัฐตัวแทนที่ เกิดการระบาดได้	เขียนแผนภาพสถานะ ที่แสดงความสัมพันธ์ ของการเติบโต ประชากรผู้ติดเชื้อใน รัฐตัวแทนพร้อมบอก เหตุผลได้อย่าง สมเหตุสมผลทุกรัฐ	เขียนแผนภาพสถานะ ที่แสดงความสัมพันธ์ ของการเติบโต ประชากรผู้ติดเชื้อใน รัฐตัวแทนพร้อมบอก เหตุผลได้อย่าง สมเหตุสมผลบางรัฐ	เขียนแผนภาพสถานะ ที่แสดงความสัมพันธ์ ของการเติบโต ประชากรผู้ติดเชื้อใน รัฐตัวแทนได้แต่แสดง เหตุผลไม่ สมเหตุสมผลเลย
6. สร้างขั้นตอนการ แก้ปัญหาโดยใช้ ข้อมูลจากการ เขียน Formula coding ที่แสดง ความสัมพันธ์จาก การเติบโตของ ประชากรผู้ติดเชื้อ ได้	เขียนแบบผังงานที่มี ลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็น เงื่อนไขที่แสดงผล การตัดสินใจได้อย่าง ถูกต้อง และสร้าง Formula coding ที่ แสดงการตัดสินใจใน การควบคุมการเปิด ประเทศผ่านคำสั่ง เงื่อนไข ได้ถูกต้อง	เขียนแบบผังงานที่มี ลำดับขั้นตอนสมบูรณ์ มีตัวแปรครบถ้วน เป็น เงื่อนไขที่แสดงผล การตัดสินใจได้ ถูกต้อง หรือสร้าง Formula coding ที่ แสดงการตัดสินใจใน การควบคุมการเปิด ประเทศผ่านคำสั่ง เงื่อนไข ได้ถูกต้อง	ไม่สามารถเขียนแบบ ผังงานได้ หรือเขียนไม่ ถูกต้อง จึงไม่สามารถ สร้าง Formula coding ผ่านการสร้าง คำสั่งเงื่อนไขที่ แสดงผลการตัดสินใจ ในการควบคุมการเปิด ประเทศผ่านคำสั่ง เงื่อนไขได้

ประเด็นในการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	ระดับ 3 (ดีมาก)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 1 (ปรับปรุง)
7. บอกแนวโน้มของกราฟเส้นที่แสดงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเพื่อใช้แก้ปัญหาการควบคุมการระบาดในสหรัฐอเมริกาได้	บอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรได้ถูกต้องทั้งหมด และบอกได้ว่าไม่ควรอนุญาตให้เปิดประเทศ หากแนวโน้มการเติบโตของผู้ติดเชื้อยังเพิ่มขึ้น และควรปิดเมืองเพื่อให้แนวโน้มคงที่	บอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่บอกได้ว่าไม่ควรอนุญาตให้เปิดประเทศ หากแนวโน้มการเติบโตของผู้ติดเชื้อยังเพิ่มขึ้น และควรปิดเมืองเพื่อให้แนวโน้มคงที่	บอกแนวโน้มของการเติบโตของประชากรไม่ถูกต้อง หรือบอกว่าควรอนุญาตให้เปิดประเทศ แม้แนวโน้มการเติบโตของผู้ติดเชื้อยังเพิ่มขึ้น หรือควรเปิดเมืองเพื่อให้แนวโน้มคงที่
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)			
1. มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการอภิปรายและการตอบคำถามได้	มีส่วนร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน มีการซักถามข้อสงสัยกับครูและเพื่อนๆ และมีการตอบคำถามอย่างสม่ำเสมอ	มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียนบ้าง มีการซักถามข้อสงสัยกับครูและเพื่อนๆ บ้าง และมีการตอบคำถามบ้าง	ไม่ให้ความร่วมมือในการอภิปรายร่วมในชั้นเรียน ไม่มีการซักถามข้อสงสัยกับครูและเพื่อนๆ และแทบไม่ตอบคำถามเลย
2. มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรมและความรับผิดชอบในการส่งงานได้	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ทำกิจกรรมเสร็จภายในกำหนดเวลา และส่งงานตรงตามกำหนดเวลา	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม แต่อาจทำกิจกรรมเสร็จล่าช้ากว่าเพื่อนร่วมชั้น แต่ยังคงส่งงานตรงตามกำหนดเวลา	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมบ้าง แต่ส่งงานไม่ตรงตามกำหนดเวลา

ภาคผนวก ช ตัวอย่างแบบบันทึกการทำกิจกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้สี่เส้าแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ชื่อ _____ ชั้น ม.6/1 เลขที่ _____

Activity

0

Engagement

- ❖ นักเรียนคิดว่าการระบาดของ Covid-19 พลกระทบจากการระบาดที่ส่งผลต่อการเติบโตของประชากรโลกหรือไม่อย่างไร

ย้อนกลับไปก่อนเกิดการระบาดของ Covid-19 หลังมีการปฏิวัติอุตสาหกรรม ประเทศอินเดียเป็นประเทศที่มีอัตราการเติบโตของประชากรเป็นอันดับ 1-10 ของโลก เมื่อเวลาผ่านไป ทรัพยากรเริ่มลดลง ประกอบกับการพัฒนาทางระบบเศรษฐกิจ สังคม และการแพทย์ ทำให้การเติบโตของประชากรมีการเปลี่ยนแปลง

- ❖ การเติบโตของประชากรในอินเดียมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

ในช่วงปลายปี 2020 ที่ผ่านมา พบว่าประเทศอินเดียเป็นประเทศที่มียอดสะสมของผู้ติดเชื้อสูงเป็นอันดับ 2 ของโลก ตามหลังสหรัฐอเมริกา โดยมียอดสะสมของผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นกว่า 5 ล้านคน ภายใน 11 วัน ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งการกระจายเชื้อแหล่งใหม่ในทวีปเอเชียแทนประเทศจีนที่เป็นต้นกำเนิดของเชื้อ

- ❖ ร่วมกันสืบค้นและวิเคราะห์ถึงสาเหตุการแพร่ระบาดในอินเดีย

- ❖ หลังการแพร่ระบาดประเทศอินเดียมีแนวโน้มการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเป็นเช่นไร

- ❖ การแพร่ระบาดของ Covid-19 ทำให้เกิดการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อจะส่งผลต่อการเติบโตของประชากรรวมในอินเดียหรือไม่ อย่างไร

แบบบันทึกการทำกิจกรรม ตอนที่ 2

Activity

1

NEWS Alerts

ศึกษาข่าวสถานการณ์การแพร่ระบาดของ Covid-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มียอดผู้ติดเชื้อสะสมและผู้เสียชีวิตสูงที่สุดในโลก ซึ่งส่งผลต่อการเติบโตของประชากรในประเทศ

TNN ออนไลน์



ตัวอย่างข่าวที่น่าสนใจ



แนวทางการรับมือโควิด-19 ของสหรัฐอเมริกา : วิเคราะห์สถานการณ์ต่างประเทศ (6 พ.ค. 63)

THAI PBS



สหรัฐคิดเชื้อโควิดรายวัน 1 แสนรายสองวันติด - ลี้ภัยชาวยุโรปเข้าบ้าน | TNN ข่าวเที่ยง | 6-11-63

TNN ONLINE



เชื้อมีโควิดสหรัฐสูงสุด นับตั้งแต่เกิดการระบาดทั่วโลก | TNN ข่าวเที่ยง | 01-11-63

TNN ONLINE

ไทยรัฐออนไลน์



◁ สหรัฐอเมริกาทุบสถิติ ติดเชื้อโควิด

รายวันทะลุ 84,000 ราย

(24 พ.ค. 2563 13:51 น.)



ThaiPBS



กรมควบคุมโรค



ThaiPBS



△ แนวทางการรับมือ









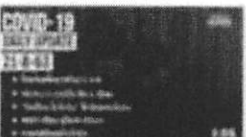


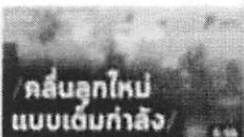
โควิด-19 ของสหรัฐอเมริกา : วิเคราะห์สถานการณ์ต่างประเทศ (6 พ.ค. 63)

◁ มองสาเหตุที่ทำให้การระบาด
โควิด-19 ในยุโรปคุมได้

ยาก | วิเคราะห์สถานการณ์ต่างประเทศ (16 มี.ค. 63)




You Tube ข่าวเกี่ยวกับโควิด-19

ข่าวเกี่ยวกับโควิด-19

 <p>COVID-19 20-21 วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 7.5 นาที 1 ฟิล์มรวม</p>	 <p>โควิด-19 ฟิล์มรวม วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 5.7 นาที 2 ฟิล์มรวม</p>	 <p>งานพบปะโควิด-19 วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก TV ยาว 3.1 นาที 3 ฟิล์มรวม</p>	 <p>โควิด-19 ฟิล์มรวม วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.2 นาที 2 ฟิล์มรวม</p>
 <p>โควิด-19 ฟิล์มรวม วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 2.8 นาที 1 ฟิล์มรวม</p>	 <p>เปิดใหม่โควิด วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 2.5 นาที 2 ฟิล์มรวม</p>	 <p>เปิดใหม่โควิด 2สาวไทย วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.3 นาที 1 ฟิล์มรวม</p>	 <p>โควิด-19 ฟิล์มรวม วันที่ 20 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 6.12 นาที 1 ฟิล์มรวม</p>
 <p>COVID-19 20-21 วันที่ 21 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.7 นาที 13 ฟิล์มรวม</p>	 <p>โควิด-19 ฟิล์มรวม วันที่ 21 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.9 นาที 1 ฟิล์มรวม</p>	 <p>โควิด-19 ฟิล์มรวม วันที่ 21 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.2 นาที 2 ฟิล์มรวม</p>	 <p>โควิด-19 ฟิล์มรวม วันที่ 21 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 4.8 นาที 3 ฟิล์มรวม</p>

สแกน Qr code หรือ ค้นหาคำว่า "สหรัฐอเมริกา + โควิด-19"

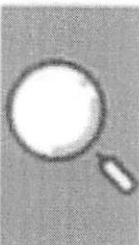


	<p>COVID-19 ฟิล์มรวม วันที่ 21 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.2 นาที 2 ฟิล์มรวม</p>
	<p>COVID-19 ฟิล์มรวม วันที่ 21 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.2 นาที 2 ฟิล์มรวม</p>
	<p>COVID-19 ฟิล์มรวม วันที่ 21 ส.ค. 63 สปริงบ็อก ยาว 1.2 นาที 2 ฟิล์มรวม</p>

Activity

2

News decomposed



ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม เพื่อสืบค้นข่าวเกี่ยวกับปัญหาการแพร่ระบาดของ Covid-19 ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มียอดผู้ติดเชื้อสะสมและผู้เสียชีวิตสูงที่สุดในโลก ระบุหัวข้อข่าว แล้วรวบรวมเนื้อหาบางส่วนของข่าวที่สำคัญ พร้อมอ้างอิงแหล่งข้อมูล (ไม่ต่ำกว่า 10 ข่าว) ทำลงในเอกสารออนไลน์

1. จากการอ่านสถานการณ์ข่าว การระบาดในสหรัฐฯ ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นปัญหา ส่งผลให้สหรัฐอเมริกาไม่สามารถควบคุมการระบาดของ Covid-19 ส่งผลให้ยอดสะสมประชากรผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้น (อธิบายพร้อมยกตัวอย่าง)

2. การเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อ Covid-19 มีความสัมพันธ์กับการเติบโตของประชากรรวมในประเทศหรือไม่ อย่างไร

3. การเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรรวมในประเทศหลังการระบาด ส่งผลต่อการพัฒนาประเทศหรือไม่ อย่างไร

จากผลกระทบข้างต้น ทำให้รัฐบาลกลางของสหรัฐมีนโยบายควบคุมการระบาด โดยให้วิสัยทัศน์ว่าการรัฐในการจัดตั้งนโยบายควบคุมการระบาดประจำรัฐ ทำให้บางรัฐมีแนวทางในการควบคุมการระบาดที่แตกต่างจากรัฐอื่น ในขณะที่เดียวกับรัฐบาลกลางก็พยายามที่จะวางนโยบายร่วมกันในเพื่อบริหารประเทศให้ไปในทิศทางเดียวกัน

4. กัดเลือกตัวแทนตัวแทนรัฐ 6 รัฐ ซึ่งเป็นรัฐที่มียอดผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตเป็นอันดับต้นๆ เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแทนในการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น เพื่อนำไปสู่การพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาในภาพรวม

ชื่อรัฐ	
1.	รัฐเทกซัส
2.	รัฐฟลอริดา
3.	รัฐอิลลินอยส์
4.	รัฐแคลิฟอร์เนีย
5.	รัฐนิวยอร์ก
6.	รัฐนิวเจอร์ซีย์

5. ให้นักเรียนเขียนหัวข้อข่าวที่มีเนื้อหาข่าวที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของ Covid-19 ในรัฐต่างๆของสหรัฐอเมริกา (พร้อมวงเล็บแหล่งอ้างอิง)

รัฐเทกซัส	รัฐฟลอริดา	รัฐอิลลินอยส์
รัฐแคลิฟอร์เนีย	รัฐนิวยอร์ก	รัฐนิวเจอร์ซีย์

6. จากข้อ 5 ให้นักเรียนขีดเส้นใต้หรือไฮไลท์ข่าวที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในแต่ละรัฐลงในตารางข้อที่ 2

Activity

3

Transition Diagram

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนภาพแสดงแบบแผนความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลง การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐตามข้อมูลที่นักเรียนวิเคราะห์ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

โดยการลากลูกศรความสัมพันธ์เชื่อม

ระหว่างแต่ละรัฐ

1 \longrightarrow 2

(หากรัฐที่ 1 ส่งผลกระทบต่อ การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในรัฐที่ 2)

1 \longleftrightarrow 2

(หากรัฐที่ 1 และ 2 ส่งผลกระทบต่อ การเติบโตของประชากรซึ่งกันและกัน)

1 \longleftrightarrow 2

(หากทั้ง 2 รัฐไม่ส่งผลกระทบต่อ ไม่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันในแง่การเติบโตของ ประชากร)

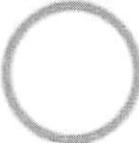
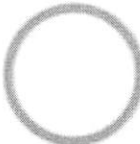
พร้อมกำหนดสัญลักษณ์ลงในช่องว่าง และบอกเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในสภาวะระบอบ

↑ หากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น





↓ หากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตนั้นมีแนวโน้มลดลง

- หากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตนั้นมีแนวโน้มคงที่

ស្រុកបំបាត់អ្នកជំងឺកូវីដ Lock down

 <i>Florida</i> IWS៖ _____ _____ _____	 <i>Texas</i> IWS៖ _____ _____ _____
---	--

ស្រុកបំបាត់អ្នកជំងឺកូវីដ Lock down

 <i>California</i> IWS៖ _____ _____ _____	 <i>Illinois</i> IWS៖ _____ _____ _____
 <i>New York</i> IWS៖ _____ _____ _____	 <i>New Jersey</i> IWS៖ _____ _____ _____

จากแบบแผนความสัมพันธ์... ให้นักเรียนตัดสินใจว่าหากจะต้องเรียงลำดับพลกระทบ 1-6 รัฐใดจะ
ได้รับพลกระทบมากที่สุดและน้อยที่สุดจากการระบาด (รัฐที่ได้รับพลกระทบมากที่สุดกำหนดด้วย 6 โดย
ลำดับพลกระทบขึ้นอยู่กับมุมมองและข้อมูลข่าวที่นักเรียนได้จากการสืบค้น)

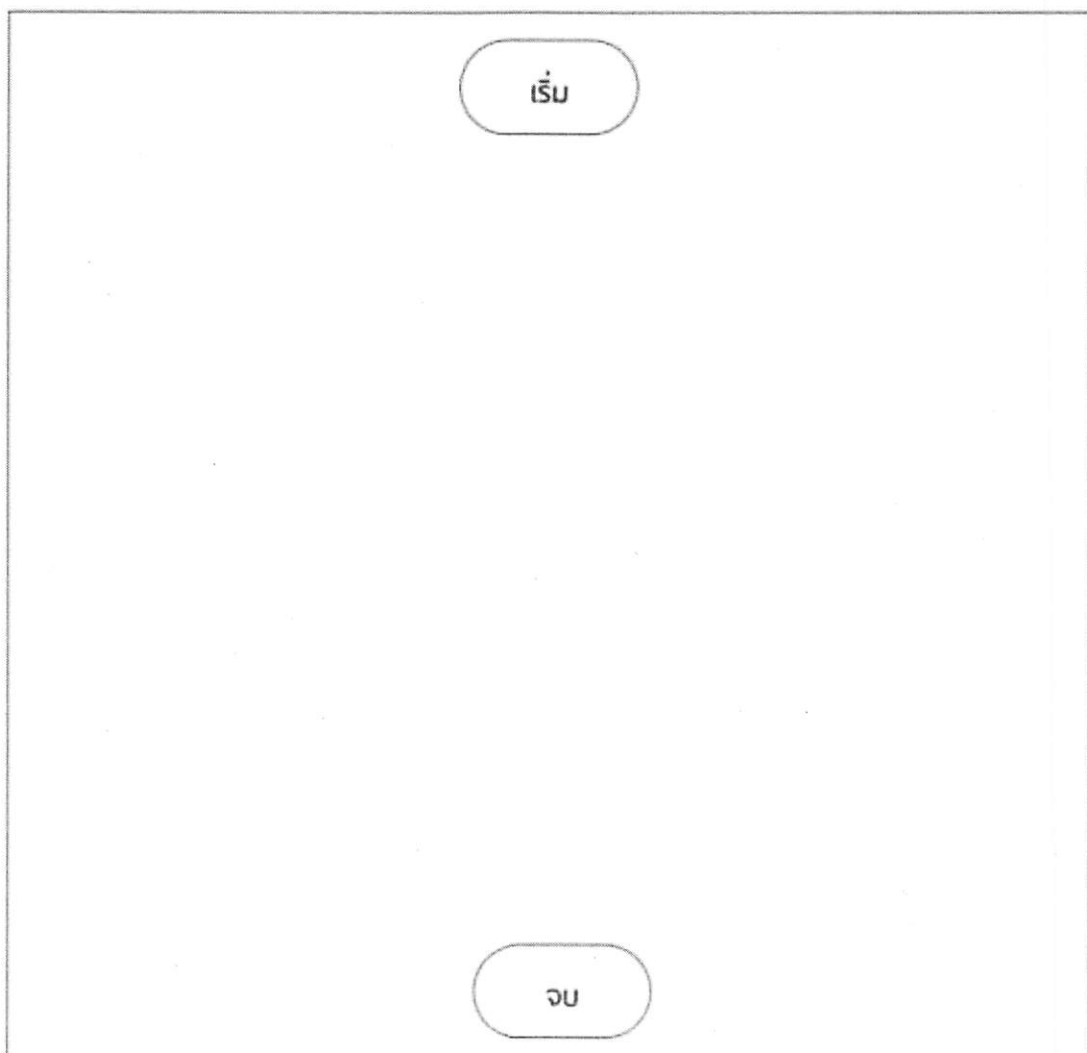
ค่าอัตรา พลกระทบ	รัฐที่ได้รับพลกระทบมากที่สุด
6	
5	
4	
3	
2	
1	รัฐที่ได้รับพลกระทบน้อยที่สุด

Activity

4

Flowchart

- กำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจว่า ยอดผู้ป่วยติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน อัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ และค่าผลกระทบเป็นเท่าใดจึงควรที่จะปิดเมือง
 - จะปิดเมืองก็ต่อเมื่อค่าผลกระทบมากกว่า ___ จาก 6
 - หากค่าผลกระทบน้อยกว่าหรือเท่ากับ ___ จะเปิดเมืองก็ต่อเมื่อยอดผู้ติดเชื้อสะสมน้อยกว่า ___ คน หรือ อัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐน้อยกว่าร้อยละ ___
- เขียนแบบผังงาน (Flowchart) แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาในการตัดสินใจเปิดหรือปิดเมือง



Activity

5

Formula Coding



Excel

ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการดำเนินกิจกรรมต่อไปนี้
อุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็น

1. คอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม Microsoft Excel
3. อินเทอร์เน็ต

แหล่งสืบค้นที่น่าสนใจ

- 1) จำนวนประชากรในรัฐต่างๆของสหรัฐอเมริกา (bit.ly/3cboeEm)

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_states_and_territories_of_the_United_States_by_population

- 2) ข้อมูลสถิติจำนวนประชากรผู้ติดเชื้อในสหรัฐอเมริกา (bit.ly/2KMQ5zp)

<https://news.google.com/covid19/map?hl=th&mid=%2Fm%2F09c7w0&gl=TH&ceid=TH%3Ath>

1. นำข้อมูลยอดผู้ป่วยติดเชื้อสะสมในรอบวัน ค่าเงินเปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อจากค่าสถิติ และค่าผลกระทบ มากรอกลงในคอลัมน์ให้ตรงกับข้อมูลของแต่ละรัฐ
ตัวอย่างการจัดกระทำ

รัฐ	ยอดผู้ป่วยติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน	เปอร์เซ็นต์การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อ	ค่าสัมประสิทธิ์
เท็กซัส	275,894	7.20	6
ฟลอริดา	147,826	4.50	5
ฮิลลีนอบส์	56,493	-0.20	1
แคลิฟอร์เนีย	309,190	0.10	4
นิวยอร์ก	172,868	6.12	3
นิวเจอร์ซีย์	69,272	6.21	2

2. ให้นักเรียนสร้างคอลัมน์ "การตัดสินใจ" เพื่อสร้าง Formula coding ผ่านการใช้คำสั่งเงื่อนไข (=IF) ตามเงื่อนไขในแบบผังงานเพื่อหาข้อสรุปของการเปิดหรือปิดเมือง

Activity
6

Graph Pattern

หลังจากการตัดสินใจในการเปิดหรือปิดเมือง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ

ให้นักเรียนนำสูตรความสัมพันธ์ต่อไปนี้มาสร้างกราฟ/การเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐหลังออกนโยบาย โดยใช้ข้อมูลจากตัวเลขผู้ติดเชื้อก่อนออกนโยบาย และค่าพารามิเตอร์ เป็นเวลา 10 วัน ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel

สูตรความสัมพันธ์ของรัฐที่มีการเปิดเมือง

$$P(t) = P_0 e^{rt}$$

สูตรความสัมพันธ์ของรัฐที่มีการปิดเมือง

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-rt}}$$

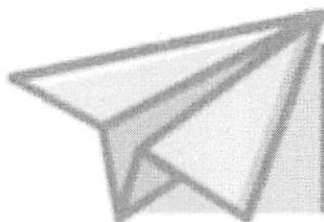
โดย $P(t)$ คือ จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่เปลี่ยนแปลงหลังออกนโยบาย

P_0 คือ จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อก่อนการออกนโยบาย

r คือ ร้อยละการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อหลังออกนโยบาย
(กำหนดให้ r หลังออกนโยบาย คือ สัดส่วนของค่าพารามิเตอร์)

t คือ เวลา

e คือ ค่าคงตัว (มีค่าประมาณ 2.71828)



HAND IN CODING 3

การส่งงาน ครั้งที่ 3

ให้นักเรียนบันทึกงานของตนเอง

เป็นไฟล์งาน .xlsx ส่งไปที่ bit.ly/37bGxVH

Activity

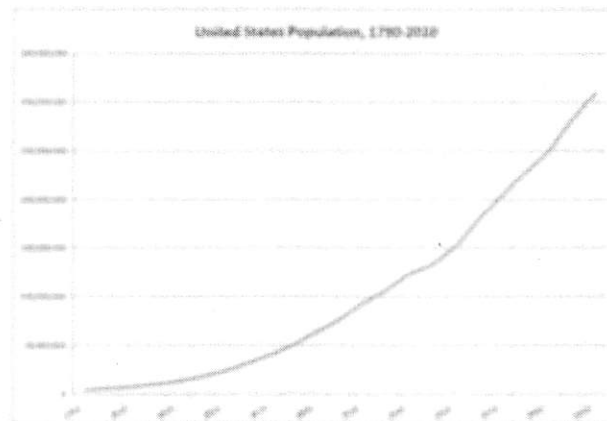
7.1

Let's Graph Discussion

- 1 จากกราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อหลังการออกนโยบายเปิดหรือปิดเมืองในสหรัฐอเมริกา จงพิจารณาว่าแนวโน้มกราฟของรัฐที่มีการปิดและเปิดเมืองเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

- 2 เพราะสาเหตุใดกราฟของรัฐที่มีการตัดสินใจเปิดและปิดเมืองจึงมีแนวโน้มของกราฟที่แตกต่างกัน

- 3 ให้นักเรียนพิจารณากราฟการเติบโตของประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกา ก่อนเกิดการระบาด ตั้งแต่ยุคหลังปฏิวัติอุตสาหกรรมต่อไปนี้



- 3.1 แนวโน้มกราฟการเติบโตของประชากรหลังช่วงปฏิวัติอุตสาหกรรมในปี ค.ศ. 1790 เป็นอย่างไร

- 3.2 เพราะสาเหตุใด กราฟจึงมีแนวโน้มเป็นเช่นนั้น

- 3.3 การระบาดของเชื้อ Covid-19 ในปี 2019 ส่งผลต่อแนวโน้มการเติบโตของประชากรทั้งประเทศหรือไม่ อย่างไร

4. แนวโน้มของกราฟการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อทั้งก่อนและหลังการออกนโยบาย มีความแตกต่างจากกราฟการเติบโตของประชากรรวมทั้งประเทศหรือไม่ อย่างไร

Activity

7.2

Let's Explanation

1. ยอดผู้ติดเชื้อสะสมในรอบ 14 วัน, อัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละรัฐ ตั้งแต่มีการระบาด และค่าพลากระทบ สามารถเป็นแนวทางในการตัดสินใจเพื่อเปิดประเทศได้จริงหรือไม่ อย่างไร
2. จากแนวโน้มของกราฟหากมีการตัดสินใจเปิดหรือปิดเมือง นักเรียนจะสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลร่วมในการตัดสินใจเปิดประเทศได้หรือไม่ อย่างไร

Activity

8

Cov-idea for Elaboration

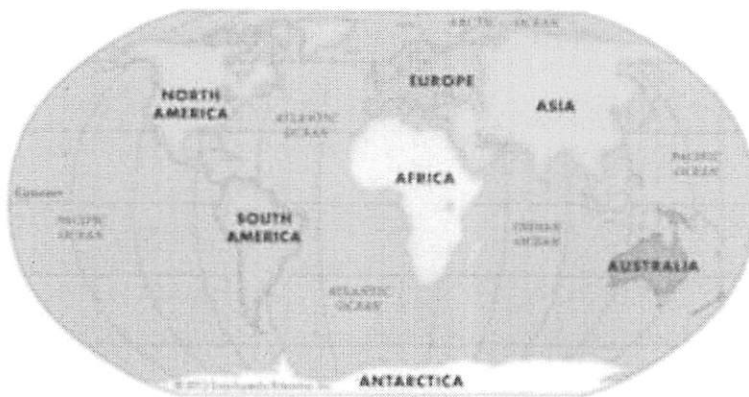


- ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลจำนวนประชากรที่ติดเชื้อในแต่ละทวีป ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปในช่วงการเล่น เกม ตั้งแต่วันที่ 1-30 (เป็นก็เฉพาะวันจ)
- นำข้อมูลมาสร้างเป็นกราฟเส้นผ่านโปรแกรม Excel
- อภิปรายแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรที่ติดเชื้อในแต่ละทวีป ที่มีแนวโน้มการเติบโตประชากรต่างกัน

Covidea

GAME RULES

สแกน Or code เพื่อศึกษากติกาการเล่น

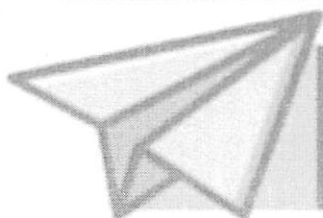


หมายเหตุ

ในกระดานเกมไม่มีพื้นที่สำหรับ
เดินหมากในทวีปแอนตาร์กติกา

ตารางบันทึกการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่ติดเชื่อแต่ละทวีป (วันที่ 1-30)

วันที่	จำนวนประชากรแต่ละทวีป				
	เอเชีย	ยุโรป	ออสเตรเลีย	แอฟริกา	อเมริกา
1					
2					
4					
6					
8					
10					
12					
14					
16					
18					
20					
22					
24					
26					
28					
30					



HAND IN CODING 4

การส่งงานครั้งที่ 4

ให้นักเรียนบันทึกงานของตนเอง

เป็นไฟล์นามสกุล .xlsx ส่งไปที่ bit.ly/3flyf1W

ภาคผนวก ช แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง ประชากร สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

บทที่ 24 ระบบนิเวศและประชากร เรื่อง ประชากร
รหัสวิชา ว30245 รายวิชา ชีววิทยา 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เวลา 3 ชั่วโมง
ชื่อผู้เรียน
ชั้น ม.6/1 เลขที่ คะแนน

ข้อสอบฉบับนี้จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอบ
ในระหว่างการสอบไม่อนุญาตให้เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ต

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด
2. สืบค้นข้อมูลอธิบายเปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก
3. อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร

คำชี้แจง

1. ข้อสอบทั้งหมดเป็นข้อสอบแบบอัตนัย มีจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน
2. มีระยะเวลาในการทำข้อสอบ 3 ชั่วโมง
3. ข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 มีจำนวน 12 ข้อ ให้นักเรียนทำลงในกระดาษคำตอบ

ตอนที่ 2 มีจำนวน 3 ข้อ (เป็นข้อสอบที่ต่อเนื่องจากข้อที่ 4,8 และ12) ให้นักเรียน

ทำลงในโปรแกรม Microsoft Excel ผ่านคอมพิวเตอร์

4. ให้นักเรียนเปิดไฟล์ CT-Test.xlsx ที่ Desktop เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำโจทย์ในตอน 2
5. ไม่อนุญาตให้นำข้อสอบออกจากห้องสอบ

ตอนที่ 1 คำชี้แจงให้นักเรียนเขียนเพื่ออธิบายคำตอบให้ถูกต้อง ครอบคลุมประเด็น

ให้นักเรียนศึกษาข่าวเกี่ยวกับสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสเมอร์ส ซึ่งเป็นโรคทางเดินหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน ที่ติดต่อผ่านการสูดดมละอองฝอยจากสารคัดหลั่งของผู้ที่ติดเชื้อ ต่อไปนี้ เพื่อนำไปใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 1-4

ระยะเวลา	สถานการณ์การระบาดของโรคเมอร์ส
18 มิ.ย. 2558	กระทรวงสาธารณสุขของไทยออกประกาศกฎกระทรวงเพิ่มเติม เพื่อกำหนดให้โรคเมอร์สหรือโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง เป็นโรคติดต่อต้องแจ้งความและเป็นโรคติดต่ออันตราย ส่งผลให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องต้องเตรียมการป้องกันขั้นสูงสุด และหลีกเลี่ยงการเดินทางไปยังพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ หรือชุมชนแออัด
18 มิ.ย. 2558	พบผู้ป่วยโรคไวรัสเมอร์สรายแรกในประเทศไทย โดยเป็นชายชาวโอมานซึ่งเดินทางเข้ามายังประเทศไทยพร้อมกับครอบครัว โดยผู้ป่วยรายแรกนี้ได้รับการยืนยันจากกระทรวงสาธารณสุขแล้ว ทั้งนี้มีผู้ที่อยู่ในข่ายต้องเฝ้าระวังอีกจำนวน 66 ราย
19 มิ.ย. 2558	ชายชาวโอมาน ผู้ป่วยเมอร์สรายแรกในประเทศไทยมีอาการดีขึ้น แต่ยังคงหายใจเองไม่ได้ มีรายงานว่าญาติของผู้ป่วยที่เดินทางมาด้วยกันจำนวน 3 ราย เริ่มมีอาการป่วย ซึ่งเจ้าหน้าที่ได้เฝ้าระวังและติดตามอาการอย่างใกล้ชิด
19 มิ.ย. 2558	พบผู้ต้องสงสัยจะติดเชื้อโรคเมอร์สที่จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากมีไข้สูงและมีอาการไอภายหลังเพิ่งเดินทางกลับจากประเทศเกาหลีใต้
20 มิ.ย. 2558	กระทรวงสาธารณสุขยืนยันผลการตรวจญาติจำนวน 3 คนของผู้ป่วยเมอร์สรายแรกในไทย ปรากฏว่าเป็นเชื้อไวรัสใช้หวัดธรรมดา ส่วนผู้ต้องสงสัยที่จังหวัดเชียงใหม่ก็ยืนยันแล้วว่าไม่ใช่ติดเชื้อไวรัสเมอร์ส ทำให้จำนวนผู้ป่วยเมอร์สในประเทศไทยยังคงที่อยู่ 1 คนเท่าเดิม
20 มิ.ย. 2558	สาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์เร่งหาตัวหญิงชาวบุรีรัมย์ซึ่งเดินทางกลับมาประเทศไทยโดยทางเครื่องบินพร้อมกับชายชาวโอมานและครอบครัวที่ติดเชื้อไวรัสเมอร์ส เบื้องต้นทราบว่าหญิงคนดังกล่าวอาศัยอยู่ใน อ.เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์

ระยะเวลา	สถานการณ์การระบาดของโรคเมอร์ส
20 มิ.ย. 2558	พบตัวหญิงชาวบุรีรัมย์ที่นั่งติดกันบนเครื่องบินกับชายโอมานที่ติดเชื้อไวรัสเมอร์สแล้ว ผลตรวจเบื้องต้นไม่พบอาการไข้ จึงกักตัวไว้สังเกตอาการ 14 วัน นอกจากนี้ยังมีผู้ที่อยู่ในข่ายต้องเฝ้าระวังใกล้ชิดจำนวน 3 คน และผู้ที่เสี่ยงต่อการสัมผัสโรคจำนวน 175 คน
22 มิ.ย. 2558	สาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่รายงานพบผู้ต้องสงสัยรายใหม่ ที่เพิ่งเดินทางกลับจากเกาหลีใต้แล้วมีอาการไข้และไอ ขณะนี้ได้นำเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบและกักกันโรค ผู้ป่วยรายนี้เป็นผู้ต้องสงสัยรายที่ 7 ของเชียงใหม่ โดยที่ 6 รายแรกไม่มีใครติดเชื้อไวรัสเมอร์ส เป็นเพียงใช้วัดธรรมดาและใช้หัดใหญ่
23 มิ.ย. 2558	สาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์รายงานพบผู้ต้องสงสัยจะติดไวรัสโรคเมอร์สอีกหนึ่งคน โดยชายคนดังกล่าวอายุ 33 ปี และเพิ่งเดินทางกลับมาจากประเทศกลุ่มเสี่ยง ทั้งนี้ได้เชิญชายคนดังกล่าวมาเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบและกักกันโรค
27 มิ.ย. 2558	โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดบุรีรัมย์ถูกสั่งปิดอย่างไม่มีกำหนด เมื่อพบว่ามามีเด็กคนหนึ่งมีอาการป่วยหลังจากเดินทางกลับจากประเทศเกาหลีใต้ ในขณะที่สาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์ได้นำเด็กคนดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบและคัดกรองโรคเมอร์สแล้ว

ที่มา : เอกสารสรุปข่าวด้านสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข วันที่ 27 - 29 มิถุนายน 2558

- โรคเมอร์สเป็นโรคที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ หากเป็นแล้วจะทำให้หายใจติดขัด และมีไข้สูงหากวันนี้เป็นวันที่ 27 มิถุนายน 2558 และนักเรียนเป็นนักเรียนที่มีแผนจะเดินทางไปยังจังหวัดบุรีรัมย์เพื่อติดต่อธุรกิจสำคัญ ในวันที่ 30 มิถุนายน 2558 โดยที่นักเรียนได้มีการติดตามข่าวการระบาดอยู่เสมอเพราะมีความวิตกกังวลและระมัดระวังต่อการได้รับเชื้อ และทันใดนั้นได้มีรายงานข่าวว่ามีผู้ต้องสงสัยที่อาจติดเชื้ออยู่ในจังหวัดบุรีรัมย์ (Decomposition)

- 1.1 นักเรียนคิดว่าผลกระทบจากการระบาดของไวรัสเมอร์สส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากรหรือไม่ อย่างไร

เฉลย

ส่งผล เพราะ การเกิดโรคระบาดจะทำให้เกิดการอพยพของประชากรมนุษย์ โดยจะมีการอพยพของประชากรบางส่วนออกจากพื้นที่เสี่ยง และประชากรที่จะอพยพเข้าพื้นที่เสี่ยงก็จะน้อยลงทำให้ขนาดและความหนาแน่นของประชากรลดลง

1.2 จากการอ่านสถานการณ์ข่าว นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อปัญหาการระบาดของไวรัสเมอร์สในประเทศไทย

เฉลย 1. การเดินทางเข้าประเทศของบุคคลที่มีเชื้อไวรัสเมอร์ส

2. การเดินทางเข้าประเทศของนักท่องเที่ยวจากประเทศกลุ่มเสี่ยง
3. การไม่กักตัว ทำให้มีผู้เสี่ยงต่อการสัมผัสโรคจำนวนมาก
4. การนั่งเครื่องหรือโดยสารร่วมกันกับบุคคลที่มีเชื้อเมอร์ส
5. การแสดงอาการเสี่ยงของนักท่องเที่ยวที่กลับมาจากประเทศที่มีการระบาด

1.3 จากกฎกระทรวงที่ประกาศให้หลีกเลี่ยงการเดินทางไปยังพื้นที่เสี่ยงที่มีขนาดและความหนาแน่นของประชากรมาก ทำให้นักเรียนต้องตัดสินใจในการเดินทางไปยังจังหวัดบุรีรัมย์ ให้นักเรียนขีดเส้นใต้ประโยคในเนื้อข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดสินใจ

เฉลย

1. พบตัวหญิงชาวบุรีรัมย์ที่นั่งติดกันบนเครื่องบินกับชายโอมานที่ติดเชื้อไวรัสเมอร์ส
2. มีผู้ที่เสี่ยงต่อการสัมผัสโรคจำนวน 175 คน
3. สาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์รายงานว่าพบผู้ต้องสงสัยจะติดไวรัสโรคเมอร์สอีกหนึ่งคน
4. มีเด็กคนหนึ่งมีอาการป่วยหลังจากเดินทางกลับจากประเทศเกาหลีใต้
(ประโยคที่ขีดเส้นใต้ไม่จำเป็นต้องครอบคลุมประโยคที่เฉลย สามารถเป็นประโยคที่มีใจความเดียวกันได้)

2. จากปัญหาสถานการณ์การระบาดของโรคเมอร์สในประเทศไทย หากพบว่าขนาดประชากรในจังหวัดเชียงใหม่และบุรีรัมย์ลดจำนวนลงอย่างกะทันหันหลังวันที่ 20 มิถุนายน 2558 นักเรียนคิดว่า การลดลงของขนาดประชากรในจังหวัดเชียงใหม่และบุรีรัมย์จะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของขนาดของประชากรในจังหวัดอื่นๆ หรือไม่ อย่างไร (Abstraction)

ให้นักเรียนสร้างแผนภาพสถานะที่แสดงการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรในจังหวัดต่อไปนี้ ได้แก่ บุรีรัมย์ ลำพูน สุรินทร์ จันทบุรี กำแพงเพชร โดยการลากลูกศรความสัมพันธ์เชื่อมระหว่างแต่ละจังหวัด

1 \longrightarrow 2

(หากจังหวัดที่ 1 ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรของจังหวัดที่ 2)

1 $\not\longrightarrow$ 2

(หากจังหวัดที่ 1 ไม่ส่งผลกระทบต่อหรือไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรของจังหวัดที่ 2)

พร้อมกำหนดสัญลักษณ์ลงในช่องว่าง และทำนายเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงขนาดและความหนาแน่นของประชากร

↑ หากประชากรในจังหวัดนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

↓ หากประชากรในจังหวัดนั้นมีแนวโน้มลดลง

- หากประชากรในจังหวัดนั้นมีแนวโน้มคงที่

↓		เชียงใหม่	
เพราะมีรายงานว่าพบผู้ต้องสงสัย ทำให้ประชาชนอพยพเข้าจังหวัด น้อยลง และอพยพออกมากขึ้น			
ลำพูน		กำแพงเพชร	
เพราะ.....		เพราะ.....	
↓		บุรีรัมย์	
เพราะมีรายงานว่าพบผู้ต้องสงสัย ทำให้ประชาชนอพยพเข้าจังหวัด น้อยลง และอพยพออกมากขึ้น			
สุรินทร์		จันทบุรี	
เพราะ.....		เพราะ.....	

เฉลย

จังหวัดเชียงใหม่ส่งผลกระทบต่อจังหวัดลำพูน และจังหวัดบุรีรัมย์ส่งผลกระทบต่อจังหวัดสุรินทร์ (จังหวัดอื่นไม่ส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน) โดยมีการเปลี่ยนแปลงและสาเหตุดังนี้

ลำพูน ,สุรินทร์ สามารถตอบได้ 2 รูปแบบ

↓ เพราะ นักท่องเที่ยวไม่ใส่ใจในความปลอดภัย

↑ เพราะ มีประชากรอพยพออกจากจังหวัดเสี่ยง

กำแพงเพชร, จันทบุรี

- (คงที่) เพราะ ไม่ได้รับผลกระทบ หรือได้รับผลกระทบน้อย

(หากตอบเป็นอย่างอื่น จะได้รับคะแนนเมื่อให้เหตุผลที่เป็นไปได้และสมเหตุสมผล)

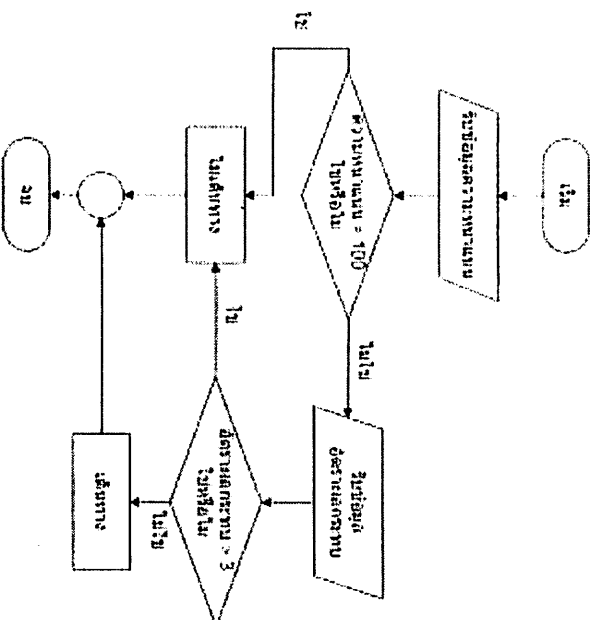
3. จากสถานการณ์ในข้อที่ 1 หากนักเรียนเป็นนักธุรกิจที่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ การตัดสินใจเดินทางเข้าจังหวัดบุรีรัมย์ถือเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงต่อการอยู่ในชุมชนที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง อีกทั้งยังต้องพิจารณาถึงลำดับความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อ นักเรียนจึงได้คิดแผนสำรองว่าจะหลีกเลี่ยงสถานที่นัดเจรจาทางธุรกิจไปจังหวัดอื่น ซึ่งจังหวัดที่นักเรียนและลูกค้าสะดวกต่อการเจรจาทางธุรกิจ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน บุรีรัมย์ และสุรินทร์

ให้นักเรียนเขียนแบบผังงานที่แสดงการตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางไปยังจังหวัดนั้นก็ต่อเมื่อความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่า 100 คน/ตร.กม. และลำดับผลกระทบซึ่งเป็นความเสี่ยงต่อการติดเชื้อหากอยู่ในจังหวัดนั้นน้อยกว่า 3 (Algorithm)

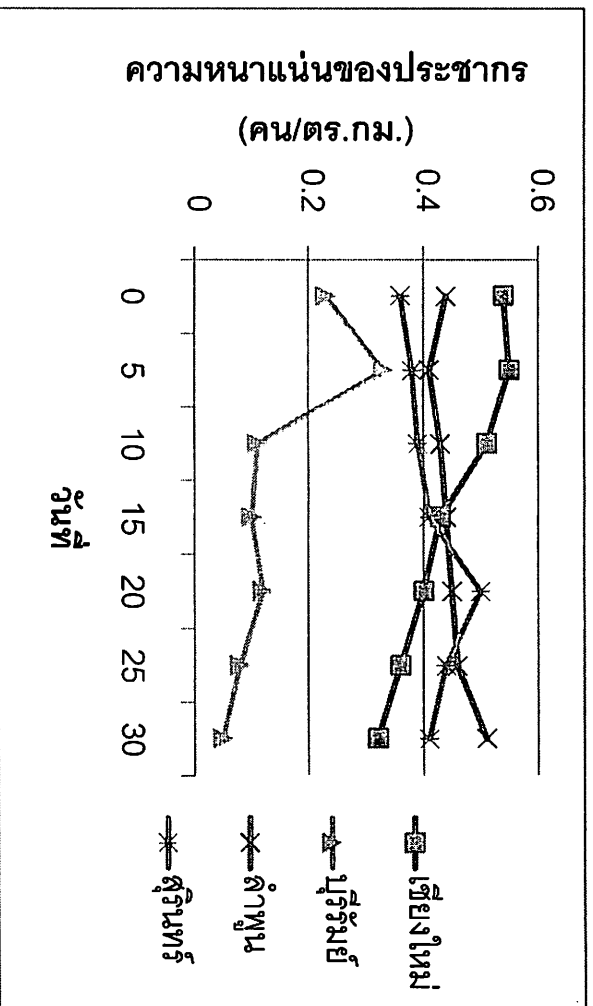
เริ่ม

จบ

เฉลย



4. จากข้อมูลของสถานการณ์การระบาดไวรัสเมอริในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดเชียงใหม่ นุริรัมย์ ลำพูน และสุรินทร์ ตั้งในวันที่ 1 – 30 มิถุนายน 2558 แล้วนำมาจัดทำเป็นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นประชากรทั้ง 4 จังหวัด ประจำเดือนมิถุนายน 2558 ดังแสดงข้อมูลในกราฟ ดังนี้



จากกราฟหากนักเรียนเป็นประชากรของจังหวัดลำพูน ที่มีความจำเป็นต้องเดินทางเข้าจังหวัดเชียงใหม่ในเดือนมิถุนายนเพื่อทำธุระสำคัญ ที่ไม่สามารถเลื่อนกำหนดการไปหลังเดือนมิถุนายนได้ และจะต้องอยู่ในเชียงใหม่ต่อไปอีกประมาณ 1 อาทิตย์ นักเรียนจะเลือกเดินทางในวันที่เท่าไร เพราะเหตุใด (Pattern Recognition)

เฉลย

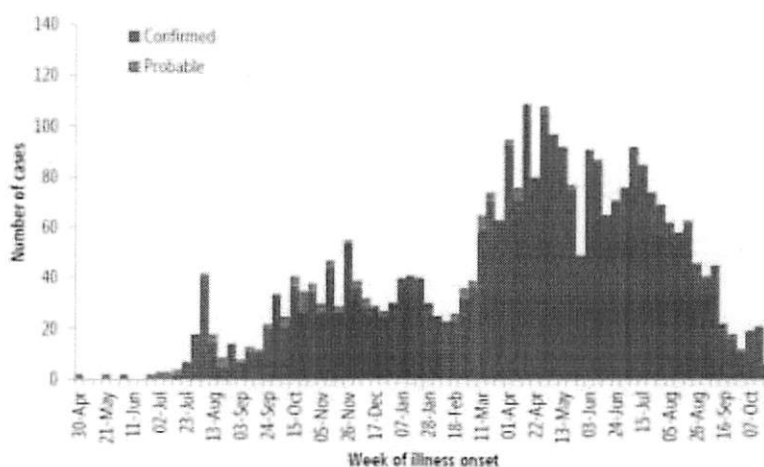
หลังวันที่ 20 เป็นต้นไป เพราะ ความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดเชียงใหม่เริ่มลดลงอย่างรวดเร็ว จากความชันกราฟที่ลดลงกว่าในช่วงต้นเดือน แต่ไม่ควรไปหลังจากวันที่ 25 เพราะความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดลำพูนเริ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงกว่าจะมีประชากรบางส่วนอพยพมาจากเชียงใหม่ หรือ ความหนาแน่นของประชากรที่มากขึ้นอาจส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อเพิ่มมากขึ้น

ให้นักเรียนศึกษาข่าวเกี่ยวกับสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสอีโบล่า เพื่อใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 5-8

ในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา เราคงเคยได้ยินชื่อโรคโรคนึงที่คนทั้งโลกและสื่อต่างๆให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ เนื่องจากมีการระบาดครั้งใหญ่ในกลุ่มประเทศแอฟริกาตะวันตก (West Africa) เป็นเหตุให้มีผู้เสียชีวิตสูงถึง 10,000 กว่าราย และในเหตุการณ์เดียวกันนี้เอง องค์การอนามัยโลกได้ยกระดับเหตุการณ์ขึ้นเป็นภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ (Public Health Emergency of International Concern หรือ PHEIC) เพื่ออาศัยความร่วมมือระดับนานาชาติในการร่วมกันรับมือกับเหตุการณ์ระบาดครั้งนั้น นั่นคือ "การระบาดของเชื้อไวรัสอีโบล่า (Ebola)" โดยเชื้อไวรัสนี้ติดต่อจากคนสู่คนผ่านสารคัดหลั่งทำให้ผู้ที่ได้รับเชื้อมีอาการคล้ายไข้เลือดออก และมีอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ยสูงถึง 50%

จากรายงานสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสอีโบล่าในสาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก ฉบับที่ 67 ของกรมอนามัยโลก (ข้อมูล ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ.2562) พบว่า สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก มีรายงานพบผู้ป่วย จำนวน 3,287 ราย (ผู้ป่วยยืนยัน 3,169 ราย ผู้ป่วยเข้าข่าย 118 ราย) เสียชีวิต 2,193 ราย (เป็นผู้ป่วยยืนยัน 1,854 ราย) คิดเป็นอัตราป่วยตาย ร้อยละ 67 โดยผู้ป่วยเป็นเพศหญิง ร้อยละ 56 เป็นเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี ร้อยละ 28 และผู้ป่วยเป็นบุคลากรทางการแพทย์สูงถึง 163 ราย คิดเป็นร้อยละ 5 ของผู้ป่วยทั้งหมด ทั้งนี้ในช่วงสัปดาห์ที่ผ่านมา

แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อยังคงอยู่ที่ 42 คนต่อสัปดาห์ (ดังภาพที่ 1) โดยมีแนวโน้มที่ลดลงกว่าช่วงต้นของการระบาด โดยทั้งนี้ทางการได้กักกันตัวผู้ป่วยทั้ง 42 คนที่พบไว้ในเขตสุขภาพ (Health Zone) แบ่งเป็นในเขต Mabalako 16 คน (ร้อยละ 38) Mandima 15 คน (ร้อยละ 36) เขต Beni 6 คน (ร้อยละ 14) และเขตอื่นๆอีก 5 คน



ภาพที่ 1 การกระจายของผู้ป่วยยืนยันและผู้ป่วยเข้าข่ายโรคติดเชื้อไวรัสอีโบล่า ตามสัปดาห์ที่เริ่มป่วย

ที่มา : Ebola Virus Disease Democratic Republic of Congo: External Situation Report 67

/ 2019

5. จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (Decomposition)

5.1 นักเรียนคิดว่าผลกระทบจากการระบาดของไวรัสอีโบล่าส่งผลต่อการเติบโตของประชากรในกลุ่มประเทศแอฟริกาตะวันตก หรือไม่ อย่างไร

เฉลย ส่งผล เพราะ การเกิดโรคระบาดจะทำให้แนวโน้มการเติบโตของจำนวนประชากรรวมลดลงเนื่องจากมีประชากรที่เสียชีวิตจากการติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้น

5.2 จากการอ่านสถานการณ์ข่าว นักเรียนคิดว่ามีข้อมูลใดบ้างที่แสดงถึงปัญหาการระบาดจากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้ออีโบล่าในคองโก

เฉลย 1. รายงานยอดผู้ป่วย ผู้เสียชีวิต และอัตราป่วยตายรายวัน หรือจากแนวโน้มจากราฟการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อ

2. รูปแบบการติดต่อของโรคเป็นไปได้ง่ายผ่านสารคัดหลั่ง

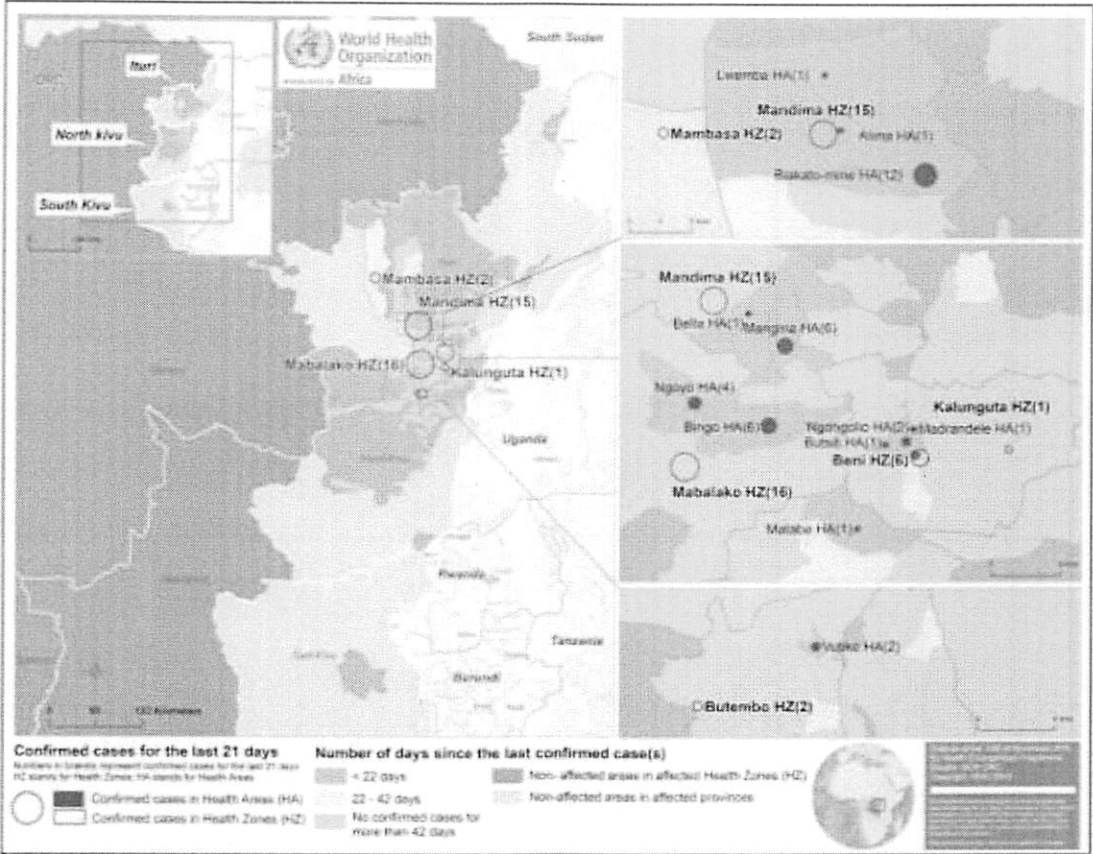
3. รายงานยอดผู้ป่วยสะสมรายสัปดาห์

4. รายงานสถานะผู้ติดเชื้อ จำแนกตามเพศ อาชีพ

5.3 หลังจากเกิดการระบาดทำให้แต่ละเขตในประเทศคองโก จำเป็นต้องรับผู้ป่วยติดเชื้อและเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากกักตัวไว้ตามเขตสุขภาพต่างๆ เพื่อไม่ให้เป็นการแพร่ระบาดของเชื้อ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาของประชากรผู้ติดเชื้อ ให้นักเรียนขีดเส้นใต้ข้อความในเนื้อหาข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดสินใจเพื่อเลือกเขตสำหรับการเป็นแหล่งกักตัวของผู้ติดเชื้อ

เฉลย

1. เชื้อไวรัสนี้ติดต่อจากคนสู่คนผ่านสารคัดหลั่งทำให้ผู้ที่ได้รับเชื้อมีอาการคล้ายไข้เลือดออก และมีอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ยสูงถึง 50% - แสดงถึงสาเหตุที่ต้องควบคุม
 2. มีรายงานพบผู้ป่วย จำนวน 3,287 ราย (ผู้ป่วยยืนยัน 3,169 ราย ผู้ป่วยเข้าข่าย 118 ราย) - แสดงถึงยอดผู้ป่วยที่จะต้องกักตัว
 3. ทางการได้กักกันตัวผู้ป่วยยืนยันและเสี่ยงอยู่ในเขตสุขภาพ โดยเฉพาะในเขต Mabaloko ร้อยละ 38 Mandima ร้อยละ 36 และ เขต Beni ร้อยละ 14 - แสดงถึงปริมาณที่รองรับไว้แล้ว จะรับเพิ่มได้อีกมากขึ้นเพียงใด (ประโยคที่ขีดเส้นใต้ไม่จำเป็นต้องครอบคลุมประโยคที่เฉลย สามารถเป็นประโยคที่มีใจความเดียวกันได้)
6. จากปัญหาสถานการณ์การระบาดของไวรัสอีโบล่าในคองโก พบว่าเขตสุขภาพหลายแห่งในจังหวัด Ituri และ Nord-Kivu มีการตรวจพบผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นในรอบ 21 วัน ซึ่งส่งผลให้ประชากรผู้ติดเชื้อสะสมในแต่ละเขตมีการเพิ่มขึ้น ในขณะที่บางเขตไม่พบการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อ นักเรียนคิดว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อในเขต Mandiba ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัด Ituri มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตอื่นหรือไม่อย่างไร (Abstraction)

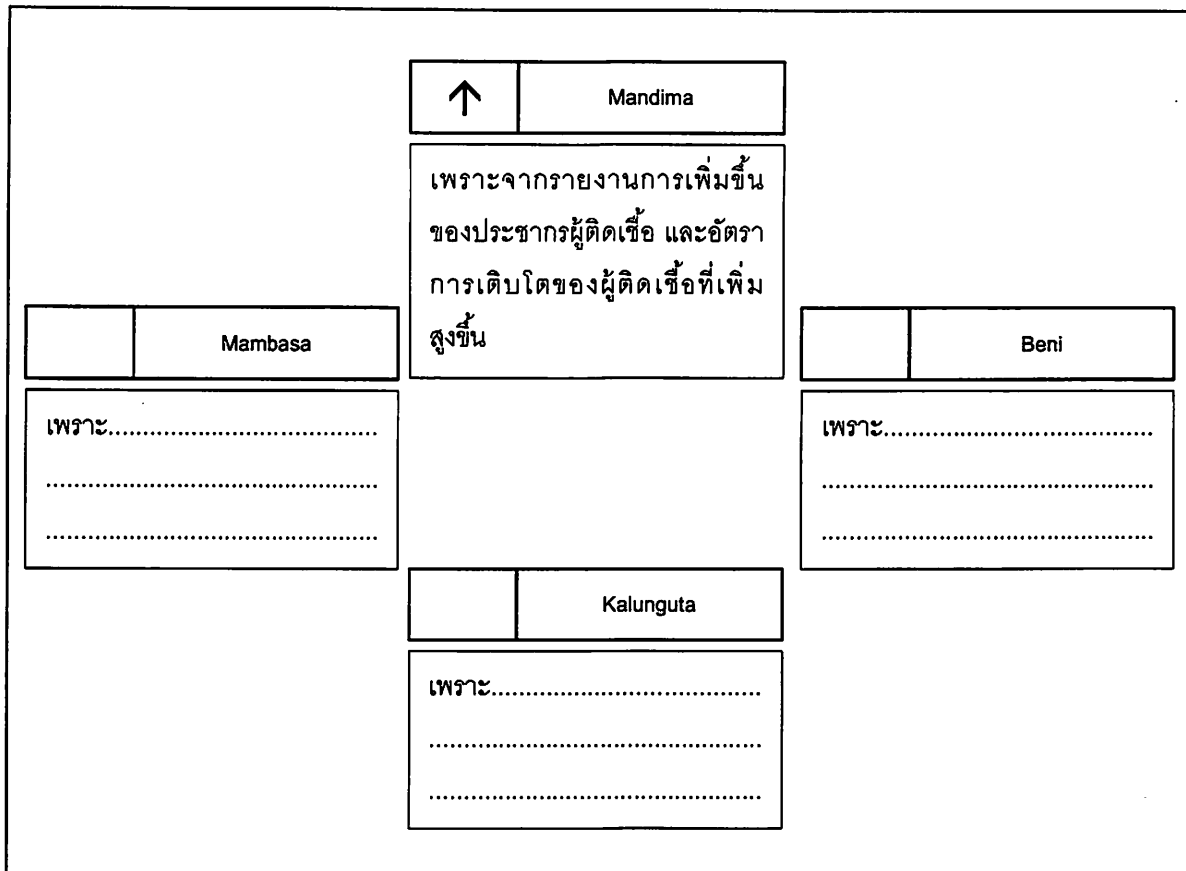


ให้นักเรียนสร้างแผนภาพสถานะที่แสดงการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตสุขภาพต่อไปนี้ ได้แก่ Mandima, Kalunguta, Mambasa และ Beni โดยการลากลูกศรความสัมพันธ์เชื่อมระหว่างแต่ละเขต

- 1 —————> 2
(หากเขตที่ 1 ส่งผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตที่ 2)
- 1 <----- 2
(หากเขตที่ 1 ส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกันต่อเขตที่ 2)

พร้อมกำหนดสัญลักษณ์ลงในช่องว่าง และทำนายเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในแต่ละเขตสุขภาพ

- ↑ หากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น
- ↓ หากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตนั้นมีแนวโน้มลดลง
- หากการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อในเขตนั้นมีแนวโน้มคงที่



เฉลย เขต Mandima ส่งผลกระทบต่อเขต Mambasa ส่วนเขต Beni ส่งผลกระทบต่อเขต Mabalako (เขตอื่นไม่ส่งผลกระทบต่อเขต Mabalako เนื่องจากมีบริเวณที่ไม่มีภาวะระบาดแทรกอยู่ระหว่างกัน) โดยมีการเปลี่ยนแปลงและสาเหตุดังนี้

Mambasa

↓ เพราะ อยู่ติดกับ Mandima จึงได้รับอิทธิพลการแพร่ระบาด

Beni และ Mabalako สามารถตอบได้ 2 รูปแบบ แต่ต้องต้องไปในทิศทางเดียวกัน

↓ เพราะ มีการควบคุมโรคระบาดหรือปัจจัยอื่นๆ

↑ เพราะ ยังคงมีการระบาดอยู่และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

(หากตอบเป็นอย่างอื่น จะได้รับคะแนนเมื่อให้เหตุผลที่เป็นไปได้และสมเหตุสมผล)

อ้างอิงจากสถิติผู้ติดเชื้อ ณ วันที่ 10 พ.ย. 63

เขตสุขภาพ (HZ, Health Zone)	ยอดผู้ติดเชื้อ ในรอบ 21 วัน	ยอดสะสมผู้ป่วย (ผู้ติดเชื้อ)			อัตราการ เพิ่มขึ้นของ ผู้ติดเชื้อ (%)
		ผู้ป่วย ยืนยัน	ผู้ป่วย เข้าข่าย	รวม	
Mandima	15	339	5	344	4.36
Kalunguta	1	193	19	212	0.47
Mambasa	2	78	3	81	2.46
Beni	6	685	5	694	0.86

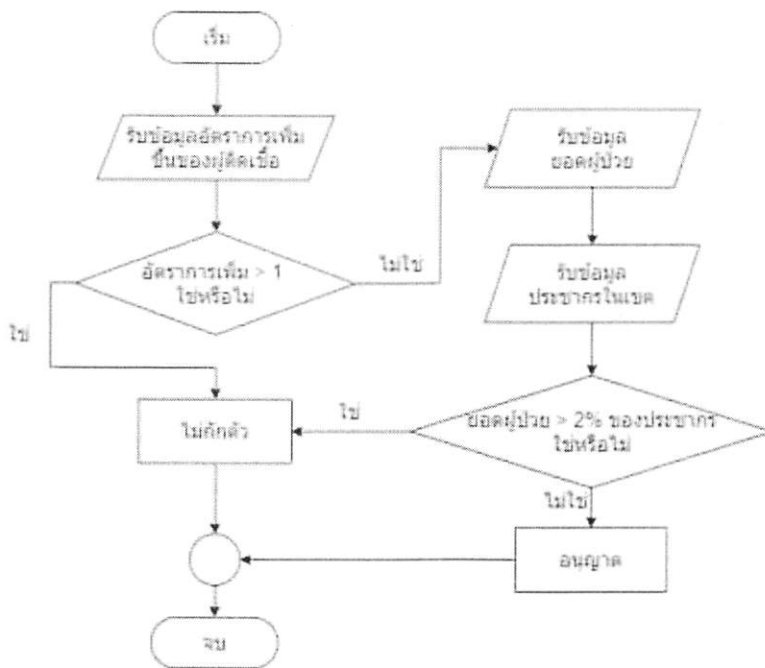
7. จากสถานการณ์ข้างต้น หากนักเรียนเป็นผู้นำของกระทรวงการแพทย์กองโกที่จำเป็นต้องมีการแบ่งผู้ติดเชื้อเพื่อไปกักตัวยังเขตสุขภาพทั้ง 4 เขต ได้แก่ Mandima, Kalunguta, Mambasa และ Beni โดยนักเรียนต้องพิจารณาถึงขีดความสามารถและอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อในแต่ละเขต

ให้นักเรียนเขียนแบบผังงานที่แสดงการตัดสินใจว่าจะเลือกกักตัวผู้ป่วยไว้ในเขตนั่นก็ต่อเมื่ออัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อต่ำกว่าร้อยละ 1 และยอดผู้ป่วยต้องไม่เกินร้อยละ 2 ของประชากรในเขต (Algorithm)

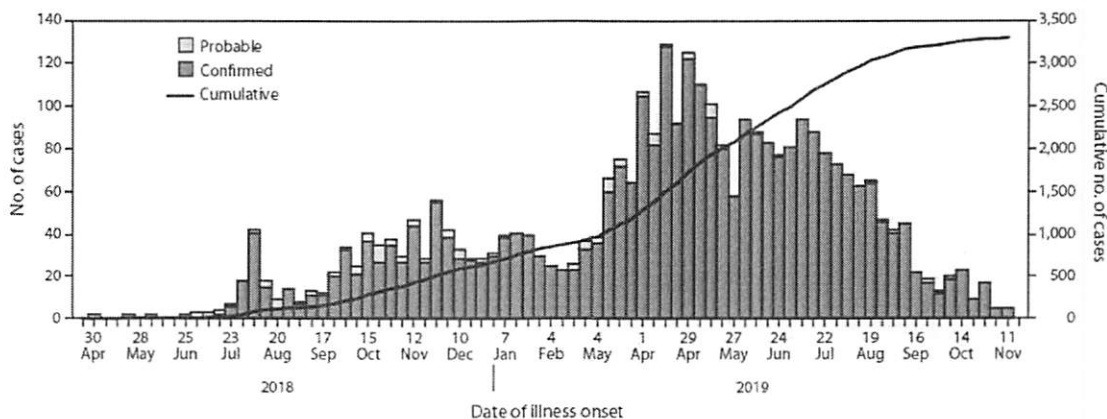
เริ่ม

จบ

เฉลย



8. จากข้อมูลของสถานการณ์การระบาดของไวรัสอีโบลาคองโกได้มีการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้ติดเชื้อ ตั้งแต่วันที่ 30 เมษายน 2018 – 11 พฤศจิกายน 2020 แล้วนำมาจัดทำเป็นกราฟเส้นแสดงการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อ และกราฟแท่งแสดงยอดผู้ติดเชื้อในแต่ละวัน ดังแสดงข้อมูลในกราฟ ดังนี้



จากกราฟให้นักเรียนพิจารณาแนวโน้มในปี 2018 เปรียบเทียบกับในปี 2019 ว่าในปีใดมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อมากกว่ากัน และเป็นเพราะเหตุใด (Pattern Recognition)

เฉลย

ในปี 2018 การเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อเป็นแบบเอ็กโพเนนเชียลในระยะแรกคือค่อยๆ เติบโตอย่างช้าๆ เนื่องจากผู้ป่วยที่เป็นพาหะนำเชื้อยังมีน้อยเมื่อเทียบกับประชากรทั้งประเทศ

ในปี 2019 เริ่มมีการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อสูงขึ้นเป็นแบบเอ็กโพเนนเชียลในระยะ หลัง เนื่องจาก ไม่สามารถควบคุมการระบาดได้ ทำให้แนวโน้มการเติบโตของประชากรจึงเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

ให้นักเรียนศึกษาข่าวเกี่ยวกับสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก ซึ่งเป็นเชื้อ ไข้หวัดใหญ่ (Avian influenza) ที่ปกติแล้วระบาดในสัตว์ปีกแต่กลายพันธุ์แล้วติดต่อเข้าสู่ คน ผ่านสารคัดหลั่ง เพื่อตอบคำถามข้อ 9-12

"ไข้หวัดนก" เริ่มมีรายงานการระบาดครั้งแรกในประเทศ ในปี พ.ศ. 2460-2461 เรียกว่า "ไข้หวัดใหญ่สเปน" แล้วเกิดการระบาดลูกกลมจากฝั่งอาร์กติก ข้ามมาสู่มังแปซิฟิกภายใน ระยะเวลา 2 เดือน มีการประมาณผู้เสียชีวิตทั่วโลกประมาณ 50-100 ล้านคน ครั้งที่ 2 เกิดขึ้นเมื่อ ปี พ.ศ. 2500-2501 (ค.ศ.1957-1958) เรียกว่า "ไข้หวัดใหญ่เอเชีย" (Asian Flu) มีผู้เสียชีวิตทั่วโลก ประมาณ 1-4 ล้านคน และครั้งที่ 3 เกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2511 (ค.ศ.1968) เรียกว่า "ไข้หวัดใหญ่ ฮองกง" (Hong Kong Flu) มีผู้เสียชีวิตทั่วโลกประมาณ 1-4 ล้านคน แม้ว่าจะไม่มีรายงานการ ระบาดจากคนสู่คน แต่อัตราการระบาดจากสัตว์ปีกสู่คนก็นับว่าสูงและรุนแรง

เชื้อไวรัสไข้หวัดนกมีหลายสายพันธุ์ เช่น H5N1 H7N9 ซึ่งแต่ละสายพันธุ์จะมีความรุนแรง ของการระบาดที่แตกต่างกัน โดยรัฐบาลแต่ละประเทศได้พยายามควบคุมการระบาดโดยการเร่ง ฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อ และผลิตวัคซีน แม้กระทั่งในไทยเองในปี 2547-2549 พบผู้ติดเชื้อไข้หวัดนก 25 ราย มีผู้เสียชีวิต 17 ราย โดยได้มีการจัดการกับไก่ต้องสงสัยว่าจะเป็นพาหะทั้งสิ้น 25,901,365 ตัว จาก 40,043 ฟาร์ม และต้องสูญเสียงบประมาณ เกือบ 3 พันล้านบาท เพื่อยุยวยาเกษตรกรผู้เลี้ยง ไก่และใช้ทำลายไก่

โดยข่าวการระบาดยังได้ถูกรายงานต่อเนื่องจนกระทั่งปี 2563 มีรายงานว่าพบไข้หวัดนก สายพันธุ์ H5N1 ระบาดในฟาร์มไก่ที่เมืองเซาหยาง มณฑลหูหนานของจีน ทำไก่ตายแล้ว 4,500 ตัว จาก 7.850 ตัว ทางกำลังฆ่าสัตว์ปีกอีกนับหมื่นตัวเพื่อคุมการระบาด แม้ว่าจะยังไม่พบผู้ติดเชื้อ

ไวรัสไข้หวัดนกจากการระบาดรอบนี้ ทั้งนี้ เชื้อไวรัสสายพันธุ์ H5N1 ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจรุนแรงในสัตว์ปีกและติดต่อมาสู่คนจากการสัมผัสและอยู่ใกล้สัตว์ที่ติดเชื้อเป็นเวลานาน โดยผู้ติดเชื้อไวรัสสายพันธุ์นี้มีโอกาสเสียชีวิตกว่า 50% ซึ่งทางจีนยังคงกังวลเพราะการระบาดของไข้หวัดนก เมื่อปี 2556 เคยสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจจีน เป็นมูลค่าสูงถึง 6,500 ล้านดอลลาร์

ทั้งนี้ ไม่ใช่แค่จีนประเทศเดียวที่ต้องต่อสู้กับการระบาดของ H5N1 อินเดียรายงานการระบาดของโรคไข้หวัดนกสายพันธุ์ H5N1 ที่ติดเชื้อเป็นจำนวนมากในฟาร์มสัตว์ปีกในรัฐรัฐฉัตติสครห์ ทางตอนกลางของประเทศ ซึ่งคาดว่าติดเชื้อจากนกปากห่างที่อพยพมาจากจีนตอนใต้ ไวรัสดังกล่าวทำให้สัตว์ปีกตายไป 5,634 ตัวจากจำนวนทั้งหมด 21,060 ตัวในฟาร์มที่เมือง

ไพกุนรัฐปุร์ และต้องเชือดสัตว์ปีกที่เหลือทิ้งทั้งหมด

ที่มา : ไทยรัฐออนไลน์ (10 พ.ค. 2563) - 3 นาทีคดีดัง : ย้อนรอย "ไข้หวัดนก" บทเรียนที่ต้องจดจำ ThaiPBS NEWS (2 ก.พ. 2563) - ไข้หวัดนก H5N1 ระบาดฟาร์มไก่ในจีน

9. จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (Decomposition)

9.1 นักเรียนคิดว่าผลกระทบจากการระบาดของไวรัสไข้หวัดใหญ่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรโลกและประชากรสัตว์ปีกหรือไม่อย่างไร

เฉลย ส่งผล เพราะ การเกิดโรคระบาดจะทำให้แนวโน้มการเติบโตของจำนวนประชากรโลกลดลงจากการติดเชื้อและเสียชีวิต รวมทั้งส่งผลให้ประชากรสัตว์ปีกในโลกลดจำนวนลงจากการตายจากติดเชื้อ และการต้องถูกกำจัดจากการควบคุมโรคของรัฐบาล

9.2 จากการอ่านสถานการณ์ข่าว นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อปัญหาการเติบโตของประชากรผู้ติดเชื้อไข้หวัดนก

- เฉลย
1. การติดต่อเชื้อจากสัตว์ปีกสู่คน
 2. การอพยพของนกที่เป็นพาหะข้ามประเทศ
 3. การผลิตและฉีดวัคซีนให้กับประชากร
 4. การกำจัดไก่ในฟาร์มที่ตรวจพบไก่มีเชื้อ
 5. การฉีดพ่นยามาเชื้อ

9.3 หลังจากเกิดการระบาดครั้งล่าสุดในจีนและอินเดียทำให้รัฐบาลจำเป็นต้องจัดสรรงบประมาณในการควบคุมการระบาด ให้นักเรียนขีดเส้นใต้ข้อความในเนื้อหาข่าวที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดสินใจเพื่อเลือกที่จะนำงบประมาณที่มีจำกัดนั้นจัดสรรไปใช้เพื่อแก้ปัญหาในด้านใดบ้าง

เฉลย

1. ควบคุมการระบาดโดยการเร่งฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อ และผลิตวัคซีน
2. เพื่อเยียวยาเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่และใช้ทำลายไก่
3. ต้องเชือดสัตว์ปีกที่เหลือทิ้งทั้งหมด
4. อินเดียคาดว่านกติดเชื้อจากนกปากห่างที่อพยพมาจากจีนตอนใต้

(ประโยคที่ขีดเส้นใต้ไม่จำเป็นต้องครอบคลุมประโยคที่เฉลย สามารถเป็นประโยคที่มีใจความเดียวกันได้)

10. จากปัญหาสถานการณ์ระบาดของไวรัสไข้หวัดนกในจีนและอินเดีย ทำให้รัฐบาลจำเป็นต้องจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการควบคุมการระบาด ได้แก่ การฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อในฟาร์มปศุสัตว์ การศึกษาการเติบโตของประชากรสัตว์ปีกในประเทศ การกำจัดไก่ในฟาร์มติดเชื้อ และการติดตามนกอพยพเพื่อป้องกันการระบาด นักเรียนคิดว่าการควบคุมการระบาดด้วยวิธีการเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการเติบโตของประชากรในประเทศหรือไม่อย่างไร

ให้นักเรียนสร้างแผนภาพสถานะที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์ปีกและประชากรในประเทศ โดยการลากลูกศรความสัมพันธ์เชื่อมระหว่างแต่ละปัจจัย

1 \longrightarrow 2

(หากปัจจัยที่ 1 ส่งผลต่อยปัจจัยที่ 2)

1 \longleftrightarrow 2

(หากปัจจัยที่ 1 ส่งผลซึ่งกันและกันกับปัจจัยที่ 2)

พร้อมกำหนดสัญลักษณ์ลงในช่องว่าง และทำนายเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงการเติบโตของประชากรในประเทศ

- ↑ หากปัจจัยนั้นทำให้การเติบโตของประชากรโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม
- ↓ หากปัจจัยนั้นทำให้การเติบโตของประชากรโลกมีแนวโน้มลดลงจากเดิม
- หากปัจจัยนั้นทำให้การเติบโตของประชากรโลกมีแนวโน้มคงที่

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="text-align: center;">ฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อ</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> เพราะ..... </td> </tr> </table>		ฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อ	เพราะ.....						
	ฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อ									
เพราะ.....										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="text-align: center;">ศึกษาการเติบโตของประชากรสัตว์ปีก</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> เพราะ..... </td> </tr> </table>		ศึกษาการเติบโตของประชากรสัตว์ปีก	เพราะ.....		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="text-align: center;">กำจัดไก่ใน</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> เพราะ..... </td> </tr> </table>		กำจัดไก่ใน	เพราะ.....		
	ศึกษาการเติบโตของประชากรสัตว์ปีก									
เพราะ.....										
	กำจัดไก่ใน									
เพราะ.....										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="text-align: center;">ติดตามนก</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> เพราะ..... </td> </tr> </table>		ติดตามนก	เพราะ.....						
	ติดตามนก									
เพราะ.....										

เฉลย การกำจัดไก่ในฟาร์มและการติดตามนกอพยพส่งผลต่อการศึกษการเติบโตของประชากรสัตว์ปีกในประเทศ และการติดตามนกอพยพส่งผลต่อการฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อ

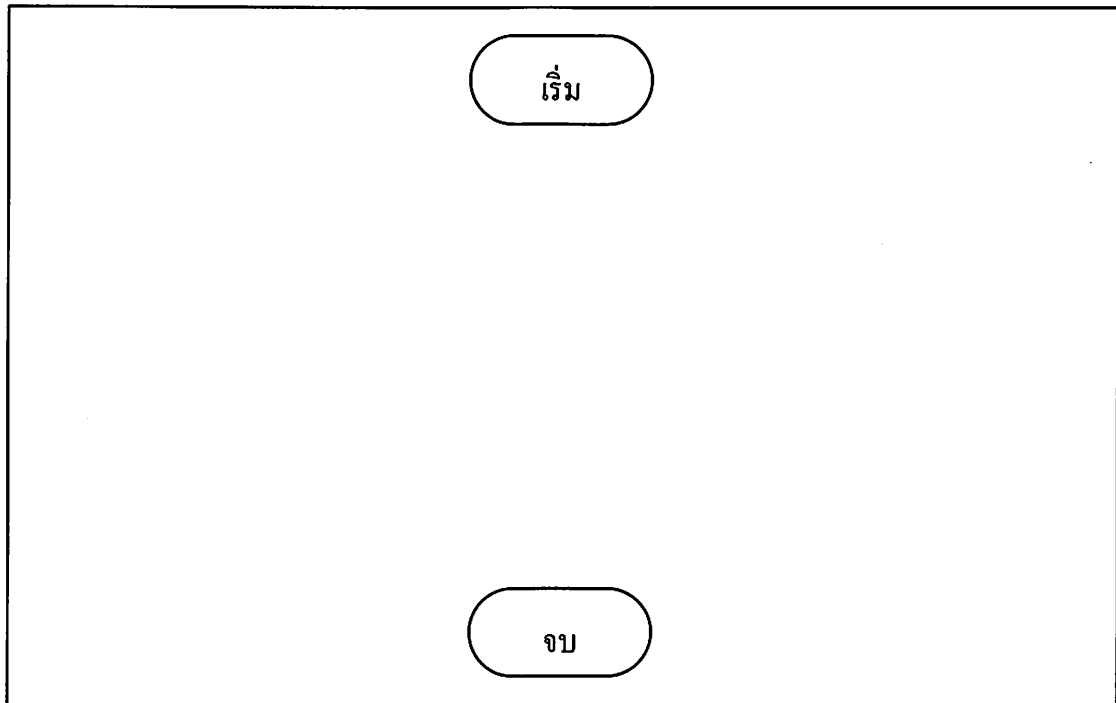
ทุกปัจจัยล้วนส่งผลให้การเติบโตของประชากรโลกเหมือนกัน คือ

- ↑ เพราะ เป็นวิธีการควบคุมการระบาด ทำให้ยอดผู้เสียชีวิตลดลงแนวโน้มการเติบโตของประชากรจึงเพิ่มขึ้นจากเดิมที่เคยลดลงเพราะการระบาด

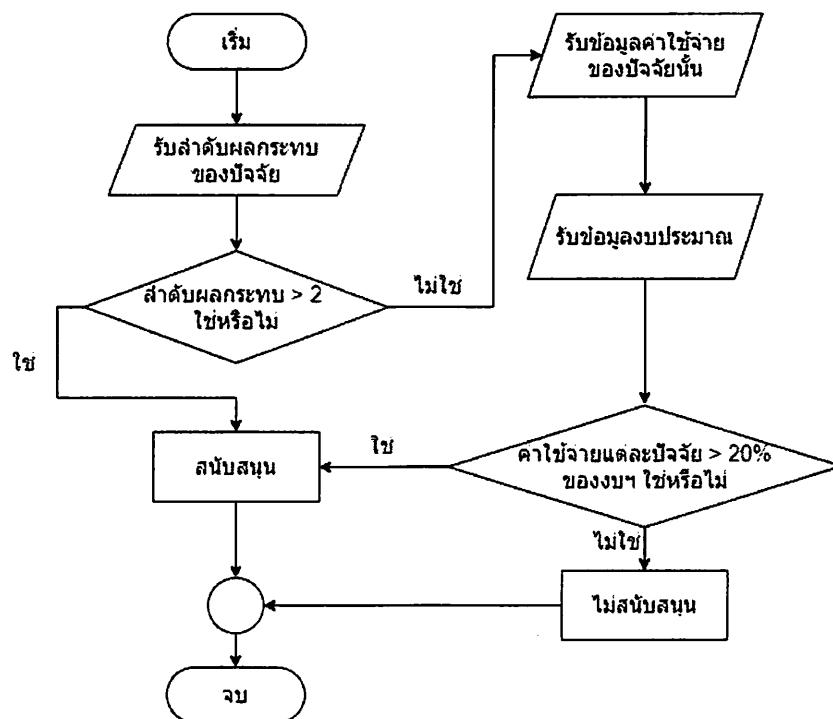
(หากตอบเป็นอย่างอื่น จะได้รับคะแนนเมื่อให้เหตุผลที่เป็นไปได้และสมเหตุสมผล)

11. จากสถานการณ์ข้างต้น หากนักเรียนเป็นผู้นำรัฐบาลที่จำเป็นต้องตัดสินใจเพื่อจัดสรรงบประมาณในการแก้ปัญหา โดยต้องพิจารณาจากค่าปัจจัยต่างๆ และค่าผลกระทบของปัจจัยนั้นๆ

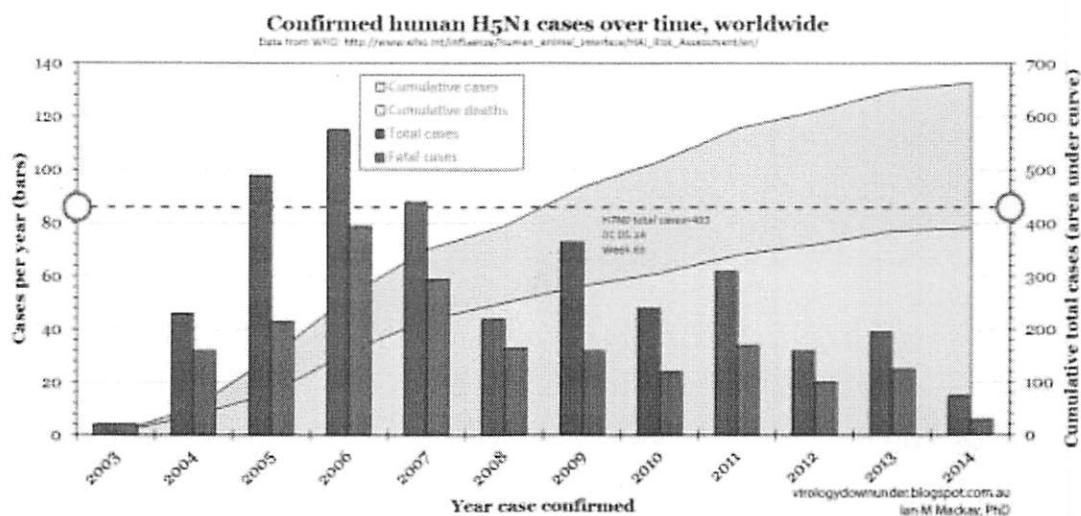
ให้นักเรียนเขียนแบบผังงานที่แสดงการตัดสินใจว่าจะสนับสนุนทุกปัจจัยที่มีลำดับผลกระทบ 3-4 หากเป็นปัจจัยที่ลำดับผลกระทบน้อยกว่านี้ จะต้องพิจารณาว่าค่าใช้จ่ายของปัจจัยนั้นน้อยกว่าร้อยละ 20 ของงบประมาณจึงจะสนับสนุน (Algorithm)



เฉลย



12. จากข้อมูลของสถานการณ์การระบาดของไวรัสไข้หวัดนกได้มีการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของประชากรโลกผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจากการระบาด ตั้งแต่ปี 2003-2014 แล้วนำมาจัดทำเป็นกราฟเส้นแสดงการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจากการติดเชื้อ และกราฟแท่งแสดงยอดผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตในแต่ละปี ดังแสดงข้อมูลในกราฟ ดังนี้



จากกราฟให้นักเรียนพิจารณาว่าในปี 2012-2013 หลายๆประเทศเคยสูญเสียรายได้ทางเศรษฐกิจจำนวนมหาศาล เพราะคิดว่าไม่ควรสูญเสียงบประมาณมากเกินไปในการควบคุมการระบาดของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมการระบาดได้ จนส่งผลกระทบต่อทางเศรษฐกิจตามมา เนื่องจากไม่สามารถส่งออกสัตว์ปีก และการสูญเสียผลผลิตจากการที่ต้องกำจัดสัตว์ปีก

นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดผู้นำของประเทศเหล่านี้จึงมีการตัดสินใจเช่นนี้

เฉลย

เพราะในปี 2012 มีแนวโน้มของผู้ติดเชื้อและผู้เสียชีวิตจากการติดเชื้อลดลงจากปี 2011 อย่างมาก (มีรายงานถึงการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) จึงทำให้ทางรัฐบาลคาดการณ์ว่าจะสามารถควบคุมการระบาดต่อไปได้ จึงได้มีนโยบายกระตุ้นความเชื่อมั่นในการบริโภคผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก จนทำให้การระบาดในบางพื้นที่กลับมาอีกครั้งซึ่งจะสังเกตได้จากยอดผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตในปี 2013 ที่เพิ่มขึ้นจากปี 2012

ตอนที่ 2

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเปิดไฟล์ CT-Test.xlsx ที่ Desktop เพื่อใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการทำแบบทดสอบ
2. แบบทดสอบถูกจัดอยู่ใน 3 แผ่นงาน (Spreadsheet) แผ่นงานละ 1 ข้อ
3. หลังจากที่นักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนกดบันทึกไว้ใน Desktop โดยตั้งชื่อเป็นไฟล์เป็น “ชื่อนักเรียน-เลขที่” เช่น กนกกรณ์-1

แผ่นงานที่ 1 (ใช้ข้อมูลต่อเนื่องจากข้อที่ 3)

จากสถานการณ์การระบาดของไวรัสเมอร์ในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการประเมินผลกระทบจากการระบาดของเชื้อไวรัสเมอร์สในจังหวัดเชียงใหม่ บุรีรัมย์ ลำพูน และสุรินทร์ ตั้งแต่วันที่ 19 – 27 มิถุนายน 2558

ปรากฏว่าทั้ง 4 จังหวัดมีลำดับผลกระทบจากการระบาดของเชื้อจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ เชียงใหม่ ลำพูน บุรีรัมย์ และสุรินทร์

ให้นักเรียนนำข้อมูลจากตารางที่แสดงจำนวนประชากรและพื้นที่ของ 4 จังหวัดที่กำหนดให้ในไฟล์ CT-Test.xlsx มาสร้างเป็นสูตรฟังก์ชันโดยใช้คำสั่งเงื่อนไข if เพื่อตัดสินใจว่า “จะเลือกเดินทางไปยังจังหวัดนั้นก็ต่อเมื่อความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่า 100 คน/ตร.กม. และลำดับผลกระทบน้อยกว่า 3” (Algorithm)

จังหวัด	จำนวนประชากร (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ลำดับผลกระทบ
เชียงใหม่	1,779,254	20,107.057	1
บุรีรัมย์	1,595,747	10,322.885	2
ลำพูน	405,075	4,505.882	3
สุรินทร์	1,396,831	8,124.056	4

เฉลย

	A	B	C	D	E	F	G
1	จังหวัด	จำนวนประชากร (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)	ลำดับผลกระทบ		ผลการตัดสินใจ
2	เชียงใหม่	1,779,254	20,107.06	88.49	1		เดินทาง
3	บุรีรัมย์	1,595,747	10,322.89	154.58	2		ไม่เดินทาง
4	คำชะโนด	405,075	4,505.88	89.90	3		เดินทาง
5	อุบลราชธานี	1,326,531	8,124.06	171.04	4		ไม่เดินทาง

แผ่นงานที่ 2 (ใช้ข้อมูลต่อเนื่องจากข้อที่ 7)

จากสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด-19 ในคองโก ได้มีการบันทึกข้อมูลของอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อในเขตสุขภาพทั้ง 4 เขต ได้แก่ Mandima, Kalunguta, Mambasa และ Beni ในวันที่ 10 พฤศจิกายน 2563 ซึ่งเป็นวันที่นักเรียนจำเป็นต้องตัดสินใจในการแบ่งตัวผู้ติดเชื้อไปกักตัวยังเขตสุขภาพทั้ง 4 เขต

ให้นักเรียนนำข้อมูลจากตารางที่แสดงจำนวนประชากรและอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อที่กำหนดให้ในไฟล์ CT-Test.xlsx มาสร้างเป็นสูตรฟังก์ชันโดยใช้คำสั่งเงื่อนไข if เพื่อตัดสินใจว่า "จะเลือกกักตัวผู้ป่วยไว้ในเขตนั้นก็ต่อเมื่ออัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อต่ำกว่าร้อยละ 1 และยอดผู้ป่วยต้องไม่เกินร้อยละ 2 ของประชากรในเขต" (Algorithm)

เฉลย

	A	B	C	D	E	F
1	เขตสุขภาพ (HZ, Health Zone)	อัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ติดเชื้อ (%)	2 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากรในแต่ละเขต	ยอดผู้ติดเชื้อสะสม		ผลการตัดสินใจ
2	Mandima	4.36	869.00	344		ไม่กักตัว
3	Kalunguta	0.47	392.00	212		ไม่กักตัว
4	Mambasa	2.46	125.00	81		ไม่กักตัว
5	Beni	0.86	578.00	694		กักตัว

แผ่นงานที่ 3 (ใช้ข้อมูลต่อเนื่องจากข้อที่ 11)

จากสถานการณ์ข้างต้น หากนักเรียนเป็นผู้นำรัฐบาลที่จำเป็นต้องตัดสินใจเพื่อจัดสรรงบประมาณในการแก้ปัญหา โดยต้องพิจารณาจากค่าปัจจัยต่างๆ และค่าผลกระทบของปัจจัยนั้นๆ

ให้นักเรียนนำข้อมูลจากตารางที่แสดงค่าปัจจัยต่างๆ และค่าผลกระทบของปัจจัยนั้นๆ ที่กำหนดให้ในไฟล์ CT-Test.xlsx มาสร้างเป็นสูตรฟังก์ชันโดยใช้คำสั่งเงื่อนไข if เพื่อตัดสินใจว่า “จะสนับสนุนทุกปัจจัยที่มีลำดับผลกระทบ 3-4 หากเป็นปัจจัยที่ลำดับผลกระทบน้อยกว่านี้ จะต้องพิจารณาว่าค่าร้อยละของปัจจัยนั้นน้อยกว่าร้อยละ 20 จึงจะสนับสนุน” (Algorithm)

เฉลย

	A	B	C	D	E
1	ปัจจัย (อัตรา)	ร้อยละค่าใช้จ่ายจากรบฯ	ค่าผลกระทบ		ผลการตัดสินใจ
2	การฉันทานยาซื้อในฟาร์มปศุสัตว์	60	1		ไม่สนับสนุน
3	การศึกษาการเติบโตของประชากรสัตว์ปีกในบางเขต	30	2		ไม่สนับสนุน
4	การกำจัดไก่ในฟาร์มโรคเรื้อรัง	25	3		สนับสนุน
5	การติดตามกอพยพเพื่อป้องกันการระบาด	15	4		สนับสนุน

ภาคผนวก ฅ ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบ
 สะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es
 ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding

แผนที่ 2 เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความ
 เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 สืบเสาะ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
 และ ส่วนที่ 2 ประเมินแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

โปรดพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบการ
 ใช้ภาษา ความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักวิชาการ เสนอความคิดเห็น และประเมินว่ามีความ
 เหมาะสมในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความ
 คิดเห็นของท่าน

- | | | | | | |
|---|---------|-------------------|---|---------|-------------|
| 5 | หมายถึง | เหมาะสมมากที่สุด | 4 | หมายถึง | เหมาะสมมาก |
| 3 | หมายถึง | เหมาะสมระดับพอใช้ | 2 | หมายถึง | เหมาะสมน้อย |
| 1 | หมายถึง | เหมาะสมน้อยที่สุด | | | |

***** ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่าน *****

ส่วนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
1	สาระสำคัญ 1.1 กระชับ ครอบคลุม สอดคล้องตามเนื้อหาสาระ						
2.	จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด						
	2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
	2.2 มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
	2.3 สามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้บรรลุ วัตถุประสงค์ได้						
	2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้						
	2.5 ครอบคลุมองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ						
3.	สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
	3.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับหลักวิชาการ						
4.	กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
	4.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่อง การเพิ่มขึ้นของประชากร						
	4.3 การดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ครอบคลุม สอดคล้องกับการเรียนการสอน 4.3.1 ขั้นการสร้างความสนใจด้วยสถานการณ์ ปัญหาส่งเสริมให้ผู้เรียนสืบค้นและระบุปัญหา เกี่ยวกับสถานการณ์ระบาด COVID-19						
	4.3.2 ขั้นการสำรวจปัญหาส่งเสริมให้ผู้เรียนทำ ความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบจน นำไปสู่ข้อค้นพบในการแก้ไขปัญหา ผ่านการใช้ ทักษะการคิดเชิงคำนวณ						

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
	4.3.3 ขั้นการอธิบายวิธีการแก้ไขปัญห ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลสารสนเทศจากการ แก้ไขปัญหามาลงข้อสรุป เพื่อใช้เป็นแนวทาง ในการแก้ไขปัญหา						
	4.3.4 ขั้นการขยายความรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำ ผลการแก้ปัญหาที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากการใช้ บอร์ดเกม						
	4.3.5 ขั้นการวัดและประเมินผลส่งเสริมให้ ผู้สอนได้วัดประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของผู้เรียน						
	4.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es ร่วมกับบอร์ด เกมและการเขียน Formula Coding สามารถส่งเสริม ทักษะการคิดเชิงคำนวณ						
	4.5 กิจกรรมมีลำดับกระบวนการและกิจกรรมการ เรียนรู้เป็นขั้นตอน มีความต่อเนื่อง						
	4.6 กิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม						
	4.7 จำนวนชั่วโมงในการทำกิจกรรมมีความ เหมาะสม						
	4.8 กิจกรรมและภาระงานเหมาะสมกับผู้เรียน						
5.	สื่อและแหล่งเรียนรู้						
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ และเนื้อหาที่เรียน						
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding						
	5.3 บอร์ดเกมมีความเหมาะสมกับผู้เรียน						
	5.4 การเขียน Formula Coding เหมาะสมกับผู้เรียน						

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
	5.5 แหล่งเรียนรู้เพียงพอกับการสืบค้นข้อมูล						
6.	กระบวนการวัดและประเมินผล						
	6.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์						
	6.2 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับทักษะการคิด เชิงคำนวณ						
	6.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้						
	6.4 สามารถวัดและประเมินทักษะการคิดได้ ครอบคลุมเหมาะสม						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ส่วนที่ 2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
1.	มีการเขียนคำชี้แจงที่เข้าใจง่ายและชัดเจน						
2.	มีการกำหนดหัวข้อในการบันทึกที่สอดคล้องกับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้						
3.	มีการบอกรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้						
4.	มีข้อความที่ชัดเจน นำไปสู่การสะท้อนการจัดการเรียนรู้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์						
5.	มีการลำดับขั้นตอนการบันทึกของข้อความ						
6.	ครอบคลุม และสามารถสะท้อนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding						
7.	สอดคล้องกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ						
8.	มีหัวข้อในการสรุปปัญหา/แนวทางการแก้ไขที่ชัดเจน						
9.	สามารถได้ข้อสรุปที่นำไปสู่การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	วิรุฬห์ สิทธิเชตรภรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	23 พฤษภาคม 2538
ที่อยู่ปัจจุบัน	18 หมู่ 2 ตำบลหนองกระทุ่ม อำเภอทัพทัน จังหวัดอุทัยธานี 61120
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพุทธมงคลวิทยา 268 ถนนมณีรัตน์ ตำบลอุทัยใหม่ อำเภอเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี 61120
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.1
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2561 กศ.บ. การศึกษาระดับบัณฑิต(ชีววิทยา) เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ