

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2021

การพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลเพื่อประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู :
การประยุกต์ใช้โมเดลทวิองค์ประกอบขงทุกกลุ่ม

วิสูตร สุวรรณสันติสุข
คณะครุศาสตร์

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



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

Recommended Citation

สุวรรณสันติสุข, วิสูตร, "การพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลเพื่อประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู : การประยุกต์ใช้โมเดลทวิองค์ประกอบขงทุกกลุ่ม" (2021). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 5430.
<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5430>

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

การพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลเพื่อประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู : การประยุกต์ใช้
โมเดลทวิองค์ประกอบพหุกลุ่ม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF DIGITAL TOOL FOR ASSESSING STUDENT TEACHERS'
GEOGRAPHICAL LITERACY: APPLICATION OF MULTIGROUP BI-FACTOR MODEL



Mr. Wissarut Suwansantisuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Research Methodology

Department of Educational Research and Psychology

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลเพื่อประเมินความรอบรู้เรื่อง

ภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู : การประยุกต์ใช้โมเดลทวิ

องค์ประกอบพหุกลุ่ม

โดย

นายวิสูตร สุวรรณสันติสุข

สาขาวิชา

วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิวะโชติ ศรีสุทธียากร

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ปันพูน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิวะโชติ ศรีสุทธียากร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ)

วิสูตร สุวรรณสันติสุข : การพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลเพื่อประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู : การประยุกต์ใช้โมเดลทวิ
องค์ประกอบพหุกลุ่ม. (DEVELOPMENT OF DIGITAL TOOL FOR ASSESSING STUDENT TEACHERS' GEOGRAPHICAL LITERACY:
APPLICATION OF MULTIGROUP BI-FACTOR MODEL) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.สวชาติ
ศรีสุทธินาการ

ความรู้เรื่องภูมิศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลหนึ่ง ๆ ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นในภาพรวมทั้งระบบกายภาพ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยประยุกต์ใช้การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ผ่านการสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตีความ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับรวบรวมได้และสรุปเป็นสารสนเทศ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู 2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน แบ่งวิธีการดำเนินวิจัยออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ และระยะที่ 2 การวิเคราะห์ระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน ตัวอย่างวิจัยในครั้งนี้เป็น นักศึกษาครูระดับปริญญาตรีจำนวน 310 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยายและการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูใน 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ และองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ โดยเครื่องมือประเมินนั้นต้องมีการกำหนดสถานการณ์ รูปแบบเครื่องมือที่ใช้ ลักษณะของข้อคำถามและรูปแบบของตัวลงในแต่ละองค์ประกอบย่อยของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพบว่าเครื่องมือมีความตรงเชิงเนื้อหาจากการประเมินความสอดคล้องเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญมีค่า IOC อยู่ระหว่าง .50-1.00 ความตรงเชิงโครงสร้างพบว่า โมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = (18, N = 310) = 41.377, p = .001, CFI = .892, TLI = .832, RMSEA = .065, SRMR = .075$) โดยมีค่าดัชนี goodness of fit ของโมเดลเฉพาะเจาะจง (specific model) ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .103-.517 ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ออยู่ระหว่าง .114-.399 และโมเดลทั่วไป (general model) มีค่าดัชนี goodness of fit ของโมเดลด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .122-.487 และด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ออยู่ระหว่าง .125-.601 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การทำนายอยู่ระหว่าง .120-.466 และตรวจสอบความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่า KR-20 เท่ากับ 0.71 ดังนั้นเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง

3. นักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขาวิชากันมีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(1, 308) = 118.612, p < .001$) โดยนักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(4, 305) = 10.140, p < .001$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่แล้ว พบว่า นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 นักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกันมีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F(5, 304) = .828, p = .531$) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ($F(1, 308) = 56.369, p < .001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิทยาลัยการวิจัยการศึกษา
ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6280141027 : MAJOR EDUCATIONAL RESEARCH METHODOLOGY

KEYWORD: Geographic Literacy, Assessment Tools, Student Teacher

Wissarut Suwansantisuk : DEVELOPMENT OF DIGITAL TOOL FOR ASSESSING STUDENT TEACHERS' GEOGRAPHICAL LITERACY: APPLICATION OF MULTIGROUP BI-FACTOR MODEL. Advisor: Asst. Prof. KANIT SRIKLAUB, Ph.D. Co-advisor: Asst. Prof. Dr. SIWACHOAT SRISUTTIYAKORN, Ph.D.

Geographic literacy is a people's ability to relate the relationship geographic knowledge as well as the physical system and the impact of human activities. By applying the geographic knowledge to observe and collecting data for geo-interpretation, analyze the collected data and summarize it as information. The objectives of this research were 1). To design and develop an assessment tool for measuring geographical literacy of student teachers. 2) For analyze and compare geographical literacy of student teachers from different backgrounds. The research was divided into two phases. The first phase was to develop and validate geographic literacy assessment tools. The second phase was to analyze geographic literacy levels of student teacher from different backgrounds. The sample were 310 student teachers. Data collected by assessment tools and then analyzed by using descriptive statistic and Factorial ANOVA. The research findings were as followed:

1. The development of geographic literacy assessment tools in 2 components; the geographical knowledge component; and the components of applying geographic knowledge. The assessment tool format had to determine the situation, used characteristics of the questions and the patterns of misconception in each sub-component.

2. The results of validating geographic literacy assessment tools. By validating a content validity that experts are determined consistency of the content (IOC = .50-1.00). Validating construct validity using confirmatory factor analysis found that the measurement model is fitted with the empirical data. (Chi-square (18, $N = 310$) = 41.377, $p = .001$, CFI = .892, TLI = .832, RMSEA = .065, SRMR = .075) The values of the standardized factor loading for the specific model in terms of geographic knowledge ranged between .103-.517 and applied geographic knowledge between .114-.399. In the general model. The standardized factor loading for geographic knowledge ranged from .122-.487, and applied geographic knowledge was between .125-.601, and the prediction coefficient was between .120-.466. and verification of reliability by KR-20 of 0.71. Therefore, the quality of geographic literacy assessment tools can be used correctly.

3. Student teachers who learn in different major have different level of geographic literacy, $F(1, 308) = 118.162, p < .001$. When pairwise comparison, it was found that the social studies student teachers had a higher level of geographic literacy than the teacher students in all other major. As for the student teachers of different grades, they had different levels of geographic literacy, $F(4, 305) = 10.140, p < .001$. When pairwise comparison, it was found that 5th Year student teachers had higher level of geographic literacy than second year and third year student teachers. The student teachers of different domiciles had the same level of geographic literacy, $F(5, 304) = .828, p = .531$ and student teachers who have had experience attending the training or geography seminar had a higher level of geographic literacy than the student teachers who had never attended the training or seminar on Geography, $F(1, 308) = 56.369, p < .001$

Field of Study: Educational Research Methodology

Academic Year: 2021

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการดูแลเอาใจใส่ การกำกับติดตามจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งอบรมให้ความรู้ เปิดโอกาสในการเรียนรู้ สนับสนุนและชี้แนะแนวทาง กระตุ้นและผลักดันผู้วิจัย จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ปันหุ่น ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิวะโชติ ศรีสุทธียากร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่คอย ช่วยเหลือ ตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล และเสนอแนวทางในการเติมเต็มความสมบูรณ์ของ วิทยานิพนธ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ ผู้เป็นทั้งกรรมการสอบและอาจารย์ผู้เปิด โลกทัศน์ในการวิจัยทางการศึกษานานุ่มมองที่แปลกใหม่ ตลอดจนสั่งสอนบ่มเพาะความรู้เกี่ยวกับศาสตร์ในการวิจัย อย่างมีคุณค่าและความเป็นนักวิชาการให้แก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวานิช ที่คอยเมตตากรุณา วางแผนการทำงาน อบรมให้ ความรู้ และชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วรรณิ แกมเกตุ ผู้อบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์โมเดล สมการโครงสร้าง ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนความรู้ในการวิจัยที่ได้มอบให้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.รุจน์ ภาชา ผู้เป็นดั่งต้นแบบในการเรียนรู้และการทำงาน และได้กรุณา มาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือ ทั้งยังคอยกระตุ้นและ ผลักดันให้ผู้วิจัยเกิดแรงผลักดันในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณอาจารย์ปรียาดี จงพัวและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล แจ้งอักษรที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มศว ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ประสานงานในการเก็บ รวบรวมข้อมูล เพิ่มเติม ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน พี่น้องนิสิตปริญญาโทสาขาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษาทุกคน ทั้งพี่แสดมภ์ พี่บัว พี่แพรว ป้าเต๋ปี่ พี่บีม พี่เบิร์ท พี่มินท์ การ์ตูน นาย น้องนุช และอีกหลายคนที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ช่วยเหลือในการเรียนและเป็น กำลังใจให้กันเสมอมา

เหนือสิ่งอื่นใด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว ครอบครัวลัมประเสริฐยิ่ง ครอบครัวสุวรรณ สันติสุข และเพื่อนครูโรงเรียนวัดมะเกลือ (กาญจนาภิเษกวิทยา) ทุกท่าน สำหรับความรักความห่วงใยและให้

การสนับสนุนอย่างเต็มความสามารถ ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จได้อย่างทุกวันนี้

วิสรุต สุวรรณสันติสุข

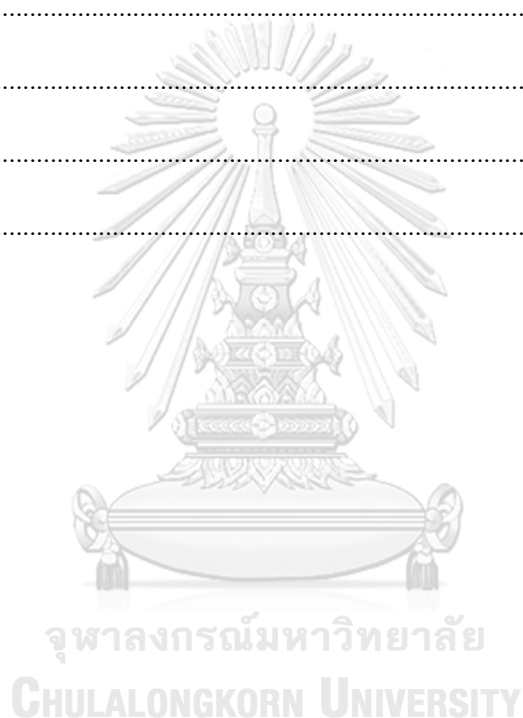
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง	
กิตติกรรมประกาศ..... จ	
สารบัญ..... ฉ	
สารบัญตาราง..... ญ	
สารบัญรูปภาพ..... ฎ	
บทที่ 1 บทนำ..... 1	
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1	
คำถามวิจัย..... 4	
วัตถุประสงค์การวิจัย..... 4	
ขอบเขตของการวิจัย..... 4	
นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย..... 5	
ประโยชน์ที่ได้รับ..... 5	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7	
1. ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์..... 7	
1.1 ความหมายของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์..... 7	
1.2 องค์ประกอบของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์..... 8	
1.3 แนวทางการวัดประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ผ่านมา..... 14	
2. เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์..... 16	
2.1 ความเป็นมาและความหมายของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ..... 16	
2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ..... 17	

2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในวิชาภูมิศาสตร์	22
2.4 แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ในการประเมินความรอบรู้เรื่อง ภูมิศาสตร์.....	23
3. กรอบแนวคิดการวิจัย	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	25
แหล่งข้อมูล.....	25
เครื่องมือวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	26
การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	26
การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูต่างสาขาวิชา	35
แหล่งข้อมูล.....	35
การวิเคราะห์ข้อมูล	37
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	38
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู.....	39
1.1 องค์ประกอบและโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	39
1.2 การออกแบบเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์.....	41
1.2.1 การออกแบบลักษณะของเครื่องมือประเมิน	41
1.2.2 การออกแบบสถานการณ์.....	43
1.2.3 การเลือกแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ	51
1.2.4 การออกแบบตัวลงสำหรับการวัดมโนทัศน์ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ คลาดเคลื่อน (Misconception)	54

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู	57
2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)	57
2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือรายข้อ	60
2.3 ผลการตรวจสอบค่าความเที่ยง (Reliability)	61
2.4 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ประกอบ	61
2.5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)	63
2.6 ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล	66
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน	70
3.1 ผลการพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	70
3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู	74
3.3 ผลการวิเคราะห์ห้มนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) จากตัวลงในแบบประเมิน	82
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	84
สรุปผลการวิจัย	86
1. ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู	86
2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู	87
3 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน	89
อภิปรายผลการวิจัย	91
1. ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	91
2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	92
3. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน	92

4. ผลการวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู.....	93
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	94
ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้	94
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	94
บรรณานุกรม	95
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก	101
ภาคผนวก ข	103
ภาคผนวก ค	144
ประวัติผู้เขียน	206



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 องค์ประกอบย่อยของความรู้ทางภูมิศาสตร์ ประยุกต์จาก Heffron (2012)	10
ตาราง 2 โครงสร้างจำนวนข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบย่อยของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	26
ตาราง 3 จำนวนและร้อยละของนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัย จำแนกตามข้อมูลภูมิหลัง (n=310 คน) 36	
ตาราง 4 ลักษณะ ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้.....	42
ตาราง 5 องค์ประกอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์และสถานการณ์ที่กำหนด	43
ตาราง 6 นิยามองค์ประกอบความรู้ทางภูมิศาสตร์ การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ สถานการณ์และ เหตุผลในการเลือกสถานการณ์.....	44
ตาราง 7 รูปแบบของตัวลงและตัวอย่างที่ปรากฏในข้อคำถาม.....	54
ตาราง 8 สรุปจำนวนตัวลงตามองค์ประกอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์.....	55
ตาราง 9 ผลการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามคำแนะนำของ ผู้เชี่ยวชาญ.....	58
ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร.....	63
ตาราง 11 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	65
ตาราง 12 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของ นักศึกษาครูต่างสาขาวิชา	66
ตาราง 13 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	69
ตาราง 14 เกณฑ์ปกติของคะแนนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ องค์ประกอบย่อยด้านความรู้ทาง ภูมิศาสตร์และองค์ประกอบย่อยด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ของนักศึกษาครูเปอร์เซ็นต์ไทล์ (n=310).....	70
ตาราง 15 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวนและความถี่ของ ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู	75

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู จำแนกตามสาขาวิชา ชั้นปี ภูมิสำเนาและประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์	76
ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู จำแนกตามสาขาวิชา ชั้นปี ภูมิสำเนาและประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์	78
ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ของนักศึกษาครู จำแนกตามสาขาวิชา ชั้นปี และภูมิสำเนา และประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์	80
ตาราง 19 ร้อยละของอัตราส่วนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ต่อคำตอบทั้งหมดของนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยจำแนกตามสาขาวิชา	83



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างข้อคำถามเพื่อวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Ottati, 2015).....	16
ภาพประกอบ 2 การทำงานของการรับรู้ระยะไกล	20
ภาพประกอบ 3 สเปกตรัมช่วงคลื่นที่พบบนพื้นผิวโลก	22
ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	24
ภาพประกอบ 5 โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	40
ภาพประกอบ 6 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำแห่งหนึ่ง ค.ศ. 1990	47
ภาพประกอบ 7 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำแห่งหนึ่ง ค.ศ. 2005	47
ภาพประกอบ 8 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำแห่งหนึ่ง ค.ศ. 2020	48
ภาพประกอบ 9 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 1984.....	48
ภาพประกอบ 10 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 1990	49
ภาพประกอบ 11 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 2005	49
ภาพประกอบ 12 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 2020	50
ภาพประกอบ 13 จุดความร้อนและสภาพภูมิอากาศในภาพจากดาวเทียม วันที่ 12 มีนาคม 2563..	50
ภาพประกอบ 14 จุดความร้อนและสภาพภูมิอากาศในภาพจากดาวเทียม วันที่ 22 มิถุนายน 2563	51
ภาพประกอบ 15 สถานการณ์บางส่วนของปรากฏการณ์ธรรมชาติ	51
ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างเครื่องมือบนเว็บไซต์ online exam builder	52
ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างเครื่องมือในการเก็บข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่างวิจัย	52
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สถานการณ์ธารน้ำแข็ง	53
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่มีตัวเลือกเป็นรูปภาพ.....	53
ภาพประกอบ 20 ผลการปรับปรุงความละเอียดของแผนที่ที่ใช้ในข้อคำถาม	62
ภาพประกอบ 21 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ..	64

ภาพประกอบ 22 โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูสังคมศึกษา.....	67
ภาพประกอบ 23 โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูสาขาอื่น.....	68



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาวะปัจจุบันซึ่งโลกของเราได้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพหุมิติ ทั้งมิติเศรษฐกิจ มิติการเมือง และมิติสังคม โดยประเด็นสำคัญที่กำลังเป็นประเด็นที่ถกเถียงและน่าวิตกกังวล คือ ปัญหาสภาวะโลกร้อน (Global Warming) และสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง (Climate Change) ได้ส่งผลกระทบต่อ การดำรงอยู่ของสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ (NASA, 2021; NRDC, 2016; UNESCO, 2021) การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในประเด็นดังกล่าว จำเป็นที่จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geographic literacy) (Memişoğlu, 2017) ซึ่งประเทศไทยเองนั้นก็ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระ การเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ส่วนของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ภูมิศาสตร์เมื่อปี พ.ศ.2560 ซึ่งหลักสูตรดังกล่าวได้มีการนำคำว่า ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geographic literacy) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการใช้ความเข้าใจทางภูมิศาสตร์ (Ability to use geographic understanding) และการให้เหตุผลทางภูมิศาสตร์ (Geographic reasoning) เพื่อให้ ผู้เรียนเกิดการตัดสินใจเชิงภูมิศาสตร์อย่างเป็นระบบ (Systematic geographic decision) ในการแก้ไขปัญหาและวางแผนการดำเนินกิจกรรมในอนาคต (Problem solving and future planning) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

สำหรับองค์ประกอบของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้นมีการจำแนกออกมาหลากหลายโดย Turner and Leydon (2012) ได้แบ่งออกมาเป็น 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้ทางภูมิศาสตร์และ ความสามารถในการรับรู้เชิงพื้นที่ ส่วน Misheck, Ezra and Mandoga (2013) จำแนกความรอบรู้ เรื่องภูมิศาสตร์ออกเป็น 3 องค์ประกอบย่อย คือ ความรู้ทางภูมิศาสตร์ ทักษะทางภูมิศาสตร์และ มุมมองทางภูมิศาสตร์ ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ (2560) ก็ได้มีการแบ่งองค์ประกอบของความรอบรู้ เรื่องภูมิศาสตร์ออกมาเช่นกัน โดยแบ่งเป็น ความสามารถทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ จะเห็นได้ว่า มีการจำแนกและนิยามความหมายขององค์ประกอบความรอบรู้ เรื่องภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการจำแนกและนิยามความหมายที่แตกต่างกันนั้นก็ส่งผลต่อ แนวทางในการสร้างแบบวัด แบบประเมินและวิธีการวัดประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

การที่จะวัดระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้น ก็จำเป็นที่จะต้องมีการสร้างเครื่องมือวัดหรือ แบบวัดขึ้นมา ในต่างประเทศนั้น ได้มีโครงการ Inter Geo II ของคณะกรรมการการศึกษาภูมิศาสตร์ ของสหภาพภูมิศาสตร์นานาชาติ (IGU) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ในสาระภูมิศาสตร์ ช่วยเหลือในการพัฒนาความรู้ภูมิศาสตร์ให้มีระดับมาตรฐานสากล และจัดหาข้อมูล ในการช่วยเหลือ

ด้านการศึกษาและส่งเสริมหลักสูตรภูมิศาสตร์ในแต่ละประเทศ โดยการทดสอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์เป็นการทดสอบบนกระดาษ ซึ่งเป็นการทดสอบที่นิยมใช้ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากสะดวกต่อการออกแบบเครื่องมือและสามารถนำไปใช้ได้ในวงกว้าง แต่ยังมีข้อสังเกตในแง่ที่ว่าแบบทดสอบแบบดังกล่าวนี้ สามารถวัดได้เพียงมิติใด มิติหนึ่ง และไม่สามารถแสดงสารสนเทศในลักษณะวิดีโอ หรือลักษณะภูมิประเทศทางกายภาพในรูปแบบ 3 มิติ ได้ โดยการทดสอบดังกล่าวได้รับความร่วมมือจากตัวแทนนักเรียนอายุ 14 ปี จาก 23 ประเทศในช่วงต้นทศวรรษ 1990 ด้วยข้อคำถามแบบปรนัยเลือกตอบจำนวน 42 ข้อ ตามมาตรฐานการรู้ภูมิศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาจำนวน 6 ด้าน ซึ่งข้อคำถามกว่าร้อยละ 70 เป็นข้อคำถามด้านความรู้ มีเพียงบางส่วนที่วัดในด้านทักษะ (Lane & Bourke, 2017) และในปี ค.ศ. 2002 มีการทดสอบแบบตัวต่อตัว โดยใช้ชุดการ์ด แผนที่ และข้อสอบแบบปรนัยหลายตัวเลือกเพื่อประเมินการใช้แผนที่ (ทักษะการนำทาง และทักษะการระบุตำแหน่ง) และความรู้ทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลก ในหัวข้อประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสภาพอากาศ สุขภาพ ศาสนาและการเมือง ปัญหาอาชญากรรม การลักลอบเข้าเมืองและภูมิศาสตร์วัฒนธรรมสมัยนิยม (Bascom, 2011) รวมถึงมีการศึกษาในเชิงคุณภาพ ในหัวข้อความคิดเห็นของครูและนักศึกษาครูต่อระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของตนเอง ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ครูและนักศึกษาครู โดยได้ข้อสรุปว่าครูและนักศึกษาครูส่วนใหญ่มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับต่ำถึงปานกลาง (Memişoğlu, 2017)

อีกทั้งยังมีการศึกษาและพัฒนามาตรวัดระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ได้ตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ออกมาเป็นคุณลักษณะของครูที่มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ออกมา 3 ระดับคือ มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับต่ำ ระดับปานกลางและระดับสูง (Dikmenli, 2014) จะเห็นได้ว่าการทดสอบและประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ผ่านมาส่วนใหญ่มักจะเป็นการทดสอบบนกระดาษ (paper test) ซึ่งมีข้อจำกัดในแง่ของการแสดงสารสนเทศในรูปแบบ 3 มิติ หรือการแสดงปรากฏการณ์ที่ต้องการนำมาใช้เป็นเครื่องมือก็มีข้อจำกัดในการเชื่อมโยงกับข้อคำถามด้วยเช่นกัน ส่วนในประเทศไทยนั้น เนื่องจากประเด็นเรื่องความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ยังเป็นประเด็นที่ค่อนข้างใหม่ในแง่ของการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือและวิธีการในการวัดประเมิน จึงยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ แต่จะเป็นการศึกษาวิจัยเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการจัดการเรียนรู้หรือการประยุกต์ใช้สื่อ นวัตกรรมที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ เช่น ความรู้ทางภูมิศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ทางภูมิศาสตร์ มักจะใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและใช้แบบสอบถามในการทดสอบเรื่องที่ต้องการจะวัดนั้น ๆ (สร้อยยา บุญมาก, ประเสริฐ มงคล, มาเรียม นิลพันธ์ และ อรพิน ศิริสัมพันธ์, 2562)

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เปลี่ยนผ่านการเชื่อมโยงระหว่างมนุษย์กับแผนที่จากแบบดั้งเดิมพัฒนาขึ้นมา เทคโนโลยีดังกล่าวยกตัวอย่างเช่น ระบบนำทางผ่านระบบดาวเทียม (GNSS) การสำรวจระยะไกล (Remote sensing: RS) และระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Global Information System: GIS) ได้เข้ามาเปลี่ยนแปลงการมีปฏิสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของผู้คนในสังคมไปอย่างสิ้นเชิง การวิเคราะห์เหตุการณ์หรือพยากรณ์เรื่องราวที่จะเกิดขึ้นจากการใช้แผนที่ การสร้างแผนที่และเผยแพร่ (share) สถานที่ (Location) ในขณะที่เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ หรือการเช็คอินจากเพชบุ๊กแล้วแต่ต้องใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและถูกต้อง แต่ก็เกิดคำถามว่าประชาชนเข้าใจถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเหล่านี้เพียงพอหรือยัง พุดอีกนัยหนึ่งว่าในระยะช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเรามีระดับความรู้ทางภูมิศาสตร์ในการเข้าใจและเชื่อมโยงความรู้เรื่องภูมิศาสตร์กับการดำเนินชีวิตของตนเองระดับไหน โดยความรู้เรื่องภูมิศาสตร์กำลังแปรเปลี่ยนเป็นคุณค่าตามที่ Joseph Kerski ผู้จัดการศึกษาของ ESRI ได้จุดประเด็นไว้ว่าให้นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านระบบ GIS ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้เพื่อยกระดับความรู้ในสังคม ไม่เพียงเฉพาะในด้านภูมิศาสตร์ แต่รวมถึงด้านประวัติศาสตร์และสังคม วัฒนธรรม หรือจริง ๆ แล้วคือสิ่งแวดล้อมทุกด้านรอบตัวเรา (Kamburov, Slavova, Nemska, & Karshev, 2016) และมีการกล่าวถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ คือระบบ GIS การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์แบบออนไลน์นั้นจะช่วยแสดงสารสนเทศที่รวดเร็วและหลายมิติมากกว่า (Hurst, & Clough, 2013)

จะเห็นได้ว่า โลกได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วแต่จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทยยังไม่พบว่ามี การสร้างแบบวัด เครื่องมือวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่นำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้ ในด้านการศึกษา แต่มักจะพบในการประยุกต์ใช้ในด้านการท่องเที่ยว จากการศึกษางานวิจัยของ แสงจันทร์ เรืองอ่อน, สมพร เรืองอ่อน, สุนิษา คิดใจเดียว, ปฐมพงษ์ ฉับพลัน และ พบศิริ ขวัญเกื้อ (2562) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนกูเกิลแมพสำหรับการท่องเที่ยวเชิง วัฒนธรรมเสมือนจริงในจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้มีการใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล โปรแกรม ภาษา PHP ร่วมกับ Google map API มาเป็นเครื่องมือในการวิจัย หรือการวิจัยในสาขาวิชาทาง ด้านภูมิศาสตร์โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ พบว่า มีการใช้เทคโนโลยี เสมือน (Visualization) โดยสร้างออกมาในรูปแบบ 3 มิติ เพื่อทำนาลักษณะภูมิประเทศที่จะ แปรเปลี่ยนไป การวางผังเมือง การใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Pettit, Cartwright & Berry, 2006) รวมไปถึงการใช้โปรแกรม google earth ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำเสนอภาพจากดาวเทียม ทั้งในลักษณะ 2 มิติและ 3 มิติ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในวิชาภูมิศาสตร์มากกว่าการใช้ลูกโลก จำลองแบบดั้งเดิม เนื่องจากสามารถแสดงสารสนเทศได้มากกว่า (ถิรวุฒิ สารขวัญ และ วัธสาตรี ดิถียนต์, 2562) ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวก็นำมาสู่แนวคิดที่จะออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือ ประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐาน

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมา เพื่อให้ได้สารสนเทศที่จะนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู งานวิจัยนี้จึงต้องทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือประเมินให้สอดคล้องกับนิยามและขอบเขตเชิงเนื้อหา จากนั้นนำนิยามองค์ประกอบย่อยที่ได้มา กำหนดเป็นข้อคำถาม มีรูปแบบเป็นสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่จะนำเครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาสร้างเป็นเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งจะให้นักศึกษาครูสามารถมีความรู้และทักษะสะท้อนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ได้ เนื่องจากการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศจะช่วยให้เกิดความเข้าใจต่อคำถามได้ง่ายขึ้น จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูศึกษาในสาขาที่แตกต่างกัน

คำถามวิจัย

1. เครื่องมือสำหรับวัดประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูในยุคดิจิทัลควรมีลักษณะเป็นอย่างไร
2. ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกันเป็นไปในทิศทางใด อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลเพื่อประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู
2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลเพื่อประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู เป็น การศึกษานิยามความหมายและวิเคราะห์องค์ประกอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งองค์ประกอบ ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น ความรู้ทางภูมิศาสตร์ การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไป ใช้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; Turner, & Leydon, 2012; Misheck, Ezra, & Mandoga, 2013; Ottati, 2015; Dikmenli, 2014, National geographic, 2011) โดยไม่ได้ทำการศึกษาในประเด็น กระบวนการทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากว่า เครื่องมือประเมินที่พัฒนาขึ้นมีข้อจำกัดในการวัดด้าน กระบวนการทางภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ควรวัดประเมินจากการลงมือปฏิบัติ การทดลองใช้ เครื่องมือซึ่งสามารถสังเกตได้จากการทดสอบภาคสนาม

นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลหนึ่ง ๆ ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นในภาพรวมทั้งระบบกายภาพ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยประยุกต์ใช้การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ ในการสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล เลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ตีความ วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้และสรุปเป็นสารสนเทศ

ความรู้ทางภูมิศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการระบุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันตามปัจจัยลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคของโลก เข้าใจและสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์เนื้อหาสาระทางภูมิศาสตร์ที่แบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย คือ ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค ความรู้ด้านระบบมนุษย์ ความรู้ด้านระบบกายภาพ และความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม

การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ คือ ความสามารถในการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการคิดเชิงภูมิศาสตร์ การตั้งคำถามเชิงภูมิศาสตร์โดยการสังเกต และรวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์ สามารถจัดการ ตีความข้อมูลและวิเคราะห์สารสนเทศที่ได้อย่างเป็นระบบ

เครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่นำเทคโนโลยีและสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ ระบบ GIS ระบบ RS ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ซึ่งผสมผสานความรู้ทางภูมิศาสตร์ในแต่ละสถานการณ์ มาประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามองค์ประกอบของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

คุณภาพเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ การนำไปใช้ประโยชน์ การนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง รวมถึงการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ทุกองค์ประกอบได้ตรงตามนิยามศัพท์และองค์ประกอบของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์และมีความเที่ยงของการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์เชิงวิชาการ

ได้สารสนเทศเกี่ยวกับองค์ประกอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ในการนำไปพัฒนาเครื่องประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ซึ่งบุคลากรทางการศึกษาสามารถนำองค์ประกอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์และแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือประเมิน ไปประยุกต์ใช้และพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือประเมินในรูปแบบอื่นได้

ประโยชน์เชิงปฏิบัติการ

1. ได้เครื่องมือประเมินที่สามารถนำไปใช้ประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ได้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และนักศึกษาในระดับปริญญาตรี
2. สามารถนำเครื่องมือที่ได้ไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และนักศึกษาในระดับปริญญาตรี

ประโยชน์เชิงนโยบาย

หน่วยงาน/องค์กรภาครัฐได้ข้อมูลและแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ สามารถนำไปใช้วัดประเมินกับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ครู บุคลากรทางการศึกษา หรือบุคคลทั่วไปในแต่ละหน่วยงาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ของนักศึกษาครู ผู้วิจัยขอแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

- 1.1 ความหมายของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์
- 1.2 องค์ประกอบของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์
- 1.3 แนวทางการวัดประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ผ่านมา

ตอนที่ 2 เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

- 2.1 ความเป็นมาและความหมายของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ
- 2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ
- 2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในวิชาภูมิศาสตร์
- 2.4 แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการประเมินความรู้เรื่อง

ภูมิศาสตร์

ตอนที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย

1. ความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ผู้วิจัยขอนำเสนอในประเด็น ดังนี้ 1) ความหมายของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ 2) องค์ประกอบของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์และ 3) แนวทางการวัดประเมินความรู้เรื่องที่ผ่านมาในอดีต

1.1 ความหมายของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

คำว่า ความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ Geographic literacy เกิดจากการรวมกันระหว่างคำ 2 คำ คือคำว่า ความรู้ (Literacy) กับคำว่า ภูมิศาสตร์ (Geographic) ซึ่งตามรากศัพท์เดิมนั้น ความรู้ หรือ Literacy หมายถึง ความสามารถด้านภาษาในการอ่านออก การระบุ การตีความ ความเข้าใจ การสร้างสรรค์และความสามารถในการคำนวณตามบริบทที่แตกต่างกัน (Montaya, 2017; Alberta Education, 2021) ส่วนคำว่าภูมิศาสตร์ หรือ Geographic นั้นหมายถึง ว่า ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ พื้นที่ลักษณะภูมิประเทศและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติกับพฤติกรรมของมนุษย์บนภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและการดำรงชีวิตของมนุษย์ (National Geographic, 2021; สิริวรรณ ศรีพหล, 2552) ซึ่งพบว่ายังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่ว่าความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geographic literacy) เป็นคำเดียวกันกับคำว่า ความรู้ภูมิศาสตร์ (Geographic knowledge)

ซึ่งหมายถึง ศาสตร์ในการที่จะอธิบายถึงสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นบนโลกใบนี้ได้ รวมถึงการให้เหตุผลทางสังคมและการคิดบูรณาการเชิงพื้นที่ (ESRI, 2011) เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่า ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้นเกิดจากการผสมผสานระหว่างความรู้ภูมิศาสตร์และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Utami, Zain, & Sumarmi, 2018) โดยเป็นการทำการศึกษาอย่างเป็นระบบ ในเชิงของเหตุการณ์ สถานการณ์และพื้นที่ โดยประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจสู่การปฏิบัติโดยใช้ การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Dikmenli, 2014)

เนื่องจากความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีบุคคลมีความรู้ทางภูมิศาสตร์ และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Ottati, 2015) ซึ่งจะไม่เป็นเพียงแค่การนั่งท่องและจดจำชื่อ สถานที่ทางภูมิศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นแม่น้ำ ถนนหนทางหรือภูเขาแต่ต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นกับระบบทางกายภาพ (Hasanah, & Ruhimat, 2018; Turner & Leydon, 2012) ประสพการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับก็จะแตกต่างกันตามการรับรู้ทางภูมิศาสตร์อีกด้วย (Urfan, Darsiharjo, & Sugandi, 2018)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ความรอบรู้ทางภูมิศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลหนึ่ง ๆ ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางภูมิศาสตร์ของตนเอง ทั้งในเชิงระบบทางกายภาพและ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยประยุกต์ใช้การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ ในการสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล ตีความข้อมูลที่รวบรวมได้

1.2 องค์ประกอบของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้น จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ และ องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบก็มีองค์ประกอบแยกย่อย ลงไป

ความรู้ทางภูมิศาสตร์ (Geographic knowledges) หมายถึง ความสามารถของ บุคคลในการจดจำชื่อและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างตาม ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคของโลก รวมถึงเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาทาง ภูมิศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาสาระวิชาทางภูมิศาสตร์เป็นเนื้อหาใน 3 มิติหลัก ๆ คือภูมิศาสตร์กายภาพ ภูมิศาสตร์เทคนิคและภูมิศาสตร์มนุษย์ (National geographic, 2011; Turner & Leydon, 2012; Misheck, Ezra, & Mandoga, 2013; Ottati, 2015) โดยความรู้ทางภูมิศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค (Knowledge of place and region) สำหรับองค์ประกอบย่อยแรกนั้น ในทางภูมิศาสตร์ สถานที่ (place) คือ พื้นที่ที่มีพิกัด ตำแหน่งและที่ตั้งแตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ ส่วนภูมิภาค (region) คือพื้นที่ ๆ กำหนดขึ้นมาโดย

การจำแนกลักษณะทางกายภาพ และ/หรือ ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ โดยภูมิภาคเป็นพื้นที่ ๆ มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ทั้งทางกายภาพและมนุษย์มากกว่าหนึ่งลักษณะซึ่งเป็นพื้นฐานในการศึกษา ภูมิศาสตร์ (Paasi, 2002)

2. ความรู้ด้านระบบกายภาพ (Knowledge of physical system) นั้นประกอบด้วย 4 ระบบด้วยกัน คือ บรรยากาศภาค ชีวภาค อุทกภาคและธรณีภาค โดยทั้ง 4 ระบบนี้เป็นส่วนสำคัญของระบบกายภาพของโลก การรับรู้ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 4 ระบบนี้จะช่วยให้เห็นถึงการดำรงอยู่ของโลกในฐานะบ้านของสิ่งมีชีวิตอันได้แก่ พืช สัตว์และมนุษย์

พลังงานทั้งหมดบนพื้นผิวโลกนั้นมาจากดวงอาทิตย์ ความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์นั้นสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก ตำแหน่งของโลกนั้นสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากดวงอาทิตย์และส่งผลที่แตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาคบนโลก ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละสถานที่ก็หมุนเวียนเปลี่ยนแปลงไปตามการหมุนของแกนโลกซึ่งก่อให้เกิดฤดูกาลและมีอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศรวมถึงกิจกรรมการดำเนินชีวิตของมนุษย์

จะเห็นได้ว่าระบบกายภาพนั้นเป็นระบบที่เกิดขึ้นมาด้วยความสัมพันธ์ของระบบทางกายภาพทั้งในทางบรรยากาศภาค ชีวภาค อุทกภาคและธรณีภาค ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทั้งการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณี (tectonic plates) การเคลื่อนที่ของลมและกระแสน้ำ การกัดเซาะและพังทลาย รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางธรณีต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกด้วย (National Geographic, 2021)

3. ความรู้ด้านระบบมนุษย์ (Knowledge of human system) เป็นการศึกษาที่อยู่ในประเด็นภูมิศาสตร์มนุษย์ ซึ่งมุ่งอธิบายในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับประชากร การเคลื่อนย้ายและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ รวมถึงวัฒนธรรม ศาสนา วิถีการดำเนินชีวิต ภูมิประวัติศาสตร์และการเมือง รวมถึงกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน (Rogers, 2008)

4. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม (Knowledge of environment and society) สำหรับองค์ประกอบย่อยนี้เป็นการศึกษาที่ผสมผสานระหว่างระบบกายภาพ (physical system) และระบบมนุษย์ (human system) ไปด้วยกัน เพราะสิ่งแวดล้อมนั้นมีทั้งสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้ล้วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตภายในสังคมของมนุษย์ และอีกหนึ่งประเด็นที่เป็นที่น่าง่วงในปัจจุบัน คือ สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง (climate change) ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาทางสิ่งแวดล้อมและสังคมของมนุษย์ และก่อให้เกิดผลกระทบทั้งต่อระบบกายภาพและมนุษย์เอง เช่น การละลายของธารน้ำแข็ง การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ทะเลทราย รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศอีกด้วย (Castree, Demeritt, & Liverman, 2009) จาก 4 องค์ประกอบย่อยที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถระบุเนื้อหาสาระและตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบย่อยสำหรับการศึกษาได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 องค์ประกอบย่อยของความรู้ทางภูมิศาสตร์ ประยุกต์จาก Heffron (2012)

องค์ประกอบ	เนื้อหาสาระและตัวบ่งชี้
1. ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค Knowledge of Place and Region	1. รู้ถึงลักษณะของทางกายภาพและมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ <ul style="list-style-type: none"> 1.1 ลักษณะทางกายภาพของสถานที่ เช่น ธรณีสัณฐาน พื้นผิวน้ำ ดิน ป่าไม้ และสภาพภูมิอากาศ 1.2 ลักษณะของมนุษย์ที่ปรากฏในสถานที่ เช่น การกระจายตัวของประชากร รูปแบบการตั้งถิ่นฐาน ภาษา ความเป็นชาติ และศาสนา 1.3 วิธีที่ระบบทางกายภาพและมนุษย์มีกระบวนการในการเกิดสถานที่ 2. รู้ว่ามนุษย์ได้แบ่งภูมิภาคเพื่อตีความโครงสร้างที่ซับซ้อนของโลก <ul style="list-style-type: none"> 2.1 มโนทัศน์ของภูมิภาคในบทบาทพื้นที่บนผิวโลกซึ่งรวบรวมลักษณะทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ไว้ด้วยกัน 2.2 ความเหมือนและความแตกต่างในแต่ละภูมิภาค 2.3 เส้นทางการเปลี่ยนผ่านในแต่ละภูมิภาค 3. รู้ว่าวัฒนธรรมและประสบการณ์ส่งผลต่อการรับรู้ของผู้คนในแต่ละภูมิภาค <ul style="list-style-type: none"> 3.1 บอกถึงภูมิภาคและชุมชนที่ตนเองอาศัยอยู่จากมุมมองที่แตกต่างกัน 3.2 วิธีในการรับรู้ของผู้คนที่มาจากสถานที่และภูมิภาคที่แตกต่างกัน
2. ความรู้ด้านระบบทางกายภาพ Knowledge of Physical System	4. รู้ถึงกระบวนการทางกายภาพที่กำหนดรูปแบบต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก <ul style="list-style-type: none"> 4.1 องค์ประกอบของระบบกายภาพบนโลก ได้แก่ บรรยากาศภาค ธรณีภาค อุทกภาคและชีวนภาค 4.2 วิธีการทำงานของรูปแบบต่าง ๆ (ตำแหน่งที่ตั้ง การกระจายตัว) บนพื้นผิวโลกผ่านระบบทางกายภาพ (ภูมิอากาศ คลื่น แรงโน้มถ่วง ดิน ฯลฯ) 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อระบบทางกายภาพของโลก

องค์ประกอบ	เนื้อหาสาระและตัวบ่งชี้
	5. รู้ถึงลักษณะและการกระจายตัวของระบบนิเวศบนพื้นผิวโลก <ul style="list-style-type: none"> 5.1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ 5.2 การกระจายและรูปแบบของระบบนิเวศ 5.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับระบบนิเวศ
3. ความรู้ด้านระบบ ของมนุษย์ Knowledge of Human System	6. รู้และเข้าใจถึงลักษณะ การกระจายตัวและการตั้งถิ่นฐานของประชากรโลก <ul style="list-style-type: none"> 6.1 การกระจายเชิงพื้นที่ของประชากร 6.2 ลักษณะของประชากรในระดับที่แตกต่างกัน (ท้องถิ่นจนถึงทั่วโลก) 6.3 สาเหตุและผลของการอพยพย้ายถิ่นของมนุษย์ 7. รู้ถึงความซับซ้อน การกระจายตัวและลักษณะทางวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน <ul style="list-style-type: none"> 7.1 ลักษณะทางวัฒนธรรมมีผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ 7.2 รูปแบบของวัฒนธรรมที่หลากหลายในแต่ละพื้นที่ 7.3 วัฒนธรรมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ 8. รู้เกี่ยวกับรูปแบบและการเชื่อมโยงทางเศรษฐกิจของประชากรบนโลก <ul style="list-style-type: none"> 8.1 สถานที่และการกระจายเชิงพื้นที่ของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ 8.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสถานที่และการกระจายเชิงพื้นที่ของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ 8.3 การขนส่งและเครือข่ายการสื่อสารในชีวิตประจำวัน 9. รู้เกี่ยวกับหน้าที่ โครงสร้างและกระบวนการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ <ul style="list-style-type: none"> 9.1 ประเภทและรูปแบบเชิงพื้นที่ของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ 9.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกพื้นที่ในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ 9.3 รูปแบบเชิงพื้นที่ของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงไป 9.4 ลักษณะเชิงพื้นที่ของเมืองแต่ละเมือง

องค์ประกอบ	เนื้อหาสาระและตัวบ่งชี้
	<p>10. รู้ถึงความร่วมมือและความขัดแย้งของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการแบ่งแยกและการควบคุมพื้นที่บนโลก</p> <p>10.1 ประเภทของการแบ่งอาณาเขตการปกครอง</p> <p>10.2 ขอบเขตและลักษณะของหน่วยการเมือง สังคมและเศรษฐกิจในระดับต่าง ๆ (ท้องถิ่นและทั่วโลก)</p> <p>10.3 วิธีการแบ่งพื้นที่บนพื้นผิวโลก</p> <p>10.4 วิธีการร่วมมือและความขัดแย้งที่ส่งผลต่อชุมชนในแต่ละท้องถิ่น</p>
<p>4. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม</p> <p>Knowledge of Environment and Society</p>	<p>11. รู้ถึงการกระทำของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ</p> <p>11.1 วิธีการพึ่งพาสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของมนุษย์</p> <p>11.2 วิธีการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของมนุษย์</p> <p>11.3 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพสามารถรองรับและส่อเสี่ยง จากกิจกรรมของมนุษย์</p> <p>12. เข้าใจถึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อมต่อมนุษย์</p> <p>12.1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพซึ่งก่อให้เกิดรูปแบบเชิงพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อการปรับตัวของมนุษย์</p> <p>12.2 วิธีการที่สิ่งแวดล้อมทางกายภาพมอบโอกาสแก่มนุษย์</p> <p>12.3 วิธีการที่สิ่งแวดล้อมทางกายภาพจำกัดกิจกรรมของมนุษย์</p> <p>13. รู้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในความหมาย การใช้ การกระจายและความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ</p> <p>13.1 ลักษณะของแหล่งทรัพยากรทดแทน พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป และพลังงานที่เกิดขึ้นใหม่ได้เอง</p> <p>13.2 การกระจายเชิงพื้นที่ของทรัพยากร</p> <p>13.3 บทบาทของทรัพยากรในชีวิตประจำวัน</p>

การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Geographic knowledge applying) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการคิดเชิงภูมิศาสตร์ การตั้งคำถามเชิงภูมิศาสตร์โดยการสังเกตและรวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์ สามารถจัดการข้อมูลและวิเคราะห์สารสนเทศที่ได้อย่างเป็นระบบ (National geographic, 2011; Turner & Leydon, 2012; Misheck, Ezra, & Mandoga, 2013) โดยการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้สามารถแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นความสามารถที่จำเป็นในการศึกษาภูมิศาสตร์ เพราะจะช่วยให้เห็นถึงรายละเอียด ความเหมือน ความแตกต่างที่ปรากฏในวัตถุที่ได้มาจากเครื่องมือเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ เช่น ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากระดับความสูงในแต่ละพื้นที่ จะเห็นได้ว่าการสังเกตจะนำไปสู่ทักษะอื่น และต้องใช้ความรู้ทางภูมิศาสตร์เข้ามาเพื่อที่จะสามารถเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วน (Ünlü, 2011)

2. การตีความข้อมูล (Interpreted data) เป็นความสามารถที่ใช้ เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วจัดการกับข้อมูลโดยทำการวิเคราะห์และตีความ ซึ่งข้อมูลนั้นควรถูกรวบรวมมาอย่างเป็นระบบ การใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่จำเป็นในการจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ เพราะข้อมูลที่ได้มานั้นมีความหลากหลายและควรถูกแบ่งประเภทให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพถ่าย แผนที่ ตาราง แผนภูมิหรือรูปแบบอื่น ๆ (Astuti, 2017; วัลลภา อินทรงค์, 2564)

3. การใช้แผนที่ (Map using) เป็นความสามารถในการอ่านแผนที่ ซึ่งจะทำได้ ข้อมูลและสารสนเทศจากแผนที่ โดยสามารถระบุชื่อและคุณสมบัติของแผนที่นั้น การวิเคราะห์แผนที่เชื่อมโยงไปถึงกระบวนการในการจัดการข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น การอธิบายรูปแบบและความสัมพันธ์ หรือการวัดระยะทางระหว่างสถานที่ รวมถึงการตีความแผนที่นั้นจะช่วยให้เข้าใจถึงสิ่งที่แผนที่สื่อออกมา มากกว่าการดูเพียงผิวเผิน และเกี่ยวข้องกับการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาก่อน เพื่อแก้ปัญหา และช่วยในการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ (Ünlü, 2011; Havelková, & Hanus, 2019)

4. การเลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ (Geographic tool selection) เป็นทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือทางภูมิศาสตร์แต่ละประเภทยังก็มีลักษณะเฉพาะ รวมถึงรูปแบบที่แตกต่างกัน การเลือกใช้เครื่องมือให้ถูกต้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษานั้น จะช่วยให้เข้าใจ และสามารถตีความและวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ได้สารสนเทศหรือคำตอบที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประชากรในระยะเวลา 20 ปีก็ควรเลือกใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่เหมาะสม เช่น การรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการรวบรวมและจัดการข้อมูลนั้น (Brick, 2018)

เมื่อความรู้ทางภูมิศาสตร์มีความหมายและองค์ประกอบดังที่กล่าวไปข้างต้น นั้นหมายความว่ามาตรฐานดังกล่าวมีจุดประสงค์เพื่อให้ความรู้แก่ประชาชนทุกคนในฐานะพลเมืองในโลกสมัยใหม่และบุคคลที่คาดหวังว่าจะมีทักษะเพื่อทำความเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ ประเมินปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวและตีความแผนที่ในแง่ของสถานที่ คือนักศึกษาครูที่จะนำความรู้ดังกล่าวไปเผยแพร่ในอนาคต และเพื่อพัฒนาความรู้ทางภูมิศาสตร์ จึงต้องตั้งคำถามว่าความรู้ อะไรคือสิ่งที่บุคคลควรมี และควรมีอยู่ในความคิดของเขาเป็นสิ่งที่เราต้องรู้ เนื่องจากความรู้เรื่อง ภูมิศาสตร์ช่วยให้แต่ละบุคคลพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการตีความความรู้ในระดับท้องถิ่นและความรู้ ระดับสากล รวมถึงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในฐานะที่ภูมิศาสตร์เป็นส่วนที่แยกออกจากกัน ไม่ได้ เป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิต จึงเป็นเรื่องสำคัญที่บุคคลทุกคนควรพัฒนาตนเองให้มีความ รอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Dikmenli, 2014)

1.3 แนวทางการวัดประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ผ่านมา

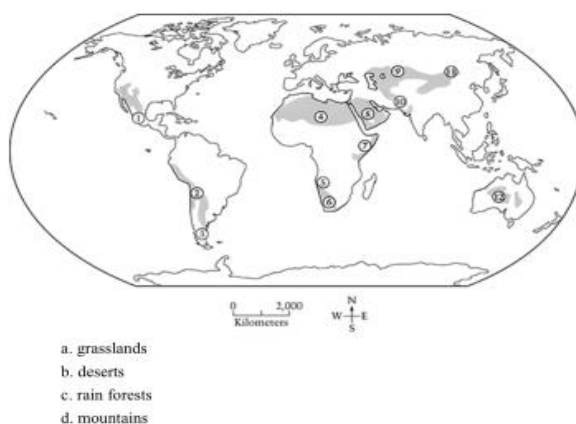
การสำรวจต่าง ๆ ที่ประเมินความรู้ทางภูมิศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกาและอีก 9 ประเทศ แสดงให้เห็นถึงการขาดความรู้ทางภูมิศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีว่าไม่สามารถระบุตำแหน่ง ทางภูมิศาสตร์ เช่น ประเทศหรือเมืองใหญ่ในแผนที่ได้ ซึ่งแนวทางในการศึกษาความรู้ทางภูมิศาสตร์ โดยทั่วไปนั้น คือการทำร่างแผนที่ สถานที่ ที่ตั้งและการทดสอบความรู้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับ ภูมิศาสตร์ โดยการใช้วิธีการร่างแผนที่นั้นเป็นเทคนิคสำหรับการประเมินความรู้ทางภูมิศาสตร์ตาม ความเป็นจริง มักจะเกี่ยวข้องกับการศึกษาการทำแผนที่จากโน้ตและการรับรู้เชิงพื้นที่ ซึ่งข้อดีของ การใช้ภาพร่างในการประเมินความรู้ทางภูมิศาสตร์ คือ ความสะดวกในการจัดการและการ เปรียบเทียบข้ามวัฒนธรรม นอกจากนี้การทำแผนที่แบบภาพร่างนั้นไม่ได้เหมือนกับวิธีอื่น ๆ ในการ ประเมินความรู้ทางภูมิศาสตร์ คือไม่ได้ถูกจำกัดโดยตัวอย่างของการเลือกทดสอบที่คัดเลือกโดย นักวิจัย (Misheck, Ezra, & Mandoga, 2013) นอกจากนี้การใช้แบบทดสอบที่หลากหลายมิติในการ ประเมินความรู้ทางภูมิศาสตร์นั้นมีความซับซ้อนในวิธีการประเมิน เนื่องจากไม่มีการวางเงื่อนไขที่ ครบวงจรสำหรับองค์ประกอบของความรู้ทางภูมิศาสตร์ว่าควรจะมีอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง (Bascom, 2011) บ่อยครั้งที่การทดสอบนั้นแตกต่างกันออกไปตามเนื้อหา มาตรฐานและ วัตถุประสงค์ ในขณะที่การศึกษาประเภทนี้ส่วนใหญ่มีการระบุตำแหน่งบนแผนที่ ซึ่งก็คือ PLK (Place Location Knowledge) ซึ่งอาจรวมไปถึงคำถามที่ครอบคลุมมิติอื่น ๆ ทางภูมิศาสตร์ เช่น ภูมิศาสตร์มนุษย์และภูมิศาสตร์กายภาพ ถึงกระนั้นการศึกษาอื่น ๆ ก็ไม่ได้มีการประเมินใน มาตรฐานการศึกษาที่มีการเฉพาะเจาะจงมุ่งเน้นที่เนื้อหาที่สะท้อนถึงสิ่งที่คนทั่วไปอ่าน สื่อมวลชน นิติสารยอนนิยมหรือมุมมองของรายการโทรทัศน์ (Nalon, 2002)

อีกทั้งได้มีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อวัดระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แต่เป็นการวัดการรับรู้ (perception) ของครู และมีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจแบ่งระดับความรู้เรื่อง

ภูมิศาสตร์ออกมาเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลางและต่ำ (Dikmenli, 2014) รวมถึงมีการศึกษาในเชิงคุณภาพโดยสัมภาษณ์และสอบถามความคิดเห็นของครูและนักศึกษาครูสังคมศึกษาเกี่ยวกับระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของตนเอง พบว่าครูส่วนใหญ่ยังมีระดับความสามารถในมิติต่าง ๆ ของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับกลางถึงต่ำ (Memişoğlu, 2017)

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมา เช่น Cloud technologies, Cloud service และ Cloud GIS ถูกใช้งานมากขึ้น สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NIST) ได้นิยามความหมายของ Cloud services ว่าเป็นโมเดลสำหรับการเปิดใช้งานการเข้าถึงในเครือข่ายที่แพร่หลาย สะดวกและตามความต้องการไปยังการกำหนดค่าและคำนวณทรัพยากรที่แบ่งปันร่วมกัน เช่น เครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ แม้าข่ายข้อมูล แอปพลิเคชันและบริการ ที่สามารถจัดเตรียมได้อย่างรวดเร็วและเปิดใช้งานด้วยความพยายามในการจัดการน้อยที่สุด โดยการศึกษา Cloud computing ในการใช้งานทั่วไปเกิดขึ้นตั้งแต่ต้นปี 1997 เมื่อบริษัท Netcentric พยายามใช้เครื่องหมายการค้า Cloud computing แต่ก็ได้ยอมแพ้ต่อความคิดดังกล่าวในไม่กี่ปีต่อมา ข้อกำหนดข้างต้นและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนสำคัญของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและเป็นส่วนที่แยกออกจากชีวิตประจำวันไม่ได้ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าที่หลากหลาย ความต้องการเทคโนโลยี Cloud ที่แตกต่างกันจึงได้ถูกพัฒนาอยู่เสมอมาตามบริการที่ต้องการซึ่งแบ่งออกเป็น Software as a Service (SaaS) Platform as a Service (PaaS) และ Infrastructure as a Service (IaaS) (Kamburov, Slavova, Nemska, & Karshev, 2016) งานวิจัยของ Brown and Richards (2015) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเครื่องมือและเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ ซึ่งจากการวิจัยพบว่า การใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่ การประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้เรียนโดยที่ครูสามารถออกแบบและพัฒนานวัตกรรมที่ใช้ระบบ GIS เข้ามาเป็นส่วนประกอบของเครื่องมือนี้ได้ และมีตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาความสามารถในการรู้สถานที่และตัวชี้วัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายวิธี ได้แก่ การสัมภาษณ์ การทำข้อคำถามเชิงสำรวจ การทำกิจกรรมกลุ่ม (Hunter, 2016)

8. The numbered/shaded areas on the map represent



ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างข้อคำถามเพื่อวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Ottati, 2015)

อีกทั้งมีการตั้งประเด็นข้อสังเกตที่ว่า การใช้แผนที่ในรูปแบบกระดาษ (Paper maps) ทั้งที่ทำจากผ้าดิบหรือทำจากวัสดุต่าง ๆ นั้นจะเลื่อนหายไปพร้อมกับการเข้ามาในยุคดิจิทัล จากการศึกษาของ Hurst and Clough (2013) ได้สำรวจอนาคตภาพของการใช้แผนที่กระดาษท่ามกลางสังคมที่แผนที่ดิจิทัลสามารถเข้าถึงได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งได้ทำสำรวจออนไลน์ (online survey) วิธีการที่บุคคลใช้และมุมมองที่แตกต่างต่อแผนที่กระดาษและแผนที่ดิจิทัล โดยแบ่งตัวอย่างวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญและบุคคลทั่วไป พิจารณาจากระดับการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความรู้ทางภูมิศาสตร์และบริบทในการเลือกใช้งานนั้นมีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้รูปแบบแผนที่ โดยผู้เชี่ยวชาญจะนิยมใช้แผนที่กระดาษ ในขณะที่บุคคลทั่วไปมักจะนิยมใช้แผนที่ดิจิทัล และมีแนวโน้มจะใช้แผนที่ดิจิทัลมากขึ้น ด้วยคุณสมบัติในการดูแลรักษาที่สะดวกและง่ายกว่า สะท้อนให้เห็นว่าในอนาคตแผนที่กระดาษจะถูกแทนที่ด้วยแผนที่ดิจิทัลมากยิ่งขึ้น

2. เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์

เทคโนโลยีได้เข้ามามีส่วนช่วยในการทำให้องค์ความรู้ด้านภูมิศาสตร์นั้นมีการพัฒนาและก้าวหน้ามากขึ้น ช่วยให้นักวิจัยได้เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นมาแล้วในอดีต สิ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและการทำนายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต (สุพรรณิกา โกยสิน, 2561)

2.1 ความเป็นมาและความหมายของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (3S) หมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์ 3 เทคโนโลยีหลัก ได้แก่ การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing: RS) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global positioning system: GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการรับรู้ระยะไกล (RS) เป็นเทคโนโลยีสำคัญในการศึกษาองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ทั้งที่อยู่บนพื้นโลกและ

ในชั้นบรรยากาศ ติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ผ่านการแปลผลภาพจากดาวเทียมที่มีความละเอียดของภาพแตกต่างกันออกไป ตามประเภทของดาวเทียมซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ในงานแต่ละรูปแบบที่แตกต่างกัน (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, 2010) นอกจากนี้ข้อมูลจากการสำรวจจากระยะไกลเป็นข้อมูลที่ได้มาอย่างรวดเร็ว สามารถตอบสนองความต้องการได้ทันทีสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลและประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ นอกจากนี้ระบบดาวเทียมนำทางโลกสามารถนำมาใช้กำหนดตำแหน่งเชิงพื้นที่ (Located) และติดตามการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งของได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำผ่านการกำหนดพิกัด X, Y, Z ผ่านการทำงานของดาวเทียม 3 ดวง เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศจึงเป็นวิทยาการที่สำคัญที่หลายหน่วยงานได้นำมาพัฒนาประเทศในหลากหลายด้าน (อมร เพ็ชรสว่าง, 2558)

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางภูมิศาสตร์ พัฒนาทักษะทั้งทักษะการให้เหตุผลทางภูมิศาสตร์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระบบกายภาพและระบบมนุษย์ ดังนั้นเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศจึงเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญสำหรับการศึกษาและวิจัยทางด้านภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในยุคสมัยปัจจุบัน นำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนรู้และการวัดประเมินผล เพื่อประเมินความรู้และทักษะที่เกิดขึ้น อีกทั้งส่งผลให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นผู้มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ (อัญญา บุชายันต์, วณมพร พาหะนิชย์ และภูมิ สาทสินธุ์, 2561)

2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

ระบบเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศนั้นประกอบไปด้วยการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing: RS) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global positioning system: GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) มีรายละเอียด ดังนี้

1. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือระบบที่รวบรวม จัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถช่วยในการค้นหาข้อมูลรวมถึงปรับปรุงข้อมูล อีกทั้งยังช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ โดยข้อมูลที่รวบรวมและจัดเก็บมาในระบบนั้นสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์และจัดการเชิงพื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้อธิบายลักษณะของปรากฏการณ์หรือภูมิประเทศได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ (ภาคภูมิ เหล่าตระกูล, 2558; ESRI, 2021)

วัตถุประสงค์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) นั้นถูกใช้เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นที่หลากหลายยกตัวอย่างเช่น การวางแผนที่จะใช้ทรัพยากรธรรมชาติและจัดการกับสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ข้อมูลที่ได้จาก GIS ยังสามารถช่วยตอบคำถามที่เกี่ยวกับสถานที่และสิ่งของที่

เราค้นหาเพื่อที่จะระบุตำแหน่งและสิ่งแวดล้อมที่ปรากฏอยู่รอบ ๆ สถานที่นั้น อีกทั้งยังสามารถบ่งชี้ได้ว่าอะไรที่ยังหลงเหลืออยู่ มีลักษณะอย่างไร และช่วยเปรียบเทียบตัวเลือกที่ดีที่สุด

การเชื่อมโยงข้อมูลสองประเภทเข้าด้วยกันนั้น จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อม ๆ และข้อมูลแบ่งเป็นชั้นข้อมูลต่าง ๆ ได้ตามประเภทที่จะใช้งาน เช่น ความสูงของพื้นที่ แหล่งน้ำและเส้นทางการไหลของน้ำ เส้นทางการคมนาคม การใช้ที่ดินและการใช้ประโยชน์ การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา เป็นต้น (อัญญา บุษายันต์, วรมพร พาหะนิษฐ์ และภูมิ สาทสินธุ์, 2561)

2. ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global positioning system: GPS) คือระบบที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งใช้ดาวเทียม GPS (Navstar) ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยแบ่งเป็น 6 รอบวงโคจร การจรรจะเอียงทำมุมเอียง 55 องศากับเส้นศูนย์สูตร (Equator) ในลักษณะสานกันคล้ายลูกตะกร้อแต่ละวงโคจรมีดาวเทียม 4 ดวง รัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม. หรือ 12,600 ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง GPS ทำงานโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง โดยสัญญาณดาวเทียมนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันเพื่อแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งได้ระบุมีตำแหน่งของมันมากับสัญญาณดังกล่าวข้างต้น

เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม ต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 กับเครื่อง GPS (ที่จุดสีแดง) จะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้ หากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบแต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากสัณฐานของโลกมีลักษณะกลม ดังนั้นดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง กล่าวคือถ้าระยะห่างระหว่างดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ห่างกันย่อมให้ค่าที่แม่นยำกว่าที่อยู่ใกล้กัน และยังมีจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้มากก็ยิ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น ความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศชั้นบรรยากาศประกอบด้วยประจุไฟฟ้า ความชื้น อุณหภูมิ และความหนาแน่นที่แปรปรวนตลอดเวลา คลื่นเมื่อตกกระทบ กับวัตถุต่างๆ จะเกิดการหักเหทำให้สัญญาณที่ได้อ่อนลง และสิ่งแวดล้อมในบริเวณรับสัญญาณเช่นมีการบดบังจากกระจก ละอองน้ำ ใบไม้ จะมีผลต่อค่าความถูกต้องของความแม่นยำ เนื่องจากถ้าสัญญาณจากดาวเทียมมีการหักเหก็จะทำให้ค่าที่คำนวณได้จากเครื่องรับสัญญาณเพี้ยนไป และสุดท้ายก็คือประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณว่ามีความไวในการรับสัญญาณแค่ไหนและความเร็วในการประมวลผลด้วย

องค์ประกอบสุดท้ายก็คือตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงในขณะที่ยังสัญญาณมาว่าอยู่ที่ใด (Almanac) มายังเครื่องรับ GPS โดยวงโคจรของดาวเทียมได้ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วเมื่อ

ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ สถานีควบคุมจะคอยตรวจสอบการโคจรของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลาเพื่อทวนสอบความถูกต้อง (Charles, 2010; ภาควิชา วิทยาศาสตร์, 2558)

3. การรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing) หมายถึง การได้มาของข้อมูลของพื้นที่ วัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยที่ไม่มีการสัมผัสกับเป้าหมายที่ต้องการโดยตรง แต่ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่อยู่ไกลออกไปในการบันทึกพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือเปล่งออกมาจากแหล่งพลังงาน เช่น การถ่ายรูปที่มีกล้องถ่ายรูปเป็นเครื่องรับรู้ อาศัยคลื่นที่ตามองเห็นเป็นพลังงาน และบันทึกพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุเป้าหมาย เพื่อการประยุกต์ใช้งานในหลายหลายด้าน รายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบมีดังนี้ (USGS, 2021)

- การได้มาของข้อมูล ประกอบด้วย แหล่งพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับวัตถุต่าง ๆ บนผิวโลกกระบวนการตรวจวัดข้อมูล และการบันทึกข้อมูล

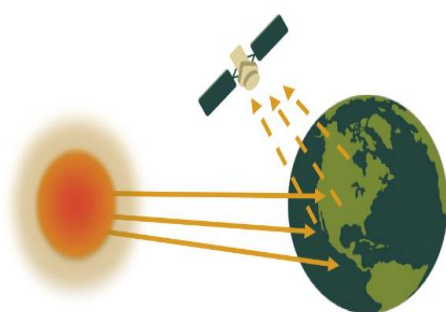
- การสกัดข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และประมวลผล ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การปรับเทียบข้อมูลเบื้องต้นและการพิมพ์ภาพ (Preprocessing calibration development and printing) การแปลตีความ (Interpretation) ซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานความรู้และความเข้าใจของผู้แปลและการตรวจสอบในภาคสนาม เพื่อทำแผนที่และจัดการสารสนเทศต่อไป โดยการรับรู้จากระยะไกล แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ การรับรู้จากระยะไกลแบบ passive (Passive remote sensing system) และการรับรู้จากระยะไกลแบบ active (Active remote sensing system)

การรับรู้จากระยะไกลแบบ passive เป็นการตรวจวัดพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากการสะท้อน (Reflect) หรือแผ่ (Emitted) จากพื้นผิว โดยแหล่งพลังงานในระบบตรวจวัดแบบ passive คือ พลังงานจากดวงอาทิตย์ซึ่งสามารถให้พลังงานที่ตรวจวัดได้ในช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible) และอินฟราเรด (Infrared) ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงมาได้เรียกว่าหน้าต่างบรรยากาศ (Atmospheric window) มีเฉพาะในช่วงคลื่นที่ยาวกว่าช่วงคลื่นอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เท่านั้น ซึ่งถ้าสั้นกว่าความยาวคลื่นนี้จะถูกดูดกลืนโดยชั้นบรรยากาศ หน้าต่างบรรยากาศมีหลายช่วง ช่วงที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทะลุทะลวงผ่านชั้นบรรยากาศมาได้ ได้แก่ ช่วงคลื่นตามองเห็น อินฟราเรดใกล้ บางส่วนของอินฟราเรดความร้อน (3-5 ไมโครเมตร และ 8-14 ไมโครเมตร) และช่วงคลื่นไมโครเวฟ ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในบรรยากาศ (Energy interaction in atmosphere) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นขณะเดินทางมายังโลก กระบวนการอื่นๆ ได้แก่ การกระจัดกระจาย (Scattering) เกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคเล็กๆ ในบรรยากาศมีทิศทางไม่แน่นอน ซึ่งมี 3 ประเภท คือ การกระจัดกระจายแบบเรย์ลี (Rayleigh scattering) เกิดขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค เล็กกว่าความยาวช่วงคลื่นที่ตกกระทบ ทำให้เกิดสภาวะหมอกควัน การกระจัดกระจายแบบมี (Mie scattering) เกิดขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคมีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่น เช่น น้ำ ไอน้ำ ฝุ่นละออง และการ

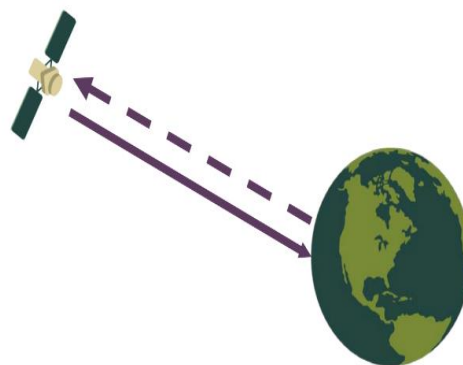
กระจัดกระจายแบบไม่เจาะจง (Non-selective scattering) เกิดขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่น เช่น หยดน้ำ สะท้อนช่วงคลื่นตามองเห็น และอินฟราเรดเกือบเท่ากันทำให้มองเห็นเมฆเป็นสีขาว สำหรับการหักเห เกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศที่มีความหนาแน่นต่างๆ กัน ซึ่งมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งภาพ ดังนั้นการสะท้อนจากวัตถุที่ถูกบันทึกได้นั้นขึ้นอยู่กับสภาพของบรรยากาศและความยาวคลื่นในขณะทำการตรวจวัด

การรับรู้จากระยะไกลแบบ active การรับรู้จากระยะไกลแบบ active เป็นระบบที่มนุษย์สร้างพลังงาน และส่งพลังงานมากระทบวัตถุเป้าหมาย ในช่วงคลื่นไมโครเวฟ เช่น ระบบเรดาร์ (RADAR: Radio Detection And Ranging) ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร สำหรับดาวเทียม ERS ได้ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศโดย The European Space Agency (ESA) สามารถถ่ายภาพได้เหมือนกับดาวเทียม RADARSAT ดาวเทียมทั้งสองดวงนี้มีการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระจายออกไปในทิศทางต่างกัน ซึ่งทิศทางการแผ่กระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า โพลาไรเซชัน (Polarization) ดาวเทียม RADARSAT ส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแนวนอน (Horizontal) ส่วนดาวเทียม ERS ส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแนวตั้ง (Vertical) ปัจจุบันดาวเทียมสำรวจทรัพยากรได้มีการออกแบบให้มีอุปกรณ์ตรวจวัดทั้งในระบบ active และ passive เช่น ดาวเทียม JERS-1 และ ALOS ของประเทศญี่ปุ่น ENVISAT และ ERS ของกลุ่มประเทศยุโรป

Passive Sensors



Active Sensors



ภาพประกอบ 2 การทำงานของการรับรู้ระยะไกล

การวิเคราะห์และแปลตีความภาพ (Image analysis and interpretation)

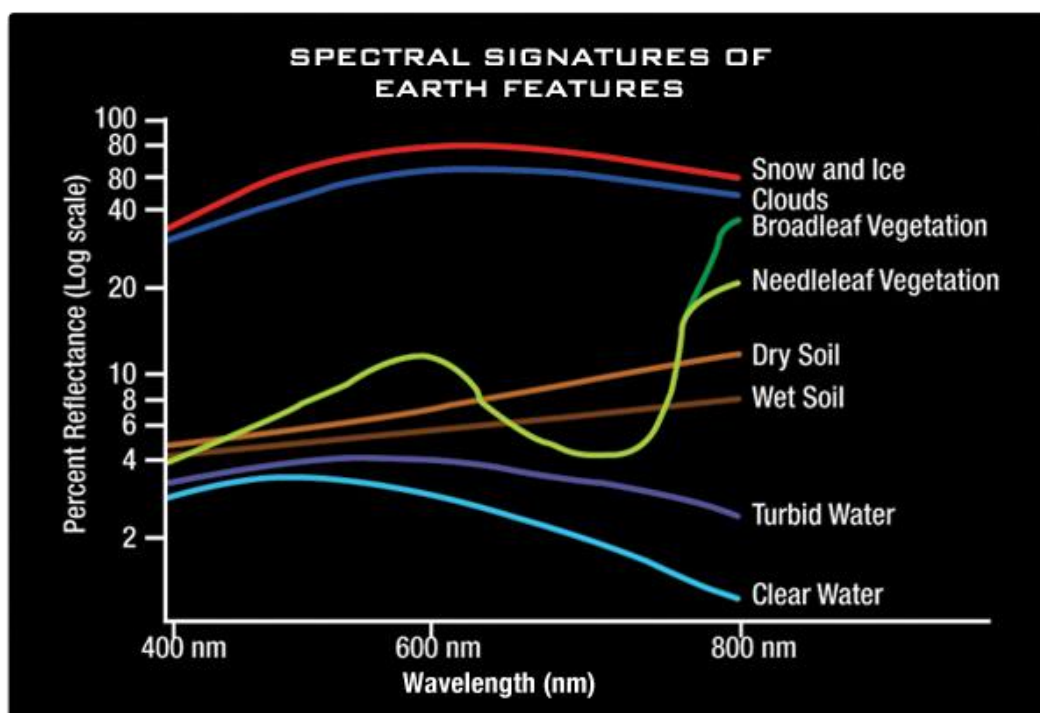
ข้อมูลจากดาวเทียม มีการเก็บภาพในระบบเชิงตัวเลขเพื่อใช้แทนวัตถุบนพื้นโลกเก็บเป็นแบบแถวจุดภาพ (Arrays of pixel) ซึ่งแต่ละจุดภาพ (Pixel) มีระดับสีเทา และตำแหน่งโดยอ้างอิงจากแถวและคอลัมน์ ค่าของจุดภาพ (Pixel value) หรือ จำนวนตัวเลข (Digital number) เป็นค่าที่บันทึกได้จากพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุนบนพื้นโลกไปยังเครื่องตรวจวัดกระบวนการต่าง ๆ

ในการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณมีไว้เพื่อช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลภาพไปใช้ ขั้นตอนการประมวลผลภาพมีดังนี้ (NASA, 2021)

การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล (Pre- processing) ซึ่งข้อมูลดิบที่ได้จากการถ่ายภาพของดาวเทียมจะต้องมาผ่านกระบวนการที่เรียกว่า การปรับแก้เชิงคลิ่น (Radiometric correction) เพื่อปรับแก้ค่าของจุดภาพที่คลาดเคลื่อนจากการบันทึก ซึ่งอาจเกิดจากสัญญาณรบกวนจากชั้นบรรยากาศ เช่น หมอก ไอน้ำ ส่วนการตรวจแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction) ใช้เพื่อปรับแก้ความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตที่เกิดจากการบันทึกและจากการหมุนของโลก และปรับให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่อ้างอิงบนพื้นผิวโลกซึ่งต้องใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points : GCP) สำหรับการปรับ และแก้ไขภาพ

การเน้นข้อมูลภาพ (Image enhancement) เพื่อปรับเปลี่ยนค่าระดับสีเทาของจุดภาพให้มีข้อมูลค่าของจุดภาพใหม่ที่มีความคมชัดมากขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการแปลตีความจากภาพ โดยการปรับในแผนภูมิภาพ (Image histogram)

การประมวลผลภาพ (Image processing) เป็นกระบวนการหรือกรรมวิธีจัดจำแนกค่าของจุดภาพลงในชั้นการจำแนกประเภทข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มของจุดภาพให้เป็นกลุ่มหรือชั้นของการจำแนก ตามเงื่อนไขที่กำหนด การจำแนกภาพแบ่งเป็น การจำแนกแบบควบคุม (Supervised classification) โดยการใช้การแบ่งประเภทของการสะท้อนช่วงคลื่นออกเป็นกลุ่มตัวอย่างหลายๆ กลุ่มแล้วกำหนดให้เป็นพื้นที่ของกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง (Training area) เพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะต่างๆ ใช้สำหรับคำนวณค่าทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทข้อมูล ค่าสถิติดังกล่าวใช้เป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทของข้อมูลการจำแนกภาพแบบนี้ต้องใช้ข้อมูลภาคพื้นดินมาช่วยส่วนการจำแนกภาพอีกแบบเรียกว่า การจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised classification) เป็นการจำแนกโดยใช้การจำแนกประเภทข้อมูลจากค่าสถิติของการสะท้อนของช่วงคลื่นของวัตถุต่างๆ เรียกว่า การจับกลุ่มของข้อมูล (Clustering)



ภาพประกอบ 3 สเปกตรัมช่วงคลื่นที่พบบนพื้นผิวโลก

การแปลตีความภาพด้วยสายตา การแปลตีความภาพจากดาวเทียมด้วยสายตาต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้ ความเข้าใจในลักษณะของพื้นที่ศึกษา และกิจกรรมที่เกิดขึ้น ณ พื้นที่นั้นๆ ในช่วงเวลาต่างๆ องค์ประกอบของการแปลตีความภาพได้แก่ ความเข้มของสีและสี (Tone and color) ขนาด (Size) รูปร่าง (Shape) เนื้อภาพ (Texture) ความสูงและเงา (Height and shadow) เป็นต้น

2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในวิชาภูมิศาสตร์

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ภูมิศาสตร์ตามกระบวนการการเรียนรู้ ทั้งช่วยในการใช้ระบบกำหนดตำแหน่งโลกในการรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง เช่น การกำหนดตำแหน่งโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร การระบุที่ตั้งของสถานที่จัดงานประชุมทางวิชาการ นำมาสู่การออกแบบเกมภูมิศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี GIS ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ประยุกต์ใช้ทั้งในด้านการจัดการศึกษา การท่องเที่ยวเชิงนิเวศเชิงวัฒนธรรมและการท่องเที่ยวเพื่อการอนุรักษ์ และการใช้การรับรู้ระยะไกลในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลที่ได้จากภาพจากดาวเทียมประเภทต่าง ๆ (อัญญา บุษายันต์, วณมพร พาหะนิชย์ และ ภูมิ สาทสินธุ์, 2561) อีกทั้งการศึกษาจากนักการศึกษาในประเด็นที่ว่า การใช้ GIS จะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนภูมิศาสตร์หรือไม่ พบว่าจากการศึกษา การใช้ GIS ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งข้อมูลปฐมภูมิเพื่อตรวจสอบและประเมินถึงการนำไปใช้และประโยชน์ของ GIS ได้ดีขึ้น (Kerski, 2003) และมีการศึกษาการนำ Google Earth ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดย

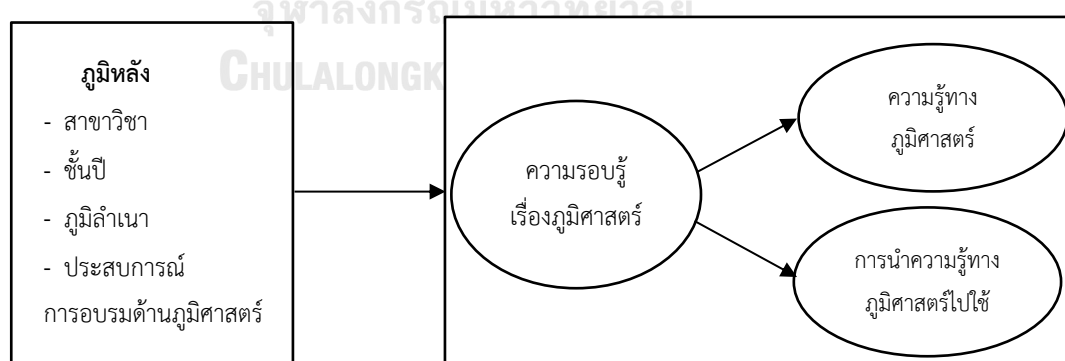
เป็นการศึกษาการนำ GIS และอภิปรายเกี่ยวกับการสอนภูมิศาสตร์โดยใช้ GIS และมนทัศน์ของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศซึ่ง Google Earth เป็นหนึ่งในเทคโนโลยี GIS ที่จะช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ภูมิศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ โดยการใช้ประโยชน์จาก Google Earth ในการเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ นั้นจะช่วยเพิ่มการตระหนักรู้ทางภูมิศาสตร์ (geographic awareness) ซึ่งจะช่วยสร้างการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การวิเคราะห์และทักษะการสืบสอบเพื่อรองรับมาตรฐานการสื่อสารต่าง ๆ (Patterson, 2007)

2.4 แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ในการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

Turner, & leydon (2012) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแบบทดสอบออนไลน์ในการปรับปรุงความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ซึ่งได้เลือกใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันตามประเด็นที่มุ่งวัดประเมิน โดยในการค้นหาประเทศใช้แอปพลิเคชัน Find Country ซึ่งเป็นการให้ระบุประเทศจากแผนที่ที่กำหนดขึ้น ใช้บทเรียนจาก GIS เพื่อพัฒนาความรู้และการรับรู้เชิงพื้นที่ รวมถึงการใช้ Google Earth มาใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบด้วย ซึ่งพบว่า การใช้เครื่องมือทดสอบแบบออนไลน์จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ทั้งด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ของตนเองได้ดีขึ้น ส่วน วัลลภา อินทรงค์ (2564) ได้เสนอแนวทางในการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ไว้หลากหลาย เช่น ประเมินด้วยการตอบคำถาม หรือการวาดผังมนทัศน์ ควรกำหนดภาระงานเป็นแบบฝึกหัด หรือการใช้แบบทดสอบ หากต้องการประเมินทักษะในการใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ ควรกำหนดภาระงานเป็นการทำแผนที่ การวัดระยะทางและเปรียบเทียบมาตราส่วน การใช้เข็มทิศ หรือการใช้ Google Earth แต่ถ้าต้องการประเมินทักษะในการอ่านและการแปลความหมายแผนที่ ก็ควรให้ทดสอบด้วยการอ่านแผนที่ รูปถ่ายทางอากาศ และภาพจากดาวเทียม และมีการศึกษาในประเด็นของการตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของเครื่องมือที่ใช้วัดการรับรู้ถึงความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบประเมินที่ให้นักศึกษาคูประเมินตนเอง มีลักษณะเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจแล้วพบว่า ระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาคูนั้น แบ่งออกได้เป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับต่ำ-ความสามารถในการระบุสถาน ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับปานกลาง-ความสามารถในการเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม และความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูง-ความรู้ทางภูมิศาสตร์และการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ และตรวจสอบค่าความเที่ยงด้วยการหาความสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .744

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษางานเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (geographic literacy) เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และต้องเกิดในผู้เรียนในทุก ระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ทั้งนี้องค์ประกอบของการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ก็สามารถจำแนกออกเป็นความรู้ทางภูมิศาสตร์ และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; Turner, & Leydon, 2012; Misheck, Ezra, & Mandoga, 2013; Ottati, 2015; Dikmenli, 2014, National geographic, 2011) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการใช้เทคโนโลยี ภูมิสารสนเทศ เช่น GIS ภาพจากดาวเทียม การรับรู้ระยะไกลที่สามารถเข้าถึงได้ในระบบออนไลน์ และมีส่วนช่วยในการจัดการเรียนรู้ในสาระภูมิศาสตร์ทั้งในไทยและต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็น สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการวัดประเมินผล (Kerski, 2003; Patterson, 2007; Turner, & Leydon, 2012; อัญญา บุญยงค์, วณมพร พาหะนิชย์ และภูมิ สาทสินธุ์, 2561; วัลลภา อินทรงค์, 2564) รวมไปถึงนักศึกษาครูที่เรียนในสาขาวิชาที่แตกต่างกันก็จะมีระดับความรอบรู้เรื่อง ภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน (Dikmenli, 2014) ดังนั้นเพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่อง ภูมิศาสตร์ให้สอดคล้องกับการพัฒนาของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและเกิดประโยชน์ต่อการศึกษา ภูมิศาสตร์ จึงนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ได้แก่ ระบบ GIS, ภาพจากดาวเทียมจาก Google Earth และแผนที่เข้ามาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ จากนั้นจึงตรวจสอบ คุณภาพเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นและเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่เรียนใน สาขาวิชาที่แตกต่างกัน ดังกรอบแนวคิดในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษา และ 2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาต่างสาขากัน โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ และระยะที่ 2 การวิเคราะห์ระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูต่างสาขาวิชา มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การดำเนินการวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู และวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลของการวิจัยในระยะนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) แหล่งข้อมูลในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวิจัย และวัดผลทางการศึกษา จำนวน 1 ท่าน และด้านภูมิศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน รวมทั้งหมด 3 ท่าน

2) แหล่งข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือรายข้อ ได้แก่ ตรวจสอบค่าความยาก (Difficulty Index) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก (Discrimination power) และค่าประสิทธิภาพตัวลอง (Distractor Efficiency) เป็นนักศึกษาครูจำนวน 50 คน ได้มาโดยการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง คือ เป็นนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีที่ศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในกรุงเทพมหานคร

3) แหล่งข้อมูลในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ได้แก่ นักศึกษาครูระดับปริญญาตรีที่ศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดขนาดตัวอย่างจากการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ระหว่าง 0.5 ถึง 0.8 มีจำนวนตัวแปรแฝง 3 ตัว และคำนวณโดยการประมาณค่าขนาดอิทธิพลที่ 0.1 อำนาจทดสอบที่ 0.8 โดยมีตัวแปรแฝง 3 ตัว ตัวแปรสังเกตได้ 8 ตัว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ได้ตัวอย่างขั้นต่ำ (Detected) จำนวน 256 คน และเพื่อชดเชยอัตราการตอบกลับจึงกำหนดขนาดตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูจำนวน 310 คน ได้มาด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) (Wolf, et.al, 2013; Kyriazos, 2018; Soper, 2021)

เครื่องมือวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือวิจัยจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ คือ แบบบันทึกเอกสาร มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ตัวแปรหลักของการวิจัยนี้ คือความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการให้นิยามความหมายและจำแนกองค์ประกอบย่อยของ

ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ออกมาเป็น 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้ทางภูมิศาสตร์และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้

การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรในงานวิจัย เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและสังเคราะห์ออกมาเป็นองค์ประกอบย่อยของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ แสดงตารางโครงสร้างข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบย่อย ได้ดังนี้

ตาราง 2 โครงสร้างจำนวนข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบย่อยของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

องค์ประกอบ	จำนวนข้อคำถาม
ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์	
ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม	4
ความรู้ด้านระบบกายภาพ	4
ความรู้ด้านระบบมนุษย์	4
ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค	3
ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้	
การสังเกต	3
การตีความ	3
การใช้แผนที่	2
การเลือกใช้เครื่องมือ	2
รวม	25

2) กำหนดโมเดลข้อสอบ (item model) เมื่อกำหนดองค์ประกอบและมีการนิยามความหมายทั้งในองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยแล้ว ออกแบบสถานการณ์ที่จะนำมาาร่วมกับการพิจารณารูปแบบเครื่องมือที่เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว อีกทั้งกำหนดลักษณะของข้อคำถามในองค์ประกอบดังกล่าวและศึกษาแนวทางในการสร้างรูปแบบของตัวลงสามารถนำมาสร้างเป็นโมเดลของข้อสอบ (Item model) ได้ดังนี้

องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม (Knowledge of Environment and Society) เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินชีวิตของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและที่มนุษย์สร้างขึ้นในสังคม

การออกแบบสถานการณ์สามารถเลือกใช้พื้นที่ที่แสดงถึงลักษณะทางภูมิศาสตร์ทั้งในทางกายภาพในเชิงอุทกภาค ชีวภาค ธรณีภาค ทรัพยากรทางธรรมชาติ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว

รูปแบบเครื่องมือที่ใช้เลือกใช้ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ คลิปวิดีโอ แผนที่ เช่น Google Earth Timelapse, Zoom Earth Satellite Imagery, Google map

- <https://earth.google.com/web/>,
- <https://zoom.earth/maps/daily/#view=15.83,101.47,6z/date=2021-06-11,pm>
- <https://www.google.co.th/maps?hl=en&tab=rl>,

ลักษณะของข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคมควรมีลักษณะที่แสดงถึงการใช้ความรู้ที่สะท้อนถึงประเด็นสิ่งแวดล้อม ความเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมกับการใช้ชีวิตในสังคม

รูปแบบตัวलग

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ
- ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบด้านความรู้ด้านระบบกายภาพ (Knowledge of Physical System) เป็นความรู้เกี่ยวกับระบบทางภูมิศาสตร์กายภาพที่เกิดปฏิสัมพันธ์กันระหว่างอุทกภาค บรรยากาศภาค ชีวภาคและธรณีภาคซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

การออกแบบสถานการณ์สามารถเลือกพื้นที่ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิศาสตร์ทางกายภาพ เช่น ภูเขา แม่น้ำ หรือภูมิลักษณะต่าง ๆ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิด และความสัมพันธ์ระหว่างระบบนิเวศในแต่ละเขตภูมิภาค

รูปแบบเครื่องมือที่ใช้เลือกใช้สามารถเลือกใช้ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ คลิปวิดีโอ แผนที่ เช่น Google Earth Timelapse, Zoom Earth Satellite Imagery, Google map , GIS ฯลฯ

- <https://www.arcgis.com/index.html>

ลักษณะข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านความรู้ด้านระบบกายภาพ ควรมีลักษณะที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยง สาเหตุและผลกระทบ ของระบบกายภาพบนพื้นโลก

รูปแบบตัวลง

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ
- ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบด้านระบบมนุษย์ (Knowledge of Human System) คือ ความรู้เกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งทางด้านการดำเนินชีวิตในสังคม ประวัติศาสตร์การตั้งถิ่นฐาน การรังสรรค์และก่อกำเนิดของวัฒนธรรมและการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจซึ่งส่งผลกระทบต่อตัวมนุษย์ สิ่งแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพ

การออกแบบสถานการณ์สามารถเลือกใช้สถานการณ์ที่ส่งผลกระทบหรือแสดงถึงกิจกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์ ทั้งการกระจายตัวของประชากร แนวโน้มในการตั้งถิ่นฐาน การขยายตัวของเขตเมือง การแลกเปลี่ยนพหุวัฒนธรรม

รูปแบบเครื่องมือที่ใช้เลือกใช้สามารถเลือกใช้ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ คลิปวิดีโอ แผนที่ เช่น Google Earth Timelapse, Zoom Earth Satellite Imagery, Google map , GIS, เว็บไซต์ข่าวสาร เว็บไซต์สถาบัน, องค์กร, หน่วยงานทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ฯลฯ

- <http://www.arcgis.com/index.html>

- <https://www.nationalgeographic.com/>

ลักษณะข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านความรู้ด้านระบบมนุษย์ ควรมีลักษณะที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ซึ่งเป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง การกำเนิดของลักษณะทางกายภาพ สิ่งแวดล้อมและระหว่างมนุษย์ด้วยกัน

รูปแบบตัวลง

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ
- ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค (Knowledge of Place and Region) คือ ความรู้เกี่ยวกับ พิกัด ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ในแต่ละลักษณะภูมิประเทศที่คล้ายคลึงและแตกต่างกันไปตามภูมิภาค ทั้งลักษณะทางกายภาพของสถานที่กับมนุษย์ที่ปรากฏ และวัฒนธรรมที่เด่นชัดในแต่ละภูมิภาค

การออกแบบสถานการณ์สามารถเลือกใช้พื้นที่ที่แสดงถึงตำแหน่ง ที่ตั้งที่มีความแตกต่างหลากหลายของลักษณะทางกายภาพและเชื่อมโยงส่งผลไปยังวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในภูมิภาคดังกล่าว

รูปแบบเครื่องมือเลือกใช้ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ คลิปวิดีโอ แผนที่ เช่น Google Earth Timelapse, Zoom Earth Satellite Imagery, Google map, วิดีโอการดำเนินชีวิตของผู้คน ฯลฯ

- <https://www.youtube.com/watch?v=6NgewgszDFk>
- <https://www.archives.gov/research/cartographic/aerial-photography>
- <http://www.arcgis.com/index.html>

ลักษณะข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านความรู้ด้านสถานที่และภูมิภาค ควรมีลักษณะที่ชี้ชัดให้เห็นถึงการระบุฐานฐานรวมถึงลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติที่เกิดขึ้น

รูปแบบตัวลง

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ
- ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการสังเกต (Observation)

เป็นความสามารถในการสังเกตถึงรายละเอียดความเหมือน ความแตกต่างที่ปรากฏขึ้นในแต่ละพื้นที่ ทั้งลักษณะทางกายภาพและความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

การออกแบบสถานการณ์สามารถเลือกใช้พื้นที่ที่มีความแตกต่าง หลากหลาย มีการกระจายตัวของลักษณะทางภูมิศาสตร์ทั้งในทางกายภาพและภูมิศาสตร์วัฒนธรรมในพหุมิติ

รูปแบบเครื่องมือเลือกใช้ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ คลิปวิดีโอ แผนที่ เช่น Google Earth Timelapse, Zoom Earth Satellite Imagery, Google map, วิดีโอ การดำเนินชีวิตของผู้คน ฯลฯ

- <https://earth.google.com/web/>
- <https://www.archives.gov/research/cartographic/aerial-photography>
- <https://www.google.co.th/maps?hl=en&tab=rl>
- <http://www.arcgis.com/index.html>

ลักษณะข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านความรู้ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการสังเกต ควรมีลักษณะที่เน้นให้เกิดการสังเกตต่อเครื่องมือหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ เช่น สังเกตวัตถุที่ปรากฏบนแผนที่, ภาพจากดาวเทียม, การเคลื่อนไหวของกลุ่มเมฆ กระแสน้ำหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาวะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

รูปแบบตัวลง

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ
- ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการตีความ (Interpreted)

เป็นความสามารถในการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นระบบ

การออกแบบสถานการณ์สามารถเลือกใช้สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนของลักษณะทางภูมิศาสตร์ หรือเป็นพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงในหลากหลายระบบ เช่น พื้นที่ปากแม่น้ำซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างระบบน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย

รูปแบบเครื่องมือเลือกใช้ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ คลิปวิดีโอ แผนที่ ภูมิ เช่น Google Earth Timelapse, Zoom Earth Satellite Imagery, Google map, ภาพถ่ายสถานที่ ชุมชน ฯลฯ

- <https://earth.google.com/web/>
- <https://www.archives.gov/research/cartographic/aerial-photography>
- <https://www.google.co.th/maps?hl=en&tab=rl>
- <http://www.arcgis.com/index.html>

ลักษณะข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านความรู้ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการตีความ ควรมีลักษณะของการให้เหตุผล การถามถึงสาเหตุ ปัจจัยหรือผลกระทบซึ่งเกิดจากลักษณะภูมิประเทศ การตั้งถิ่นฐาน วิธีการดำเนินชีวิตของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม หรือการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรม

รูปแบบตัวลวง

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ
- ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการใช้แผนที่ (Map using) เป็นความสามารถในการอ่านแผนที่ ซึ่งจะทำได้ข้อมูลและสารสนเทศจากแผนที่ โดยสามารถระบุคุณสมบัติของแผนที่นั้น การวิเคราะห์แผนที่เชื่อมโยงไปถึงการจัดการข้อมูล

การออกแบบสถานการณ์สามารถเลือกใช้ตามประเภทของแผนที่ที่นำมาใช้ประกอบเป็นเครื่องมือในการกำหนดข้อคำถาม อาจเป็นสถานการณ์ของระบบทางกายภาพหรือระบบมนุษย์

รูปแบบเครื่องมือเลือกใช้แผนที่ประเภทต่าง ๆ แผนที่ สัญลักษณ์ เช่น Google map, ภาพแผนที่ทั้งแผนที่หนังสือ แผนที่ดิจิทัล GIS ฯลฯ

- <https://earth.google.com/web/>
- <https://www.google.co.th/maps?hl=en&tab=rl>
- <http://www.arcgis.com/index.html>

ลักษณะข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้าน
การใช้แผนที่ ควรมีลักษณะที่เน้นถึงการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากแผนที่ สารสนเทศที่ปรากฏ การ
เชื่อมโยงและจัดการข้อมูลที่แผนที่ดังกล่าวแสดง

รูปแบบตัวलग

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทาง
ภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบ
ทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ
- ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่าง
มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการเลือกใช้เครื่องมือ
(Geographic tool selection) เป็นความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ให้
เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการศึกษา

การออกแบบสถานการณ์ ควรเลือกสถานการณ์ที่สามารถนำเครื่องมือทาง
ภูมิศาสตร์มาใช้ เช่น การนำทาง การใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ การวัดความเปลี่ยนแปลงไป
ของอุณหภูมิ หรือการพยากรณ์ในสิ่งที่เกิดจากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

รูปแบบเครื่องมือเลือกใช้ภาพจากดาวเทียม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ คลิปวิดีโอ
แผนที่ เช่น Google Earth Timelapse, Zoom Earth Satellite Imagery, Google map ฯลฯ

- <https://earth.google.com/web/>
- <https://www.google.co.th/maps?hl=en&tab=rl>
- <http://www.arcgis.com/index.html>

ลักษณะข้อคำถามที่วัดในองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้าน
การเลือกใช้เครื่องมือ ควรมีลักษณะที่เน้นในการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการดำเนินชีวิต
ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ให้เหมาะสมกับหน้าที่ของเครื่องมือ นั้น ๆ

รูปแบบตัวलग

- มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทาง
ภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบ
ทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ

3) ร่างข้อคำถามในแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ ในแต่ละองค์ประกอบที่ผู้วิจัยศึกษาโดยกำหนดลักษณะแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อคำถามเกี่ยวกับเพศ ชั้นปี สาขาวิชาเรียน มหาวิทยาลัยที่ศึกษาอยู่ ภูมิลำเนาของผู้ตอบแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ การเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์ในระดับปริญญาตรี และการเข้าร่วมอบรม/สัมมนาโครงการที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์

ตอนที่ 2 ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ แบ่งออกตามองค์ประกอบย่อยของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ซึ่งทั้งองค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ มีจำนวน 4 องค์ประกอบย่อย นำมาสร้างข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 1 คำตอบ โดยแบ่งเป็น ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ และด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้จำนวน 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 25 ข้อคำถาม

4) ออกแบบเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วออกแบบมาเป็นแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สอดคล้องกับพัฒนาการของระบบเครือข่าย เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการเข้าถึงและการใช้งานที่สามารถเข้าถึงได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกเครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ในการประกอบการพัฒนาเครื่องมือประเมิน

5) กำหนดสถานการณ์ รูปแบบของเครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่จะนำเสนอให้สอดคล้องและมีเหตุผลในการคัดเลือกสถานการณ์กับนิยามเชิงปฏิบัติการในแต่ละองค์ประกอบย่อยทั้งด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้

6) เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่ต้องการจะนำมาใช้ได้แล้ว ดำเนินการตัดต่อคลิปวิดีโอประกอบการเป็นเครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่มีสถานการณ์และเนื้อหาสอดคล้องกับนิยามองค์ประกอบย่อยทั้งด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ที่ต้องการวัดเพื่อนำมาใช้ประกอบในแต่ละข้อคำถาม และดำเนินการคัดเลือกแพลตฟอร์มออนไลน์ที่จะใช้ในการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

7) นำแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมในเบื้องต้น และปรับปรุงแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามคำแนะนำของ อาจารย์ที่ปรึกษา

8) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ โดยนำแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกทางครุศาสตร์ /ศึกษาศาสตร์และ

มีความเชี่ยวชาญด้านการวิจัย และวัดผลทางการศึกษา จำนวน 1 ท่าน และด้านภูมิศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน รวมทั้งหมด 3 ท่าน ในการตรวจสอบ พิจารณาความถูกต้องชัดเจนของภาษาและความเหมาะสมของข้อคำถามภายใต้ नियามองค์ประกอบที่กำหนด ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Index of item objective congruence: IOC) ตามแนวคิดการหาค่าดัชนี IOC ของ Rovinelli and Hambleton (1977, cited in Turner & Carlson, 2009)

9) นำแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปเก็บข้อมูลกับนักศึกษาครูจำนวน 50 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามรายข้อ นำข้อมูลที่ได้มาตรวจหาค่าความยาก (Level of Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Power of Discrimination) ค่าประสิทธิภาพตัวลวง (Distracter Efficiency) และหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยการคำนวณค่า KR-20

10) ตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ประกอบ โดย สุ่มสัมภาษณ์นักศึกษาครูที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพรายข้อซึ่งตอบแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ในประเด็นภาพรวมของแบบประเมิน ความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้ในการตอบคำถาม ความยาว เนื้อหาความคมชัดและรายละเอียดที่ปรากฏในคลิปวิดีโอในการใช้ประกอบการตอบคำถาม รวมไปถึงความรู้สึกเมื่อตอบแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์เสร็จสิ้นว่ารู้สึกอย่างไรต่อแบบประเมินดังกล่าว

11) ปรับปรุงแก้ไข ข้อคำถามหลังจากการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ และจากการ สัมภาษณ์นักศึกษาครูโดยปรับปรุงทั้งคำถามและตัวเลือกในข้อที่มีค่าความยากต่ำกว่า 0.2 หรือ มากกว่า 0.8 รวมไปถึงการปรับปรุงตัวเลือกลงจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตัวลวงให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และปรับปรุงความคมชัดของคลิปวิดีโอให้มีความละเอียดสูง (Full HD) คัดเลือก แผนที่ที่นำมาใช้ในการตอบคำถามให้แสดงรายละเอียดที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการ เรียงลำดับคำถามและตัวเลือกให้สะดวกต่อการอ่านและตอบคำถามตามแพลตฟอร์มที่ใช้

12) เมื่อปรับปรุงแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์เรียบร้อยแล้ว นำเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับ นักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยจำนวน 310 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างวิจัยคือนักศึกษาคณะระดับปริญญาตรี ซึ่งจะแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลตามเพศ ระดับชั้นปี สาขาวิชา ภูมิภาค รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์ที่นักศึกษาครูเคยเรียน และการเข้าร่วมอบรมโครงการที่เกี่ยวกับภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู ดำเนินการเก็บข้อมูลผ่านการกระจายลิงก์ (share) แบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง/ผู้รับผิดชอบในการดูแลนักศึกษาคณะมหาวิทยาลัยที่กำหนดในแต่ละสาขาวิชา ผ่านช่องทางออนไลน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ใช้การตรวจสอบความเหมาะสมตามแบบประเมินความเหมาะสมของข้อคำถามสำหรับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ใช้การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC การวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตัวลวงสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันสำหรับตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง และวิเคราะห์ค่า KR-20 สำหรับการตรวจสอบความเที่ยงของแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ และวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ซึ่งมีสมมติฐานที่ใช้สำหรับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประกอบด้วย

1. H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน

2. $H_{\lambda x} : \lambda x (1) = \lambda x (2)$

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูต่างสาขาวิชา

ในขั้นตอนที่ 2 นี้เป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากขั้นตอนก่อนหน้ามาวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาต่างสาขากัน รวมไปถึงการวิเคราะห์หาค่าที่คลาดเคลื่อนจากการตอบแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

แหล่งข้อมูล

ใช้แหล่งข้อมูลเดียวกันกับระยะแรก คือ นักศึกษาคณะระดับปริญญาตรีจำนวน 310 คน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลภูมิหลัง ได้แก่ เพศ มหาวิทยาลัยที่ศึกษา ระดับชั้นปี สาขาวิชา ภูมิภาค การเรียนวิชาภูมิศาสตร์ในระดับปริญญาตรีและประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ รายละเอียดแสดงดังตาราง

ตาราง 3 จำนวนและร้อยละของนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัย จำแนกตามข้อมูลภูมิหลัง (n=310 คน)

ภูมิหลัง		เพศ						รวม	
		ชาย (n = 93)			หญิง (n = 189)			ไม่ประสงค์ ระบุ (n=28)	
		จำนวน		ร้อยละ		จำนวน		ร้อยละ	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
มหาวิทยาลัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	68	73.1	128	67.7	15	53.6	211	68.06
	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	25	26.9	61	32.3	13	46.4	99	31.94
ชั้นปี	ชั้นปี 1	1	1.1	4	2.1	0	0	5	1.62
	ชั้นปี 2	13	14	23	12.2	7	25	43	13.87
	ชั้นปี 3	65	69.9	135	71.4	14	50	214	69.03
	ชั้นปี 4	6	6.5	10	5.3	0	0	16	5.16
	ชั้นปี 5	8	8.6	17	9	7	25	32	10.32
สาขาวิชา	สังคมศึกษา	24	25.8	28	14.8	11	39.3	63	20.32
	สาขาอื่น	69	74.2	161	85.2	17	60.7	247	79.68
ภูมิสำเนา	ภาคเหนือ	13	14	12	6.3	3	10.7	28	9.03
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	18	19.4	38	20.1	3	10.7	59	19.03
	ภาคกลาง	42	45.2	76	40.2	12	42.9	130	41.94
	ภาคตะวันออก	10	10.8	27	14.3	0	0	37	11.94
	ภาคตะวันตก	5	5.4	8	4.2	0	0	13	4.19
	ภาคใต้	5	5.4	28	14.8	10	35.7	43	13.87
การเรียนรู้วิชา ภูมิศาสตร์ใน ระดับ ปริญญาตรี	เคย	30	32.3	58	30.7	13	46.4	101	32.58
	ไม่เคย	63	67.7	131	69.3	15	53.6	209	67.42
ประสบการณ์	เคย	34	36.6	63	33.3	14	50	111	35.81
การอบรม สัมมนา เกี่ยวกับ ภูมิศาสตร์	ไม่เคย	59	63.4	126	66.7	14	50	199	64.19

จากตารางแสดงภูมิหลังของตัวอย่างวิจัย พบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่ศึกษาที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ร้อยละ 68.06) ส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 3 (ร้อยละ 69.03) ในส่วนของสาขาวิชานั้น ส่วนใหญ่ศึกษาในสาขาวิชาอื่น ๆ (ร้อยละ 79.68) รองลงมาเป็นสาขาวิชาสังคมศึกษา (ร้อยละ 20.32) มีภูมิลำเนาส่วนมากอาศัยอยู่ในภาคกลาง (ร้อยละ 41.94) รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ร้อยละ 19.03) และอาศัยอยู่ในภาคตะวันตกน้อยที่สุด (ร้อยละ 4.19) ในประเด็นการเรียนรู้วิชาภูมิศาสตร์ในระดับปริญญาตรีนั้น พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เคยเรียนรู้วิชาภูมิศาสตร์ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 67.42) และส่วนใหญ่ไม่เคยมีประสบการณ์การอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ (ร้อยละ 64.19)

การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่สาขาวิชาต่างกัน ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่งในการบรรยายข้อมูลรายละเอียดคะแนนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูและใช้สถิติอนุมาน (Inferential Statistic) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Factorial ANOVA) ในการเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาในสาขาวิชา ภูมิลำเนา ชั้นปีและประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน สำหรับการประเมินระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูนั้น ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norms)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู 2. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 3. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาต่างสาขากัน เพื่อการตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้างต้นจึงแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาต่างสาขากัน



ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู

การพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูในการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ใน 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Knowledge) และองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Geographic knowledge applying) โดยเครื่องมือประเมินนั้นมีลักษณะเป็นข้อคำถามทั้งในลักษณะปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้คลิปวิดีโอที่มีการนำเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประกอบในข้อคำถามมีรายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1.1 องค์ประกอบและโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

ผลการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ เพื่อนำมากำหนดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ รวมถึงองค์ประกอบย่อยในด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลหนึ่ง ๆ ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นในภาพรวมทั้งระบบกายภาพ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยประยุกต์ใช้การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ ในการสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล เลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ตีความ วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้และสรุปเป็นสารสนเทศ

ความรู้ทางภูมิศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการระบุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันตามปัจจัยลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคของโลก เข้าใจและสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์เนื้อหาสาระทางภูมิศาสตร์ที่แบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย คือ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม ความรู้ด้านระบบกายภาพ ความรู้ด้านระบบมนุษย์ และ ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค

ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม คือ ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินชีวิตของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและที่มนุษย์สร้างขึ้นในสังคม

ความรู้ด้านระบบกายภาพ คือ ความรู้ในด้านระบบทางกายภาพที่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างอุทกภาค บรรยากาศภาค ชีวภาคและธรณีภาคซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ความรู้ด้านระบบมนุษย์ คือ ความรู้เกี่ยวกับระบบที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งทางด้านสังคม ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรมและการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจ

ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค คือ ความรู้เกี่ยวกับ พิกัด ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ในแต่ละลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันไปตามภูมิภาค

การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ คือ ความสามารถในการใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการคิดเชิงภูมิศาสตร์ การตั้งคำถามเชิงภูมิศาสตร์โดยการสังเกตและรวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์ สามารถตีความข้อมูลและวิเคราะห์สารสนเทศอย่างเป็นระบบ

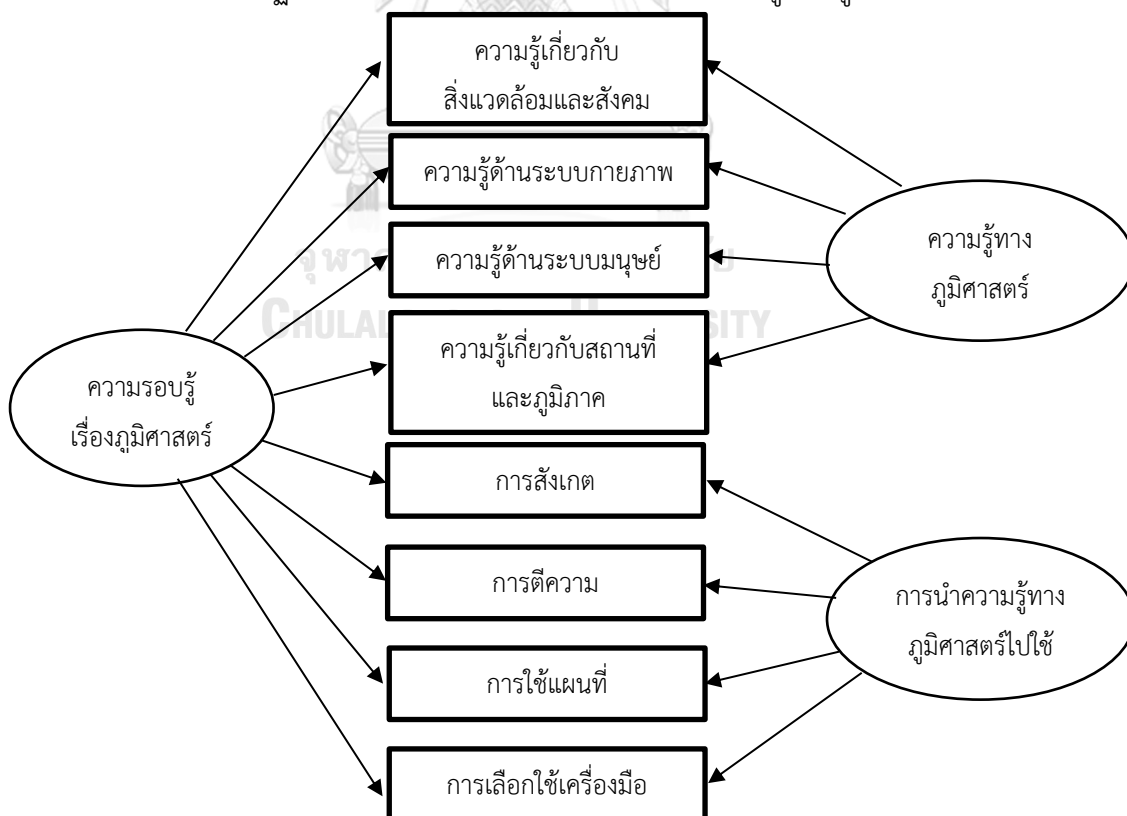
การสังเกต คือ ความสามารถในการสังเกตถึงความเหมือน ความแตกต่าง รวมถึงรายละเอียดที่ปรากฏขึ้นในวัตถุที่ปรากฏ

การตีความ คือ ความสามารถในการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ

การใช้แผนที่ คือ ความสามารถในการอ่านแผนที่ ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลและสารสนเทศจากแผนที่ โดยสามารถระบุคุณสมบัติของแผนที่นั้น การวิเคราะห์แผนที่เชื่อมโยงไปถึงการจัดการข้อมูล

การเลือกใช้เครื่องมือ คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการศึกษา

จากนิยามเชิงปฏิบัติสามารถสร้างเป็นโมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5 โมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

1.2 การออกแบบเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

สำหรับขั้นตอนการออกแบบเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์เมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและโมเดลการวัดรวมถึงองค์ประกอบในการประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แล้ว นำมาสู่การออกแบบลักษณะของเครื่องมือประเมินว่าควรมีหน้าตาอย่างไร ออกแบบสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์และคัดเลือกเครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศให้สอดคล้องเหมาะสมกับนิยามตามองค์ประกอบที่ต้องการวัด กำหนดรูปแบบประเภทของแบบประเมินรวมถึงสืบค้นหาแพลตฟอร์มออนไลน์โดยเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดในแต่ละแพลตฟอร์ม จากนั้นออกแบบตัวลงสำหรับการวัดมโนทัศน์ความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) เมื่อได้ร่างแบบประเมินที่สมบูรณ์ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งด้านความตรงและความเที่ยงก่อนนำไปทดลองใช้ประเมินกับนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.2.1 การออกแบบลักษณะของเครื่องมือประเมิน

จากนิยามเชิงปฏิบัติการและโมเดลการวัดที่สร้างขึ้นจะเห็นได้ว่าการวัดและประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้นจำเป็นที่จะต้องวัดทั้งในมิติของความรู้ทางภูมิศาสตร์ และต้องวัดในมิติของการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ไปพร้อม ๆ กันด้วย ซึ่งการที่จะวัดประเมินทั้ง 2 องค์ประกอบไปในเวลาเดียวกัน ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการนำเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งพบว่า มีงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการวัดประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ และได้ผลลัพธ์ที่ต้องการวัดได้ตรงประเด็นตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ครอบคลุมทั้งมิติด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ได้อีกด้วย โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศที่จะนำมาใช้ คือ การใช้ภาพจากดาวเทียมผ่านระบบ Google Earth ซึ่งมีข้อดีคือ ทุกคนสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และมีลูกเล่น (feature) ใหม่ ๆ ที่จะช่วยให้เห็นภาพจากดาวเทียมในหลายช่วงเวลาของพื้นที่หนึ่ง ๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน รวมไปถึง layer ของวัตถุที่ต้องการให้ปรากฏในภาพจากดาวเทียมก็มีให้เลือกแสดงวัตถุ (object) ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด และสามารถเลือกได้ว่าต้องการให้แสดงผลของภาพเป็นมุมมองในลักษณะ 2 มิติ หรือ มุมมองในลักษณะ 3 มิติ รวมถึงใช้การตัดต่อภาพเคลื่อนไหวจากเว็บไซต์ Zoom Earth ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่บันทึกภาพจากดาวเทียมไว้ทั้งแบบเป็นปัจจุบัน Live HD และภาพย้อนหลังที่สามารถบันทึกเป็นภาพนิ่งความละเอียดสูง มีการนำคลิปวิดีโอที่ตัดต่อบางส่วนของปรากฏการณ์ธรรมชาติ การนำแผนที่มาประกอบในการกำหนดข้อคำถามตามองค์ประกอบย่อยแต่ละด้าน และมีลักษณะของรูปแบบข้อคำถามเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก เนื่องจากผู้วิจัยต้องการความเป็นปรนัยในตัวเลือกที่ถูกต้อง รวมถึงเพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการออกแบบตัวลงในแต่ละข้อคำถาม สรุปรายละเอียดการออกแบบลักษณะเครื่องมือได้ดังตาราง

ตาราง 4 ลักษณะ ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้

ลักษณะเครื่องมือทาง ภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้	ข้อดี ข้อจำกัดของเครื่องมือ
ภาพจากดาวเทียมผ่านระบบ Google Earth	<p>ข้อดี</p> <ul style="list-style-type: none"> - เข้าถึงได้สะดวก - ไม่เสียค่าใช้จ่าย - มีวิดีโอ Time-lapse ย้อนหลังได้ถึง 26 ปี - สามารถแสดงผลในรูปแบบ 2 มิติ 3 มิติ - เลือกแสดงวัตถุที่ต้องการได้หลากหลาย <p>ข้อจำกัด</p> <ul style="list-style-type: none"> - หากเป็นภาพที่นานกว่า 10 ปีความคมชัดจะไม่เท่าในปัจจุบัน
ภาพจากดาวเทียมผ่าน เว็บไซต์ Zoom Earth	<p>ข้อดี</p> <ul style="list-style-type: none"> - สามารถบันทึกไฟล์เป็นวิดีโอได้ - สามารถบันทึกภาพจากดาวเทียมในพื้นที่หนึ่ง ๆ ย้อนหลังได้หลายปี - สามารถแสดงจุดความร้อน (hot spot) ที่ชัดเจนได้ - มีเรดาร์แสดงพื้นที่และบริเวณที่มีหยาดน้ำฟ้าแบบเป็นปัจจุบัน - มีเส้นทาง (Tracking) ของพายุหมุนเขตร้อนย้อนหลัง <p>ข้อจำกัด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไฟล์วิดีโอที่บันทึกสามารถบันทึกย้อนหลังได้เพียง 14 วัน - เนื่องจากเป็นความร่วมมือของภาคีบางองค์กร ทำให้บางพื้นที่ ๆ ไม่สามารถแปลผลภาพจากดาวเทียมได้จะเป็นจุดดำมืด เช่น พื้นที่เหนือละติจูด 66 ½ องศาเหนือและใต้ละติจูด 66 ½ องศาใต้
คลิปวิดีโอปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติจาก NOAA	<p>ข้อดี</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน - ความยาวของคลิปวิดีโอไม่สั้นหรือยาวจนเกินไป - เป็นคลิปที่มีสัญญาอนุญาตแบบเปิด (Creative Common) <p>ข้อจำกัด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไม่สามารถเพิ่มความละเอียดของวิดีโอได้

1.2.2 การออกแบบสถานการณ์

เมื่อกำหนดลักษณะของเครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่จะนำมาใช้ ประกอบในการสร้างข้อคำถามแล้ว ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ทั้งหมด 5 สถานการณ์ให้สอดคล้องกับรูปแบบของเครื่องมือที่ใช้ประกอบในแต่ละสถานการณ์นั้น โดยตีความจากนิยามเชิงปฏิบัติการ รวมถึงการศึกษาตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบย่อยทั้งด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์และการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 องค์ประกอบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์และสถานการณ์ที่กำหนด

องค์ประกอบ	ความรู้เกี่ยวกับสิ่ง	ความรู้ด้าน	ความรู้ด้าน	ความรู้เกี่ยวกับ	การสังเกต	การตีความ	การใช้แผนที่	การเลือกใช้เครื่องมือ
สถานการณ์และรูปแบบเครื่องมือ	แวดล้อมและสังคม	ระบบกายภาพ	ระบบมนุษย์	สถานที่และภูมิภาค				
พื้นที่ลุ่มแม่น้ำ (Google Earth Timelapse)	✓		✓	✓		✓		
ธารน้ำแข็งในรัฐอลาสกา (Google Earth Timelapse)	✓	✓		✓	✓	✓		✓
ภาพจากดาวเทียมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Zoom Earth Satellite Imagery)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Video)	✓	✓				✓		
แผนที่ความหนาแน่นประชากรกรุงเทพฯ (Map)	✓		✓				✓	

ในการออกแบบสถานการณ์นั้นให้สอดคล้องกับนิยามองค์ประกอบแต่ละด้านนั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงเหตุผลสนับสนุน และหลักการในการเลือกสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ว่ามีความสอดคล้องกับนิยามแต่ละองค์ประกอบย่อย ความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศ แสดงรายละเอียดดังตาราง

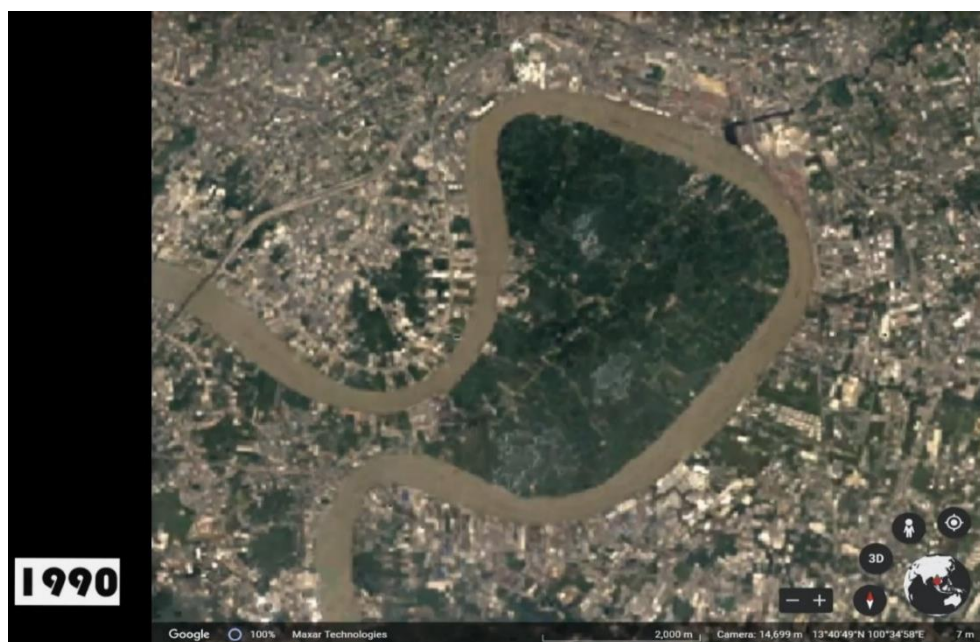
ตาราง 6 นิยามองค์ประกอบความรู้ทางภูมิศาสตร์ การนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ สถานการณ์ และเหตุผลในการเลือกสถานการณ์

นิยามองค์ประกอบ	สถานการณ์	เหตุผลในการเลือกสถานการณ์
ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม (Knowledge of Environment and Society) คือ ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินชีวิตของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและที่มนุษย์สร้างขึ้นในสังคม	พื้นที่ลุ่มแม่น้ำ	แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่จากการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนไปของมนุษย์
	ธารน้ำแข็งในรัฐอลาสกา	แสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติที่มีวัฏจักรที่เปลี่ยนแปลงไปจากการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์
	ภาพจากดาวเทียมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดขึ้นของจุดความร้อนที่สัมพันธ์กับระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวรวมถึงลักษณะภูมิประเทศ
	ปรากฏการณ์ธรรมชาติ	แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ โดยเฉพาะการท่องเที่ยว
	แผนที่ความหนาแน่นของประชากรกรุงเทพฯ	แสดงให้เห็นถึงการเลือกที่อยู่อาศัยที่สอดคล้องกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ทั้งภูมิทัศน์ริมแม่น้ำ การเลือกอยู่ในเขตศูนย์กลางของเมือง
ความรู้ด้านระบบกายภาพ (Knowledge of Physical System) คือ ความรู้ในด้านระบบทางกายภาพที่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างอุทกภาค บรรยากาศภาค ชีวภาคและธรณีภาคซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา	ธารน้ำแข็งในรัฐอลาสกา	แสดงให้เห็นถึงวัฏจักรของน้ำจืดและน้ำเค็ม การหมุนเปลี่ยนของฤดูกาลที่ส่งผลต่อการละลายของธารน้ำแข็งลงสู่มหาสมุทร รวมถึงการเกิดขึ้นใหม่ของธารน้ำแข็ง
	ภาพจากดาวเทียมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	แสดงให้เห็นถึงทิศทางของลมมรสุมประจำปีที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา รวมถึงการเกิดปรากฏการณ์ไฟฟ้า และฤดูกาลของประเทศเขตร้อน
	ปรากฏการณ์ธรรมชาติ	แสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของธรรมชาติและส่งผลซึ่งกันและกัน

นิยามองค์ประกอบ	สถานการณ์	เหตุผลในการเลือกสถานการณ์
ความรู้ด้านระบบมนุษย์ (Knowledge of Human System) คือ ความรู้เกี่ยวกับระบบที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ทั้งทางด้านสังคม ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม และการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจ	พื้นที่ลุ่มแม่น้ำ	เนื่องจากพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเหมาะสมแก่ การดำรงชีวิตและดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์
	ภาพจากดาวเทียม เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	เนื่องจากกิจกรรมการดำเนินทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะการประกอบอาชีพส่งผลต่อการ เกิดภาวะฝุ่นละอองรวมถึง จุดความร้อน รวมถึงผลกระทบต่อวิถีการดำเนินชีวิตของ มนุษย์
	แผนที่ความ หนาแน่นของ ประชากร กรุงเทพฯ	แสดงให้เห็นถึงค่านิยมและ การกระจายตัว ของประชากร ทั้งในมิติของสังคมและ เศรษฐกิจ
ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค (Knowledge of Place and Region) คือ ความรู้เกี่ยวกับ พิกัด ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ ในแต่ละลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันไป ตามภูมิภาค	พื้นที่ลุ่มแม่น้ำ	เนื่องจากพื้นที่ลุ่มแม่น้ำสามารถบอก ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ซึ่งมีลักษณะภูมิ ประเทศที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน
	ธารน้ำแข็งในรัฐ อลาสกา	เห็นถึงความแตกต่างของลักษณะภูมิ ประเทศ รวมถึงลักษณะภูมิอากาศ ธรรมชาติและป่าไม้ที่เกิดขึ้นจากตำแหน่ง ที่ตั้งในภูมิภาคอื่นบนโลก
	ภาพจากดาวเทียม เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	ครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้างและเห็นถึง ลักษณะภูมิประเทศ รวมถึงลักษณะทาง กายภาพที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศ
การสังเกต (Observation) คือ ความสามารถในการสังเกตถึงความเหมือน ความแตกต่างรวมถึงรายละเอียดที่ปรากฏขึ้น ในวัตถุที่ปรากฏ	ธารน้ำแข็งในรัฐ อลาสกา	ใช้การสังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพ ภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น
	ภาพจากดาวเทียม เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	ใช้การสังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงของทิศทาง ลมมรสุมรวมถึงการเกิดจุดความร้อนในแต่ ละช่วงเวลาที่เกิดขึ้นในคลิปวิดีโอที่ กำหนดให้

นิยามองค์ประกอบ	สถานการณ์	เหตุผลในการเลือกสถานการณ์
การตีความ (Interpreted) คือ ความสามารถในการจัดการและวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้มาอย่างเป็นระบบ	พื้นที่ลุ่มแม่น้ำ ธารน้ำแข็งในรัฐ อลาสกา ภาพจากดาวเทียม เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปรากฏการณ์ ธรรมชาติ	สารสนเทศและข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสิ่ง ที่เปลี่ยนแปลงไปในคลิป์วิดีโอที่กำหนดให้ สามารถถามถึงปัจจัย ผลกระทบ สาเหตุซึ่ง ต้องทำการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลนั้น เพื่อตอบคำถาม
การใช้แผนที่ (Map using) คือ ความสามารถในการอ่านแผนที่ ซึ่งจะทำได้ ข้อมูลและสารสนเทศจากแผนที่ โดย สามารถระบุคุณสมบัติของแผนที่นั้น การ วิเคราะห์แผนที่เชื่อมโยงไปถึงการจัดการข้อมูล	ภาพจากดาวเทียม เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แผนที่ความ หนาแน่นของ ประชากร กรุงเทพฯ	เนื่องจาก 2 สถานการณ์นี้มีการนำแผนที่มา ใช้ จึงสามารถประเมินทักษะในการอ่าน และตีความสารสนเทศที่ปรากฏบนแผนที่ เพื่อตอบคำถามได้
การเลือกใช้เครื่องมือ (Geographic tool selection) คือ ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือทาง ภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการศึกษา	ธารน้ำแข็งในรัฐ อลาสกา	เนื่องจากสามารถกำหนดให้เลือกใช้ เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมกับการ วัด สิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพภูมิประเทศใน สถานการณ์ที่กำหนด

เมื่อร่างข้อคำถามครบตามองค์ประกอบทั้ง 2 ด้านแล้ว ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือและ
เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่นำมาประกอบ โดยสถานการณ์แรกเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการ
เปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำแห่งหนึ่งระยะเวลา 26 ปี ระหว่างปี ค.ศ. 1984
ถึง ค.ศ. 2020 ดึงข้อมูลภาพจากดาวเทียมผ่านระบบ Google Earth เป็นภาพในลักษณะ 2 มิติมอง
ในมุมกด (bird eye view) ออกมาเป็นคลิป์วิดีโอความยาว 30 วินาที



ภาพประกอบ 6 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำแห่งหนึ่ง ค.ศ. 1990

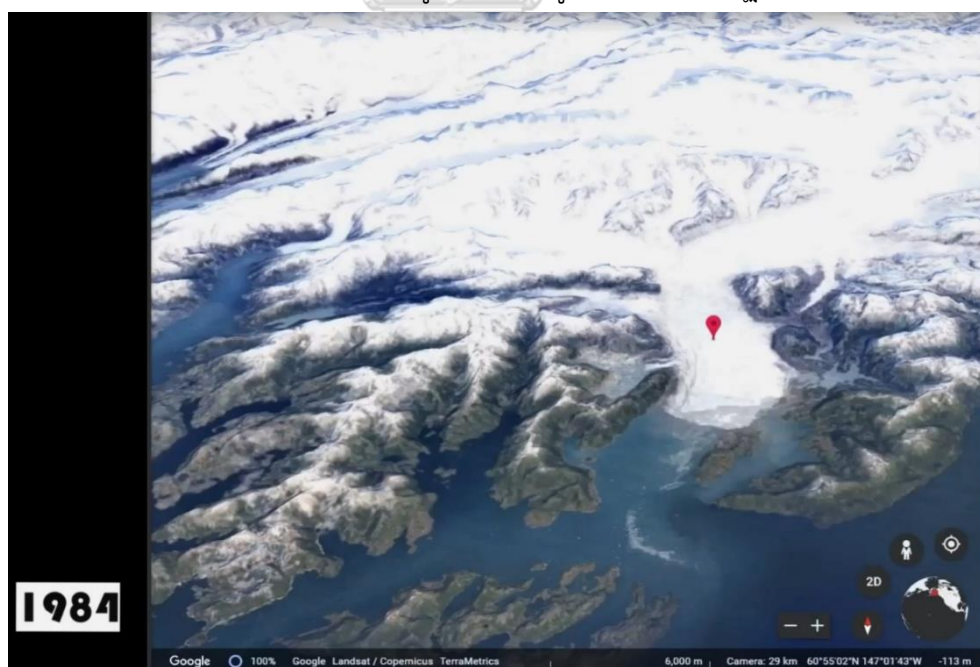


ภาพประกอบ 7 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำแห่งหนึ่ง ค.ศ. 2005



ภาพประกอบ 8 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำแห่งหนึ่ง ค.ศ. 2020

สถานการณ์ที่ 2 เป็นสถานการณ์ของธารน้ำแข็งที่เปลี่ยนแปลงไปในรัฐอลาสก้าในระยะเวลา 26 ปี ซึ่งมีลักษณะของเครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่นำมาใช้คล้ายคลึงกับคลิป์วิดีโอแรก แตกต่างกันเพียงบริบทของพื้นที่และสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศที่ปรากฏ



ภาพประกอบ 9 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 1984



ภาพประกอบ 10 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 1990

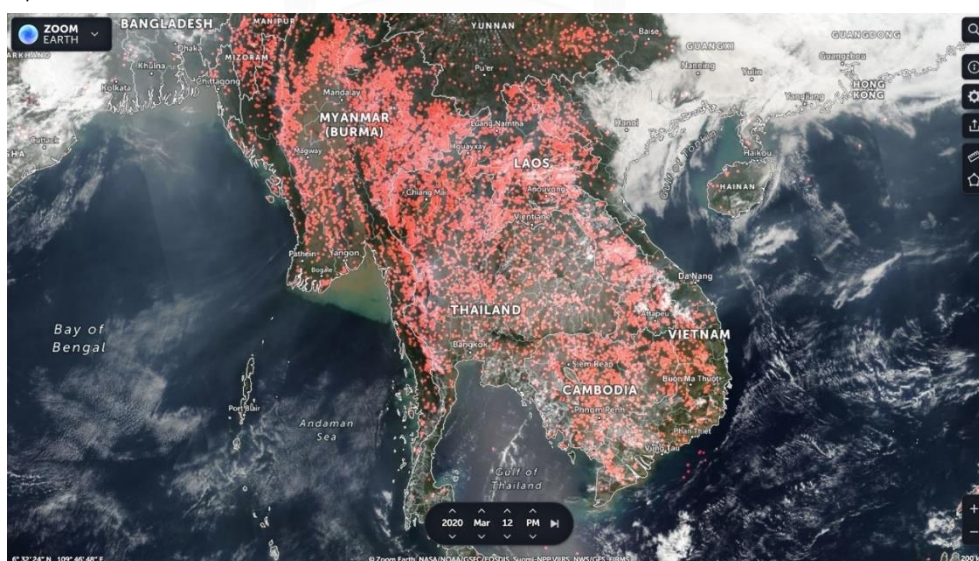


ภาพประกอบ 11 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 2005

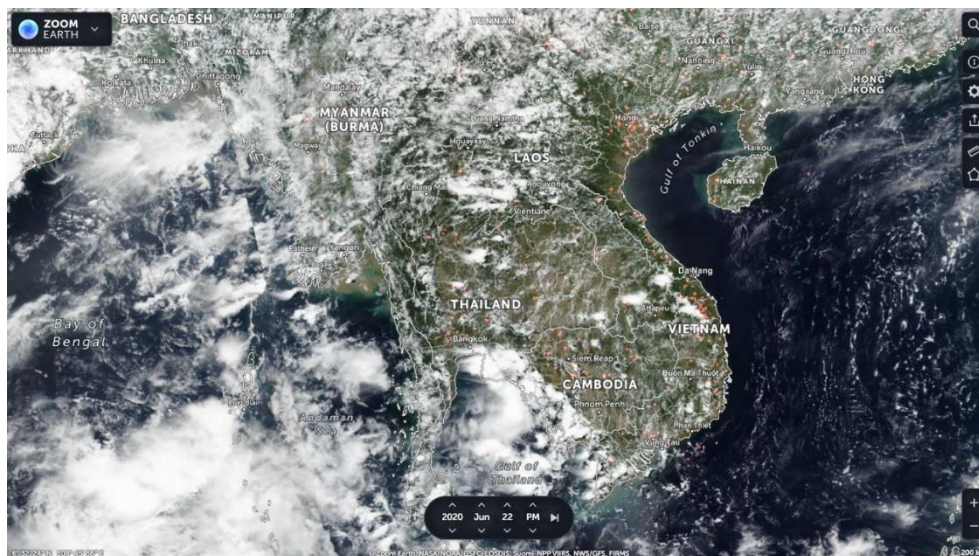


ภาพประกอบ 12 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงกายภาพของธารน้ำแข็ง ค.ศ. 2020

ส่วนสถานการณ์ที่ 3 เป็นการนำภาพจากดาวเทียม (Satellite Imaginary) ที่บันทึกจากดาวเทียมฮิมาวาริ (Himawari-8) ผ่านเว็บไซต์ Zoom Earth จำนวน 81 ภาพ ในพื้นที่ภูมิภาคทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ครอบคลุมบริเวณภาคพื้นทวีป ได้แก่ ประเทศไทย ประเทศกัมพูชา ประเทศลาว ประเทศเวียดนาม ประเทศเมียนมาร์และประเทศมาเลเซีย โดยแต่ละภาพมีระยะเวลาห่างกันในการบันทึก 3 วัน นำมาสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหว (GIF) เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของจุดความร้อน (Hot Spot) และการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในพื้นที่ดังกล่าว



ภาพประกอบ 13 จุดความร้อนและสภาพภูมิอากาศในภาพจากดาวเทียม วันที่ 12 มีนาคม 2563



ภาพประกอบ 14 จุดความร้อนและสภาพภูมิอากาศในภาพจากดาวเทียม วันที่ 22 มิถุนายน 2563

สถานการณ์ที่ 4 นั้นเลือกใช้คลิปวิดีโอปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยตัดต่อมานำเสนอเพียงบางส่วนคือแสดงเพียงช่วงการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้น และตัดต่อช่วงเวลา que แสดงส่วนของสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นในวิดีโอออก



ภาพประกอบ 15 สถานการณ์บางส่วนของการปรากฏการณ์ธรรมชาติ

สถานการณ์สุดท้าย เลือกใช้แผนที่แสดงความหนาแน่นของประชากรต่อตารางเมตรในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2558 โดยเป็นแผนที่รัฐกิจ (political map) เพื่อตอบสถานการณ์ในด้านภูมิศาสตร์มนุษย์ รวมสถานการณ์ที่นำมาใช้ออกแบบทั้งหมด 5 สถานการณ์

1.2.3 การเลือกแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

ผู้วิจัยเลือกใช้แพลตฟอร์มของเว็บไซต์ online exam builder เนื่องจากเล็งเห็นถึงข้อดีของแพลตฟอร์มดังกล่าว คือ สามารถสอดแทรกคลิปวิดีโอเข้าไปในข้อคำถามได้ทั้งในลักษณะของการ Upload คลิปวิดีโอโดยตรงและการแนบลิงก์ของเว็บไซต์ที่นำเสนอ รวมถึงสามารถแทรกรูปภาพทั้งในข้อคำถามและตัวเลือกได้ อีกทั้ง สามารถกำหนดรูปแบบของข้อคำถามได้ในหลายลักษณะ ทั้งแบบเติมคำตอบแบบสั้น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของร่างข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา และการนำออก (export) ข้อมูลผลลัพธ์ Output data ซึ่งสามารถนำออกไฟล์ในรูปแบบของ Microsoft excel รวมถึงสามารถจำแนกคำตอบและมีการให้คะแนนในแต่ละข้อ

ไว้แล้ว อีกทั้งสามารถตรวจสอบระยะเวลาที่ตัวอย่างวิจัยใช้ในการตอบแบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ รวมไปถึงสามารถตรวจสอบร้อยละของความคืบหน้าของผู้ตอบแบบประเมินได้ทำขึ้น เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่สมบูรณ์และวิเคราะห์การขาดหายไปของข้อมูลว่าส่วนมาก ตัวอย่างวิจัยจะหยุดทำในขั้นตอนหรือข้อคำถามใด และมีการชี้แจงรายละเอียด วัตถุประสงค์ของแบบประเมินไว้

Geographic Literacy

Start test
▶

แบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต หัวข้อ การพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนิสิตศึกษาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนิสิตศึกษาศาสตร์
2. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนิสิตศึกษาศาสตร์
3. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนิสิตศึกษาศาสตร์ที่ศึกษาต่างสาขากัน

โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ คำถามข้อมูลทั่วไป และคำถามเพื่อประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

- คำถามข้อมูลทั่วไปจำนวน 9 ข้อ
- คำถามเพื่อประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ จะให้ท่านตัดสินใจ/ สาระแนทางภูมิศาสตร์เพื่อตอบคำถามในประเด็นที่เกี่ยวข้อง (Multiple Choice) จำนวน 25 ข้อ
- คำถามเพื่อประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยพิจารณาระดับตนเองมี (Rating Scale) จำนวน 8 ข้อ

ขอความกรุณาให้ตอบครบทุกข้อ ข้อมูลของท่านจะเป็นคนละประโยชน์อย่างยิ่ง ในทางศึกษาในครั้งนี ข้อมูลและคำตอบของท่านจะถือเป็นความลับและไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อตัวท่านทั้งสิ้น ผู้วิจัยจะรายงานผลเป็นข้อมูลส่วนรวมไม่เปิดเผยข้อมูลเป็นรายบุคคลต่อสาธารณะ

นายวิสูตร สุวรรณสันติสุข
ผู้วิจัย


ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างเครื่องมือบนเว็บไซต์ online exam builder

ส่วนแรกของแบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์จะเป็นการเก็บข้อมูลภูมิหลังได้แก่ เพศ ชั้นปี สาขาวิชา มหาวิทยาลัย การเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์และประสบการณ์การเข้าร่วมอบรม/สัมมนาในโครงการที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์

Question 7 / 44

ภูมิสำเนา

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).



ภาคเหนือ

ภาคตะวันออก

ภาคใต้

ภาคกลาง

ภาคตะวันตก

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Submit answer >

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างเครื่องมือในการเก็บข้อมูลภูมิหลังของตัวอย่างวิจัย

ในส่วนที่ 2 นั้นมีรูปแบบของคำถามที่สร้างขึ้นตามองค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ ครอบคลุม 4 องค์ประกอบย่อย จำนวน 15 ข้อ และด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ครอบคลุม ทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย จำนวน 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 25 ข้อ ในลักษณะของข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แสดงตัวอย่างของแบบประเมินดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างแบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สถานการณ์ธารน้ำแข็ง



ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างแบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่มีตัวเลือกเป็นรูปภาพ

1.2.4 การออกแบบตัวลวงสำหรับการวัดมโนทัศน์ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า ครูผู้สอนและผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์ของภูมิศาสตร์กายภาพ จากการศึกษางานวิจัยและประสบการณ์ในห้องเรียน เพื่อหาข้อมูล เหตุผลสำหรับการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสังเกตชั้นเรียนและประสบการณ์ของผู้เรียนจากการเรียนรู้ ตำนานเรื่องเล่าและความเชื่อทางไสยศาสตร์ นวนิยายเยาวชน ภาพยนตร์ที่ได้รับความนิยมและรายงานข่าวแล้วแต่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นจากการเข้าถึงสื่อดังกล่าวข้างต้น รวมไปถึงการแสดงข้อมูลในหนังสือเรียนและแหล่งข้อมูลทางภูมิศาสตร์อื่น ๆ ความรู้ที่ผิดพลาดของครูผู้สอน ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่มีความคลุมเครือ ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาตรวจสอบเหตุผลว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางภูมิศาสตร์นั้นเกิดจากความรู้อันพื้นฐานที่ไม่ลึกซึ้งเพียงพอ ขาดการเชื่อมโยง การให้เหตุผลทางภูมิศาสตร์ตามความรู้สึกและภูมิหลังของตนเอง (Dove, 2016) สำหรับแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นฐานนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวลวงที่เป็นตัวลวง (distractor) โดยกำหนดลักษณะของตัวลวงให้อยู่ภายในขอบเขตของนิยามและสอดคล้องกับข้อคำถามในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยมีรูปแบบของตัวลวง ดังต่อไปนี้

ตาราง 7 รูปแบบของตัวลวงและตัวอย่างที่ปรากฏในข้อคำถาม

รูปแบบของตัวลวง	ตัวอย่างที่ปรากฏในตัวเลือก
มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	ข้อคำถาม พื้นที่สีเขียวในคลิปวิดีโอดังกล่าว ลดลงจากสาเหตุใด ตัวลวง การเพิ่มขึ้นของปริมาณ ค่าฝุ่นละออง pm 2.5 (การเพิ่มขึ้นของปริมาณค่าฝุ่นละออง pm 2.5 นั้นเป็นเรื่องที่นักศึกษาครูโดยทั่วไปมีความรู้พื้นฐานแต่ไม่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้น)
มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ	ข้อคำถาม จุดความร้อนที่เกิดขึ้น เกิดขึ้นเพราะสาเหตุใด ตัวลวง การขนส่งเดินทางโดยใช้พลังงานจากฟอสซิล (มีผลก่อให้เกิดจุดความร้อน แต่สาเหตุหลักในภาพจากดาวเทียมเกิดจากการจุดไฟเผาไร่เพื่อการเกษตร)
ขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง	ข้อคำถาม จากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเค็มในพื้นที่ดังกล่าวจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ตัวลวง อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์มีการลงทุนสร้างที่อยู่อาศัยน้อยลง (พื้นที่ดังกล่าวมีสภาพภูมิอากาศในเขตกึ่งร้อนและมีลักษณะทางกายภาพเป็นภูเขาสูง จึงไม่เหมาะสมในการลงทุนเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย)

เมื่อออกแบบรูปแบบและลักษณะของตัวลวงสำหรับการวัดมโนทัศน์ความรู้เรื่อง ภูมิศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) เรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้สรุปจำนวนตัวลวงในแต่ละมิติของ องค์ประกอบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด ดังนี้

- ตัวลวงรูปแบบที่ 1 มีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทาง ภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยวัดในมิติองค์ประกอบด้านความรู้ ทั้งหมด 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม และความรู้ด้านระบบ กายภาพ

- ตัวลวงรูปแบบที่ 2 มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักภูมิศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือ ผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏ โดยวัดในมิติองค์ประกอบด้านความรู้ทั้งหมด 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ ด้านความรู้เกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อมและสังคม ความรู้ด้านระบบกายภาพ ความรู้ด้านระบบมนุษย์ และความรู้เกี่ยวกับสถานที่ และภูมิภาค

- ตัวลวงรูปแบบที่ 3 คือ มีขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็น ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทาง กายภาพได้ไม่ถูกต้องใน 5 สถานการณ์ โดยวัดในมิติองค์ประกอบด้านความรู้ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ย่อย ได้แก่ ด้านความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม ความรู้ด้านระบบกายภาพ ความรู้ด้านระบบ มนุษย์ และความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 สรุปจำนวนตัวลวงตามองค์ประกอบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

องค์ประกอบ	Misconception 1	Misconception 2	Misconception 3
ด้านความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม	✓	✓	✓
ความรู้ด้านระบบกายภาพ	✓	✓	✓
ความรู้ด้านระบบมนุษย์		✓	✓
ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค		✓	✓
การสังเกต	✓	✓	✓
การตีความ	✓	✓	✓
การใช้แผนที่	✓	✓	✓
การเลือกใช้เครื่องมือ	✓	✓	

โครงสร้างข้อสอบ (Test Blueprint)

องค์ประกอบ	ความรู้เกี่ยวกับสิ่ง	ความรู้ด้าน	ความรู้ด้าน	ความรู้เกี่ยวกับ	การสังเกต	การตีความ	การใช้แผนที่	การเลือกใช้เครื่องมือ	รวมจำนวนข้อคำถาม
สถานการณ์และรูปแบบเครื่องมือ	แวดล้อมและสังคม	ระบบกายภาพ	ระบบมนุษย์	สถานที่และภูมิภาค					
พื้นที่ลุ่มแม่น้ำ (Google Earth Timelapse)	1		1	1		1			4
ธารน้ำแข็งในรัฐอลาสกา (Google Earth Timelapse)	1	1		1	1	1		1	6
ภาพจากดาวเทียมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Zoom Earth Satellite Imagery)	1	1	1	1	1	1	1		7
ปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Video)	1	2				1			4
แผนที่ความหนาแน่นประชากรกรุงเทพฯ (Map)	1		1				1	1	4
รวมจำนวนข้อคำถาม	5	4	3	3	2	4	2	2	25

ผลการวิเคราะห์ตารางเนื้อหา

พบว่าเนื้อหาส่วนใหญ่อยู่ในองค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม รองลงมาเป็นด้านความรู้ด้านระบบกายภาพและการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ผ่านการตีความ และในด้านการเลือกใช้เครื่องมือมีสัดส่วนของเนื้อหาที่ออกน้อยที่สุด ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ พบว่า สถานการณ์ภาพจากดาวเทียมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ผ่าน Zoom Earth Satellite Imager ซึ่งมีสัดส่วนของจำนวนข้อคำถามมากที่สุดจำนวน 7 ข้อ รองลงมาเป็นสถานการณ์ธารน้ำแข็งในรัฐอลาสกาผ่าน Google Earth Timelapse จำนวน 6 ข้อ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษา

ครู

การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีที่ศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยในกรุงเทพมหานคร จำนวน 310 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่พัฒนาขึ้น ทั้งความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ประสิทธิภาพตัวลง และตรวจสอบความเที่ยง (reliability) ซึ่งแบ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ตามลำดับดังนี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่มีลักษณะข้อคำถามเป็นปรนัย 4 ตัวเลือกนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง คุณภาพของข้อคำถามรายข้อ รวมถึงตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ประกอบ และตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือ

2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมของนิยามตามองค์ประกอบย่อยกับเนื้อหา ซึ่งผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (องค์ประกอบ) โดยมีค่าดัชนี IOC ของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.50-1.00 (รายละเอียดภาคผนวก ค) และผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ปรับแก้เนื้อหาในข้อคำถามบางส่วน รวมถึงได้แนะนำให้จัดเรียงลำดับข้อคำถามใหม่ในบางสถานการณ์เพื่อความกระชับและเป็นลำดับขั้นตอน และได้เสนอแนะให้ปรับเปลี่ยนข้อคำถามบางข้อที่ยังวัดได้ไม่ตรงกับองค์ประกอบที่ต้องการจะวัด แสดงตัวอย่างผลการปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามตามประเด็นปรับแก้ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 9 ผลการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ประเด็นที่ต้องปรับแก้	ผลการปรับปรุง
จากสารสนเทศที่ปรากฏในแผนที่กรุงเทพมหานคร เป็นสารสนเทศประเภทใด ก. สารสนเทศที่นำเสนอด้วยสีและแผนภูมิในแผนที่ ข. สารสนเทศที่นำเสนอด้วยอินโฟกราฟิกในแผนที่ ค. สารสนเทศที่นำเสนอด้วยภาพจำลองสามมิติในแผนที่ ง. สารสนเทศนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวในแผนที่	การถามว่า สารสนเทศดังกล่าวเป็นสารสนเทศประเภทใด ไม่ได้วัดทักษะในการใช้แผนที่ และไม่ได้ใช้ประโยชน์จากสารสนเทศในแผนที่ ควรปรับปรุงเป็นการนำสารสนเทศไปใช้ มากกว่า	จากสารสนเทศที่ปรากฏในแผนที่กรุงเทพมหานคร ท่านจะนำเสนอให้ผู้อื่นรับรู้เกี่ยวกับข้อมูลของแผนที่อย่างไร ก. นำเสนอด้วยสีและแผนภูมิประกอบสารสนเทศในแผนที่ ข. นำเสนอด้วยอินโฟกราฟิกประกอบสารสนเทศในแผนที่ ค. นำเสนอด้วยภาพจำลองสามมิติจากสารสนเทศในแผนที่ ง. นำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวจากสารสนเทศในแผนที่
ในช่วงปี ค.ศ. 2010 พื้นที่บริเวณรอบ ๆ พื้นที่สีเขียวมีการพัฒนาขึ้นเป็นอย่างมาก ในมิติของเศรษฐกิจ ท่านคิดว่าเกิดจากปัจจัยใด ก. การลดลงของพื้นที่สีเขียว ข. การขยายตัวของเส้นทางจราจรคมนาคม ค. การสร้างอุโมงค์ทางน้ำไหลระหว่างบ้านเรือน ง. การเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำและทิศทางการ	ข้อคำถามมีการใช้คำฟุ่มเฟือย และค่อนข้างเรียงลำดับที่จะให้อ่านแล้วเข้าใจยาก ควรปรับ คำให้ กระชับ และเรียงลำดับคำถามใหม่	ปัจจัยสำคัญในข้อใดส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของพื้นที่โดยรอบในช่วงปี ค.ศ. 2010 ก. การลดลงของพื้นที่สีเขียว ข. การขยายตัวของเส้นทางจราจรคมนาคม ค. การสร้างอุโมงค์ทางน้ำไหลระหว่างบ้านเรือน ง. การเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำและทิศทางการ
สถานการณ์ธารน้ำแข็งอลาสกาปรับเรียงข้อคำถามใหม่ โดยให้ถามถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงก่อนนำไปสู่การถามถึงสาเหตุ การเกิดปรากฏการณ์และผลกระทบที่เกิดขึ้น		
ถ้าท่านต้องการย้ายที่อยู่ เพื่อจะได้ไม่ต้องเผชิญกับปัญหาฝุ่นละออง ท่านควรย้ายไปยังบริเวณใดของประเทศไทย ก. ภาคเหนือ ข. ภาคกลาง ค. ภาคตะวันออก ง. ภาคใต้	คำตอบในข้อภาคเหนือและภาคกลางเป็นตัวลวงที่ยังไม่มีประสิทธิภาพเพราะข้อก่อนหน้านี้นี้มีคำถามที่ชี้ไปแล้วว่าภาคเหนือและภาคกลางมีปัญหาฝุ่นละอองจากการเกิดจุดความร้อน ควรปรับตัวเลือก	ถ้าท่านต้องการย้ายที่อยู่ เพื่อจะได้ไม่ต้องเผชิญกับปัญหาฝุ่นละออง ควรย้ายไปยังบริเวณใดของประเทศไทย เพราะเหตุใด ก. ภาคตะวันออก เพราะเป็นพื้นที่ชายฝั่งทำให้ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองน้อยกว่า

ข้อคำถาม	ประเด็นที่ต้องปรับแก้	ผลการปรับปรุง
	ให้ไม่เป็นการชี้แจงไปยังคำตอบ มากเกินไป และควรใส่เหตุผล สนับสนุนคำตอบในแต่ละข้อ ด้วย	ข. ภาคตะวันออก เพราะมีเทือกเขา บรรทัดกันลมที่พัดพาฝุ่นละออง มายังพื้นที่ ค. ภาคใต้ เพราะมีลักษณะเป็น คาบสมุทรทำให้เกิดการยกตัวของ อากาศได้ดีกว่า ง. ภาคใต้ เพราะเป็นพื้นที่ ๆ ได้รับ อิทธิพลของลมมรสุม ทำให้เกิดฝน ตกบ่อย
จากแผนที่ถ้าวัดดัชนีคุณภาพอากาศ ท่าน คิดว่าประเทศไทยจะมีค่าดัชนีคุณภาพ อากาศแย่มากที่สุด ก. ประเทศไทย ข. ประเทศเมียนมาร์ ค. ประเทศเวียดนาม ง. ประเทศกัมพูชา	ในคลิปวิดีโอที่นำมาใช้มี ช่วงเวลาหลายช่วง ควร กำหนดช่วงเวลาที่แน่ชัดไปเลย เพราะแต่ละช่วงผลกระทบที่ ได้รับในแต่ละประเทศก็ไม่ เท่ากัน	ประเทศไทยจะมีค่าดัชนีคุณภาพ อากาศแย่มากที่สุด เมื่อพิจารณาจาก ภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ก. ประเทศไทย ข. ประเทศเมียนมาร์ ค. ประเทศเวียดนาม ง. ประเทศกัมพูชา
จากปรากฏการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น ท่าน จะมีวิธีป้องกันหรือปฏิบัติตนอย่างไร ก. หากอยู่ริมชายหาดให้รีบวิ่งออกจาก ชายฝั่งชั้นที่สูง ข. หากอยู่บนเรือให้นำเรือเข้าฝั่งแล้ววิ่งขึ้น ที่สูง ค. หากอยู่ในที่พักให้ล็อกประตูหน้าต่าง เพื่อป้องกันแรงกระแทก ง. หากอยู่ใกล้สะพานปลาให้เตรียม อุปกรณ์จับสัตว์น้ำ เพราะน้ำลดลงทำให้ จับได้เยอะ	ปรับคำถามโดยใส่เป็นบุคคลที่ สามเพื่อให้การตัดสินใจไม่ต้อง ยึดโยงว่าต้องเป็นตัวเองเท่านั้น	จากปรากฏการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น การปฏิบัติตนของใครเหมาะสมที่สุด ก. ก่อเล่นน้ำอยู่ริมชายหาด และรีบ วิ่งออกจากชายฝั่งชั้นที่สูง ข. ถ้ามอยู่บนเรือ จึ่งนำเรือเข้าฝั่ง แล้ววิ่งขึ้นที่สูง ค. แก้วล็อกประตูหน้าต่างของ โรงแรมที่อาศัยอยู่ให้แน่นหนาเพื่อ ป้องกันแรงกระแทก ง. กบเตรียมอุปกรณ์จับสัตว์น้ำ เพราะเห็นน้ำลดลง จะทำให้จับได้ เยอะขึ้น

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือรายข้อ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือรายข้อ จากการทดลองใช้กับนักศึกษาครูจำนวน 50 คน พบว่า เครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.84 โดยข้อคำถามที่อยู่ในช่วงระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 มีจำนวน 23 ข้อ โดยข้อที่มีค่าความยาก 0.08 นั้น คือคำถามข้อที่ 15 ในพื้นที่บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นละอองมากที่สุดในประเทศ จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น อย่างไร ซึ่งเป็นคำถามที่ต้องการมุ่งวัดในองค์ประกอบย่อยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม เมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่า ตัวลงในตัวเลือกที่ 2 คือ ปัญหาการปนเปื้อนในแม่น้ำ มีนักศึกษาครูกลุ่มสูงตอบมากกว่ากลุ่มต่ำ ส่วนข้อที่มีค่าความยาก 0.84 นั้น พบว่าเป็นข้อคำถามที่สามารถดูคลิปวิดีโอแล้วตอบได้เลยหากตั้งใจดูจนจบ เพราะต้องการวัดทักษะในการสังเกตจึงทำให้คนส่วนใหญ่ตอบคำถามข้อนี้ได้มาก และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.07 ถึง 0.71 โดยมีข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกเกิน 0.2 จำนวน 21 ข้อ ส่วนข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2 ได้แก่ คำถามข้อที่ 2, 4, 13 และข้อที่ 15 (รายละเอียด ภาคผนวก ข) ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อคำถามที่มีค่าความยากในระดับที่ยากหรือง่ายเกินไป บางตัวเลือกที่ไม่สามารถจำแนกได้ และตัวเลือกที่มีค่าประสิทธิภาพตัวลงต่ำ โดยปรับปรุงและเรียบเรียงคำถามให้มีความกระชับมากขึ้น พิจารณาตัวลงที่มีคนตอบเยอะกว่าตัวเลือกที่ถูกต้องว่าสอดคล้องและเป็นตัวลงที่กำวมหรือไม่และปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

ตัวอย่างการปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามและตัวเลือกหลังการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ

<p>คำถามข้อที่ 9. จากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเค็มในพื้นที่ดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์ (Place and Region)</p> <p>ก. อุตสาหกรรมประมงจับปลาได้น้อยลง (เพราะพื้นที่ดังกล่าวเป็นเขตน้ำลึกและมีการทำประมง)</p> <p>ข. อุตสาหกรรมเกลือสมุทรขาดวัตถุดิบหลัก (พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่เขตหนาว และภูเขาทำอุตสาหกรรมเกลือได้ยาก)</p> <p>ค. อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์มีการลงทุนสร้างที่อยู่อาศัยน้อยลง (พื้นที่ดังกล่าวไม่เหมาะแก่การอาศัยอยู่ของมนุษย์) อุตสาหกรรมท่องเที่ยวเชิงนิเวศเติบโตมากขึ้น</p> <p>ง. อุตสาหกรรมน้ำดื่มเติบโตมากขึ้น (พื้นที่ดังกล่าวเป็นบริเวณรอยต่อของน้ำจืดและน้ำเค็ม ซึ่งไม่เหมาะแก่การตั้งโรงงานน้ำดื่ม)</p>	<p>คำถามข้อที่ 13. จากคลิปวิดีโอจะสังเกตเห็นว่าพื้นที่ในบริเวณกรุงเทพมหานครไม่มีจุดความร้อนเกิดขึ้น แต่เกิดปัญหาฝุ่นละออง เป็นเพราะสาเหตุใด (การตีความ)</p> <p>ก. เกิดจากการลดลงของพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร</p> <p>เกิดจากการลดลงของสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร</p> <p>ข. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมของลมมรสุมประจำปี</p> <p>เกิดจากอิทธิพลของทิศทางลมของลมมรสุมประจำปี</p> <p>ค. เกิดจากการเผาหญ้าเพื่อปรับสภาพหน้าดินบริเวณตะวันออกของกรุงเทพมหานคร</p> <p>ง. เกิดจากการลดลงของปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำจืดของกรุงเทพมหานคร</p>
--	--

<p>คำถามข้อที่ 15. ในพื้นที่บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นละอองมากที่สุดในประเทศ จะเกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอื่นอย่างไร ในพื้นที่บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นละอองมากที่สุดในประเทศ จะเกิดผลกระทบด้านกายภาพในฤดูฝน อย่างไร (Environment and Society)</p> <p>ก. ปัญหาดินถล่ม (เกิดจากการเผาป่าทำลายหน้าดิน)</p> <p>ข. ปัญหาการปนเปื้อนในแม่น้ำ (เกิดจากการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นผลกระทบรองและไม่ใช่สาเหตุจากการจุดไฟเป็นหลัก)</p> <p>ค. ปัญหาโรคทางเดินหายใจ (เป็นปัญหาที่เกิดกับคนไม่ใช่สิ่งแวดล้อม)</p> <p>ง. ปัญหาการทับถมของดินตะกอน (เป็นปัญหาที่เป็นผลกระทบทางอ้อม)</p>
<p>คำถามข้อที่ 19. ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากสาเหตุใดปัจจัยในข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวใด (Physical System)</p> <p>ก. ปรากฏการณ์ภูเขาไฟระเบิด</p> <p>ข. การเกิดพายุหมุนเขตร้อน (อากาศจะอบอ้าวและลมสงบนิ่งและความชื้นสูง)</p> <p>ค. การเกิดภาวะน้ำขึ้น น้ำลง ปรากฏการณ์อุกกาบาตพุ่งชน (เป็นผลจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่มีต่อโลก)</p> <p>ง. การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก (ส่งผลให้เกิดแผ่นดินไหวและคลื่นใต้น้ำ Tsunami)</p>

*หมายเหตุ แถบสีเขียว หมายถึงคำตอบที่ถูกต้อง

2.3 ผลการตรวจสอบค่าความเที่ยง (Reliability)

ตรวจสอบค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยคำนวณด้วยวิธีการหาค่า KR-20 พบว่า เครื่องมือประเมินมีค่า KR-20 เท่ากับ 0.71 ซึ่งหมายถึงแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ฉบับดังกล่าวมีความเที่ยง สามารถวัดและประเมินผลได้คงเส้นคงวา

2.4 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ประกอบ

จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัย มีประเด็นที่พบในด้านเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ประกอบ คือ แผนที่ความหนาแน่นของประชากรที่นำมาใช้นั้นมีแสดงความละเอียดของภาพน้อย ภาพมีความเบลอและแสดงรายละเอียดที่เด่นชัดได้ไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ประกอบการตอบคำถาม เนื่องจากการจำกัดขนาด pixel ของรูปที่สามารถอัปโหลดขึ้นไปยังเว็บนั้น ได้จำกัดขนาดของไฟล์รวมถึงความละเอียดของรูป (resolution) ไว้ที่ขนาด 567x240 pixel เท่านั้น ทำให้เวลาที่จะอ่าน ตีความและวิเคราะห์แผนที่ก็จำเป็นต้องกดคลิกขยายรูปเสียก่อนทุกครั้งไป ดังผลการสัมภาษณ์

“ผมว่าแผนที่ตรงข้อหลัง ๆ มันมั่ว ๆ เหมือนต้องคอยซูมดู แล้วก็ทำให้รู้สึกหงุดหงิดพอต้องซูมเข้าออก ถ้ามันชัดกว่านี้ ผมว่าน่าจะดีขึ้นเลยนะครับ”

นักศึกษาครู, สัมภาษณ์

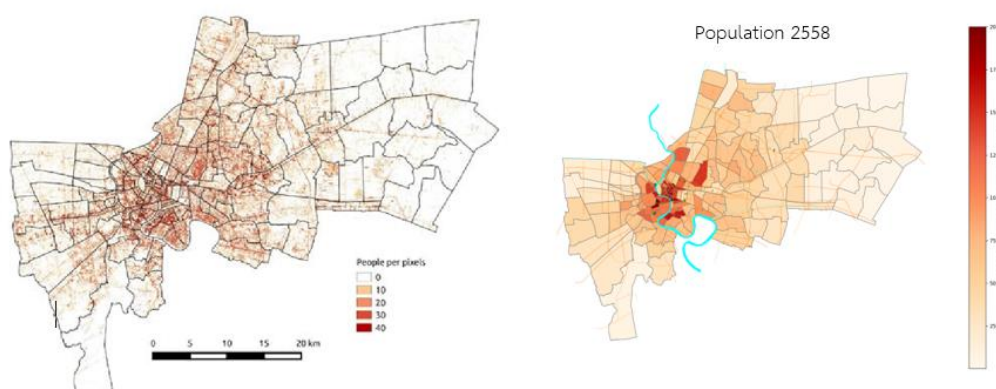
“คิดว่า ถ้าแผนที่ภาพนิ่งมันทำเป็น Full HD แบบคลิปวิดีโอใน Youtube ที่ให้ดูตอนแรกได้ น่าจะง่ายขึ้นนะค่ะ เพราะหนูก็ไม่ได้เรียนสังคมมาแน่น มาดูตอนแรกก็งง ๆ อยู่เหมือนกัน”

นักศึกษาครู, สัมภาษณ์

“ตอนที่เริ่มทำไปแรก ๆ รู้สึกว่าคลิปใน Youtube น่าจะมีคำบรรยายหรือรายละเอียดของเวลาให้ชัดเจนกว่านี้นะค่ะ หนูว่าน่าจะทำให้เข้าใจง่ายขึ้นไม่ต้องมาดูซ้ำหลายรอบเพื่อจะตอบสักข้อหนึ่ง”

นักศึกษาครู, สัมภาษณ์

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จึงทำการปรับปรุงแก้ไข โดยเลือกแผนที่ที่แสดงสารสนเทศในลักษณะเดียวกันแต่มีความละเอียดของแผนที่รวมถึง resolution ที่ไม่ใหญ่เกินกว่าขนาดที่เว็บไซต์กำหนด ดังนี้



ก่อนการปรับปรุง

หลังการปรับปรุง

ภาพประกอบ 20 ผลการปรับปรุงความละเอียดของแผนที่ที่ใช้ในข้อคำถาม

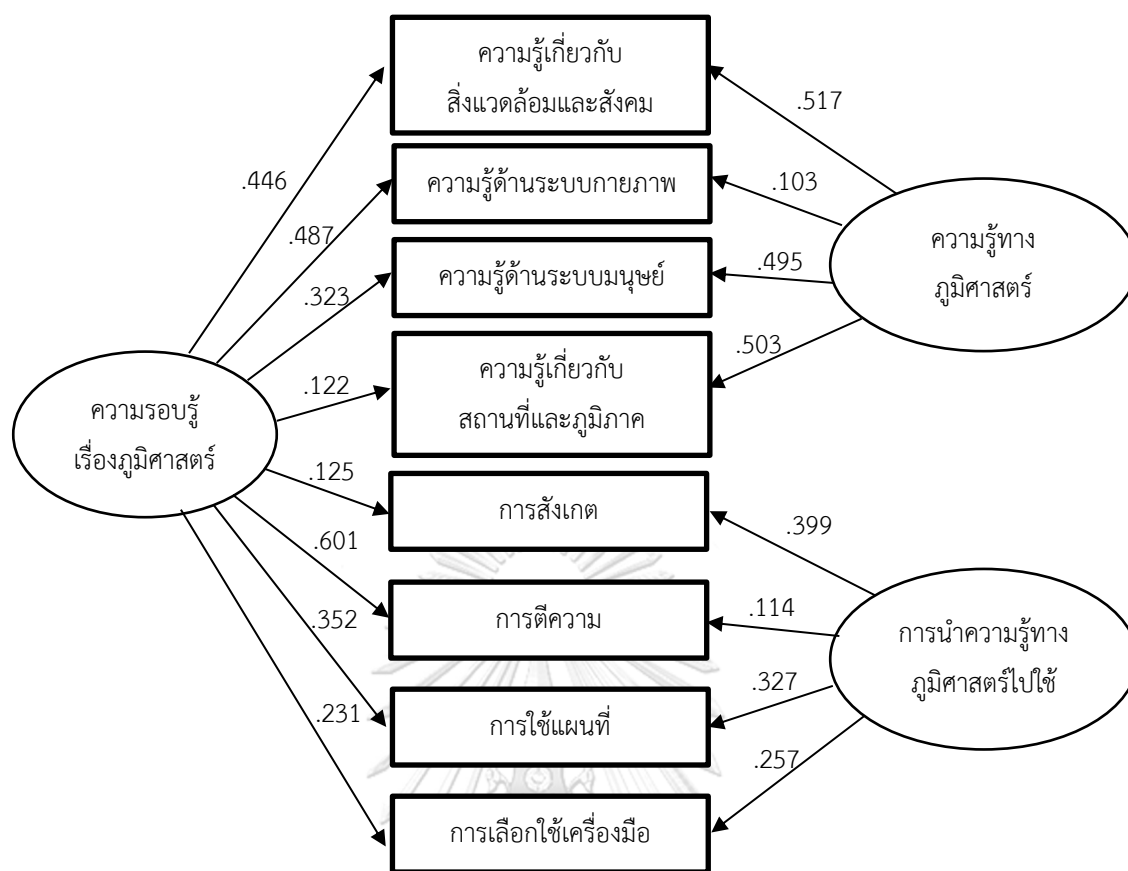
ในส่วนของคลิปวิดีโอนั้น ส่วนใหญ่พบว่า มีความยาวเหมาะสมต่อการตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์ แต่บางคลิปวิดีโอยาวเกินไปสำหรับการตอบคำถามในบางคำถาม อีกทั้งสามารถดูคลิปวิดีโอซ้ำ ซ้ำไปซ้ำมาได้ ทำให้คนตอบอาจจะไม่ได้ใช้การสังเกตตามที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดได้อย่างเต็มที่ จึงได้มีการเน้นย้ำไปยังคำชี้แจงโดยให้ดูคลิปวิดีโอโดยละเอียดก่อนการตอบคำถาม

2.5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของโมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โมเดลทวิองค์ประกอบ (Bi-factor model) จากข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้จำนวน 8 ตัวแปร ได้แก่ องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับภูมิภาคและสถานที่ ความรู้ด้านระบบกายภาพ ความรู้ด้านระบบมนุษย์ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม การสังเกต การตีความ การใช้แผนที่ และการเลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของโมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์จากแบบประเมินปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

	Environ soc	Physical sys	Human sys	Place Region	Observe	Interpreted	Maps	Tool selected
Environ-soc	1							
Physical sys	.295	1						
Human sys	.283	.182	1					
PlaceRegion	.177	.341	.110	1				
Observe	.105	.158	.027	.206	1			
Interpreted	.302	.303	.261	.165	.095	1		
Maps	.143	.114	.170	.017	.051	.193	1	
Tool selected	.280	.184	.231	.185	.186	.238	.025	1
Mean	3.20	1.29	2.67	2.07	1.14	2.06	.329	1.72
SD	.912	.870	.993	.716	.702	1.083	.471	.712



ภาพประกอบ 21 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = (18, N = 310) = 41.377, p = .001$, CFI = .892, TLI = .832, RMSEA = .065, SRMR = .075) โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานโมเดลเฉพาะเจาะจง (specific model) ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .103-.517 ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ออยู่ระหว่าง .114-.399 และในโมเดลทั่วไป (general model) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .122-.487 และด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ออยู่ระหว่าง .125-.601 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การถ่วงน้ำหนักอยู่ระหว่าง .120-.466

ตาราง 11 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของโมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

ตัวแปร	Specific Model		General Model		R ²
	น้ำหนักองค์ประกอบ				
	β	t	β	t	
องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์					
ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม	.517	32.867*	.446	32.687*	.466
ความรู้ด้านระบบกายภาพ	.103	24.931*	.487	5.809*	.248
ความรู้ด้านระบบมนุษย์	.495	5.605*	.323	4.167*	.350
ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค	.503	5.728*	.122	24.190*	.268
องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้					
การสังเกต	.399	3.444*	.125	24.633*	.175
การตีความ	.114	24.840*	.601	6.686*	.375
การใช้แผนที่	.327	3.219*	.352	4.378*	.231
การเลือกใช้เครื่องมือ	.257	25.203*	.231	3.309*	.120

หมายเหตุ: * $P < .05$

สรุปได้ว่าเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อคำถามซึ่งสร้างตามโมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุมี 8 องค์ประกอบย่อย คือ องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับภูมิภาคและสถานที่ ความรู้ด้านระบบกายภาพ ความรู้ด้านระบบมนุษย์ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม การสังเกต การตีความ การใช้แผนที่ และการเลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ มีคุณภาพทั้งความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง รวมทั้งมีค่าความเที่ยงและอำนาจจำแนกสูง โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.50-1.00 มีค่า KR-20 เท่ากับ .71 และโมเดลความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุมี ความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = (18, N = 310) = 41.377, p = .001, CFI = .892, TLI = .832, RMSEA = .065, SRMR = .075$) ดังนั้นเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง

2.6 ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล

การวิเคราะห์ในตอนนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างทวิองค์ประกอบพหุกลุ่มความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูจำแนกตามสาขาวิชาคือนักศึกษาครูสังคมศึกษาและสาขาอื่นที่ไม่ใช่สังคมศึกษา ประกอบด้วย สมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล (Model form) และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล ซึ่งค่าพารามิเตอร์ในโมเดลที่ทำการทดสอบ ประกอบด้วย 1 เมทริกซ์ คือ สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน รวมสมมติฐานที่ทำการทดสอบทั้งสิ้น 2 สมมติฐาน ในการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดล

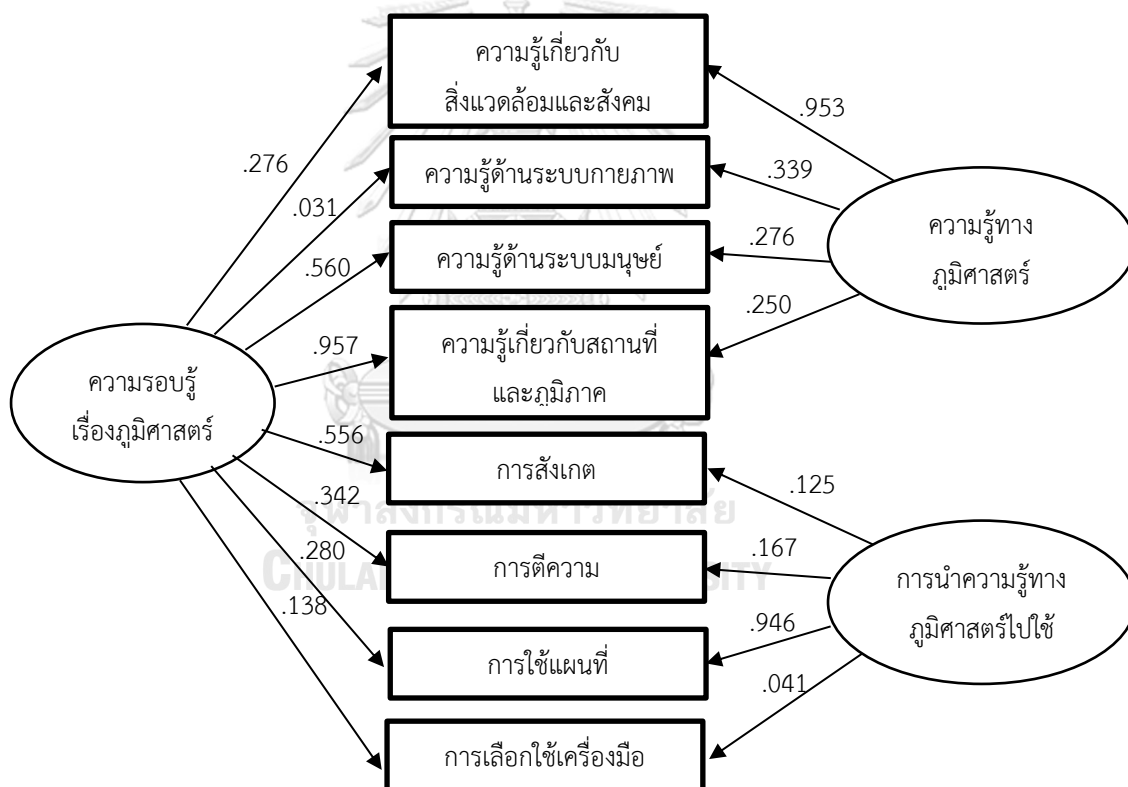
ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างทวิองค์ประกอบพหุกลุ่มความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูจำแนกตามสาขาวิชาคือนักศึกษาครูสังคมศึกษาและสาขาอื่นที่ไม่ใช่สังคมศึกษา ตามสมมติฐานข้างต้น แสดงรายละเอียดใน ตารางที่

ตาราง 12 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูต่างสาขาวิชา

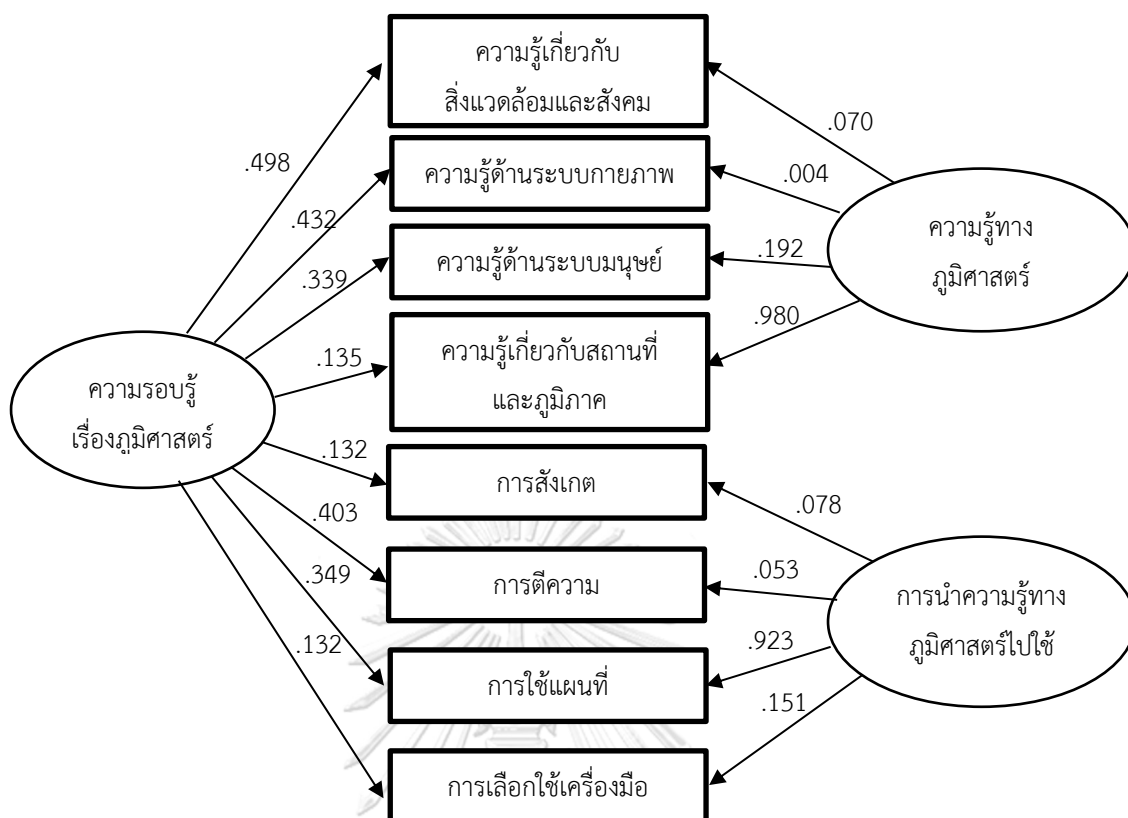
สมมติฐาน	χ^2	df	χ^2/df	p	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
1. H_{form}	56.132	43	1.305	.086	.916	.890	.044	.056
2. $H\lambda_x$	114.934	57	2.016	.000	.628	.634	.059	.108
$\Delta \chi^2_{2-1} = 58.802$					$\Delta df_{2-1} = 14$			

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างทวิองค์ประกอบพหุกลุ่มความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูจำแนกตามสาขาวิชา พบว่า รูปแบบโมเดล (Model form) ไม่แปรเปลี่ยนตามสาขาวิชา โดยผลการวิเคราะห์ค่าไคสแควร์ ($\chi^2 = 56.132$, $df = 43$, $p = .086$, $CFI = .916$, $TLI = .890$, $RMSEA = .044$, $SRMR = .056$) แต่ค่าพารามิเตอร์คือสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายในนั้นแปรเปลี่ยนไปโดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน 2 สาขาวิชาผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน ($H\lambda_x : \lambda_X (1) = \lambda_X (2)$) โดยผลการวิเคราะห์ค่าไคสแควร์ ($\chi^2 = 114.934$, $df = 57$, $p < .001$, $CFI = .628$, $TLI = .634$, $RMSEA = .059$, $SRMR = .108$) จากค่าดัชนีความสอดคล้องในสมมติฐานที่ 2 จะเห็นได้ว่าทั้งค่าดัชนี CFI, TLI มีค่าลดลง และค่า RMSEA, SRMR มีค่าเพิ่มขึ้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และเมื่อพิจารณาผลต่างค่าไคสแควร์ รวมระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 58.802 ที่ df เท่ากับ 14 เมื่อ

เทียบกับค่าวิกฤตไคสแควร์จากตารางที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.685 แสดงให้เห็นว่า ผลต่างของค่าไคสแควร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่า การกำหนดเงื่อนไขโดยให้ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายในมีค่าเท่ากัน ทำให้โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ในโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่างนักศึกษาครู 2 สาขาวิชา คือนักศึกษาครูสาขาสังคมศึกษาและนักศึกษาครูสาขาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สาขาวิชาสังคมศึกษา การนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอเฉพาะโมเดลที่มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ซึ่งเป็นโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้พารามิเตอร์ของโมเดล ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูมีค่าเท่ากันระหว่าง 2 สาขาวิชา และเป็นโมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงดังภาพประกอบที่ 22 และ 23



ภาพประกอบ 22 โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูสังคมศึกษา



ภาพประกอบ 23 โมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครุสาขาอื่น

ตาราง 13 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของโมเดลการวัดความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

ตัวแปร	นักศึกษาครูสังคมศึกษา				R ²	นักศึกษาครูสาขาอื่น				R ²
	Specific		General			Specific		General		
	Model		Model			Model		Model		
	น้ำหนักองค์ประกอบ					น้ำหนักองค์ประกอบ				
	β	t	β	t		β	t	β	t	
องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์										
ความรู้เกี่ยวกับ										
สิ่งแวดล้อมและ	.953	11.390*	.276	0.954	.985	.070	0.929	.498	24.260*	.253
สังคม										
ความรู้ด้านระบบ										
กายภาพ	.339	3.000*	.031	0.198	.116	.004	0.050	.432	4.928*	.186
ความรู้ด้านระบบ										
มนุษย์	.276	1.499	.560	4.797*	.389	.192	2.790*	.339	3.812*	.152
ความรู้เกี่ยวกับ										
สถานที่และภูมิภาค	.250	0.933	.957	13.595*	.979	.980	60.068*	.135	1.134	.979
องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้										
การสังเกต	.125	1.164	.556	5.709*	.325	.078	1.121	.132	1.424	.023
การตีความ	.167	1.318	.342	2.66	.145	.053	0.708	.403	4.318*	.165
การใช้แผนที่	.946	24.529*	.280	2.125*	.973	.923	25.625*	.349	3.636*	.979
การเลือกใช้เครื่องมือ	.041	0.325	.138	0.939	.021	.151	2.202	.132	1.411	.040

หมายเหตุ: * $P < .05$

จากตารางความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูสังคมศึกษามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานโมเดลเฉพาะเจาะจง (specific model) ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .250-.953 ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ออยู่ระหว่าง .041-.946 และในโมเดลทั่วไป (general model) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .031-.957 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การทำนายอยู่ระหว่าง .021-.985 ส่วนความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานโมเดลเฉพาะเจาะจง (specific model) ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .004-.980 ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ออยู่ระหว่าง .021-.973 และในโมเดลทั่วไป (general model) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของความรู้เรื่องภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .132-.498 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การทำนายอยู่ระหว่าง .023-.979

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน

ผลการวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมได้จากการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูซึ่งผ่านการทดลองใช้กับ ตัวอย่างวิจัย คือ นักศึกษาครูจำนวน 310 คนมาสร้างเกณฑ์การประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยสร้างเกณฑ์ปกติด้วยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Factorial ANOVA) เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 และการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยที่คลาดเคลื่อนจากตัวลงในแบบประเมิน มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

เมื่อผู้วิจัยได้นำเครื่องมือประเมินความรอบรู้ความภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ผ่านตัวอย่างวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติด้วยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile rank) สำหรับการวัดระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ องค์ประกอบย่อยด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์และองค์ประกอบย่อยด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ โดยในการแบ่งระดับคะแนนแต่ละองค์ประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามหลักการแบ่งเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ คือ ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ต่ำกว่า 50 , เปอร์เซ็นต์ไทล์ 50 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ 75 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งช่วงคะแนน (Clark-Carter, 2005) สามารถแบ่งช่วงคะแนน ตัดสินระดับและความหมายของแต่ละระดับคะแนน ได้ดังตาราง

ตาราง 14 เกณฑ์ปกติของคะแนนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ องค์ประกอบย่อยด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์และองค์ประกอบย่อยด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ของนักศึกษาครูเปอร์เซ็นต์ไทล์ (n=310)

ตัวแปร	คะแนนดิบ	เกณฑ์ปกติ เปอร์เซ็นต์ ไทล์	ระดับ	ความหมาย	นักศึกษาครู สังคมศึกษา (n=63)		นักศึกษาครู สาขาอื่น (n=247)	
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
					คน	ละ	คน	ละ
ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	17.00- 25.00	75	สูง (Advance)	ผู้ที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ระดับสูงนั้นสามารถอธิบายวิเคราะห์และตีความข้อมูลถึงสาเหตุและผลกระทบระหว่างระบบกายภาพที่มีต่อระบบมนุษย์ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินกิจกรรมทางสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรมของมนุษย์ได้ในทุก	47	74.60	39	15.79

ตัวแปร	คะแนน ดิบ	เกณฑ์ ปกติ เปอร์เซ็นต์ ไทล์	ระดับ	ความหมาย	นักศึกษาครู สังคมศึกษา (n=63)		นักศึกษาครู สาขาอื่น (n=247)	
					จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ
				ภูมิภาค สามารถเลือกใช้ เครื่องมือและเทคโนโลยีทาง ภูมิศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่ระดับทั่วไปจนถึง เครื่องมือที่มีความซับซ้อนได้ สอดคล้องกับปัญหาหรือข้อมูล ที่ต้องการจัดกระทำได้อย่าง ถูกต้อง				
	14.01- 16.99	50	ผ่าน (Pass)	ผู้ที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ระดับผ่านนั้นสามารถวิเคราะห์ และตีความข้อมูลที่นำไปสู่การ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ระบบกายภาพและระบบ มนุษย์ได้ในระดับความรู้ พื้นฐาน รวมถึงความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินกิจกรรม ทางสังคม เศรษฐกิจและ วัฒนธรรมเฉพาะประเทศ สำคัญในเมืองหลัก ๆ ของโลก หรือท้องถิ่นของตนเอง สามารถเลือกใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ได้ เฉพาะเครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน เช่น แผนที่ การนำทาง และมี ความสอดคล้องกับปัญหาหรือ ข้อมูลที่ต้องการจัดกระทำได้ อย่างถูกต้อง	14	22.22	89	36.03
	5.00- 13.99	<50	ไม่ผ่าน (Fall)	ผู้ที่ไม่ผ่านการประเมินความ รอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้นไม่ สามารถวิเคราะห์และตีความ ข้อมูลที่นำไปสู่การอธิบายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างระบบ กายภาพและระบบมนุษย์ได้ใน	2	3.17	119	48.18

ตัวแปร	คะแนน ดิบ	เกณฑ์ ปกติ เปอร์เซ็นต์ ไทล์	ระดับ	ความหมาย	นักศึกษาครู สังคมศึกษา (n=63)		นักศึกษาครู สาขาอื่น (n=247)	
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
					คน	ละ	คน	ละ
ความรู้ ทาง ภูมิศาสตร์	11.00- 15.00	75	สูง (Advance)	ทั้งระดับความรู้พื้นฐานและขั้น สูง รวมถึงไม่สามารถเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างการ ดำเนินกิจกรรมทางสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรมทั้งใน ระดับภูมิภาค หรือ ระดับประเทศสำคัญในเมือง หลัก ๆ ของโลกหรือท้องถิ่น ของตนเอง เลือกใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ ได้ไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือ ข้อมูลที่ต้องการจัดกระทำได้ อย่างถูกต้อง				
				ผู้ที่มีความรู้ทางภูมิศาสตร์ ระดับสูงนั้นสามารถอธิบาย และเชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ ของสาเหตุและผลกระทบ ระหว่างระบบกายภาพที่มีต่อ ระบบมนุษย์ รวมถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการ ดำเนินกิจกรรมทางสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรมของ มนุษย์ได้ในทุกภูมิภาค	40	63.49	51	20.65
				ผู้ที่มีความรู้ทางภูมิศาสตร์ ระดับผ่านนั้นสามารถอธิบาย และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างระบบกายภาพและ ระบบมนุษย์ได้ในระดับความรู้ พื้นฐาน รวมถึงความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินกิจกรรม ทางสังคม เศรษฐกิจและ วัฒนธรรมเฉพาะประเทศ สำคัญ ท้องถิ่นของตนเอง	19	30.16	80	32.39
	9.00- 10.99	50	ผ่าน (Pass)					

ตัวแปร	คะแนน ดิบ	เกณฑ์ ปกติ เปอร์เซ็นต์ ไทล์	ระดับ	ความหมาย	นักศึกษาครู สังคมศึกษา (n=63)		นักศึกษาครู สาขาอื่น (n=247)	
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
					คน	ละ	คน	ละ
	2.00- 8.99	<50	ไม่ผ่าน (Fall)	ผู้ที่ไม่ผ่านการประเมินความ รอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้นไม่ สามารถวิเคราะห์และตีความ ข้อมูลที่น่าไปสู่การอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างระบบ กายภาพและระบบมนุษย์ได้ใน ทั้งระดับความรู้พื้นฐานและชั้น สูง รวมถึงไม่สามารถเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างการ ดำเนินกิจกรรมทางสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรมของ มนุษย์ทุกภูมิภาค	4	6.35	116	46.96
การนำ ความรู้ ทาง ภูมิศาสตร์ ไปใช้	6.00- 10.00	75	สูง (Advance)	ผู้ที่นำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไป ใช้ในระดับสูงนั้นสามารถ วิเคราะห์ สังเกตและตีความ ข้อมูล สารสนเทศที่ได้จากการ เลือกใช้เครื่องมือ และ เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ได้ อย่างสอดคล้อง เหมาะสมกับ สถานการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถ ใช้และแปลความหมายของ แผนที่ได้ทุกประเภท เลือกใช้ แผนที่ได้เหมาะสมกับ วัตถุประสงค์และนำเสนอ ข้อมูลที่ได้ในหลากหลาย รูปแบบ	50	79.37	85	34.41
	5.00- 5.99	50	ผ่าน (Pass)	ผู้ที่นำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไป ใช้ในระดับผ่านนั้นสามารถ วิเคราะห์ สังเกตและตีความ ข้อมูล สารสนเทศที่ได้จากการ เลือกใช้เครื่องมือ และ เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ได้ อย่างสอดคล้องกับสถานการณ์	6	9.52	55	22.27

ตัวแปร	คะแนน ดิบ	เกณฑ์ ปกติ เปอร์เซ็นต์ ไทล์	ระดับ	ความหมาย	นักศึกษาครู สังคมศึกษา (n=63)		นักศึกษาครู สาขาอื่น (n=247)	
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
					คน	ละ	คน	ละ
				ที่เกิดขึ้น สามารถใช้และแปล ความหมายของแผนที่ได้เพียง บางประเภท เลือกใช้แผนที่ได้ เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และ นำเสนอข้อมูลที่ได้ในบาง รูปแบบ				
	0-4.99	<50	ไม่ผ่าน (Fall)	ผู้ที่ไม่สามารถนำความรู้ทาง ภูมิศาสตร์ไปใช้ได้นั้นไม่ สามารถวิเคราะห์ สังเกตและ ตีความข้อมูล สารสนเทศที่ได้ เลือกใช้เครื่องมือ และ เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ได้ไม่ สอดคล้องกับสถานการณ์ เลือกใช้แผนที่ได้ไม่เหมาะสม กับวัตถุประสงค์และไม่นำเสนอ ข้อมูลที่ได้มา	7	11.11	107	43.32

3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเพื่อศึกษาระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูตัวอย่าง
วิจัย พบว่านักศึกษาครูมีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับผ่าน ($M = 14.477$,
 $SD = 3.547$) ซึ่งมีพิสัยของคะแนนที่ทำได้ระหว่าง 5 ถึง 25 คะแนน การกระจายของคะแนน
ค่อนข้างมีแนวโน้มสู่โค้งปกติ เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบย่อยพบว่ามีความรอบรู้
เรื่องภูมิศาสตร์ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ในระดับผ่าน ($M = 9.229$, $SD = 2.279$) มีพิสัยของ
คะแนนระหว่าง 2 ถึง 15 คะแนน และมีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านการนำความรู้ทาง
ภูมิศาสตร์ไปใช้อยู่ในระดับผ่าน ($M = 5.248$, $SD = 1.827$) มีพิสัยของคะแนนระหว่าง 0 ถึง 10
คะแนน แสดงดังตาราง

ตาราง 15 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้และค่าความโด่งของความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู

	Max	Min	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	ความหมาย
ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์	25	5	14.477	3.547	.236	.482	ผ่าน
องค์ประกอบ							
ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์	15	2	9.229	2.279	-.075	.249	ผ่าน
ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม	5	0	3.197	.912	-.683	.682	
ความรู้ด้านระบบกายภาพ	4	0	2.671	.993	-.421	-.438	
ความรู้ด้านระบบมนุษย์	3	0	1.290	.870	.172	-.661	
ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค	3	0	2.071	.716	-.371	-.179	
องค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้	10	0	5.248	1.827	.326	.106	ผ่าน
การสังเกต	2	0	1.136	.702	-.195	-.961	
การตีความ	4	0	2.065	1.083	.010	-.716	
การใช้แผนที่	3	0	1.719	.712	-.400	.149	
การเลือกใช้เครื่องมือ	1	0	0.329	.471	.731	-1.475	

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู จำแนกตามสาขาวิชา ชั้นปี ภูมิสำเนาและประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์

ตัวแปร	N	M	SD	Test of Homogeneity		ANOVA		
				Levene' test	p	F	p	เปรียบเทียบรายคู่
สาขาวิชา								
สังคมศึกษา	63	18.17	3.33	.170	.681	118.612	.000	สังคมศึกษา > สาขาอื่น
สาขาอื่น	247	13.53	2.94					
ชั้นปี								
ปี 1	5	14.20	5.02	5.837	.000	10.140	.000	ชั้นปี 5 > ชั้นปี 2 และชั้นปี 3
ปี 2	43	14.56	3.10					
ปี 3	214	13.73	2.96					
ปี 4	16	15.81	2.69					
ปี 5	32	18.75	4.68					
ภูมิสำเนา								
ภาคเหนือ	28	13.93	2.96	.866	.504	.828	.531	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	59	14.32	3.54					
ภาคกลาง	130	14.51	3.49					
ภาคตะวันออก	37	15.43	3.97					
ภาคตะวันตก	13	13.69	3.25					
ภาคใต้	43	14.37	3.80					
ประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์								
เคย	111	16.34	3.71	1.613	.205	56.369	.000	เคย > ไม่เคย
ไม่เคย	199	13.44	2.99					

จากตาราง พบว่านักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขาวิชากันมีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(1, 308) = 118.612, p < .001$) โดยนักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(4, 305) = 10.140, p < .001$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่แล้ว พบว่า นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 นักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกันมีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F(5, 304) = .828, p = .531$) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ($F(1, 308) = 56.369, p < .001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05



จากตาราง พบว่านักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขาวิชากันมีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(1, 308) = 69.209, p < .001$) โดยนักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(4, 305) = 10.140, p < .001$) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่แล้ว พบว่า นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 นักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกันนั้นก็มีระดับความรู้ทางภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F(5, 304) = .570, p = .723$) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ($F(1, 308) = 52.057, p < .001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05



จากตาราง พบว่านักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขาวิชากันมีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้แตกต่างกัน ($F(1, 308) = 96.934, p < .001$) โดยนักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้สูงกว่านักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(4, 305) = 17.480, p < .001$) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่แล้วพบว่า นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 นักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 นักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกันนั้นมีความรู้ทางภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F(5, 304) = 1.107, p = .357$) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ($F(1, 308) = 28.119, p < .001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05



3.3 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) จากตัวลงในแบบประเมิน

ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากการวิเคราะห์การตอบตัวลงที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ในแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ในเบื้องต้นนั้นผู้วิจัยได้จำแนกจำนวนของนักศึกษาครู ตัวอย่างวิจัยที่ตอบตัวลงในแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามสาขาวิชา นักศึกษาครู สาขาวิชาอื่น ๆ มีมโนทัศน์ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์คลาดเคลื่อนรวมคิดเป็นร้อยละ 33.79 โดยเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรูปแบบที่ 1 มากที่สุด (ร้อยละ 14.45) ส่วนนักศึกษาครูสังคมศึกษาที่มีมโนทัศน์ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์คลาดเคลื่อนรวมคิดเป็นร้อยละ 7.66 และเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรูปแบบที่ 1 มากที่สุด (ร้อยละ 3.49)

เมื่อวิเคราะห์จากระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นนักศึกษาครูที่มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูง ระดับผ่านและไม่ผ่าน พบว่า นักศึกษาครูที่ไม่ผ่านการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมมากที่สุด (ร้อยละ 21.39) รองลงมาเป็นนักศึกษาครูที่ผ่านการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 13.06 และนักศึกษาครูที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูงนั้นมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (ร้อยละ 6.89)

เมื่อพิจารณาจากประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์พบว่า นักศึกษาครูที่ไม่เคยมีประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมมากที่สุด (ร้อยละ 27.49) ส่วนนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมในระดับที่ต่ำกว่า (ร้อยละ 13.85)

ตาราง 19 ร้อยละของอัตราส่วนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนความรอบรู้เรื่องนิติศาสตร์ต่อคำตอบทั้งหมด
ของนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยจำแนกตามสาขาวิชา

ภูมิหลัง	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน			รวม
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	
สาขาวิชา				
สังคมศึกษา (n=63)	3.68	2.59	2.39	7.66
สาขาอื่น ๆ (n=247)	14.45	9.25	9.98	33.73
ระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์				
สูง (n=86)	2.98	2.02	1.89	6.89
ผ่าน (n=103)	5.66	3.86	3.54	13.06
ไม่ผ่าน (n=121)	9.67	6.48	5.24	21.39
ประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์				
เคย (n=111)	6.22	3.19	4.44	13.85
ไม่เคย (n=119)	12.75	6.39	8.35	27.49

หมายเหตุ

- รูปแบบที่ 1 มีความรู้พื้นฐานทางนิติศาสตร์ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางนิติศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- รูปแบบที่ 2 มีการให้เหตุผลได้ตรงตามหลักนิติศาสตร์ แต่เป็นสาเหตุหรือผลกระทบทางอ้อมที่เกิดขึ้นมากกว่าสาเหตุหรือผลกระทบหลักต่อสถานการณ์ทางนิติศาสตร์ที่ปรากฏ
- รูปแบบที่ 3 คือ มีขาดการตีความและการเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต การตั้งถิ่นฐานกับลักษณะทางกายภาพได้ไม่ถูกต้อง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาต่างสาขากัน โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ และขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาต่างสาขา ต่างระดับชั้นปี มีภูมิลาเนาต่างกันและมีประสบการณ์อบรมด้านภูมิศาสตร์ต่างกันรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แหล่งข้อมูลของการวิจัยในระยนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน 1) แหล่งข้อมูลในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวิจัย และวัดผลทางการศึกษา จำนวน 1 ท่าน และด้านภูมิศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน รวมทั้งหมด 3 ท่าน 2) แหล่งข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือรายข้อ ได้แก่ ตรวจสอบค่าความยาก (Difficulty Index) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก (Discrimination power) และค่าประสิทธิภาพตัวลวง (Distractor Efficiency) เป็นนักศึกษาครูจำนวน 50 คน ได้มาโดยการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง คือ เป็นนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีที่ศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในกรุงเทพมหานคร และ 3) แหล่งข้อมูลในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ได้แก่ นักศึกษาครูระดับปริญญาตรีที่ศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดขนาดตัวอย่างจากการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ระหว่าง 0.5 ถึง 0.8 มีจำนวนตัวแปรแฝง 3 ตัว และคำนวณโดยการประมาณค่าขนาดอิทธิพลที่ 0.1 อำนาจทดสอบที่ 0.8 โดยมีตัวแปรแฝง 3 ตัว ตัวแปรสังเกตได้ 8 ตัว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ได้ตัวอย่างขั้นต่ำ (Detected) จำนวน 256 คน และเพื่อชดเชยอัตราการตอบกลับแบบประเมินจึงกำหนดขนาดตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูจำนวน 310 คน ได้มาด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือวิจัย ได้แก่ เครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ได้พัฒนาขึ้น สำหรับการประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ใน 2 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Knowledge) แบ่งเป็น 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ องค์ประกอบย่อยด้านความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสิ่งแวดล้อม ด้านความรู้ทางระบบกายภาพ ด้านความรู้ทางระบบมนุษย์ และด้านความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค ส่วนองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Geographic knowledge applying) แบ่งเป็น 4 องค์ประกอบย่อยเช่นกัน ได้แก่ องค์ประกอบย่อยด้านการสังเกต ด้านการตีความ ด้านการใช้แผนที่และด้านการ

เลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์มีลักษณะเป็นข้อคำถามทั้งในลักษณะปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้คลิปวิดีโอที่มีการนำเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประกอบในข้อคำถาม ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ตรวจสอบคุณภาพรายข้อด้วยการวิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกและตรวจสอบความเที่ยงผ่านการหาค่าความสอดคล้องภายในด้วยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย และการวิเคราะห์โมเดลทางองค์ประกอบพหุกลุ่ม (Bi-factor multigroup confirmatory factor analysis)

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูต่างสาขาวิชา

แหล่งข้อมูลในระยะนี้ใช้แหล่งข้อมูลเดียวกันในขั้นตอนที่ 1 คือนักศึกษาครูส่วนใหญ่ศึกษาที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ร้อยละ 68.06) ส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 3 (ร้อยละ 69.03) ในส่วนของสาขาวิชานั้น ส่วนใหญ่ศึกษาในสาขาวิชาอื่น ๆ (ร้อยละ 79.68) รองลงมาเป็นสาขาวิชาสังคมศึกษา (ร้อยละ 20.32) มีภูมิลำเนาส่วนมากอาศัยอยู่ในภาคกลาง (ร้อยละ 41.94) รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ร้อยละ 19.03) และอาศัยอยู่ในภาคตะวันตกน้อยที่สุด (ร้อยละ 4.19) ในประเด็นการเรียนรู้วิชาภูมิศาสตร์ในระดับปริญญาตรีนั้น พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เคยเรียนวิชาภูมิศาสตร์ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 67.42) และส่วนใหญ่ไม่เคยมีประสบการณ์การอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ (ร้อยละ 64.19)

เครื่องมือวิจัยในขั้นตอนนี้คือแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว เก็บข้อมูลกับตัวอย่างวิจัยโดยใช้การกระจายผ่านผู้รับผิดชอบหลักสูตรครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่สาขาวิชาต่างกัน วิเคราะห์ใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าความเบ้และค่าความโด่งในการบรรยายข้อมูลรายละเอียดคะแนนความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูและใช้สถิติอนุมาน (Inferential Statistic) โดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Factorial ANOVA) ในการเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาในสาขาวิชา ภูมิลำเนา ชั้นปีและประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน สำหรับการประเมินระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูนั้น ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norms)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้เป็น 3 ตอน ได้แก่ 1. ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู 2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู และ 3. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน ดังนี้

1. ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู

การพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูในการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ใน 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Knowledge) และองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Geographic knowledge applying) โดยเครื่องมือประเมินนี้มีลักษณะเป็นข้อคำถามทั้งในลักษณะปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้คลิปวิดีโอที่มีการนำเครื่องมือทางภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ประกอบในข้อคำถาม

1.1 องค์ประกอบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Knowledge) และองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Geographic knowledge applying) และมีองค์ประกอบย่อยในแต่ละมิติ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม ความรู้ด้านระบบมนุษย์ ความรู้ด้านระบบกายภาพและความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค และการสังเกต การตีความ การใช้แผนที่ และการเลือกใช้เครื่องมือ

1.2 ผลการออกแบบเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

การออกแบบเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์เมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์แล้ว จึงกำหนดลักษณะเครื่องมือประเมินในลักษณะของแบบประเมินปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ โดยออกแบบสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์และคัดเลือกเครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศให้สอดคล้องเหมาะสมกับนิยามตามองค์ประกอบที่ต้องการวัดแบ่งเป็นข้อคำถามวัดด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์จำนวน 15 ข้อและด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้จำนวน 10 ข้อใน 5 สถานการณ์ กำหนดรูปแบบประเภทของแบบประเมินรวมถึงสืบค้นหาแพลตฟอร์มออนไลน์โดยเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดในแต่ละแพลตฟอร์มโดยเลือกใช้แพลตฟอร์มของเว็บไซต์ online exam builder เนื่องจากเล็งเห็นถึงข้อดีของแพลตฟอร์มดังกล่าว คือ สามารถสอดแทรกคลิปวิดีโอเข้าไปในข้อคำถามได้ทั้งในลักษณะของการ Upload คลิปวิดีโอโดยตรง และการแนบลิงก์ของเว็บไซต์ที่นำเสนอ รวมถึงสามารถแทรกรูปภาพทั้งในข้อคำถามและตัวเลือก จากนั้นออกแบบตัวลงสำหรับการวัดมโนทัศน์ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

(Misconception) เมื่อได้ร่างแบบประเมินที่สมบูรณ์ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งด้านความตรงและความเที่ยงก่อนนำไปทดลองใช้ประเมินกับนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยเพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษา

ครู

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ประสิทธิภาพตัวलग และตรวจสอบความเที่ยง (reliability)

2.1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมของนิยามตามองค์ประกอบย่อยกับเนื้อหา มีค่าดัชนี IOC ของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.50-1.00 และผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ปรับแก้เนื้อหาในข้อคำถามบางส่วน รวมถึงเรียงลำดับข้อคำถามใหม่ในบางสถานการณ์ เปลี่ยนข้อคำถามในบางองค์ประกอบที่ยังวัดได้ไม่ตรงกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือรายข้อ

จากการทดลองใช้กับนักศึกษาครูจำนวน 50 คน พบว่า เครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.84 โดยข้อคำถามที่อยู่ในช่วงระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 มีจำนวน 23 ข้อ โดยข้อที่มีค่าความยาก 0.08 นั้น คือคำถามข้อที่ 15 ในพื้นที่บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นละอองมากที่สุดในประเทศ จะเกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอื่น อย่างไร ซึ่งเป็นคำถามที่ต้องการมุ่งวัดในองค์ประกอบย่อยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม เมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่า ตัวलगในตัวเลือกที่ 2 คือ ปัญหาการปนเปื้อนในแม่น้ำ มีนักศึกษาครูกลุ่มสูงตอบมากกว่ากลุ่มต่ำ ส่วนข้อที่มีค่าความยาก 0.84 นั้น พบว่าเป็นข้อคำถามที่สามารถดูคลิปวิดีโอแล้วตอบได้เลยหากตั้งใจดูจนจบ เพราะต้องการวัดทักษะในการสังเกตจึงทำให้คนส่วนใหญ่ตอบคำถามข้อนี้ได้มาก และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.07 ถึง 0.71 โดยมีข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกเกิน 0.2 จำนวน 21 ข้อ ส่วนข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2 ได้แก่ คำถามข้อที่ 2, 4, 13 และข้อที่ 15

2.3 ผลการตรวจสอบความเที่ยง (Reliability)

ตรวจสอบค่าความเที่ยงด้วยวิธีการหาความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยคำนวณด้วยวิธีการหาค่า KR-20 พบว่า เครื่องมือประเมินมีค่า KR-20 เท่ากับ 0.71 ซึ่งหมายถึงแบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ฉบับดังกล่าวมีความเที่ยง สามารถวัดและประเมินผลได้คงเส้นคงวา

2.4 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้

ประกอบ

จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัย มีประเด็นที่พบในด้านเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ประกอบ คือ แผนที่ความหนาแน่นของประชากรที่นำมาใช้นั้นมีความละเอียดของภาพน้อย ภาพมีความเบลอและแสดงรายละเอียดที่เด่นชัดได้ไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ประกอบการตอบคำถาม เนื่องจากการจำกัดขนาด pixel ของรูปที่สามารถอัปโหลดขึ้นไปยังเว็บนั้น ได้จำกัดขนาดของไฟล์รวมถึงความละเอียดของรูป (resolution) ไว้ที่ขนาด 567x240 pixel เท่านั้น ทำให้เวลาที่จะอ่าน ตีความและวิเคราะห์แผนที่ก็จำเป็นที่จะต้องกดคลิกขยายรูปเสียก่อนทุกครั้งไป

2.5 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

เครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อคำถามซึ่งสร้างตามโมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุมี 8 องค์ประกอบย่อย คือ องค์ประกอบด้านความรู้เกี่ยวกับภูมิภาคและสถานที่ ความรู้ด้านระบบกายภาพ ความรู้ด้านระบบมนุษย์ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม การสังเกต การตีความ การใช้แผนที่ และการเลือกใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ มีคุณภาพด้านความตรงเชิงโครงสร้างจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า โมเดลการวัดความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = (18, N = 310) = 41.377, p = .001$, CFI = .892, TLI = .832, RMSEA = .065, SRMR = .075) โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานโมเดลเฉพาะเจาะจง (specific model) ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .103-.517 ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้อยู่ระหว่าง .114-.399 และในโมเดลทั่วไป (general model) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่าง .122-.487 และด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้อยู่ระหว่าง .125-.601 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การทำนายอยู่ระหว่าง .120-.466 ดังนั้นเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครุที่สร้างขึ้นจึงมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

2.6 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล

โมเดลทวิองค์ประกอบพหุกลุ่มความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครุจำแนกตามสาขาวิชา พบว่า รูปแบบโมเดล (Model form) ไม่แปรเปลี่ยนตามสาขาวิชา โดยผลการวิเคราะห์ค่าไคสแควร์ ($\chi^2 = 56.132, df = 43, p = .086$, CFI = .916, TLI = .890, RMSEA = .044, SRMR = .056) แต่ค่าพารามิเตอร์คือสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายในนั้นแปรเปลี่ยนไปโดยการกำหนดให้เมทริกซ์พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน 2 สาขาวิชาผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน ($H\lambda_x : \lambda_X (1) = \lambda_X (2)$) โดยผลการวิเคราะห์ค่าไคสแควร์ ($\chi^2 = 114.934, df = 57, p < .001$, CFI = .628, TLI = .634, RMSEA = .059, SRMR = .108) จากค่า

ดัชนีความสอดคล้องในสมมติฐานที่ 2 จะเห็นได้ว่าทั้งค่าดัชนี CFI, TLI มีค่าลดลง และค่า RMSEA, SRMR มีค่าเพิ่มขึ้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และเมื่อพิจารณาผลต่างค่าไคสแควร์ รวมระหว่างสมมติฐานที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 58.802 ที่ df เท่ากับ 14 เมื่อเทียบกับค่าวิกฤตไคสแควร์จากตารางที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23.685 แสดงให้เห็นว่า ผลต่างของค่าไคสแควร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่า การกำหนดเงื่อนไขโดยให้ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายในมีค่าเท่ากัน ทำให้โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝงภายใน หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ในโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่างนักศึกษาครู 2 สาขาวิชา คือนักศึกษาครูสาขาสังคมศึกษาและนักศึกษาครูสาขาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สาขาวิชาสังคมศึกษา การนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ผู้วิจัยนำเสนอเฉพาะโมเดลที่มีความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล ซึ่งเป็นโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขกำหนดให้พารามิเตอร์ของโมเดลความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูมีค่าเท่ากันระหว่าง 2 สาขาวิชา และเป็นโมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน

3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน

นักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขาวิชากันมีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(1, 308) = 118.612, p < .001$) โดยนักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(4, 305) = 10.140, p < .001$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่แล้ว พบว่า นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 นักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกันมีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F(5, 304) = .828, p = .531$) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ($F(1, 308) = 56.369, p < .001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน

นักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขาวิชากันมีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(1, 308) = 69.209, p < .001$) โดยนักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน

($F(4, 305) = 10.140, p < .001$) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่แล้ว พบว่า นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 นักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกันั้นก็มีระดับความรู้ทางภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F(5, 304) = .570, p = .723$) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ($F(1, 308) = 52.057, p < .001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ของนักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกัน

นักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขาวิชากันมีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้แตกต่างกัน ($F(1, 308) = 96.934, p < .001$) โดยนักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้สูงกว่านักศึกษาครูสาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ($F(4, 305) = 17.480, p < .001$) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่แล้ว พบว่า นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 นักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 4 นักศึกษาครูที่มีภูมิลำเนาต่างกันั้นก็มีระดับความรู้ทางภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F(5, 304) = 1.107, p = .357$) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ($F(1, 308) = 28.119, p < .001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3.4 ผลการวิเคราะห์มิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู

ผลการวิเคราะห์มิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากการวิเคราะห์การตอบตัวลงที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ในแบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ในเบื้องต้นนั้นผู้วิจัยได้จำแนกจำนวนของนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยที่ตอบตัวลงในแบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามสาขาวิชา นักศึกษาครูสาขาวิชาอื่น ๆ มีมิติทัศน์ความรู้เรื่องภูมิศาสตร์คลาดเคลื่อนรวมคิดเป็นร้อยละ 33.79 โดยเป็นมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรูปแบบที่ 1 มากที่สุด (ร้อยละ 14.45) ส่วนนักศึกษาครูสังคมศึกษาที่มีมิติทัศน์ความรู้เรื่องภูมิศาสตร์คลาดเคลื่อนรวมคิดเป็นร้อยละ 7.66 และเป็นมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรูปแบบที่ 1 มากที่สุด (ร้อยละ 3.49)

เมื่อวิเคราะห์จากระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นนักศึกษาครูที่มีระดับความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูง ระดับผ่านและไม่ผ่าน พบว่า นักศึกษาครูที่ไม่ผ่านการประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมมากที่สุด (ร้อยละ 21.39) รองลงมาเป็นนักศึกษาครูที่ผ่านการประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมคิดเป็นร้อยละ

13.06 และนักศึกษาครูที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูงนั้นมีโน้ตที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (ร้อยละ 6.89)

เมื่อพิจารณาจากประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์พบว่า นักศึกษาครูที่ไม่เคยมีประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีโน้ตที่คลาดเคลื่อนโดยรวมมากที่สุด (ร้อยละ 27.49) ส่วนนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์การอบรมสัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีโน้ตที่คลาดเคลื่อนโดยรวมในระดับที่ต่ำกว่า (ร้อยละ 13.85)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูนั้นจากผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ข้างต้น มีประเด็นในการอภิปรายที่น่าสนใจ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ 2) ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ 3) ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน และ 4) ผลการวิเคราะห์โน้ตที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

จากผลการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้น พบว่าในการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สามารถออกแบบโมเดลการวัดได้ใน 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Knowledge) และองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ (Geographic knowledge applying) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สามารถวัดและประเมินได้ด้วยการใช้แบบสอบถามประกอบกับเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ โดยเครื่องมือประเมินนั้นมีลักษณะเป็นข้อคำถามทั้งในลักษณะปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งการออกแบบเครื่องมือในลักษณะของเครื่องมือประเมินให้อยู่ในลักษณะปรนัย 4 ตัวเลือกนั้นมีข้อดีตรงที่ว่าจะช่วยให้สามารถกำหนดประเด็นคำถาม คำตอบได้ตามองค์ประกอบ นิยามเชิงปฏิบัติการที่ต้องการวัดได้ตรงมากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้คำถามแบบตอบสั้นหรือแบบตอบยาว และเมื่อผู้วิจัยได้มีการออกแบบตัวลองเพื่อประเมินโน้ตที่คลาดเคลื่อนแล้วด้วยนั้นก็ช่วยให้ข้อคำถามข้อหนึ่งมีค่าอำนาจจำแนกและความเที่ยงมากยิ่งขึ้น (Ali, Carr & Ruit, 2016) นอกจากนี้การใช้แบบทดสอบที่หลากหลายมิติในการประเมินความรอบรู้ทางภูมิศาสตร์นั้นมีความซับซ้อนในวิธีการประเมิน เนื่องจากไม่มีการกำหนดเกณฑ์และวิธีการในการประเมินที่สมบูรณ์สำหรับองค์ประกอบของความรอบรู้ทางภูมิศาสตร์ว่าควรจะมีอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง (Bascom, 2011) ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้คลิปวิดีโอที่มีการนำเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ประกอบในข้อคำถาม ซึ่งการเลือกใช้ภาพจากดาวเทียมจากระบบ Google Earth รวมถึงจากเว็บไซต์ Zoom Earth ก็ช่วยให้นักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยได้เห็นสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ

จริงในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ความเข้าใจในความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีเพิ่มมากขึ้นกว่าการใช้แผนที่แบบกระดาษหรือเครื่องมือทางภูมิศาสตร์แบบเดิม (Turner & Leydon, 2012)

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยตรวจสอบทั้งความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ความตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ประสิทธิภาพตัวलग และตรวจสอบความเที่ยง (reliability) พบว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหาจากการประเมินความสอดคล้องเหมาะสมของข้อคำถามกับองค์ประกอบและนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเป็นเพราะผู้วิจัยได้มีการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาภายในแต่ละนิยามองค์ประกอบทั้ง 2 ด้าน และได้พิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของบุคคลที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในการออกแบบข้อคำถามแต่ละข้อ รวมถึงคุณลักษณะ (trait) ที่แสดงถึงความเป็นบุคคลที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์อีกด้วย (Dikmenli, 2014; Memişoğlu, 2017; Güven, 2021) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบแล้ว ในบางองค์ประกอบนั้นมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานในระดับต่ำเมื่อวัดด้วยโมเดลทั่วไป (General model) แต่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในระดับที่สูงกว่าโดยองค์ประกอบด้านความรู้ด้านระบบกายภาพนั้นมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเมื่อวัดผ่านโมเดลทั่วไปเท่ากับ .487 แต่เมื่อวัดด้วยโมเดลเฉพาะเจาะจงกลับเหลือค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเพียง .103 และในด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการตีความก็เช่นเดียวกันเมื่อวัดผ่านโมเดลทั่วไปมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ .601 แต่เมื่อวัดโดยโมเดลเฉพาะเจาะจงมีค่าน้ำหนักมาตรฐานเพียง .114 ซึ่งอาจจะเป็นเพราะองค์ประกอบย่อยในด้านความรู้ด้านระบบกายภาพและการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการตีความเหมาะกับการวัดไปพร้อม ๆ กันโดยรวมมากกว่าการแยกเป็นแต่ละองค์ประกอบย่อย ในทางกลับกันก็มีในบางองค์ประกอบที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานสูงกว่าในโมเดลทั่วไป คือ องค์ประกอบย่อยด้านความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาคที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานในโมเดลเฉพาะเจาะจงเท่ากับ .503 แต่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานในโมเดลทั่วไปเพียง .122 และในองค์ประกอบย่อยด้านการนำความรู้ทางภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการสังเกตก็มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเท่ากับ .399 ในโมเดลเฉพาะเจาะจงและมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในโมเดลทั่วไปเพียง .125 ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าใน 2 องค์ประกอบย่อยดังกล่าวนี้ควรทำการวัดแยกกันในแต่ละองค์ประกอบ

3. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิหลังต่างกันพบว่า นักศึกษาครูสาขาวิชาสังคมศึกษามีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครู

สาขาวิชาอื่นทุกสาขาวิชา อาจจะเป็นเพราะว่านักศึกษาครูสังคมศึกษานั้นเคยมีประสบการณ์อบรม หรือสัมมนาภูมิศาสตร์และเคยเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์มาก่อนมากกว่านักศึกษาครูสาขาอื่นส่งผลให้มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่สูงกว่า (Memişoğlu, 2017; Güven, 2021; Hunter, 2015; Lane & Bourke, 2017) ส่วนนักศึกษาครูที่เรียนต่างชั้นปีกันก็มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์แตกต่างกัน โดยนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 เมื่อพิจารณารายละเอียดในส่วนนี้อาจเป็นเพราะนักศึกษาครูที่ศึกษาในระดับที่สูงกว่ามีมวลประสบการณ์ที่มากกว่านักศึกษาชั้นปี 2 และ 3 ส่วนนักศึกษาครูที่มีภูมิสำเนาต่างกันมีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ไม่แตกต่างกันซึ่งสะท้อนได้ว่าแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นเน้นไปที่สถานการณ์หรือรูปแบบของเครื่องมือที่เป็นพื้นที่ที่คนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจได้ง่าย รวมไปถึงอาจเป็นเพราะลักษณะของเครื่องมือประเมินที่ UI เป็นมิตรต่อผู้ใช้จึงทำให้ผลการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่มีภูมิสำเนาต่างกันไม่แตกต่างกัน (Galani, 2016; Mekonnen, 2020) และนักศึกษาครูที่เคยมีประสบการณ์เข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์สูงกว่านักศึกษาครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม สัมมนาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ซึ่งจะสอดคล้องและคล้ายคลึงกับระดับชั้นปีเนื่องจากการมีประสบการณ์ที่มากกว่าจะทำให้มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์มากยิ่งขึ้น

4. ผลการวิเคราะห์มิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาครู

จากการวิเคราะห์การตอบตัวลวงที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นในแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ในเบื้องต้นนั้นผู้วิจัยได้จำแนกจำนวนของนักศึกษาครูตัวอย่างวิจัยที่ตอบตัวลวงในแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ตามสาขาวิชา พบว่า นักศึกษาครูสาขาวิชาอื่น ๆ มีมิติทัศน์ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์คลาดเคลื่อนรวมคิดเป็นร้อยละ 33.79 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสอดคล้องไปกับผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่เรียนต่างสาขากัน โดยเป็นมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรูปแบบที่ 1 มากที่สุด ส่วนนักศึกษาครูสังคมศึกษาที่มีมิติทัศน์ความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์คลาดเคลื่อนรวมคิดเป็นร้อยละ 7.66 และเป็นมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรูปแบบที่ 1 มากที่สุด ซึ่งอาจจะเป็นเพราะมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรูปแบบที่ 1 นั้นซึ่งเป็นการมีความรู้พื้นฐานทางภูมิศาสตร์แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะทางกายภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คือ นักศึกษาครูส่วนมากมีความรู้พื้นฐานแต่อาจจะยังขาดการเชื่อมโยงการสถานการณ์หรือเหตุการณ์ตามข้อมูลที่ได้รับและทำให้วิเคราะห์ ตีความข้อมูลที่ได้ผิดพลาดไป

เมื่อวิเคราะห์จากระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นนักศึกษาครูที่มีระดับความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูง ระดับผ่านและไม่ผ่าน พบว่า นักศึกษาครูที่ไม่ผ่านการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 21.39 รองลงมาเป็นนักศึกษาครูที่ผ่านการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยมิติทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมคิดเป็น

ร้อยละ 13.06 และนักศึกษาคูที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูงนั้นมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 6.89 ซึ่งการศึกษาคูที่ไม่ผ่านการประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยรวมมากที่สุด รองลงมาเป็นนักศึกษาคูที่ผ่านการประเมินและนักศึกษาคูที่มีความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในระดับสูง นั้นอาจสะท้อนถึงการเลือกใช้เกณฑ์ปกติที่สอดคล้องกับผลการประเมินที่ได้จากเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นว่ามีความตรงทั้งในเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยได้ข้อค้นพบว่า แบบประเมินข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้แบ่งประเด็นในการนำเสนอออกเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ และ ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการสร้างแบบประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ที่มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการขององค์ประกอบที่ชัดเจน การคัดเลือกสถานการณ์ให้สอดคล้องกับรูปแบบของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น รวมถึงการกำหนดลักษณะที่เด่นชัดของข้อความถามและรูปแบบของตัวลงที่ติจะช่วยให้เครื่องมือมีคุณภาพทั้งในแง่ของความตรงและความเที่ยงมากยิ่งขึ้น
2. ในการวัดประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์ในบางองค์ประกอบควรวัดในภาพรวมไปพร้อม ๆ กันในทุกองค์ประกอบจะช่วยให้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ในขณะเดียวกันในบางองค์ประกอบก็ควรวัดในแต่ละองค์ประกอบย่อยมากกว่าการวัดในภาพรวมไปพร้อม ๆ กัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือในครั้งนี้เน้นวิเคราะห์ในเชิงปริมาณเป็นหลัก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือทั้งความตรงและความเที่ยง รวมถึงคุณภาพด้านอื่น ๆ จะช่วยให้เครื่องมือสามารถประเมินได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดและครอบคลุมมากยิ่งขึ้นหากมีการศึกษาในเชิงคุณภาพร่วมด้วย
2. การเลือกสถานการณ์ที่นำมาใช้และการเลือกรูปแบบเครื่องมือและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการพัฒนาเครื่องมือประเมินความรอบรู้เรื่องภูมิศาสตร์นั้น ควรพิจารณาถึงบริบทความรู้พื้นฐานของตัวอย่างวิจัยเพื่อจะสามารถพัฒนาเครื่องมือได้สอดคล้องกับองค์ประกอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของสถานการณ์ที่ต้องการประเมิน

บรรณานุกรม

- Alberta Education. (2021). *What is literacy?* . <https://education.alberta.ca/literacy-and-numeracy/literacy/>
- Ali, S. H., Carr, P. A., & Ruit, K. G. (2016). Validity and reliability of scores obtained on multiple-choice questions: Why functioning distractors matter? . *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(1), 1-14.
- Astuti, Y. (2017). Assessment concept of geographical skills on senior high school in Indonesia. *American Journal of Educational Research*, 5(8), 879-886.
- Bascom, J. (2011). Geographic literacy and moral formation among university students. *Review of International Geographical Education Online*, 1(2), 92-112.
- Brick, B. (2018). *What Tools Are Used in Geography?* <https://sciencing.com/tools-used-geography-8245388.html>
- Brown, K. T., & Richards, A. (2015). Critical intersections of knowledge and pedagogy: Why the geographic literacy of preservice elementary teachers matter? . *Review of International Geographical Education Online*, 5(3), 249-273.
- Castree, N., Demeritt, D., & Liverman, D. (2009). *A Companion to Environmental Geography*. NJ: Wiley.
- Charles, J. (2010). *An Introduction to GNSS*. Canada: Novatel.
- Dikmenli, Y. (2014). Geographic literacy perception scale (GLPS) validity and reliability study. *Mevlana International Journal of Education*, 4(1), 1-15.
- Dove, J. (2016). Reasons for misconceptions in physical geography. *Journal of Geography*, 101(1), 47-53.
- ESRI. (2021). *What is GIS?* <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>
- Galani, L. (2016). Geo-literacy as the basis of the building of cultural identity. *European Journal of Geography*, 7(1), 17-23.
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2010). *Space Technology and Geo-Informatics*. Bangkok: Amarin Printing and Publishing.
- Güven, E. G. (2021). Geography literacy profile of pre-service teachers: The case of Turkey. *International Education Studies*, 14(12), 125-139.

- Hasanah, S., & Ruhimat, M. (2018). Edu-tourism: An alternative of tourism destination based on geography literacy. *Proceedings of the 3rd International Seminar on Tourism (ISOT 2018)*, 259, 193-195.
- Havelková, L., & Hanus, M. (2019). Map skills in education: A systematic review of terminology, methodology, and influencing factors. *Review of International Geographical Education Online*, 9(2), 361-401.
- Heffron, S. (2012). *Geography for Life*. (2nd eds). USA: National Council for Geographic Education.
- Hunter, N. (2016). *Assessing sense of place and geo-literacy indicators as learning outcomes of an international teacher professional development program*. (Ph.D. dissertation). Portland State University.
- Hurst, P., & Clough, P. (2013). Will we be lost without paper maps in the digital age? *Journal of Information Science*, 39(1), 48-60.
- Kamburov, A., Slavova, T., Nemska, T., & Karshev, D. (2016). Enhancing geo-literacy: Cloud-based GIS as innovative informal educational tools. *Proceeding of 6th International Conference on Cartography and GIS, Bulgaria*, 1, 210-231.
- Kerski, J. J. (2003). The implementation and effectiveness of geographic information systems technology and methods in secondary education. *Journal of Geography*, 102, 128-137.
- Kyriazos, T. A. (2018). Applied psychometrics: Sample size and sample power considerations in factor analysis (EFA, CFA) and SEM in general. *Psychology*, 9(8), 2207-2230.
- Lane, R., & Bourke, T. (2017). Possibilities for an international assessment in geography. *International Research in Geographical and Environment Education*, 26(1), 71-85.
- Memişoğlu, H. (2017). Opinions of teachers and preservice teachers of social studies on geo- literacy. *Academic Journal*, 12(19), 967-979.
- Misheck, M., Erza, P., & Mandoga, E. (2013). Geographic literacy and world knowledge amongst open distance learning students in Zimbabwe. *Greener Journal of Educational Research*, 7(3), 301-309.
- Montoya, S. (2018). *Defining literacy*. <https://gaml.uis.unesco.org/wp->

- content/uploads/sites/2/2018/12/4.6.1_07_4.6-defining-literacy.pdf
- NASA. (2021). *Overview: Weather, Global Warming and Climate Change*.
<https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>
- National geographic. (2011). *What is geography?* .
<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geography/>
- National geographic. (2021). *The physical processes that shape the patterns of Earth's surface*. <https://www.nationalgeographic.org/standards/national-geography-standards/7/>
- Nolan, R. (2002). Geo-literacy: How well adults understand the world in which they live. *Adult Basic Education*, 12(3), 134-144.
- NRDC. (2016). *Global Warming 101*. <https://www.nrdc.org/stories/global-warming-101>
- Ottati, D. F. (2015). *Geographical literacy, attitudes, and experiences of freshman students: A qualitative study at Florida International University*. (Ph.D. dissertation). Florida International University, ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Paasi, A. (2002). Place and region: Regional worlds and words. *Progress in Human Geography*, 28(6), 802-811.
- Patterson, C. T. (2007). Google Earth as a (not just) geography education tool. *Journal of Geography*, 106(4), 145-152.
- Pettit, C. J., Cartwright, W., & Berry, M. (2006). Geographical visualization: A participatory planning support tool for imagining landscape futures. *Applied GIS*, 2(3), 1-22.
- Rogers, L. (2008). *Geographic literacy through children's literature*. CO: Teacher ideas Press.
- Soper, D. S. (2021). *A-priori Sample Size Calculator for Structural Equation Models [Software]*. <https://www.danielsoper.com/statcalc>
- Turner, R. C., & Carlson, L. (2009). Indexes of item-objective congruence for multidimensional Items *International Journal of Testing*, 3(2), 163-171.
- Turner, S., & Leydon, J. (2012). Improving geographic literacy among first-year undergraduate students: Testing the effectiveness of online quizzes. *Journal of Geography*, 111(2), 54-66.
- UNESCO. (2021). *Climate Change Education and Awareness*.

<https://en.unesco.org/themes/addressing-climate-change/climate-change-education-and-awareness>

Ünlü, M. (2011). The level of realizing geographical skills in geography lesson.

Educational Sciences: Theory & Practice, 11(4), 2166-2172.

Urfan, F., Darsiharjo, D., & Sugandi, D. (2018). Geo-Literacy between school environment and students spatial intelligence. *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 145, 1-10.

USGS. (2021). *Remote Sensing and GIS*. <https://www.usgs.gov/centers/southwest-biological-science-center/science/science-topics/remote-sensing-and-gis>

Utami, W. S., Zain, I. M., & Sumarmi. (2018). Geography literacy can develop geography skills for high school students: Is it true? *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 296, 1-6.

Wolf, E. J., Harrington, K. M., Clark, S. L., & Miller, M. W. (2013). Sample size requirements for structural equation models: An evaluation of power, bias, and solution propriety. *Educational and Psychological Measurement*, 73(6), 913-934.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระภูมิศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธีรวุฒิ สารขวัญ และ วัดสาตรี ดิถียนต์. (2562). การพัฒนาการเรียนการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบการค้นพบโดยใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ชในวิชาภูมิศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 10(1), 122-130.

ภาคภูมิ เหล่าตระกูล. (2558). *Elements of Geo-information technology*.

<https://www.gistda.or.th/main/en/node/910>

วัลลภา อินทรงค์. (2564). แนวทางการพัฒนาสมรรถนะการสอนภูมิศาสตร์สำหรับครูสังคมศึกษา. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, 7(1), 1-22.

สร้อยยา บุญมาก, ประเสริฐ มงคล, มาเรียม นิลพันธ์, & อรพิน ศิริสัมพันธ์. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ทางภูมิศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 17(2), 201-212.

สิริวรรณ ศรีพหล. (2552). *การจัดการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม*. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุพรรณิกา โกยสิน. (2561). *ภูมิศาสตร์เทคนิค*. กรุงเทพฯ : สอวน.

แสงจันทร์ เรืองอ่อน สมพร เรืองอ่อน สุนิษา คิดใจเดียว ปฐมพงษ์ ฉับพลัน และ พบศิริ ขวัญเกื้อ.

(2562). การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนกูเกิลแมพสำหรับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม
เสมือนจริงในจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและ
นวัตกรรม*, 6(2), 8-17.

อมร เพ็ชรสว่าง. (2558). *Definition of Geo-information technology*.

<https://www.gistda.or.th/main/en/node/909>

อัญญา บุชายนต์ วนมพร พาหะนิชย์ และภูมิ สารทสินธุ์. (2561). เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศกับการรู้เรื่อง
ภูมิศาสตร์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 20(2), 385-
397.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ข
- เครื่องมือวิจัยฉบับสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือวิจัยฉบับสมบูรณ์

Geographic Literacy

[Start test](#)

แบบประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์นี้
เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต
หัวข้อ การพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู
มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู
2. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครู
3. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ของนักศึกษาครูที่ศึกษาต่างสาขากัน

โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ คำถามข้อมูลทั่วไป และคำถามเพื่อประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์

- คำถามข้อมูลทั่วไปจำนวน 9 ข้อ
- คำถามเพื่อประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์ จะให้ท่านดูคลิปวิดีโอ/สารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อตอบคำถามในประเด็นที่เกี่ยวข้อง (Multiple Choice) จำนวน 25 ข้อ
- คำถามเพื่อประเมินความรู้เรื่องภูมิศาสตร์โดยพิจารณาระดับตนเองมี (Rating Scale) จำนวน 8 ข้อ

ขอความกรุณาให้ตอบครบทุกข้อ ข้อมูลของท่านจะเป็นคุณประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาในครั้งนี้ ข้อมูลและคำตอบของท่านจะเป็นความลับและไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อตัวท่านทั้งสิ้น ผู้วิจัยจะรายงานผลเป็นข้อมูลส่วนรวมไม่เปิดเผยข้อมูลเป็นรายบุคคลต่อสาธารณะ

นายวิสรุต สุวรรณสันติสุข
ผู้วิจัย

Question 1 / 44

เพศ

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

ชาย

หญิง

ไม่ประสงค์ระบุ

Submit answer >



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Question 2 / 44

มหาวิทยาลัยที่ท่านกำลังศึกษาอยู่

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

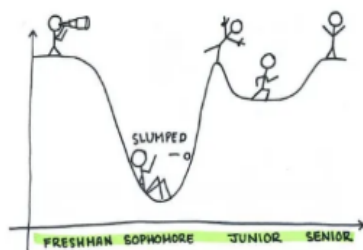
อื่น ๆ

Submit answer



Question 3 / 44

ระดับชั้นปี

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

ข้อ 1

ข้อ 2

ข้อ 3

ข้อ 4

ข้อ 5

Submit answer



Question 4 / 44

สาขาวิชา

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).



ประถมศึกษา

จิตวิทยาและการแนะแนว/การวัดประเมินผลทางการศึกษา

สุขศึกษา/พลศึกษา

คณิตศาสตร์

ภาษาไทย/ภาษาอังกฤษ

คอมพิวเตอร์/เทคโนโลยีการศึกษา/ธุรกิจศึกษา/การศึกษานอกระบบ

ศิลปะ/ดนตรี/นาฏศิลป์



Question 7 / 44

ภูมิสำเนา

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).



ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคเหนือ

ภาคใต้

ภาคตะวันออก

ภาคกลาง

ภาคตะวันตก

Submit answer ›

Question 8 / 44

ท่านเคยเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์ในระดับปริญญาตรีหรือไม่

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

เคย

ไม่เคย

Submit answer >



Question 9 / 44

หากท่านเคยเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์ โปรดระบุรายวิชาที่เรียน (ถ้าไม่เคยกด Submit Answer)

ภูมิศาสตร์ภูมิภาค ภูมิศาสตร์กายภาพ ภูมิศาสตร์ประเทศไทย เครื่องมือและเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ ภูมิศาสตร์การท่องเที่ยว ภูมิศาสตร์วัฒนธรรม

Submit answer >

Question 10 / 44

ท่านเคยอบรมโครงการ/สัมมนาที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์หรือไม่

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

ไม่เคย

เคย

Submit answer >



Question 11 / 44

หากท่านเคยอบรม โปรดระบุโครงการ/สัมมนาที่เข้าร่วม (ถ้าไม่เคย กด Submit Answer)

โครงการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ภูมิศาสตร์

Submit answer >

Question 12 / 44

พื้นที่สีเขียวในคลิปวิดีโอดังกล่าว ลดลงจากสาเหตุใด



การเพิ่มขึ้นของเส้นทางคมนาคม

การเพิ่มขึ้นของพื้นที่อยู่อาศัยของมนุษย์

การเพิ่มขึ้นของปริมาณค่าฝุ่นละออง $\text{pm} 2.5$

การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำ

พื้นที่สีเขียวบริเวณตอนกลางของวิดีโอเหมาะสม แก่การอยู่อาศัยหรือไม่ อย่างไร



เหมาะสม เพราะใกล้กับแหล่งน้ำ มนุษย์สามารถอาศัยอยู่ได้อย่างสะดวก

เหมาะสม เพราะเป็นพื้นที่ที่มีเส้นทางคมนาคมในการสัญจรหลากหลาย

ไม่เหมาะสม เพราะเป็นพื้นที่ที่ถูกการกัดเซาะโดยแม่น้ำ ในอนาคตสิ่งจะหลุด

ไม่เหมาะสม เพราะเป็นการบุกรุกทำลายทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่เดิม ทำให้ธรรมชาติเสียสมดุล

ปัจจัยสำคัญในข้อใดส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของพื้นที่
โดยรอบ ในช่วงปี ค.ศ. 2010



การลดลงของพื้นที่สีเขียว

การขยายตัวของเส้นทางจราจรขนาดม

การสร้างอุโมงค์ทางน้ำไหลระหว่างบ้านเรือน

การเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำและทิศทางลม

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ใดเหมาะสมแก่การวัดการเปลี่ยนแปลง
ของปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไปของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น



ซอลินิตีมิเตอร์ (Salinity meter)

บารอมิเตอร์ (Barometer)

ไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer)

เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในคลิปวิดีโอ เป็นผลที่เกิดจากกระทำของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร



เกิดจากมนุษย์ เพราะ มนุษย์ใช้เชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

เกิดจากมนุษย์ เพราะ มนุษย์ได้ลงมือใช้ประโยชน์จากพื้นที่เขตหนาวหลังจากน้ำแข็งละลายหมดแล้ว

ไม่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เพราะ การดำรงชีวิตของมนุษย์ห่างไกลจากพื้นที่ดังกล่าว

ไม่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เพราะ การละลายของธารน้ำแข็งเป็นวัฏจักรเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ปริมาณน้ำเค็มบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ในช่วงปี ค.ศ. 1984 กับ ปี
ค.ศ. 2020 เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด



ปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากกระแสน้ำอุ่นไหลอ่อนลงทำให้น้ำเค็มเพิ่มขึ้น

ปริมาณลดลง เนื่องจากธารน้ำแข็งมีการละลายเพิ่มมากขึ้น

ปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากภาวะความเป็นกรดของทะเลมีค่าสูงขึ้นจากภาวะโลกร้อน

ปริมาณลดลง เนื่องจากลมแรงขึ้นทำให้มีการพัดพาตะกอนดินลงสู่ทะเลมากขึ้น

สาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเค็มเกิดขึ้นจาก สาเหตุใด



สาหร่ายพวงกระลอก (Hydrilla) เพิ่มขึ้น

ชั้นผิวน้ำ (Surface area) กับชั้นน้ำลึก แปรผกผันกัน

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เพิ่มขึ้น

กระแสน้ำอุ่นแปซิฟิกเหนือ (North Pacific Current) อ่อนกำลังลง

จากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเค็มในพื้นที่ดังกล่าวจะส่ง
ผลกระทบต่ออย่างไรต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์



อุตสาหกรรมประมงจับปลาได้น้อยลง

อุตสาหกรรมแก๊สธรรมชาติผลิต

อุตสาหกรรมท่องเที่ยวเชิงนิเวศเติบโตมากขึ้น

อุตสาหกรรมน้ำมันเติบโตมากขึ้น

เพราะเหตุใดภูเขาด้านหลังจึงมีหิมะปกคลุมอยู่ตลอด แต่ภูเขา
ทางด้านหน้ามีหิมะปกคลุมเพียงบางช่วงเวลา



สถานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ ๆ ละติจูดต่างกัน

กระแสลมที่พัดไปยังภูเขาทางด้านหลังเป็นกระแสลมหนาว

กระแสน้ำที่พัดมาถึงชายฝั่งซึ่งใกล้ภูเขาด้านหน้าเป็นกระแสน้ำอุ่น

ความสูงของภูเขาด้านหลังมีระดับความสูงที่มากกว่าภูเขาด้านหน้า

ปริมาณจุดความร้อนจากภาพถ่ายดาวเทียมที่เกิดขึ้น มักพบใน
บริเวณใดของประเทศไทย



ภาคกลาง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคเหนือ

ภาคตะวันตก

จุดความร้อนที่เกิดขึ้น เกิดขึ้นเพราะสาเหตุใด



การใช้เตาแก๊สเพื่อปรุงอาหารตามบ้านเรือน

การขนส่งเคทางโดยใช้พลังงานจากฟอสซิล

การเกิดไฟฟ้าและการเผาชิงข้าว

การขุดเหมืองแร่พลังงานและแร่ถ่านหิน

จากคลิปวิดีโอจะสังเกตเห็นว่าพื้นที่ในบริเวณกรุงเทพมหานคร
ไม่มีจุดความร้อนเกิดขึ้น (หรือมีน้อยมาก) แต่เกิดปัญหาฝุ่น
ละออง เป็นเพราะสาเหตุใด



เกิดจากการลดลงของสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร

เกิดจากอิทธิพลของทิศทางลมของลมมรสุมประจำปี

เกิดจากการลดลงของปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำจัดของกรุงเทพมหานคร

เกิดจากการเผาหญ้าเพื่อปรับสภาพหน้าดินบริเวณตะวันออกของกรุงเทพมหานคร

บริเวณใดของประเทศไทยที่มีแนวโน้มจะเจอกับปัญหาฝุ่น ละอองน้อยที่สุด เพราะเหตุใด



ภาคตะวันออก เพราะเป็นพื้นที่ชายฝั่งทำให้เกิดการพัดพาฝุ่นละอองลงสู่ทะเล

ภาคตะวันออก เพราะมีเทือกเขาบรรทัดกั้นลมที่พัดพาฝุ่นละอองมายังพื้นที่

ภาคใต้ เพราะมีลักษณะเป็นคาบสมุทรทำให้เกิดการยกตัวของอากาศได้เร็วกว่า

ภาคใต้ เพราะเป็นพื้นที่ ๆ ได้รับอิทธิพลของลมมรสุม ทำให้เกิดฝนตกบ่อย

ในพื้นที่บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นละอองมากที่สุดในประเทศ จะเกิดผลกระทบด้านกายภาพในฤดูฝน อย่างไร



ปัญหาดินถล่ม

ปัญหาการปนเปื้อนในแม่น้ำ

ปัญหาการเติบโตอย่างรวดเร็วของพืชน้ำ

ปัญหาการไหม้ของดินตะกอน

สาเหตุที่ทำให้จุดความร้อนของประเทศไทยลดลงในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง กันยายน เป็นเพราะสาเหตุใด



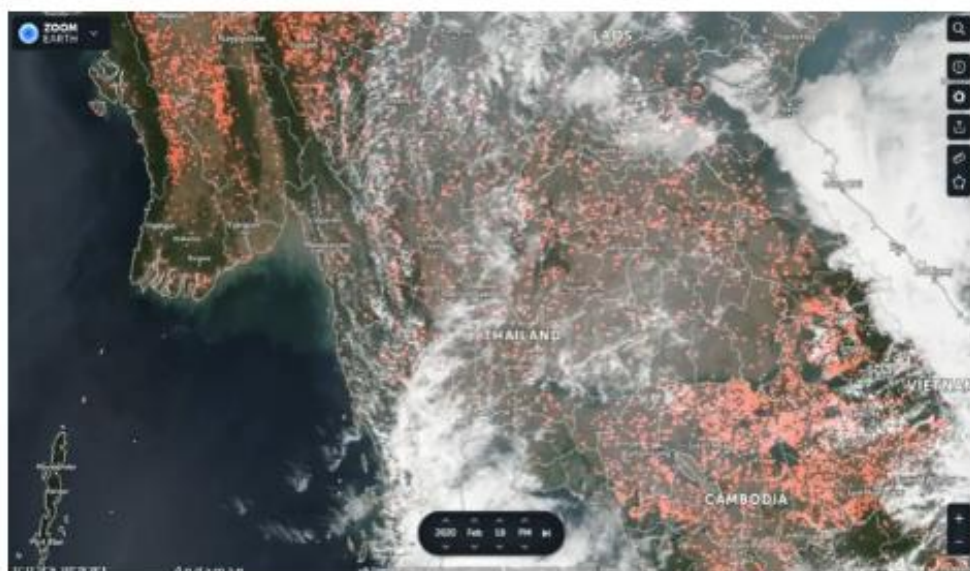
เป็นช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์พายุหมุนเขตร้อนในเดือนสิงหาคมของทุกปี

เป็นช่วงเวลาที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดพาความหนาวเย็นลงมาถึงพื้นที่

เป็นช่วงเวลาที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาความชื้นเข้ามาถึงพื้นที่

เป็นช่วงเวลาที่ชาวนา ชาวสวน ชาวไร่ปลูกข้าว ทำสวน ทำไร่

ประเทศใดจะมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศแย่ที่สุด เมื่อพิจารณาจาก
ภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเดือนกุมภาพันธ์



ประเทศไทย

ประเทศเวียดนาม

ประเทศเวียดนาม

ประเทศกัมพูชา

สิ่งที่เกิดขึ้นในคลิปรีดิโอ จะนำไปสู่การเกิดปรากฏการณ์ใด



พายุหมุนเขตร้อน

น้ำขึ้น น้ำลง

คลื่นสึนามิ

แผ่นดินไหว

ปัจจัยในข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวได้



ปรากฏการณ์ภูเขาไฟระเบิด

ปรากฏการณ์พายุหมุนเขตร้อน

ปรากฏการณ์อุกกาบาตพุ่งชน

ปรากฏการณ์การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก

จากปรากฏการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น การปฏิบัติตนของใครเหมาะสมที่สุด



ก้องเล่นน้ำอยู่ริมชายหาด และรีบวิ่งลอกจากชายฝั่งขึ้นที่สูง

กล่าวอยู่บนเรือ จึงนำเรือเข้าฝั่งแล้ววิ่งขึ้นที่สูง

แก้วถือกระเป๋าเดินทางของโรงแรมที่อาศัยอยู่ในย่านหนาเพื่อป้องกันแรงกระแทก

กมเตรียมอุปกรณ์จับสัตว์น้ำ เพราะเห็นน้ำลดลง จะทำให้จับได้เยอะขึ้น

จากปรากฏการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น ถ้าไม่เกิดเหตุการณ์น้ำลด
ตามคลิปรีดิโอ จะมีสัญญาณใดอีกบ้างที่บ่งชี้ว่าจะเกิด
ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติดังกล่าว



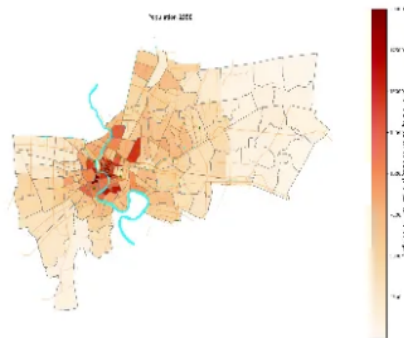
แผ่นดินไหว

คลื่นสงบ

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำอพยพลงสู่ทะเล

ท้องฟ้าเปลี่ยนสี

จากแผนที่จะสังเกตเห็นว่าบริเวณรอบนอกของพื้นที่กรุงเทพมหานครบางจุดที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น เป็นเพราะสาเหตุใด (ความหนาแน่นแสดงตามความเข้มของสี)



เป็นที่ตั้งของตลาดและห้างสรรพสินค้าใหญ่

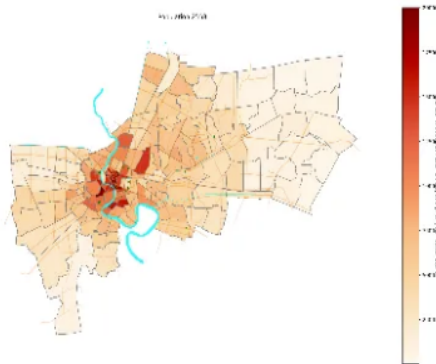
เป็นแหล่งชุมชนโบราณเก่าแก่ที่อยู่อาศัยมาอย่างยาวนาน

เป็นการวางผังเมืองเพื่อกระจายความเจริญสู่รอบนอก

เป็นถนนสายหลักที่เชื่อมระหว่างภูมิภาคต่าง ๆ



พื้นที่ส่วนใดของแผนที่ มีแนวโน้มที่จะเกิดการทรุดตัวลง เป็น
เพราะสาเหตุใด (ความหนาแน่นแสดงตามความเข้มของสี)



พื้นที่โซนตะวันออก เพราะเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่
และเป็นเขตอุตสาหกรรม

พื้นที่โซนตะวันตก เพราะเป็นพื้นที่โรงงานและ
การเกษตรเก่า


พื้นที่โซนในดอนกลาง เพราะเป็นพื้นที่ใกล้แม่น้ำ
และประชากรหนาแน่น

พื้นที่โซนเหนือ เพราะเป็นพื้นที่รอยต่อหลาย
จังหวัดและเป็นที่ตั้งของสนามบิน

หากต้องสร้างที่อยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่สีแดงเข้ม ที่อยู่อาศัยรูป
แบบใดเหมาะสมที่สุด



จากสารสนเทศที่ปรากฏในแผนที่กรุงเทพมหานคร สามารถนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบใด เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีความสมบูรณ์/ครบถ้วน ยิ่งขึ้น



- การแสดงผลด้วยการย่อสีภาพจากดาวเทียม
- การเพิ่มสีของกราฟให้มีหลายระดับ
- การลดขนาดมาตราส่วนของแผนที่
- การใช้ AR เพื่อแสดงผลในลักษณะ 3 มิติ



ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "ฉันคิดว่า
วัฒนธรรมในท้องถิ่นของฉันเกิดขึ้นจากสภาพภูมิประเทศและ
สิ่งแวดล้อม" (1 น้อยที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มาก
ที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

1

2

3

4

5

Submit answer ›



ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "ฉันสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศและสถานที่ ๆ ฉันอาศัยอยู่" (1 น้อยที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มากที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

1

2

3

4

5

Submit answer ›



ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "ฉันบอกได้ว่า
สภาพแวดล้อมในชุมชนของฉันเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร" (1
น้อยที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มากที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

1

2

3

4

5

Submit answer ›



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "ฉันท่องเที่ยว
โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ" (1 น้อย
ที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มากที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

1

2

3

4

5

Submit answer »



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "เมื่อฉันรู้สึก
เหนียวตัวก่อนออกจากบ้าน ฉันคาดการณ์ได้ว่าฝนจะตก" (1
น้อยที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มากที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

1

2

3

4

5

Submit answer >



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "เมื่อเห็นภาพ
ดังกล่าวท่านสามารถระบุตำแหน่งในการสร้างที่อยู่อาศัยได้" (1
น้อยที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มากที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5

Submit answer >



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "ฉันสามารถใช้ระบบนำทาง GPS เพื่อเดินทางไปยังสถานที่ ๆ ต้องการจะไป" (1 น้อยที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มากที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

1

2

3

4

5

Submit answer ›



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อความต่อไปนี้ตรงกับตัวท่านมากน้อยเพียงใด "เมื่อฉันดูแผนที่ ฉันรู้ถึงวิธีการใช้และจุดประสงค์ของแผนที่นั้น" (1 น้อยที่สุด, 2 น้อย, 3 ปานกลาง, 4 มาก, 5 มากที่สุด)

Choose **all** of the correct answers (multiple possibilities).

1

2

3

4

5

Submit answer »



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ค

- ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ
- ผลการวิเคราะห์โมเดลทวิองค์ประกอบ
- ผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ (CTT)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	การแปลความหมาย
1	ก	0.140	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข*	0.780	0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ดี สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.040	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ง	0.040	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
2	ก	0.480	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.060	0.071	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ค	0.100	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง*	0.360	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
3	ก	0.060	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.320	-0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.120	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ง*	0.500	0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ปานกลาง สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
4	ก	0.400	0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข*	0.480	0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ดี สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.040	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ง	0.080	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
5	ก*	0.260	0.429	ใช้ไม่ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.240	-0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.320	0.214	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ง	0.180	-0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
6	ก*	0.840	0.429	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.100	-0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ง	0.060	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	การแปลความหมาย
7	ก	0.140	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข*	0.440	0.500	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.380	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.040	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
8	ก	0.020	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.200	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ค*	0.540	0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ปานกลาง สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.240	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
9	ก*	0.560	0.214	ใช้ไม่ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.140	-0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.120	0.143	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ง	0.180	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
10	ก	0.120	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.200	-0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.380	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง*	0.300	0.429	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
11	ก	0.100	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.220	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค*	0.560	0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ดี สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.120	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
12	ก	0.020	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.140	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค*	0.660	0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ดี สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.180	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	การแปลความหมาย
13	ก	0.480	0.214	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข*	0.300	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ค	0.060	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.160	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
14	ก	0.080	0.071	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.140	-0.429	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.220	-0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง*	0.560	0.643	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
15	ก*	0.080	-0.071	ใช้ไม่ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.660	0.214	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ค	0.080	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ง	0.180	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
16	ก	0.240	-0.429	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.220	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค*	0.420	0.643	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.120	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
17	ก*	0.280	0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ปานกลาง สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.260	0.143	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ค	0.100	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.360	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
18	ก	0.060	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.080	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค*	0.800	0.429	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.060	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	การแปลความหมาย
19	ก	0.000	0.000	ใช้ไม่ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.100	-0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.100	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง*	0.800	0.500	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
20	ก*	0.620	0.500	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.140	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.220	-0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.020	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
21	ก*	0.620	0.714	ใช้ไม่ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข	0.280	-0.571	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.040	-0.143	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.060	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
22	ก	0.140	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.180	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.280	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง*	0.400	0.500	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
23	ก	0.100	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.060	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค*	0.740	0.500	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.100	-0.214	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
24	ก	0.080	0.000	ใช้ได้ จำแนกไม่ได้ ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
	ข*	0.380	0.357	ใช้ได้ จำแนกได้ดี สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.440	-0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง	0.100	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	การแปลความหมาย
25	ก	0.160	-0.286	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ข	0.060	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ค	0.120	-0.071	ใช้ได้ จำแนกได้ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
	ง*	0.660	0.429	ใช้ได้ จำแนกได้ดีมาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป



ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

องค์ประกอบที่ 1 หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสังคม

องค์ประกอบที่ 2 หมายถึง ความรู้ด้านระบบกายภาพ

องค์ประกอบที่ 3 หมายถึง ความรู้ด้านระบบมนุษย์

องค์ประกอบที่ 4 หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสถานที่และภูมิภาค

องค์ประกอบที่ 5 หมายถึง การนำความรู้ภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการสังเกต

องค์ประกอบที่ 6 หมายถึง การนำความรู้ภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการตีความ

องค์ประกอบที่ 7 หมายถึง การนำความรู้ภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการใช้แผนที่

องค์ประกอบที่ 8 หมายถึง การนำความรู้ภูมิศาสตร์ไปใช้ด้านการเลือกใช้เครื่องมือ

ข้อคำถาม	องค์ประกอบ								ค่า ดัชนี IOC
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. พื้นที่สีเขียวในคลิปวิดีโอดังกล่าว ลดลงจากสาเหตุใด	3*	-3	-3	-2	-2	-3	-3	-3	0.95
2. พื้นที่สีเขียวบริเวณตอนกลางของวิดีโอเหมาะสมแก่การอยู่อาศัยหรือไม่ อย่างไร	-1	-2	3*	-1	-3	-2	-3	-3	0.86
3. จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นี้ในรอบ 36 ปีที่ผ่านมา ทำนายได้ว่า ในอีก 10 ถึง 20 ปีข้างหน้า พื้นที่ดังกล่าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร	-2	1	-2	2*	-2	-3	-3	-3	0.67
4. ปัจจัยสำคัญในข้อใดส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของพื้นที่โดยรอบ ในช่วงปี ค.ศ. 2010	-2	-2	-1	-1	2*	1	-3	-3	0.60
5. เครื่องมือทางภูมิศาสตร์ใดเหมาะสมแก่การวัดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไปของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น	-3	-2	-3	-3	-3	-3	-3	3*	0.98
6. สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในคลิปวิดีโอ เป็นผลที่เกิดจากกระทำของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร	2*	-3	-1	-2	-3	0	-3	-3	0.69
7. ปริมาณน้ำเค็มบริเวณพื้นที่ดังกล่าว ในช่วงปี ค.ศ. 1984 กับ ปี ค.ศ. 2020 เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด	-2	3*	-3	-3	-3	-1	-3	-3	0.93

ข้อคำถาม	องค์ประกอบ								ค่าดัชนี IOC
	1	2	3	4	5	6	7	8	
8. สาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเค็มเกิดขึ้นจากสาเหตุใด	-1	1	-2	-2	-3	2*	-3	-3	0.64
9. จากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเค็มในพื้นที่ดังกล่าวจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์	-2	-2	1	1*	-3	-2	-3	-3	0.50
10. เพราะเหตุใดภูเขาทางด้านหลังจึงมีหิมะปกคลุมอยู่ตลอด แต่ภูเขาทางด้านหน้ามีหิมะปกคลุมเพียงบางช่วงเวลา	-2	2	-3	-2	3*	2	-3	-3	0.71
11. ปริมาณจุดความร้อนจากภาพถ่ายดาวเทียมที่เกิดขึ้น มักพบในบริเวณใดของประเทศไทย	-2	0	-3	0	-1	-3	3*	-3	0.79
12. จุดความร้อนที่เกิดขึ้น เกิดขึ้นเพราะสาเหตุใด	-3	-3	1	1*	-3	-1	-3	-3	0.52
13. จากสถิติโอโจะสังเกตเห็นว่าพื้นที่ในบริเวณกรุงเทพมหานครไม่มีจุดความร้อนเกิดขึ้น แต่เกิดปัญหาฝุ่นละออง เป็นเพราะสาเหตุใด	-1	-2	-2	-2	-2	3*	-1	-3	0.81
14. ถ้าท่านต้องการย้ายที่อยู่ เพื่อจะได้ไม่ต้องเผชิญกับปัญหาฝุ่นละออง ควรย้ายไปยังบริเวณใดของประเทศไทย เพราะเหตุใด	-2	-1	3*	1	-3	-1	-3	-3	0.79
15. ในพื้นที่บริเวณที่มีปัญหาฝุ่นละอองมากที่สุด ในประเทศ จะเกิดผลกระทบด้านกายภาพในฤดูฝน อย่างไร	2*	2	-2	-1	-2	-2	-2	-3	0.57
16. สาเหตุที่ทำให้จุดความร้อนน้อยของประเทศไทย ลดลงในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง กันยายน เป็นเพราะสาเหตุใด	-3	3*	-3	-3	-2	-2	-3	-3	0.95
17. ประเทศไทยจะมีค่าดัชนีคุณภาพอากาศแย่ที่สุด เมื่อพิจารณาจากภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเดือนกุมภาพันธ์	-2	-2	-3	-1	2	2*	-1	-3	0.57

ข้อคำถาม	องค์ประกอบ								ค่า ดัชนี IOC
	1	2	3	4	5	6	7	8	
18. สิ่งที่เกิดขึ้นในคลิปวิดีโอ จะนำไปสู่การเกิดปรากฏการณ์ใด	-3	3*	-3	-3	-3	-3	-3	-3	1.00
19. ปัจจัยในข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวใด	-3	3*	-3	-3	-3	-3	-3	-3	1.00
20. จากปรากฏการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น การปฏิบัติตนของใครเหมาะสมที่สุด	1*	-3	2	-3	-3	-2	-3	-3	0.52
21. จากปรากฏการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น ถ้าไม่เกิดเหตุการณ์น้ำลดตามคลิปวิดีโอ จะมีสัญญาณใดอีกบ้างที่บ่งชี้ว่าจะเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติดังกล่าว	-2	-1	-3	-3	-2	3*	-3	-3	0.90
22. จากแผนที่จะสังเกตเห็นว่าบริเวณรอบนอกของพื้นที่กรุงเทพมหานครบางจุดที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น เป็นเพราะสาเหตุใด	-3	-3	2*	1	-2	-2	-1	-3	0.64
23. พื้นที่ส่วนใดของแผนที่ มีแนวโน้มที่จะเกิดการทรุดตัวลง เป็นเพราะสาเหตุใด	-3	-1	-3	-2	-2	1	2*	-3	0.64
24. หากต้องสร้างที่อยู่อาศัยในบริเวณพื้นที่สีแดงเข้ม ที่อยู่อาศัยรูปแบบใดเหมาะสมที่สุด	2*	-2	0	-1	-3	1	-1	-3	0.55
25. จากสารสนเทศที่ปรากฏในแผนที่ กรุงเทพมหานคร เป็นสารสนเทศประเภทใด	-3	-3	-3	-3	-3	1	1	3*	0.81

ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบ

Mplus VERSION 8.7 (Mac)

MUTHEN & MUTHEN

06/01/2022 10:06 PM

INPUT INSTRUCTIONS

TITLE: CFA

DATA:

FILE IS "data.csv";

VARIABLE:

NAMES ARE major seminar x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

USEVARIABLES ARE x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

ANALYSIS:

ESTIMATOR = ML;

PROCESSORS = 8;

MODEL:

kw by x1 x2@.2 x3 x4;

sk by y1* y2@.2 y3 y4@.2;

gen by x1 x2 x3 x4@.2 y1@.2 y2 y3 y4;

kw with gen@0;

sk with gen@0;

kw with sk;

kw@.264;

sk@.385;

gen@.196;

OUTPUT: stdyx mod(0)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

INPUT READING TERMINATED NORMALLY

CFA

SUMMARY OF ANALYSIS

Number of groups	1
Number of observations	310

Number of dependent variables	8
Number of independent variables	0
Number of continuous latent variables	3

Observed dependent variables

Continuous

X1	X2	X3	X4	Y1	Y2
Y3	Y4				

Continuous latent variables

KW	SK	GEN
----	----	-----

Estimator

ML

Information matrix

OBSERVED

Maximum number of iterations

1000

Convergence criterion

0.500D-04

Maximum number of steepest descent iterations

20

Input data file(s)

data.csv

Input data format FREE

UNIVARIATE SAMPLE STATISTICS

UNIVARIATE HIGHER-ORDER MOMENT DESCRIPTIVE STATISTICS

Variable/ Sample Size	Mean/ Variance	Skewness/ Kurtosis	Minimum/ Maximum	% with Min/Max	Percentiles 20%/60% 40%/80% Median		
X1	3.197	-0.680	0.000	0.65%	3.000	3.000	3.000
310.000	0.829	0.652	5.000	3.55%	3.000	4.000	
X2	2.671	-0.419	0.000	1.61%	2.000	3.000	3.000
310.000	0.982	-0.451	4.000	21.61%	3.000	4.000	
X3	1.290	0.171	0.000	19.03%	1.000	1.000	1.000
310.000	0.754	-0.669	3.000	8.39%	1.000	2.000	
X4	2.071	-0.369	0.000	1.61%	2.000	2.000	2.000
310.000	0.511	-0.196	3.000	27.74%	2.000	3.000	
Y1	1.135	-0.194	0.000	18.71%	1.000	1.000	1.000
310.000	0.491	-0.964	2.000	32.26%	1.000	2.000	
Y2	2.065	0.009	0.000	6.77%	1.000	2.000	2.000
310.000	1.170	-0.724	4.000	9.68%	2.000	3.000	
Y3	1.719	-0.398	0.000	5.16%	1.000	2.000	2.000
310.000	0.505	0.127	3.000	10.00%	2.000	2.000	
Y4	0.329	0.728	0.000	67.10%	0.000	0.000	0.000
310.000	0.221	-1.470	1.000	32.90%	0.000	1.000	

THE MODEL ESTIMATION TERMINATED NORMALLY

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 26

Loglikelihood

H0 Value -2811.958

H1 Value -2791.270

Information Criteria

Akaike (AIC) 5675.916

Bayesian (BIC) 5773.067

Sample-Size Adjusted BIC 5690.605

$(n^* = (n + 2) / 24)$

Chi-Square Test of Model Fit

Value 41.377

Degrees of Freedom 18

P-Value 0.0014

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate 0.065

90 Percent C.I. 0.039 0.091

Probability RMSEA \leq .05 0.160

CFI/TLI

CFI	0.892
TLI	0.832

Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value	244.580
Degrees of Freedom	28
P-Value	0.0000

SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

Value	0.075
-------	-------

STANDARDIZED MODEL RESULTS

STDYX Standardization

		Two-Tailed			
		Estimate	S.E.	Est./S.E.	P-Value
KW	BY				
	X1	0.517	0.016	32.687	0.000
	X2	0.103	0.004	24.931	0.000
	X3	0.495	0.088	5.605	0.000
	X4	0.503	0.088	5.728	0.000
SK	BY				
	Y1	0.399	0.116	3.444	0.001
	Y2	0.114	0.005	24.840	0.000
	Y3	0.327	0.102	3.219	0.001
	Y4	0.257	0.010	25.203	0.000
GEN	BY				
	X1	0.446	0.014	32.687	0.000
	X2	0.487	0.084	5.809	0.000
	X3	0.323	0.078	4.167	0.000
	X4	0.122	0.005	24.190	0.000
	Y1	0.125	0.005	24.633	0.000
	Y2	0.601	0.090	6.686	0.000
	Y3	0.352	0.080	4.378	0.000
	Y4	0.231	0.076	3.039	0.002

KW	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
SK		0.776	0.163	4.770	0.000

SK	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000

Intercepts

X1	3.217	0.114	28.311	0.000
X2	2.684	0.122	22.051	0.000
X3	1.458	0.083	17.656	0.000
X4	2.858	0.131	21.802	0.000
Y1	1.599	0.086	18.540	0.000
Y2	1.902	0.095	19.952	0.000
Y3	2.396	0.113	21.213	0.000
Y4	0.682	0.063	10.843	0.000

Variances

KW	1.000	0.000	999.000	999.000
SK	1.000	0.000	999.000	999.000
GEN	1.000	0.000	999.000	999.000

Residual Variances

X1	0.534	0.029	18.741	0.000
X2	0.752	0.081	9.251	0.000
X3	0.650	0.075	8.725	0.000
X4	0.732	0.088	8.341	0.000
Y1	0.825	0.092	8.931	0.000
Y2	0.625	0.108	5.802	0.000
Y3	0.769	0.064	12.034	0.000
Y4	0.880	0.034	25.652	0.000

R-SQUARE

Observed Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
			Est./S.E.	P-Value
X1	0.466	0.029	16.343	0.000
X2	0.248	0.081	3.043	0.002
X3	0.350	0.075	4.691	0.000
X4	0.268	0.088	3.049	0.002
Y1	0.175	0.092	1.896	0.058
Y2	0.375	0.108	3.474	0.001
Y3	0.231	0.064	3.620	0.000
Y4	0.120	0.034	3.486	0.000

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลด้านโครงสร้าง (Configural invariance)

Mplus VERSION 8.7 (Mac)

MUTHEN & MUTHEN

07/16/2022 9:52 PM

INPUT INSTRUCTIONS

TITLE: MGBCFA-form

DATA:

FILE IS "data.csv";

VARIABLE:

NAMES ARE major seminar x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

USEVARIABLES ARE x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

GROUPING = major(1=g1, 2=g2);

ANALYSIS:

ESTIMATOR = ML;

PROCESSORS = 8;

STARTS = 20;

MODEL:

kw by x1

x2

x3

x4;

sk by y1* y2 y3 y4;

gen by x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

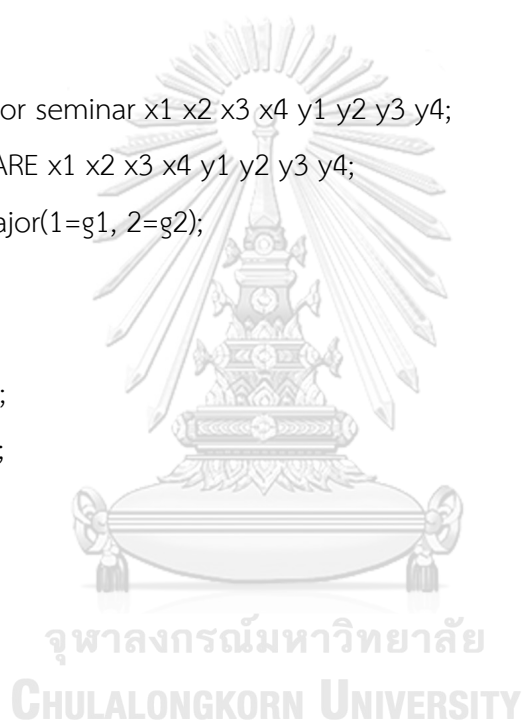
kw with gen@0;

sk with gen@0;

kw with sk@0;

x4@.01;

[X1@3.073];



[X2@2.526];

[X3@1.162];

[X4@1.976];

[Y1@1.085];

[Y2@1.850];

[Y3@1.599];

[Y4@0.263];

sk@.1;

gen@.2;

y3@.01;

MODEL g2:

kw by x1 x2 x3 x4;

sk by y1 y2 y3 y4;

gen by x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

kw with gen@0;

sk with gen@0;

kw with sk@0;

x4@.01;

[X1@3.683];

[X2@3.238];

[X3@1.794];

[X4@2.444];

[Y1@1.333];

[Y2@2.905];

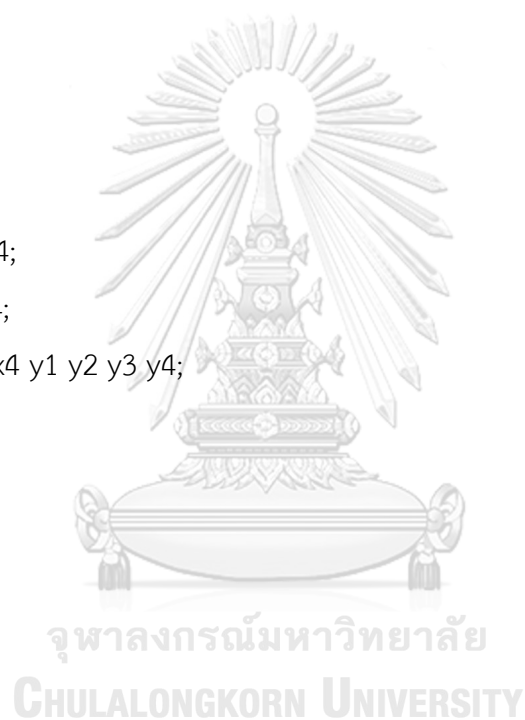
[Y3@2.190];

[Y4@0.587];

x1@.01;

kw@.05;

OUTPUT: stdyx mod(0)



INPUT READING TERMINATED NORMALLY

MGBCFA-form

SUMMARY OF ANALYSIS

Number of groups	2
Number of observations	
Group G1	247
Group G2	63
Total sample size	310
Number of dependent variables	8
Number of independent variables	0
Number of continuous latent variables	3
Observed dependent variables	
Continuous	
X1 X2 X3 X4 Y1 Y2	
Y3 Y4	
Continuous latent variables	
KW SK GEN	
Variables with special functions	
Grouping variable MAJOR	
Estimator	ML
Information matrix	OBSERVED
Maximum number of iterations	1000
Convergence criterion	0.500D-04
Maximum number of steepest descent iterations	20
Random Starts Specifications	
Number of random starts	20
Random starts scale	0.500D+01
Input data file(s)	
data.csv	
Input data format	FREE

UNIVARIATE SAMPLE STATISTICS

UNIVARIATE HIGHER-ORDER MOMENT DESCRIPTIVE STATISTICS FOR G1

Variable/ Sample Size	Mean/ Variance	Skewness/ Kurtosis	Minimum/ Maximum	% with Min/Max	Percentiles 20%/60% 40%/80% Median		
X1	3.073	-0.656	0.000	0.40%	2.000	3.000	3.000
247.000	0.796	0.200	5.000	1.21%	3.000	4.000	
X2	2.526	-0.308	0.000	2.02%	2.000	2.000	3.000
247.000	0.986	-0.513	4.000	16.60%	3.000	3.000	
X3	1.162	0.261	0.000	20.65%	0.000	1.000	1.000
247.000	0.646	-0.447	3.000	4.86%	1.000	2.000	
X4	1.976	-0.337	0.000	2.02%	1.000	2.000	2.000
247.000	0.477	0.111	3.000	20.65%	2.000	3.000	
Y1	1.085	-0.105	0.000	19.03%	1.000	1.000	1.000
247.000	0.458	-0.826	2.000	27.53%	1.000	2.000	
Y2	1.850	-0.053	0.000	8.50%	1.000	2.000	2.000
247.000	0.969	-0.669	4.000	2.83%	2.000	3.000	
Y3	1.599	-0.437	0.000	6.07%	1.000	2.000	2.000
247.000	0.467	0.014	3.000	5.26%	2.000	2.000	
Y4	0.263	1.076	0.000	73.68%	0.000	0.000	0.000
247.000	0.194	-0.843	1.000	26.32%	0.000	1.000	

UNIVARIATE HIGHER-ORDER MOMENT DESCRIPTIVE STATISTICS FOR G2

Variable/ Sample Size	Mean/ Variance	Skewness/ Kurtosis	Minimum/ Maximum	% with Min/Max	Percentiles 20%/60%	40%/80%	Median
X1	3.683	-1.131	0.000	1.59%	3.000	3.000	4.000
63.000	0.661	4.754	5.000	12.70%	4.000	4.000	
X2	3.238	-0.646	1.000	1.59%	3.000	3.000	3.000
63.000	0.562	-0.235	4.000	41.27%	4.000	4.000	
X3	1.794	-0.532	0.000	12.70%	1.000	2.000	2.000
63.000	0.862	-0.504	3.000	22.22%	2.000	3.000	
X4	2.444	-0.837	1.000	11.11%	2.000	2.000	3.000
63.000	0.469	-0.503	3.000	55.56%	3.000	3.000	
Y1	1.333	-0.637	0.000	17.46%	1.000	1.000	2.000
63.000	0.571	-0.991	2.000	50.79%	2.000	2.000	
Y2	2.905	-0.497	1.000	12.70%	2.000	3.000	3.000
63.000	1.070	-0.962	4.000	36.51%	3.000	4.000	
Y3	2.190	-0.549	0.000	1.59%	2.000	2.000	2.000
63.000	0.376	1.351	3.000	28.57%	2.000	3.000	
Y4	0.587	-0.355	0.000	41.27%	0.000	0.000	1.000
63.000	0.242	-1.874	1.000	58.73%	1.000	1.000	

RANDOM STARTS RESULTS RANKED FROM THE BEST TO THE WORST FIT FUNCTION VALUES

Fit function values at local maxima and random start numbers:

56.1323	1
56.1323	8
56.1323	19
56.1323	9
56.1323	17
56.1323	12
56.1323	3
56.1323	6
56.1323	unperturbed
56.1323	7
56.1323	11
56.1323	2

9 starting value run(s) did not converge.

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 45

Loglikelihood

H0 Value	-2718.536
H1 Value	-2690.470

Information Criteria

Akaike (AIC)	5527.072
Bayesian (BIC)	5695.218
Sample-Size Adjusted BIC	5552.495
$(n^* = (n + 2) / 24)$	

Chi-Square Test of Model Fit

Value	56.132
Degrees of Freedom	43
P-Value	0.0864

Chi-Square Contribution From Each Group

G1	19.712
G2	36.421

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate	0.044
90 Percent C.I.	0.000 0.074
Probability RMSEA \leq .05	0.589

CFI/TLI

CFI	0.916
TLI	0.890

Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value	211.706
Degrees of Freedom	56
P-Value	0.0000

SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

Value	0.056
-------	-------

MODEL RESULTS

		Two-Tailed		
		Estimate	S.E. Est./S.E.	P-Value
Group G1				
KW	BY			
X1		1.000	0.000	999.000
X2		-0.059	1.203	-0.049
X3		2.462	2.503	0.984
X4		10.817	11.594	0.933
SK	BY			
Y1		0.166	0.149	1.117
Y2		-0.164	0.232	-0.707
Y3		2.001	0.112	17.902
Y4		-0.210	0.097	-2.171
GEN	BY			
X1		1.000	0.000	999.000
X2		0.959	0.207	4.629
X3		0.610	0.166	3.664
X4		0.208	0.184	1.129
Y1		0.200	0.141	1.415
Y2		0.888	0.216	4.105
Y3		0.534	0.152	3.506
Y4		0.130	0.093	1.403
KW	WITH			
GEN		0.000	0.000	999.000
SK		0.000	0.000	999.000

SK	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000

Means

KW	0.000	0.000	999.000	999.000
SK	0.000	0.000	999.000	999.000
GEN	0.000	0.000	999.000	999.000

Intercepts

X1	3.073	0.000	999.000	999.000
X2	2.526	0.000	999.000	999.000
X3	1.162	0.000	999.000	999.000
X4	1.976	0.000	999.000	999.000
Y1	1.085	0.000	999.000	999.000
Y2	1.850	0.000	999.000	999.000
Y3	1.599	0.000	999.000	999.000
Y4	0.263	0.000	999.000	999.000

Variances

KW	0.004	0.008	0.462	0.644
SK	0.100	0.000	999.000	999.000
GEN	0.200	0.000	999.000	999.000

Residual Variances

X1	0.601	0.065	9.176	0.000
X2	0.803	0.094	8.585	0.000
X3	0.548	0.056	9.788	0.000
X4	0.010	0.000	999.000	999.000
Y1	0.448	0.041	10.974	0.000
Y2	0.810	0.096	8.473	0.000
Y3	0.010	0.000	999.000	999.000
Y4	0.186	0.017	10.646	0.000

Group G2

KW BY

X1	3.466	0.420	8.254	0.000
X2	1.136	0.414	2.741	0.006
X3	1.145	0.775	1.478	0.139
X4	-0.767	0.820	-0.936	0.349

SK BY

Y1	0.298	0.259	1.153	0.249
Y2	0.546	0.421	1.296	0.195
Y3	1.836	0.172	10.666	0.000
Y4	0.065	-0.199	0.325	0.745

GEN BY

X1	0.502	0.532	0.944	0.345
X2	0.053	0.266	0.198	0.843
X3	1.162	0.290	4.006	0.000
X4	1.466	0.178	8.251	0.000
Y1	0.940	0.209	4.491	0.000
Y2	0.790	0.368	2.148	0.032
Y3	0.384	0.190	2.024	0.043
Y4	-0.152	0.164	-0.930	0.353

KW WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
SK	0.000	0.000	999.000	999.000

SK WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
-----	-------	-------	---------	---------

Means

KW	0.000	0.028	-0.006	0.995
SK	0.000	0.040	0.005	0.996
GEN	0.000	0.057	0.004	0.997

Intercepts

X1	3.683	0.000	999.000	999.000
X2	3.238	0.000	999.000	999.000
X3	1.794	0.000	999.000	999.000
X4	2.444	0.000	999.000	999.000
Y1	1.333	0.000	999.000	999.000
Y2	2.905	0.000	999.000	999.000
Y3	2.190	0.000	999.000	999.000
Y4	0.587	0.000	999.000	999.000

Variances

KW	0.050	0.000	999.000	999.000
SK	0.100	0.000	999.000	999.000
GEN	0.200	0.000	999.000	999.000

Residual Variances

X1	0.010	0.000	999.000	999.000
X2	0.497	0.089	5.601	0.000
X3	0.526	0.095	5.548	0.000
X4	0.010	0.000	999.000	999.000
Y1	0.386	0.075	5.132	0.000
Y2	0.916	0.173	5.293	0.000
Y3	0.010	0.000	999.000	999.000
Y4	0.237	0.043	5.563	0.000

QUALITY OF NUMERICAL RESULTS

Condition Number for the Information Matrix 0.151E-07

(ratio of smallest to largest eigenvalue)

STANDARDIZED MODEL RESULTS

STDYX Standardization

		Two-Tailed			
		Estimate	S.E.	Est./S.E.	P-Value
Group G1					
KW	BY				
	X1	0.070	0.075	0.929	0.353
	X2	-0.004	0.074	-0.050	0.960
	X3	0.192	0.069	2.790	0.005
	X4	0.980	0.016	60.068	0.000
SK					
	BY				
	Y1	0.078	0.069	1.121	0.262
	Y2	-0.053	0.074	-0.708	0.479
	Y3	0.926	0.036	25.625	0.000
	Y4	-0.151	0.068	-2.202	0.028
GEN					
	BY				
	X1	0.498	0.021	24.260	0.000
	X2	0.432	0.088	4.928	0.000
	X3	0.339	0.089	3.812	0.000
	X4	0.135	0.119	1.134	0.257
	Y1	0.132	0.093	1.424	0.155
	Y2	0.403	0.093	4.318	0.000
	Y3	0.349	0.096	3.636	0.000
	Y4	0.132	0.094	1.411	0.158

KW	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
SK		0.000	0.000	999.000	999.000
SK	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
Means					
KW		0.000	0.000	999.000	999.000
SK		0.000	0.000	999.000	999.000
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
Intercepts					
X1		3.425	0.141	24.260	0.000
X2		2.542	0.114	22.224	0.000
X3		1.445	0.065	22.220	0.000
X4		2.860	0.129	22.220	0.000
Y1		1.603	0.072	22.224	0.000
Y2		1.878	0.085	22.221	0.000
Y3		2.339	0.105	22.220	0.000
Y4		0.597	0.027	22.224	0.000
Variances					
KW		1.000	0.000	999.000	999.000
SK		1.000	0.000	999.000	999.000
GEN		1.000	0.000	999.000	999.000
Residual Variances					
X1		0.747	0.022	34.263	0.000
X2		0.814	0.076	10.748	0.000
X3		0.848	0.059	14.364	0.000
X4		0.021	0.002	11.110	0.000
Y1		0.977	0.024	41.181	0.000
Y2		0.835	0.078	10.690	0.000
Y3		0.021	0.002	11.110	0.000
Y4		0.960	0.036	26.847	0.000

Group G2

KW BY

X1	0.953	0.084	11.390	0.000
X2	0.339	0.113	3.000	0.003
X3	0.276	0.184	1.499	0.134
X4	-0.250	0.268	-0.933	0.351

SK BY

Y1	0.125	0.107	1.164	0.245
Y2	0.167	0.127	1.318	0.188
Y3	0.946	0.039	24.529	0.000
Y4	0.041	0.127	0.325	0.745

GEN BY

X1	0.276	0.289	0.954	0.340
X2	0.031	0.158	0.198	0.843
X3	0.560	0.117	4.797	0.000
X4	0.957	0.070	13.595	0.000
Y1	0.556	0.097	5.709	0.000
Y2	0.342	0.151	2.266	0.023
Y3	0.280	0.132	2.125	0.034
Y4	-0.138	0.147	-0.939	0.348

KW WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
SK	0.000	0.000	999.000	999.000

SK WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
-----	-------	-------	---------	---------

Means

KW	-0.001	0.127	-0.006	0.995
SK	0.001	0.128	0.005	0.996
GEN	0.000	0.127	0.004	0.997

Intercepts

X1	4.530	0.404	11.225	0.000
X2	4.318	0.385	11.225	0.000
X3	1.932	0.172	11.225	0.000
X4	3.568	0.318	11.225	0.000
Y1	1.763	0.157	11.225	0.000
Y2	2.808	0.250	11.225	0.000
Y3	3.570	0.318	11.225	0.000
Y4	1.192	0.106	11.225	0.000

Variances

KW	1.000	0.000	999.000	999.000
SK	1.000	0.000	999.000	999.000
GEN	1.000	0.000	999.000	999.000

Residual Variances

X1	0.015	0.003	5.612	0.000
X2	0.884	0.076	11.567	0.000
X3	0.611	0.097	6.266	0.000
X4	0.021	0.004	5.612	0.000
Y1	0.675	0.111	6.103	0.000
Y2	0.855	0.098	8.727	0.000
Y3	0.027	0.005	5.612	0.000
Y4	0.979	0.043	23.012	0.000

R-SQUARE

Group G1

Observed Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
			Est./S.E.	P-Value
X1	0.253	0.022	11.627	0.000
X2	0.186	0.076	2.462	0.014
X3	0.152	0.059	2.572	0.010
X4	0.979	0.002	519.184	0.000
Y1	0.023	0.024	0.988	0.323
Y2	0.165	0.078	2.118	0.034
Y3	0.979	0.002	507.968	0.000
Y4	0.040	0.036	1.124	0.261

Group G2

Observed Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
			Est./S.E.	P-Value
X1	0.985	0.003	365.449	0.000
X2	0.116	0.076	1.513	0.130
X3	0.389	0.097	3.996	0.000
X4	0.979	0.004	257.720	0.000
Y1	0.325	0.111	2.935	0.003
Y2	0.145	0.098	1.475	0.140
Y3	0.973	0.005	205.651	0.000
Y4	0.021	0.043	0.489	0.625

MODEL MODIFICATION INDICES

NOTE: Modification indices for direct effects of observed dependent variables regressed on covariates may not be included. To include these, request MODINDICES (ALL).

Minimum M.I. value for printing the modification index 0.000

		M.I.	E.P.C.	Std E.P.C.	StdYX E.P.C.
Group G1					
BY Statements					
KW	BY Y1	0.544	0.520	0.033	0.048
KW	BY Y2	0.484	-0.953	-0.060	-0.061
KW	BY Y3	0.339	0.504	0.032	0.046
KW	BY Y4	0.281	-0.249	-0.016	-0.035
SK	BY X1	0.361	0.142	0.045	0.050
SK	BY X2	0.020	0.035	0.011	0.011
SK	BY X3	1.607	-0.230	-0.073	-0.090
SK	BY X4	0.910	0.160	0.050	0.073
GEN	BY X1	0.083	-0.055	-0.025	-0.028
ON/BY Statements					
KW	ON SK	/			
SK	BY KW		0.573	0.012	0.062
KW	ON GEN	/			
GEN	BY KW		0.083	-0.055	-0.396
SK	ON KW	/			
KW	BY SK		0.573	0.311	0.062
GEN	ON KW	/			
KW	BY GEN		0.083	-2.830	-0.396
GEN	ON GEN	/			
GEN	BY GEN		0.083	-0.055	-0.055

WITH Statements

X2	WITH X1	0.051	-0.015	-0.015	-0.022
X3	WITH X1	0.037	0.009	0.009	0.016
X3	WITH X2	0.665	-0.044	-0.044	-0.067
X4	WITH X1	0.038	-0.041	-0.041	-0.534
X4	WITH X2	0.943	0.252	0.252	2.814
X4	WITH X3	0.053	-0.117	-0.117	-1.574
Y1	WITH X1	0.101	0.013	0.013	0.025
Y1	WITH X2	0.309	-0.025	-0.025	-0.041
Y1	WITH X3	1.556	0.042	0.042	0.085
Y1	WITH X4	0.201	0.013	0.013	0.193
Y2	WITH X1	0.570	-0.051	-0.051	-0.073
Y2	WITH X2	0.093	0.023	0.023	0.028
Y2	WITH X3	1.714	0.070	0.070	0.105
Y2	WITH X4	0.835	-0.051	-0.051	-0.563
Y2	WITH Y1	0.354	-0.026	-0.026	-0.044
Y3	WITH X1	0.176	0.020	0.020	0.256
Y3	WITH X2	0.202	0.023	0.023	0.252
Y3	WITH X3	1.691	-0.047	-0.047	-0.641
Y3	WITH X4	0.665	0.029	0.029	2.865
Y3	WITH Y1	1.150	-0.189	-0.189	-2.831
Y3	WITH Y2	0.001	-0.007	-0.007	-0.083
Y4	WITH X1	0.347	-0.016	-0.016	-0.048
Y4	WITH X2	1.746	0.039	0.039	0.100
Y4	WITH X3	0.007	0.002	0.002	0.006
Y4	WITH X4	0.234	-0.009	-0.009	-0.216
Y4	WITH Y1	0.797	-0.017	-0.017	-0.058
Y4	WITH Y2	0.121	-0.010	-0.010	-0.026
Y4	WITH Y3	0.304	0.103	0.103	2.383
SK	WITH KW	0.573	0.001	0.062	0.062
GEN	WITH KW	0.083	-0.011	-0.396	-0.396

Variances/Residual Variances

X4	0.054	0.520	0.520	1.089
Y3	0.494	1.230	1.230	2.632
GEN	0.083	-0.022	-0.111	-0.111

Means/Intercepts/Thresholds

[X1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X2]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X3]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X4]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y2]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y3]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y4]	0.000	0.000	0.000	0.000
[KW]	0.000	0.000	0.000	0.000
[SK]	0.000	0.000	0.000	0.000
[GEN]	0.000	0.000	0.000	0.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Group G2

BY Statements

KW	BY Y1	8.053	-1.711	-0.383	-0.506
KW	BY Y2	8.956	1.781	0.398	0.385
KW	BY Y3	1.984	0.466	0.104	0.170
KW	BY Y4	4.822	0.619	0.139	0.281
SK	BY X1	2.285	0.454	0.144	0.177
SK	BY X2	0.057	0.068	0.022	0.029
SK	BY X3	0.005	-0.021	-0.007	-0.007
SK	BY X4	0.439	-0.282	-0.089	-0.130

ON/BY Statements

KW	ON SK	/				
SK	BY KW		3.613	0.187	0.265	0.265
SK	ON KW	/				
KW	BY SK		3.613	0.374	0.265	0.265

WITH Statements

X2	WITH X1	0.548	0.096	0.096	1.361
X3	WITH X1	0.608	0.142	0.142	1.958
X3	WITH X2	0.037	-0.012	-0.012	-0.024
X4	WITH X1	5.086	-0.260	-0.260	-26.042
X4	WITH X2	1.872	0.087	0.087	1.240
X4	WITH X3	1.553	0.104	0.104	1.431
Y1	WITH X1	0.022	0.011	0.011	0.179
Y1	WITH X2	4.111	-0.113	-0.113	-0.257
Y1	WITH X3	2.539	-0.091	-0.091	-0.203
Y1	WITH X4	7.635	0.211	0.211	3.396
Y2	WITH X1	7.517	0.245	0.245	2.562
Y2	WITH X2	0.162	-0.034	-0.034	-0.051
Y2	WITH X3	0.005	0.006	0.006	0.009
Y2	WITH X4	0.021	0.013	0.013	0.139
Y2	WITH Y1	0.875	-0.070	-0.070	-0.119
Y3	WITH X1	0.741	0.044	0.044	4.433
Y3	WITH X2	0.405	0.032	0.032	0.460
Y3	WITH X3	0.026	0.008	0.008	0.116
Y3	WITH X4	0.813	-0.066	-0.066	-6.605
Y3	WITH Y1	0.096	0.077	0.077	1.232
Y3	WITH Y2	0.037	0.086	0.086	0.897
Y4	WITH X1	2.322	0.066	0.066	1.356
Y4	WITH X2	0.489	-0.030	-0.030	-0.088

Y4	WITH X3	0.013	-0.005	-0.005	-0.014
Y4	WITH X4	10.240	-0.143	-0.143	-2.929
Y4	WITH Y1	7.046	0.102	0.102	0.336
Y4	WITH Y2	7.063	0.156	0.156	0.335
Y4	WITH Y3	14.072	-0.570	-0.570	-11.692
SK	WITH KW	3.613	0.019	0.265	0.265

Variances/Residual Variances

X1	1.965	-0.517	-0.517	-0.781
X4	4.135	-0.242	-0.242	-0.515
Y3	0.154	0.574	0.574	1.525

Means/Intercepts/Thresholds

[X1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X2]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X3]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X4]	0.000	0.000	0.000	0.001
[Y1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y2]	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
[Y3]	0.000	0.001	0.001	0.001
[Y4]	0.000	0.000	0.000	0.001

Beginning Time: 21:52:24

Ending Time: 21:52:25

Elapsed Time: 00:00:01

MUTHEN & MUTHEN

3463 Stoner Ave.

Los Angeles, CA 90066

Tel: (310) 391-9971

Fax: (310) 391-8971

Web: www.StatModel.com

Support: Support@StatModel.com

Copyright (c) 1998-2021 Muthen & Muthen

ผลการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลด้านเมตริกซ์ (Metric invariance)

Mplus VERSION 8.7 (Mac)

MUTHEN & MUTHEN

07/16/2022 9:56 PM

INPUT INSTRUCTIONS

TITLE: MGBCFA-form

DATA:

FILE IS "data.csv";

VARIABLE:

NAMES ARE major seminar x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

USEVARIABLES ARE x1 x2 x3 x4 y1 y2 y3 y4;

GROUPING = major(1=g1, 2=g2);

ANALYSIS:

ESTIMATOR = ML;

PROCESSORS = 8;

STARTS = 20;

MODEL:

kw by

x1(a)

x2(b)

x3(c)

x4(d);

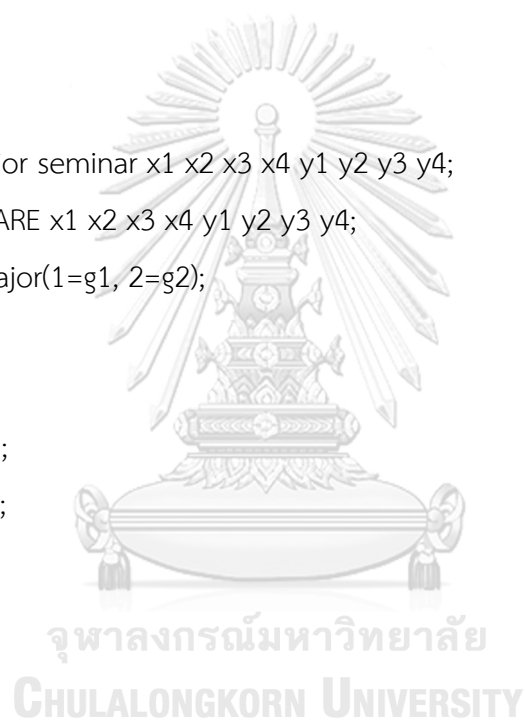
sk by

y1(e)

y2(f)

y3(g)

y4(h);



gen by x1(i)

x2(j)

x3(k)

x4(l)

y1(m)

y2(n)

y3(o)

y4(p);

kw with gen@0;

sk with gen@0;

kw with sk@0;

x4@.01;

[X1@3.073];

[X2@2.526];

[X3@1.162];

[X4@1.976];

[Y1@1.085];

[Y2@1.850];

[Y3@1.599];

[Y4@0.263];

sk@.1;

gen@.2;

y3@.01;

MODEL g2:

kw by

x1(a)

x2(b)

x3(c)

x4(d);



sk by

y1(e)

y2(f)

y3(g)

y4(h);

gen by x1(i)

x2(j)

x3(k)

x4(l)

y1(m)

y2(n)

y3(o)

y4(p);

kw with gen@0;

sk with gen@0;

kw with sk@0;

x4@.01;

[X1@3.683];

[X2@3.238];

[X3@1.794];

[X4@2.444];

[Y1@1.333];

[Y2@2.905];

[Y3@2.190];

[Y4@0.587];

x1@.01;

kw@.05;



OUTPUT: stdyx mod(0)

INPUT READING TERMINATED NORMALLY

MGBCFA-form

SUMMARY OF ANALYSIS

Number of groups 2

Number of observations

Group G1 247

Group G2 63

Total sample size 310

Number of dependent variables 8

Number of independent variables 0

Number of continuous latent variables 3

Observed dependent variables

Continuous

X1 X2 X3 X4 Y1 Y2

Y3 Y4

Continuous latent variables

KW SK GEN

Variables with special functions

Grouping variable MAJOR

Estimator ML

Information matrix OBSERVED

Maximum number of iterations 1000

Convergence criterion 0.500D-04

Maximum number of steepest descent iterations 20

Random Starts Specifications

Number of random starts	20
Random starts scale	0.500D+01

Input data file(s)

data.csv

Input data format FREE

UNIVARIATE SAMPLE STATISTICS

UNIVARIATE HIGHER-ORDER MOMENT DESCRIPTIVE STATISTICS FOR G1

Variable/ Sample Size	Mean/ Variance	Skewness/ Kurtosis	Minimum/ Maximum	% with Min/Max	Percentiles 20%/60% 40%/80% Median		
X1	3.073	-0.656	0.000	0.40%	2.000	3.000	3.000
247.000	0.796	-0.200	5.000	1.21%	3.000	4.000	
X2	2.526	-0.308	0.000	2.02%	2.000	2.000	3.000
247.000	0.986	-0.513	4.000	16.60%	3.000	3.000	
X3	1.162	0.261	0.000	20.65%	0.000	1.000	1.000
247.000	0.646	-0.447	3.000	4.86%	1.000	2.000	
X4	1.976	-0.337	0.000	2.02%	1.000	2.000	2.000
247.000	0.477	0.111	3.000	20.65%	2.000	3.000	
Y1	1.085	-0.105	0.000	19.03%	1.000	1.000	1.000
247.000	0.458	-0.826	2.000	27.53%	1.000	2.000	
Y2	1.850	-0.053	0.000	8.50%	1.000	2.000	2.000
247.000	0.969	-0.669	4.000	2.83%	2.000	3.000	
Y3	1.599	-0.437	0.000	6.07%	1.000	2.000	2.000
247.000	0.467	0.014	3.000	5.26%	2.000	2.000	
Y4	0.263	1.076	0.000	73.68%	0.000	0.000	0.000
247.000	0.194	-0.843	1.000	26.32%	0.000	1.000	

UNIVARIATE HIGHER-ORDER MOMENT DESCRIPTIVE STATISTICS FOR G2

Variable/ Sample Size	Mean/ Variance	Skewness/ Kurtosis	Minimum/ Maximum	% with Min/Max	Percentiles 20%/60% 40%/80% Median		
X1	3.683	-1.131	0.000	1.59%	3.000	3.000	4.000
63.000	0.661	4.754	5.000	12.70%	4.000	4.000	
X2	3.238	-0.646	1.000	1.59%	3.000	3.000	3.000
63.000	0.562	-0.235	4.000	41.27%	4.000	4.000	
X3	1.794	-0.532	0.000	12.70%	1.000	2.000	2.000
63.000	0.862	-0.504	3.000	22.22%	2.000	3.000	
X4	2.444	-0.837	1.000	11.11%	2.000	2.000	3.000
63.000	0.469	-0.503	3.000	55.56%	3.000	3.000	
Y1	1.333	-0.637	0.000	17.46%	1.000	1.000	2.000
63.000	0.571	-0.991	2.000	50.79%	2.000	2.000	
Y2	2.905	-0.497	1.000	12.70%	2.000	3.000	3.000
63.000	1.070	-0.962	4.000	36.51%	3.000	4.000	
Y3	2.190	-0.549	0.000	1.59%	2.000	2.000	2.000
63.000	0.376	1.351	3.000	28.57%	2.000	3.000	
Y4	0.587	-0.355	0.000	41.27%	0.000	0.000	1.000
63.000	0.242	-1.874	1.000	58.73%	1.000	1.000	

RANDOM STARTS RESULTS RANKED FROM THE BEST TO THE WORST FIT FUNCTION VALUES

Fit function values at local maxima and random start numbers:

114.9341	18
114.9341	unperturbed
114.9341	6
114.9341	20
114.9341	5
122.1594	3
122.1594	9
122.1594	7
140.2741	1
140.2741	11
140.2741	17
140.2741	2
140.2741	15
147.9867	8
147.9867	12
190.6152	19
190.6152	10
209.6731	14
209.6731	4

2 starting value run(s) did not converge.

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 31

Loglikelihood

H0 Value -2747.937

H1 Value -2690.470

Information Criteria

Akaike (AIC) 5557.874

Bayesian (BIC) 5673.708

Sample-Size Adjusted BIC 5575.388

$(n^* = (n + 2) / 24)$

Chi-Square Test of Model Fit

Value 114.934

Degrees of Freedom 57

P-Value 0.0000

Chi-Square Contribution From Each Group

G1 45.571

G2 69.363

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate 0.081

90 Percent C.I. 0.059 0.102

Probability RMSEA \leq .05 0.011

CFI/TLI

CFI 0.628

TLI 0.634

Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value	211.706
Degrees of Freedom	56
P-Value	0.0000

SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

Value	0.108
-------	-------

MODEL RESULTS

		Two-Tailed			
		Estimate	S.E.	Est./S.E.	P-Value
Group G1					
KW	BY				
	X1	1.000	0.000	999.000	999.000
	X2	0.088	0.272	0.325	0.745
	X3	1.110	0.248	4.470	0.000
	X4	3.224	0.285	11.318	0.000
SK	BY				
	Y1	1.000	0.000	999.000	999.000
	Y2	-0.018	0.208	-0.089	0.929
	Y3	2.114	0.098	21.599	0.000
	Y4	-0.203	0.090	-2.256	0.024
GEN	BY				
	X1	1.000	0.000	999.000	999.000
	X2	0.743	0.152	4.878	0.000
	X3	0.688	0.147	4.669	0.000
	X4	0.020	0.157	0.130	0.896
	Y1	0.054	0.130	0.414	0.679
	Y2	0.952	0.176	5.424	0.000
	Y3	0.448	0.128	3.494	0.000
	Y4	0.169	0.078	2.157	0.031

KW	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
SK		0.000	0.000	999.000	999.000
SK	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
Means					
KW		0.000	0.000	999.000	999.000
SK		0.000	0.000	999.000	999.000
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
Intercepts					
X1		3.073	0.000	999.000	999.000
X2		2.526	0.000	999.000	999.000
X3		1.162	0.000	999.000	999.000
X4		1.976	0.000	999.000	999.000
Y1		1.085	0.000	999.000	999.000
Y2		1.850	0.000	999.000	999.000
Y3		1.599	0.000	999.000	999.000
Y4		0.263	0.000	999.000	999.000
Variances					
KW		0.045	0.009	5.029	0.000
SK		0.100	0.000	999.000	999.000
GEN		0.200	0.000	999.000	999.000
Residual Variances					
X1		0.609	0.069	8.770	0.000
X2		0.850	0.087	9.725	0.000
X3		0.534	0.056	9.475	0.000
X4		0.010	0.000	999.000	999.000
Y1		0.500	0.046	10.895	0.000
Y2		0.800	0.092	8.691	0.000
Y3		0.010	0.000	999.000	999.000
Y4		0.185	0.017	10.621	0.000

Group G2

KW BY

X1	-0.343	0.525	-0.654	0.513
X2	0.088	0.272	0.325	0.745
X3	1.110	0.248	4.470	0.000
X4	3.224	0.285	11.318	0.000

SK BY

Y1	0.738	0.347	2.127	0.033
Y2	-0.018	0.208	-0.089	0.929
Y3	2.114	0.098	21.599	0.000
Y4	-0.203	-0.090	-2.256	0.024

GEN BY

X1	1.800	0.150	12.027	0.000
X2	0.743	0.152	4.878	0.000
X3	0.688	0.147	4.669	0.000
X4	0.020	0.157	0.130	0.896
Y1	0.054	0.130	0.414	0.679
Y2	0.952	0.176	5.424	0.000
Y3	0.448	0.128	3.494	0.000
Y4	0.169	0.078	2.157	0.031

KW WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
SK	0.000	0.000	999.000	999.000

SK WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
-----	-------	-------	---------	---------

Means

KW	0.000	0.028	0.005	0.996
SK	0.000	0.040	0.007	0.995
GEN	0.000	0.057	-0.004	0.997

Intercepts

X1	3.683	0.000	999.000	999.000
X2	3.238	0.000	999.000	999.000
X3	1.794	0.000	999.000	999.000
X4	2.444	0.000	999.000	999.000
Y1	1.333	0.000	999.000	999.000
Y2	2.905	0.000	999.000	999.000
Y3	2.190	0.000	999.000	999.000
Y4	0.587	0.000	999.000	999.000

Variances

KW	0.050	0.000	999.000	999.000
SK	0.100	0.000	999.000	999.000
GEN	0.200	0.000	999.000	999.000

Residual Variances

X1	0.010	0.000	999.000	999.000
X2	0.512	0.093	5.519	0.000
X3	0.562	0.103	5.453	0.000
X4	0.010	0.000	999.000	999.000
Y1	0.528	0.095	5.591	0.000
Y2	0.849	0.154	5.509	0.000
Y3	0.010	0.000	999.000	999.000
Y4	0.232	0.041	5.588	0.000

QUALITY OF NUMERICAL RESULTS

Condition Number for the Information Matrix 0.524E-04

(ratio of smallest to largest eigenvalue)

STANDARDIZED MODEL RESULTS

STDYX Standardization

		Two-Tailed			
		Estimate	S.E.	Est./S.E.	P-Value
Group G1					
KW	BY				
	X1	0.229	0.023	9.862	0.000
	X2	0.019	0.059	0.324	0.746
	X3	0.284	0.058	4.875	0.000
	X4	0.989	0.002	615.305	0.000
SK	BY				
	Y1	0.408	0.016	25.980	0.000
	Y2	-0.006	0.066	-0.089	0.929
	Y3	0.948	0.024	39.858	0.000
	Y4	-0.145	0.064	-2.282	0.022
GEN	BY				
	X1	0.484	0.020	24.300	0.000
	X2	0.339	0.068	4.958	0.000
	X3	0.372	0.076	4.877	0.000
	X4	0.013	0.101	0.130	0.896
	Y1	0.031	0.075	0.415	0.678
	Y2	0.430	0.076	5.682	0.000
	Y3	0.284	0.080	3.575	0.000
	Y4	0.172	0.079	2.180	0.029

KW	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
SK		0.000	0.000	999.000	999.000
SK	WITH				
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
Means					
KW		0.000	0.000	999.000	999.000
SK		0.000	0.000	999.000	999.000
GEN		0.000	0.000	999.000	999.000
Intercepts					
X1		3.326	0.137	24.300	0.000
X2		2.576	0.112	23.050	0.000
X3		1.405	0.064	22.122	0.000
X4		2.862	0.129	22.170	0.000
Y1		1.400	0.054	25.980	0.000
Y2		1.868	0.082	22.653	0.000
Y3		2.268	0.091	24.821	0.000
Y4		0.596	0.027	22.317	0.000
Variances					
KW		1.000	0.000	999.000	999.000
SK		1.000	0.000	999.000	999.000
GEN		1.000	0.000	999.000	999.000
Residual Variances					
X1		0.713	0.024	29.386	0.000
X2		0.885	0.046	19.061	0.000
X3		0.781	0.057	13.794	0.000
X4		0.021	0.002	11.085	0.000
Y1		0.833	0.013	63.937	0.000
Y2		0.815	0.065	12.498	0.000
Y3		0.020	0.002	12.411	0.000
Y4		0.949	0.035	27.180	0.000

Group G2

KW BY

X1	-0.094	0.143	-0.659	0.510
X2	0.025	0.077	0.326	0.745
X3	0.293	0.067	4.371	0.000
X4	0.990	0.002	501.238	0.000

SK BY

Y1	0.305	0.133	2.295	0.022
Y2	-0.006	0.065	-0.089	0.929
Y3	0.948	0.024	39.858	0.000
Y4	-0.130	-0.058	-2.266	0.023

GEN BY

X1	0.988	0.014	73.178	0.000
X2	0.421	0.074	5.653	0.000
X3	0.363	0.076	4.756	0.000
X4	0.013	0.096	0.130	0.896
Y1	0.031	0.076	0.414	0.679
Y2	0.419	0.073	5.766	0.000
Y3	0.284	0.080	3.575	0.000
Y4	0.154	0.071	2.157	0.031

KW WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
SK	0.000	0.000	999.000	999.000

SK WITH

GEN	0.000	0.000	999.000	999.000
-----	-------	-------	---------	---------

Means

KW	0.001	0.127	0.005	0.996
SK	0.001	0.127	0.007	0.995
GEN	-0.001	0.127	-0.004	0.997

Intercepts

X1	4.521	0.373	12.115	0.000
X2	4.102	0.355	11.559	0.000
X3	2.117	0.155	13.665	0.000
X4	3.358	0.291	11.524	0.000
Y1	1.745	0.159	10.958	0.000
Y2	2.862	0.228	12.547	0.000
Y3	3.106	0.125	24.821	0.000
Y4	1.194	0.103	11.552	0.000

Variances

KW	1.000	0.000	999.000	999.000
SK	1.000	0.000	999.000	999.000
GEN	1.000	0.000	999.000	999.000

Residual Variances

X1	0.015	0.002	6.057	0.000
X2	0.822	0.063	13.124	0.000
X3	0.783	0.062	12.531	0.000
X4	0.019	0.003	5.762	0.000
Y1	0.906	0.081	11.159	0.000
Y2	0.824	0.061	13.481	0.000
Y3	0.020	0.002	12.411	0.000
Y4	0.959	0.029	33.544	0.000

R-SQUARE

Group G1

Observed Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
			Est./S.E.	P-Value
X1	0.287	0.024	11.826	0.000
X2	0.115	0.046	2.483	0.013
X3	0.219	0.057	3.872	0.000
X4	0.979	0.002	517.211	0.000
Y1	0.167	0.013	12.859	0.000
Y2	0.185	0.065	2.833	0.005
Y3	0.980	0.002	604.516	0.000
Y4	0.051	0.035	1.447	0.148

Group G2

Observed Variable	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
			Est./S.E.	P-Value
X1	0.985	0.002	395.880	0.000
X2	0.178	0.063	2.839	0.005
X3	0.217	0.062	3.482	0.000
X4	0.981	0.003	299.421	0.000
Y1	0.094	0.081	1.161	0.245
Y2	0.176	0.061	2.877	0.004
Y3	0.980	0.002	604.516	0.000
Y4	0.041	0.029	1.424	0.154

MODEL MODIFICATION INDICES

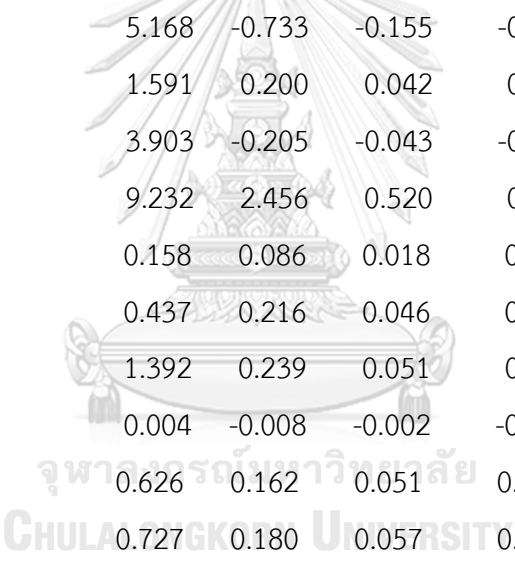
NOTE: Modification indices for direct effects of observed dependent variables regressed on covariates may not be included. To include these, request MODINDICES (ALL).

Minimum M.I. value for printing the modification index 0.000

M.I. E.P.C. Std E.P.C. StdYX E.P.C.

Group G1

BY Statements



KW	BY X1	5.168	-0.733	-0.155	-0.168
KW	BY X2	1.591	0.200	0.042	0.043
KW	BY X3	3.903	-0.205	-0.043	-0.053
KW	BY X4	9.232	2.456	0.520	0.754
KW	BY Y1	0.158	0.086	0.018	0.024
KW	BY Y2	0.437	0.216	0.046	0.046
KW	BY Y3	1.392	0.239	0.051	0.072
KW	BY Y4	0.004	-0.008	-0.002	-0.004
SK	BY X1	0.626	0.162	0.051	0.056
SK	BY X2	0.727	0.180	0.057	0.058
SK	BY X3	1.465	-0.210	-0.066	-0.080
SK	BY X4	2.440	0.224	0.071	0.102
SK	BY Y1	26.587	-0.799	-0.253	-0.326
SK	BY Y2	1.252	-0.121	-0.038	-0.039
SK	BY Y3	2.405	0.076	0.024	0.034
SK	BY Y4	0.113	-0.014	-0.004	-0.010
GEN	BY X1	0.325	-0.115	-0.051	-0.056
GEN	BY X2	2.120	0.201	0.090	0.092
GEN	BY X3	1.651	-0.126	-0.056	-0.068
GEN	BY X4	0.513	-0.029	-0.013	-0.019

GEN	BY Y1	0.185	-0.036	-0.016	-0.021
GEN	BY Y2	0.266	-0.068	-0.030	-0.031
GEN	BY Y3	0.103	0.027	0.012	0.017
GEN	BY Y4	0.259	-0.025	-0.011	-0.026

ON/BY Statements

KW	ON SK	/				
SK	BY KW		2.155	0.068	0.102	0.102
KW	ON GEN	/				
GEN	BY KW		2.121	-0.144	-0.303	-0.303
SK	ON KW	/				
KW	BY SK		2.155	0.152	0.102	0.102
SK	ON SK	/				
SK	BY SK		2.683	-0.150	-0.150	-0.150
SK	ON GEN	/				
GEN	BY SK		0.048	0.026	0.036	0.036
GEN	ON KW	/				
KW	BY GEN		2.121	-0.640	-0.303	-0.303
GEN	ON SK	/				
SK	BY GEN		0.048	0.051	0.036	0.036
GEN	ON GEN	/				
GEN	BY GEN		0.277	-0.073	-0.073	-0.073

WITH Statements

X2	WITH X1	0.137	0.021	0.021	0.030
X3	WITH X1	0.020	-0.007	-0.007	-0.012
X3	WITH X2	0.533	-0.037	-0.037	-0.055
X4	WITH X1	4.683	-0.098	-0.098	-1.253
X4	WITH X2	1.669	0.085	0.085	0.921
X4	WITH X3	2.899	-0.113	-0.113	-1.545
Y1	WITH X1	0.660	0.034	0.034	0.061

Y1	WITH X2	0.001	-0.002	-0.002	-0.003
Y1	WITH X3	4.374	0.075	0.075	0.145
Y1	WITH X4	0.159	-0.012	-0.012	-0.168
Y2	WITH X1	0.961	-0.061	-0.061	-0.087
Y2	WITH X2	0.424	0.042	0.042	0.051
Y2	WITH X3	0.811	0.048	0.048	0.074
Y2	WITH X4	0.336	0.026	0.026	0.293
Y2	WITH Y1	0.161	0.018	0.018	0.029
Y3	WITH X1	0.060	0.010	0.010	0.124
Y3	WITH X2	0.964	0.040	0.040	0.437
Y3	WITH X3	4.225	-0.069	-0.069	-0.949
Y3	WITH X4	2.702	0.046	0.046	4.606
Y3	WITH Y1	27.248	-0.171	-0.171	-2.413
Y3	WITH Y2	1.459	-0.079	-0.079	-0.889
Y4	WITH X1	0.528	-0.019	-0.019	-0.057
Y4	WITH X2	1.576	0.035	0.035	0.087
Y4	WITH X3	0.017	-0.003	-0.003	-0.009
Y4	WITH X4	0.013	0.002	0.002	0.050
Y4	WITH Y1	0.238	-0.010	-0.010	-0.032
Y4	WITH Y2	0.301	-0.016	-0.016	-0.041
Y4	WITH Y3	0.016	0.004	0.004	0.091
SK	WITH KW	2.155	0.007	0.102	0.102
GEN	WITH KW	2.121	-0.029	-0.303	-0.303
GEN	WITH SK	0.048	0.005	0.036	0.036

Variances/Residual Variances

X4	8.538	0.362	0.362	0.761
Y3	15.347	0.281	0.281	0.564
SK	2.683	-0.030	-0.300	-0.300
GEN	0.277	-0.029	-0.146	-0.146

Means/Intercepts/Thresholds

[X1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X2]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X3]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X4]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y2]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y3]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y4]	0.000	0.000	0.000	0.000
[KW]	0.000	0.000	0.000	0.000
[SK]	0.000	0.000	0.000	0.000
[GEN]	0.000	0.000	0.000	0.000

Group G2

BY Statements

KW	BY X2	1.591	-0.459	-0.103	-0.130
KW	BY X3	3.903	0.794	0.178	0.210
KW	BY X4	9.232	-0.208	-0.046	-0.064
KW	BY Y1	16.228	1.670	0.373	0.489
KW	BY Y2	3.211	1.043	0.233	0.230
KW	BY Y3	0.072	-0.103	-0.023	-0.033
KW	BY Y4	2.582	-0.448	-0.100	-0.204
SK	BY X1	0.057	-0.074	-0.023	-0.029
SK	BY X2	0.003	0.015	0.005	0.006
SK	BY X3	0.041	0.062	0.019	0.023
SK	BY X4	1.224	0.314	0.099	0.137
SK	BY Y2	1.252	0.360	0.114	0.112
SK	BY Y3	2.405	-0.263	-0.083	-0.118
SK	BY Y4	0.113	0.059	0.019	0.038

GEN	BY X2	2.120	-0.225	-0.101	-0.127
GEN	BY X3	1.651	0.227	0.102	0.120
GEN	BY X4	0.513	0.200	0.089	0.123
GEN	BY Y1	0.185	0.072	0.032	0.042
GEN	BY Y2	0.266	0.111	0.050	0.049
GEN	BY Y3	0.103	-0.047	-0.021	-0.030
GEN	BY Y4	0.259	0.059	0.026	0.053

ON/BY Statements

KW	ON KW	/			
KW	BY KW		5.168	-0.733	-0.733
KW	ON SK	/			
SK	BY KW		1.652	0.122	0.172
KW	ON GEN	/			
GEN	BY KW		1.680	-0.141	0.281
SK	ON KW	/			
KW	BY SK		1.652	0.243	0.172
SK	ON SK	/			
SK	BY SK		2.534	-0.164	-0.164
SK	ON GEN	/			
GEN	BY SK		0.074	-0.032	-0.045
GEN	ON KW	/			
KW	BY GEN		1.680	0.563	0.281
GEN	ON SK	/			
SK	BY GEN		0.074	-0.064	-0.045
GEN	ON GEN	/			
GEN	BY GEN		0.042	0.043	0.043

WITH Statements

X2	WITH X1	0.290	-0.040	-0.040	-0.555
X3	WITH X1	0.893	0.068	0.068	0.901
X3	WITH X2	0.286	-0.036	-0.036	-0.068
X4	WITH X1	0.555	-0.128	-0.128	-12.752
X4	WITH X2	0.979	-0.075	-0.075	-1.049
X4	WITH X3	4.367	0.169	0.169	2.253
Y1	WITH X1	0.616	0.051	0.051	0.706
Y1	WITH X2	5.304	-0.151	-0.151	-0.291
Y1	WITH X3	0.098	-0.022	-0.022	-0.040
Y1	WITH X4	16.032	0.250	0.250	3.442
Y2	WITH X1	0.010	-0.010	-0.010	-0.104
Y2	WITH X2	0.427	-0.055	-0.055	-0.083
Y2	WITH X3	0.210	0.040	0.040	0.058
Y2	WITH X4	2.268	0.130	0.130	1.414
Y2	WITH Y1	0.323	0.048	0.048	0.072
Y3	WITH X1	0.217	-0.028	-0.028	-2.831
Y3	WITH X2	0.469	0.040	0.040	0.553
Y3	WITH X3	0.056	0.014	0.014	0.191
Y3	WITH X4	0.154	-0.022	-0.022	-2.244
Y3	WITH Y1	3.123	0.813	0.813	11.183
Y3	WITH Y2	1.181	0.092	0.092	0.996
Y4	WITH X1	0.006	0.003	0.003	0.068
Y4	WITH X2	0.269	-0.023	-0.023	-0.065
Y4	WITH X3	0.184	-0.020	-0.020	-0.054
Y4	WITH X4	1.801	-0.056	-0.056	-1.168
Y4	WITH Y1	3.035	0.077	0.077	0.220
Y4	WITH Y2	2.877	0.095	0.095	0.214
Y4	WITH Y3	0.069	-0.011	-0.011	-0.234
SK	WITH KW	1.652	0.012	0.172	0.172
GEN	WITH KW	1.680	0.028	0.281	0.281

GEN	WITH SK	0.074	-0.006	-0.045	-0.045
-----	---------	-------	--------	--------	--------

Variances/Residual Variances

X1	0.000	0.000	0.000	0.000
X4	9.184	-0.602	-0.602	-1.137
Y3	2.599	-0.147	-0.147	-0.295
KW	5.168	-0.073	-1.465	-1.465
SK	2.534	-0.033	-0.329	-0.329
GEN	0.042	0.017	0.086	0.086

Means/Intercepts/Thresholds

[X1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X2]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X3]	0.000	0.000	0.000	0.000
[X4]	0.000	0.001	0.001	0.001
[Y1]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y2]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y3]	0.000	0.000	0.000	0.000
[Y4]	0.000	0.000	0.000	0.001

Beginning Time: 21:56:44

Ending Time: 21:56:44

Elapsed Time: 00:00:00

MUTHEN & MUTHEN

3463 Stoner Ave.

Los Angeles, CA 9006

Tel: (310) 391-9971

Fax: (310) 391-8971

Web: www.StatModel.comSupport: Support@StatModel.com

Copyright (c) 1998-2021 Muthen & Muthen

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วิสูตร สุวรรณสันติสุข
วัน เดือน ปี เกิด	30 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	13 หมู่ 3 แขวงหนองแขม เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2561 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิชาสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	666/200 แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160

