Journal of Education Studies
วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีที่ 48 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม - ธันวาคม 2563) หน้า 320-335

ประสิทธิภาพของการใช้แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลในการสอนวิชาวิธีการศึกษาธรณีวิทยาภาคสนาม

Effective Use of Digital Outcrop Models in the Teaching of Field Methods in Geology

สุคนธ์เมธ จิตรมหันตกุล[1]
Sukonmeth Jitmahantakul[1]

บทคัดย่อ

ความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติและเชิงวัตถุถูกใช้อย่างมากในการทำงานธรณีวิทยาภาคสนาม อย่างไรก็ตาม ในชั้นเรียนธรณีวิทยานิยมใช้ภาพถ่าย แผนภาพ และแผนที่ เป็นสื่อประกอบการสอน โดยสิ่งที่แสดงในสื่อเป็นผลจากการแปลงภาพสามมิติให้อยู่ในรูปของสองมิติ การใช้ภาพลักษณะนี้อาจไม่เป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติ ทำให้ผู้ศึกษาไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับระยะ ขนาดและการเอียงเทของชั้นหินที่ได้รับก่อนออกภาคสนามกับสิ่งที่พบในพื้นที่จริงได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและพัฒนาความสามารถเชิงมิติของนิสิตชั้นปีที่ 2 ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 32 คน โดยการสร้างแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลชนิดสามมิติ บริเวณเหมืองหินปูน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ซึ่งนิสิตจะถูกทดสอบด้วยการกะขนาดกล่องสี่เหลี่ยม จำนวน 4 กล่อง และมุมเอียงเทชั้นหินปูนที่ปรากฏอยู่ในแบบจำลองหินโผล่ เปรียบเทียบกับนิสิตที่ใช้แบบทดสอบจากภาพถ่ายหินโผล่ในสถานที่เดียวกัน ผลการทดสอบ พบว่า นิสิตที่ใช้แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลมีความสามารถในการกะขนาดและมุมที่ได้ดีกว่า แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลมีประสิทธิภาพต่อการรู้จำปริภูมิที่ถูกต้องแม่นยำของนิสิตธรณีวิทยาในห้องเรียนก่อนการสำรวจพื้นที่จริง

คำสำคัญ: ธรณีวิทยา, การรู้จำปริภูมิ, แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล

Article Info: Received 16 June, 2019; **Received in revised form** 5 August, 2019; **Accepted** 15 August, 2019

[1] นักวิจัยหน่วยปฏิบัติการวิจัยการวิเคราะห์แอ่งตะกอนและวิวัฒนาการทางธรณีโครงสร้าง, อาจารย์ประจำภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล: sukonmeth.j@chula.ac.th
Researcher in Basin Analysis and Structural Evolution (BASE) Research Unit, Lecturer in Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University Email: sukonmeth.j@chula.ac.th

หมายเหตุ: งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยในชั้นเรียนภาคต้น ปีการศึกษา 2559 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abstract

Spatial visualization and object visualization are frequently used in geological fieldwork. However, geology classrooms usually use photographs, diagrams and maps as teaching media. Three-dimensional objects are represented by two-dimensional graphics in media, which does not promote the development of spatial visualization. As a result, students fail to match their pre-field mental imagery (i.e. distance, size, inclination of bedding) with the natural outcrop features. This study aimed to improve the spatial abilities of second-year students at the Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University by creating a Digital Outcrop Model (DOM) of a limestone quarry in Saraburi Province. Thirty-two students were asked to estimate the absolute size of four boxes as well as apparent dips in a limestone bed using the DOM along with a static outcrop image from the same location. The results showed that the DOM increased the accuracy of size and angle estimations. These results suggest that DOMs could be useful for geology students to improve their spatial cognition in class before working in the field.

Keywords: geology, spatial cognition, digital outcrop model

บทนำ

วิชาวิธีการศึกษาธรณีวิทยาภาคสนาม 1 (Field Methods in Geology 1) เป็นวิชาบังคับของนิสิตชั้นปีที่ 2 ในหลักสูตรปริญญาตรี สาขาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีจุดประสงค์เพื่อให้นิสิตมีทักษะพื้นฐานสำหรับปฏิบัติงานการสำรวจด้านธรณีวิทยาในภาคสนาม เช่น การบรรยายหินโผล่ (outcrops) การใช้เข็มทิศธรณี วัดค่าการวางตัวของชั้นหิน และการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ภูมิประเทศ นิสิตจะได้รับการฝึกทักษะต่าง ๆ จากการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการทุกสัปดาห์ นอกจากนี้ ในช่วงปลายภาคการศึกษานิสิตจะได้ออกสำรวจภาคสนามในพื้นที่จังหวัดสระบุรีและจังหวัดลพบุรี (ภาพ 1ก) โดยก่อนออกเดินทางนิสิตจะได้รับข้อมูลธรณีวิทยาเบื้องต้นจากรายงานการสำรวจ แผนที่ธรณีวิทยา และภาพถ่ายสภาพหินโผล่ เพื่อให้นิสิตได้เตรียมพร้อมสำหรับการนำความรู้ความเข้าใจจากการเรียนในห้องปฏิบัติการมาใช้กับการทำงานในพื้นที่จริง

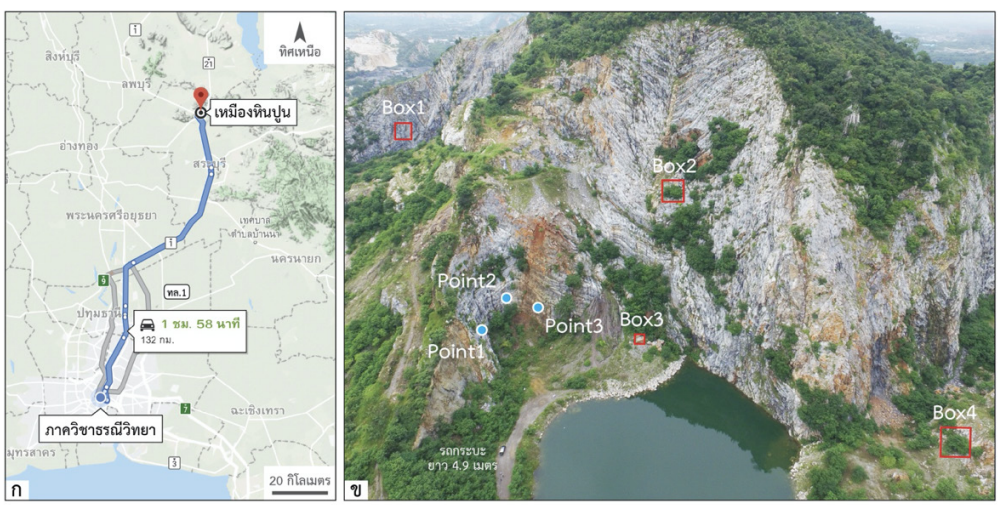
อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2558 พบว่า เมื่อเดินทางถึงจุดสำรวจแล้ว นิสิตไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากภาพหินโผล่ที่ได้รับก่อนออกภาคสนามกับหินโผล่เดียวกันในพื้นที่จริงได้ ซึ่งเป็นผลจากปัญหาด้านการรู้จำปริภูมิ (spatial

cognition) โดยเมื่ออยู่ในพื้นที่จริงแล้ว สิ่งที่นิสิตเห็นจะเป็นมุมมองที่แตกต่างจากภาพที่เคยได้รับรู้ นิสิตหลายคนเกิดความสับสนในเรื่องของทิศทาง นอกจากนี้ ในส่วนของระยะทาง ขนาดหินโผล่ และมุมเอียงเทชั้นหินมักไม่ตรงกับที่ประเมินไว้ก่อนออกภาคสนาม ส่งผลให้นิสิตไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ครบตามแผนและเวลาที่กำหนด

ดังนั้น เพื่อช่วยให้นิสิตได้มีการรู้จำปริภูมิของหินโผล่อย่างถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ทั้งในแง่ของการกะขนาดและมุมเอียงเทของชั้นหินก่อนการสำรวจจริง งานวิจัยโครงการนี้ได้จัดทำแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล (Digital Outcrop Model หรือ DOM) ชนิดสามมิติ บริเวณเหมืองหินปูน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี (ภาพ 1ข) ซึ่งเป็นภูเขาหินปูนยุคเพอร์เมียนที่แสดงการคดโค้งของชั้นหินชัดเจน (Ueno & Charoentitirat, 2011) และนำมาจัดทำเป็นแบบทดสอบด้านการกะขนาดและมุมเอียงเทของชั้นหิน โดยผลการวิจัยจะพิจารณาประสิทธิภาพของการใช้แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลจากคำตอบที่ตรงกับสภาพพื้นที่จริงและเปรียบเทียบคำตอบกับของนิสิตที่ทำการทดสอบด้วยภาพถ่ายหินโผล่ ซึ่งเป็นวิธีการเดิมที่เคยใช้สอนในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2558

ภาพ 1

(ก) แผนที่แสดงเส้นทางจากภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไปยังเหมืองหินปูน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี (ข) ภาพถ่ายมุมสูงของหินโผล่ในพื้นที่เหมือง มุมมองของภาพไปทางทิศตะวันตก กล่องสี่เหลี่ยมสีแดงใช้สำหรับการทดสอบการกะขนาด จุดสีขาวใช้สำหรับทดสอบการกะมุมเอียงเทของชั้นหินปูน ในภาพมีรถกระบะยาว 4.9 เมตร ใช้เป็นมาตราส่วน



ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบสำคัญของการศึกษาธรณีวิทยา (Black, 2005; Kastens & Ishikawa, 2006; Libarkin & Brick, 2002; Orion et al., 1997) การรู้จำปริภูมิของนักธรณีวิทยาจะเกี่ยวข้องกับความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติ (spatial visualization) และการมองเห็นได้เชิงวัตถุ (object visualization) ทั้งสองทักษะนี้ถูกใช้อย่างมากในการทำงานด้านธรณีวิทยา (Kastens, 2010) โดยการมองเห็นได้เชิงมิติเป็นความสามารถในการรับข้อมูลและแปลความหมายได้เกี่ยวกับตำแหน่ง ทิศทางและมุมเอียงเทของชั้นหิน ในขณะที่การมองเห็นได้เชิงวัตถุเป็นความสามารถในการรับข้อมูลและแปลความหมายได้เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพ เช่น รูปร่าง สี และพื้นผิว

ตัวอย่างงานด้านธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นได้เชิงมิติ ได้แก่ การมองเห็นสภาพชั้นหินดั้งเดิมก่อนถูกทำให้โค้งงอหรือก่อนถูกรอยเลื่อนตัด การมองภาพในแผนที่หรือจุดในแผนภาพครึ่งทรงกลม การเห็นภาพสามมิติจากข้อมูลมิติเดียวหรือสองมิติ การมองเห็นการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกจากภาพ หรือการจำตำแหน่งของสิ่ง ๆ นั้นได้เมื่อมีการเปลี่ยนรูป ส่วนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุจะถูกใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับการบรรยายลักษณะภูมิประเทศ โครงสร้างหินหรือรอยเลื่อน การจำแนกชนิดหิน แร่ ซากดึกดำบรรพ์ และการจำลักษณะของหินโผล่หรือภาพแผนที่ได้

การจำแนกความสามารถทั้งสองด้านสามารถทำได้โดยใช้แบบทดสอบที่เรียกว่า Object-Spatial Imagery Questionnaire หรือ OSIQ โดยจากการทดสอบกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีในกลุ่มวิทยาศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และทัศนศิลป์ พบว่า แต่ละคนมีความสามารถเน้นไปทางด้านใดด้านหนึ่ง (Blajenkova et al., 2006; Chabris et al., 2006; Kozhevnikov et al., 2005) ตัวอย่างเช่น คนที่ทำแบบทดสอบได้ดีในด้านการมองเห็นได้เชิงมิติส่วนมากจะเป็นผู้ชาย เรียนในสายวิทยาศาสตร์ หรือคนที่เคยเล่นวิดีโอเกม ในขณะที่คนที่ทำแบบทดสอบได้ดีด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุส่วนมากจะเป็นผู้หญิง เรียนในสายมนุษยศาสตร์ หรือคนที่ชอบศิลปะ โดยคะแนนด้านการมองเห็นได้เชิงมิติของนักศึกษาในกลุ่มวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 ขณะที่ด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.26 (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2010)

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการทดสอบกับนักศึกษาธรณีวิทยาโดยตรง แม้ว่างานวิจัยของ Titus and Horsman (2009) ระบุว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาธรณีวิทยา

ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อผ่านการเรียนในวิชาต่าง ๆ ของสาขาธรณีวิทยามากขึ้น แต่ความท้าทายของผู้สอนธรณีวิทยาอยู่ที่การสอนนักศึกษาที่เพิ่งเรียนธรณีวิทยาเป็นครั้งแรก โดยเฉพาะการออกแบบการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีความสามารถทั้งการมองเห็นเชิงมิติและการมองเห็นเชิงวัตถุเท่า ๆ กัน

ในชั้นเรียนธรณีวิทยาทั่วไปนิยมใช้ภาพถ่าย แผนภาพ และแผนที่ เป็นสื่อประกอบการสอน โดยสิ่งที่แสดงออกมาในสื่อเป็นผลจากการแปลงภาพสามมิติให้อยู่ในรูปของสองมิติ การใช้ภาพลักษณะนี้อาจไม่เป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติให้กับนักศึกษาที่มีความถนัดด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุ จากการศึกษาของ Johnson et al. (2013) พบว่า ภาพถ่ายที่สามารถปรับกำลังขยายรูปได้สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการกะขนาดของวัตถุในภาพได้ ช่วยเพิ่มความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติให้กับนักศึกษาที่มีความถนัดด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุได้ ดังนั้น สื่อที่แสดงเป็นรูปสามมิติและปรับกำลังขยายได้น่าจะช่วยพัฒนาทักษะทั้งทางด้านการมองเห็นได้เชิงมิติและการมองเห็นได้เชิงวัตถุของนักศึกษาไปพร้อม ๆ กัน

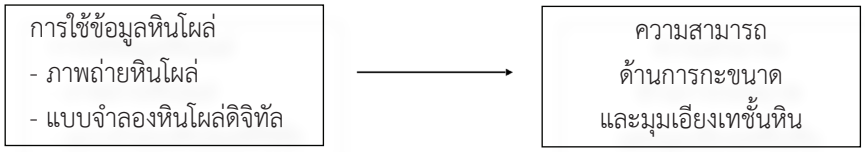
แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล คือ ข้อมูลเชิงเลขและภาพของของหินโผล่ในรูปแบบสามมิติ ซึ่งผู้ศึกษาสามารถปรับมุมมองและมาตราส่วนได้ด้วยคอมพิวเตอร์ เหมาะสำหรับการศึกษารายละเอียดด้านขนาดและรูปร่าง ลักษณะการวางตัวของชั้นหิน และการแปลความหมายทางธรณีวิทยาโครงสร้าง (Bistacchi et al., 2015; Hodgetts, 2013) แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลที่ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้สร้างจากภาพนิ่งที่ถ่ายอย่างต่อเนื่องหลายภาพมาประกอบกันด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและประหยัดกว่าการสร้างแบบจำลองจากเครื่องสแกนเลเซอร์ (Arbués et al., 2012) ดังนั้น การสร้างแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลด้วยวิธีนี้จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ในการทดสอบการรู้จำปริภูมิของนิสิตและวางแผนสำรวจก่อนการสำรวจในสถานที่จริงตามแผนการสอนวิชาวิธีการศึกษาธรณีวิทยาภาคสนามของภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยชิ้นนี้เปรียบเทียบความสามารถด้านการกะขนาดและมุมเอียงเทชั้นหินระหว่างนิสิตที่ดูภาพถ่ายหินโผล่กับนิสิตที่ดูแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล (ภาพ 2) ตัวแปรต้นเป็นภาพถ่ายที่ใช้ในการทดสอบมีข้อจำกัดด้านมุมมองและมีการบิดเบี้ยว (distortion) โดยเฉพาะการถ่ายภาพหินโผล่ขนาดใหญ่แบบมุมกว้าง วัตถุที่อยู่ไกลจากกล้องถ่ายภาพจะมีขนาดปรากฏ

ที่ใหญ่กว่าวัตถุที่อยู่ใกล้กว่า ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการกะระยะและขนาดของผู้ชม (Hegarty et al., 2006) ในขณะที่แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลชนิดสามมิติในพื้นที่เดียวกันสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองของภาพได้ตามทิศทางที่ต้องการ ความแตกต่างระหว่างข้อมูลทั้งสองสามารถสังเกตได้จาก ภาพ 1ข และภาพ 3ก ซึ่งภาพ 3ก แสดงให้เห็นว่า กรอบสี่เหลี่ยมด้านซ้ายสุด (Box1) มีขนาดใหญ่ที่สุด ในขณะที่ภาพ 1ข กรอบนี้มีขนาดเล็กที่สุดเมื่อเทียบกับกรอบอื่น ๆ ในภาพเดียวกัน ดังนั้น การศึกษาด้วยแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลน่าจะมีประสิทธิภาพต่อการพัฒนาความสามารถด้านการรู้จำปริภูมิของหินโผล่ได้ดีกว่าภาพถ่าย โดยเฉพาะความถนัดด้านการมองเห็นได้เชิงมิติ ซึ่งพิจารณาจากความถูกต้องของการกะขนาดและมุมเอียงเทชั้นหิน

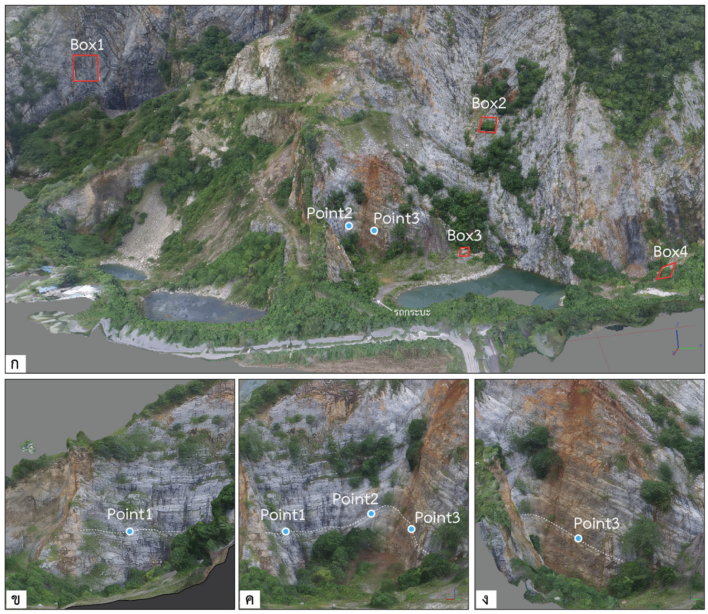
ภาพ 2

แผนภาพกรอบแนวคิดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ซ้าย) และตัวแปรตาม (ขวา)



ภาพ 3

แบบจำลองหินโผล่ชนิดสามมิติบริเวณเหมืองหินปูน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี (ก) มุมสูงแสดงตำแหน่งกรอบสี่เหลี่ยมและจุดสำหรับการตอบแบบทดสอบ (ข-ง) มุมมองตามแนวระดับแสดงการเอียงเทของชั้นหินและความลาดชันของพื้นที่สำรวจ



วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลชนิดสามมิติสำหรับการสอนในวิชาวิธีการศึกษาธรณีวิทยาภาคสนาม

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการกะขนาดและมุมเอียงเทชั้นหินระหว่างนิสิตที่ใช้ข้อมูลแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลกับนิสิตที่ใช้ภาพถ่ายหินโผล่

วิธีการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งสร้างแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล เพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถด้านการกะขนาดและมุมเอียงเทชั้นหิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความถนัดด้านการมองเห็นได้เชิงมิติ ระหว่างนิสิตที่ใช้ข้อมูลแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลกับนิสิตที่ใช้ภาพถ่ายหินโผล่ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลจากการถ่ายภาพหินโผล่บริเวณเหมืองหินปูน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี โดยใช้กล้องดิจิทัลที่ติดกับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินหรือโดรนถ่ายภาพหินโผล่ในหลากหลายมุมมอง ภาพที่ได้ถูกนำมาประกอบกันเป็นแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องด้านสัดส่วนและขนาดของแบบจำลองเทียบกับขนาดที่วัดได้ในสถานที่จริง แบบจำลองหินโผล่สามมิติที่ได้จะถูกนำเสนอผ่านโปรแกรม Agisoft PhotoScan ซึ่งผู้ทดสอบสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองและย่อขยายขนาดของแบบจำลองได้ตามที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 คัดเลือกภาพถ่ายหินโผล่ 1 ภาพ ซึ่งเป็นภาพจากการเก็บข้อมูลในขั้นตอนแรก โดยเป็นภาพที่แสดงภาพรวมทั้งหมดของหินโผล่ (ภาพ 1ข) ภาพที่ได้นี้จะถูกนำเสนอผ่านโปรแกรมดูภาพ Window Photo Viewer ระหว่างการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดคำถาม ประกอบด้วย การวาดกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 4 กรอบ ในภาพถ่ายและในแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลที่ตำแหน่งเดียวกัน เพื่อใช้ทดสอบความสามารถด้านการกะขนาด ซึ่งเป็นการกะความกว้างของกรอบสี่เหลี่ยมในหน่วยเซนติเมตร โดยให้แต่ละกรอบตั้งอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน กำหนดให้กรอบที่ 1 มีขนาดจริงเท่ากับ 1,900 เซนติเมตร กรอบที่ 2 และ 4 มีขนาดจริงเท่ากับ 1,400 เซนติเมตร และกรอบที่ 3 มีขนาดจริงเท่ากับ 700 เซนติเมตร ในส่วนของการทดสอบการกะมุมเอียงเทชั้นหินนั้นได้กำหนดจุดบน

แนวชั้นหินเดียวกันจำนวน 3 จุด บนหน้าผาหินที่หันหน้าไปคนละทิศทาง โดยจุดที่ 2 และ 3 มีมุมเอียงเทเท่ากันคือ 30 องศา ซึ่งเป็นมุมองศาที่วัดจากแนวระดับ ดังภาพ 3 ส่วนจุดที่ 1 มีมุมเอียงเทเท่ากับ 5 องศา

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติและเชิงวัตถุของนิสิตชั้นปีที่ 2 สาขาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 32 คน โดยใช้แบบสอบถาม Object-Spatial Imagery Questionnaire (OSIQ) ของบริษัท MM Virtual Design, LLC. ซึ่งพัฒนาจากงานวิจัยของ Kozhevnikov ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยจอร์จ เมสัน ประเทศสหรัฐอเมริกา จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มนิสิตออกเป็นสองกลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีการคละเพศและจำนวนผู้ที่มีความถนัดด้านการมองเห็นได้เชิงมิติกับผู้ที่มีความถนัดด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุเท่า ๆ กันตามผลการทดสอบ OSIQ ผลคะแนนเฉลี่ยของนิสิตทั้งสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกันจะถูกเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบ independent sample *t*-test เพื่อพิสูจน์ว่า นิสิตทั้งสองกลุ่มมีความสามารถที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบการรู้จำปริภูมิจากการกะขนาดและมุมเอียงเทชั้นหิน โดยให้นิสิตกลุ่มแรกทำแบบทดสอบจากภาพถ่ายหินโผล่ และให้นิสิตกลุ่มที่สองทำแบบทดสอบจากแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล ผลการทดสอบจะถูกประเมินจากความถูกต้องจากคำถาม 2 ชุด ได้แก่ คำถามชุดที่ 1 การกะขนาดกรอบสี่เหลี่ยมในภาพจำนวน 4 ตำแหน่ง (Box1-Box4) และคำถามชุดที่ 2 มุมเอียงเทของชั้นหินตามจุดที่กำหนด 3 จุด (Point1-Point3) ค่าเฉลี่ยคำตอบที่ได้จากนิสิตแต่ละกลุ่มจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าคำตอบที่ถูกต้องโดยใช้การทดสอบ one sample *t*-test

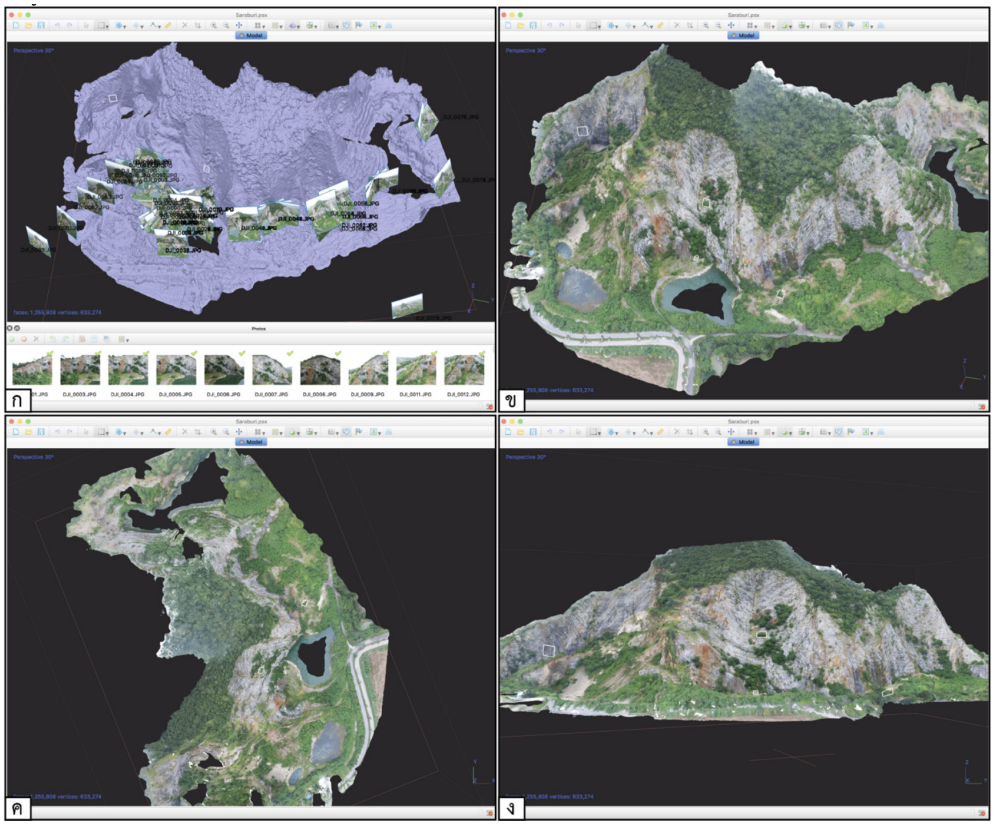
ผลการวิจัย

งานวิจัยโครงการนี้ได้สร้างแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลชนิดสามมิติของเหมืองหินปูนอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan (ภาพ 4) โดยใช้ภาพถ่ายในหลากหลายมุมมองจากการสำรวจด้วยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินหรือโดรน เมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2559 จำนวน 89 ภาพ แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลที่สร้างขึ้นถูกตรวจสอบความถูกต้องด้วยการวัดขนาดและระยะทางในโปรแกรม Agisoft PhotoScan เปรียบเทียบกับขนาดจริง พบว่า แบบจำลองหินโผล่มีขนาดทั้งแนวราบและแนวดิ่งสอดคล้องกับสัดส่วน

ขนาดของเหมืองในสถานที่จริง นอกจากนี้ แนวถนนและหน้าผาหินปูนในแบบจำลองก็มีการทิศทางการวางตัวตรงกับแผนที่ภูมิประเทศ คุณภาพของภาพบนพื้นผิวของแบบจำลองบริเวณหน้าผาหินปูนมีความชัดเจน สามารถสังเกตเห็นแนวการเอียงเทของชั้นหินปูนได้ง่าย ซึ่งต่อมาได้นำแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลนี้มาใช้ในการสอนในวิชาวิธีการศึกษาธรณีวิทยาภาคสนามภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2559 และใช้ในขั้นตอนการทดสอบความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติและเชิงวัตถุ

ภาพ 4

แบบจำลองหินโผล่ชนิดสามมิติบริเวณเหมืองหินปูน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี สำหรับการสอนในวิชาวิธีการศึกษาธรณีวิทยาภาคสนาม ในมุมมองต่าง ๆ (ก) ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวชนิดสามมิติด้วยภาพถ่ายหลากหลายมุมมองด้วยโปรแกรม Agisoft PhotoScan (ข) แบบจำลองหินโผล่เมื่อมองแบบมุมก้มไปทางทิศตะวันตก (ค) แบบจำลองหินโผล่เมื่อมองจากด้านบนหรือแบบแผนที่ (ง) แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลเมื่อมองแนวราบไปทางทิศตะวันออกหรือในทิศทางหันหน้าเข้าหาหน้าผาหินปูน (สามารถรับชมแบบจำลองหินโผล่ได้ที่เว็บไซต์ https://skfb.ly/6L8zG)



นิสิตชั้นปีที่ 2 ภาควิชาธรณีวิทยา จำนวน 32 คน ถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 จำนวน 18 คน เพื่อทำการทดสอบการรู้จำปริภูมิด้วยภาพถ่าย และกลุ่มที่ 2 จำนวน 14 คน เพื่อทำการทดสอบการรู้จำปริภูมิด้วยแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล

ผลการทดสอบ OSIQ พบว่า นิสิตทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุมากกว่าความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติ (ตาราง 1)

แม้ว่านิสิตทั้งสองกลุ่มจะมีคะแนนความสามารถที่แตกต่างกัน แต่เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถของนิสิตระหว่างกลุ่มด้วยวิธีการทดสอบ independent sample *t*-test แล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า *p*-value จากคะแนนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุมีค่าเท่ากับ 0.2995 และค่า *p*-value จากคะแนนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติมีค่าเท่ากับ 0.5803

ตาราง 1

ผลคะแนนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุและความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติจากการทำแบบทดสอบ OSIQ ของนิสิตชั้นปีที่ 2 ภาควิชาธรณีวิทยา ปีการศึกษา 2559 แบ่งตามกลุ่ม

ผลการทดสอบ OSIQ	คะแนนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุ (object visualization)		คะแนนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติ (spatial visualization)		ค่า *t*-value	ค่า *p*-value
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
กลุ่มที่ 1 จำนวน 18 คน	3.54	0.35	3.19	0.34	3.0284	0.002334
กลุ่มที่ 2 จำนวน 14 คน	3.40	0.39	3.13	0.30	2.0405	0.025789

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มนิสิตกับคำตอบที่ถูกต้องด้วยวิธีทดสอบ one sample *t*-test แสดงในตาราง 2 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ผลการทดสอบคำถามชุดที่ 1 ซึ่งเป็นกรอบคำถามที่อยู่ห่างจากจุดถ่ายภาพมากที่สุด พบว่า คำตอบของนิสิตทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าความคำตอบที่ถูกต้อง (ภาพ 5) หากพิจารณาการกะขนาดกรอบสี่เหลี่ยมที่ 1 จะพบว่านิสิตกลุ่มที่ 1 ทุกคนกะขนาดได้น้อยกว่าคำตอบที่ถูกต้องและส่วนมากเป็นคำตอบที่มีค่าน้อยกว่า 500 เมตร ในขณะที่นิสิตกลุ่มที่ 2

มีค่าเฉลี่ยคำตอบที่มีค่า *p*-value จากการทดสอบ t มากกว่านิสิตกลุ่มที่ 1

ในส่วนของคำตอบการกะขนาดกรอบสี่เหลี่ยมที่ 2 พบว่า นิสิตกลุ่มที่ 1 เกือบทั้งหมดกะขนาดได้น้อยกว่าคำตอบที่ถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 520 เมตร ในขณะที่นิสิตกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยคำตอบอยู่ที่ 974 เมตร และมีค่า *p*-value มากกว่านิสิตกลุ่มที่ 1

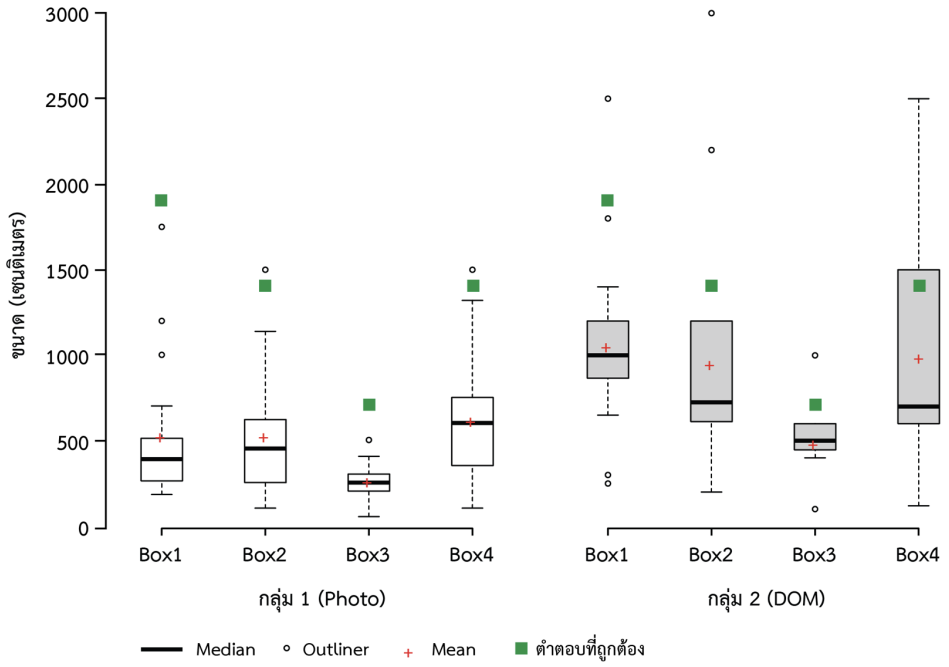
สำหรับกรอบสี่เหลี่ยมที่ 3 ซึ่งเป็นกรอบคำถามที่อยู่ใกล้จากรถกระบะมากที่สุด พบว่า นิสิตทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยและค่ากลางใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้องมากกว่ากรอบสี่เหลี่ยมอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม คำตอบของนิสิตกลุ่มที่ 2 ยังคงมีค่า *p*-value มากกว่านิสิตกลุ่มที่ 1

สำหรับกรอบสี่เหลี่ยมที่ 4 ซึ่งเป็นกรอบที่มีขนาดเท่ากับกรอบสี่เหลี่ยมหมายที่ 2 พบว่า นิสิตแต่ละกลุ่มกะขนาดได้คล้ายกับคำตอบของกรอบสี่เหลี่ยมที่ 2 โดยคำตอบของนิสิตกลุ่มที่ 2 มีค่า *p*-value มากกว่านิสิตกลุ่มที่ 1

ผลการทดสอบคำถามชุดที่ 2 (ภาพ 6) พบว่า นิสิตทั้งสองกลุ่มมีการกะมุมเอียงเทของชั้นหินที่ชันมากกว่าความเป็นจริง โดยจากค่า p-value พบว่าการกะมุมของจุดที่ 3 ของนิสิตกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด (ตาราง 2) ในขณะที่จุดที่ 1 นิสิตทั้งสองกลุ่มให้มีคำตอบที่ผิดพลาดมากที่สุด ซึ่งเป็นจุดบนระนาบที่เกือบขนานกับมุมมองในภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลการกะมุมของจุดที่ 2 และ 3 พบว่า นิสิตที่ใช้แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลมีความสามารถในการกะมุมเอียงเทของชั้นหินปูนได้ดีกว่านิสิตที่ใช้ภาพถ่าย โดยความสามารถในการกะมุมเอียงเทของนิสิตที่ทดสอบด้วยภาพถ่ายจะขึ้นอยู่กับมุมที่มองและการถูกบดบัง ส่วนการทดสอบด้วยแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลนั้น ผู้ทดสอบสามารถบิดมุมมองให้ตั้งฉากกับจุดที่สนใจและเห็นภาพการเอียงเทชั้นหินที่แท้จริงได้

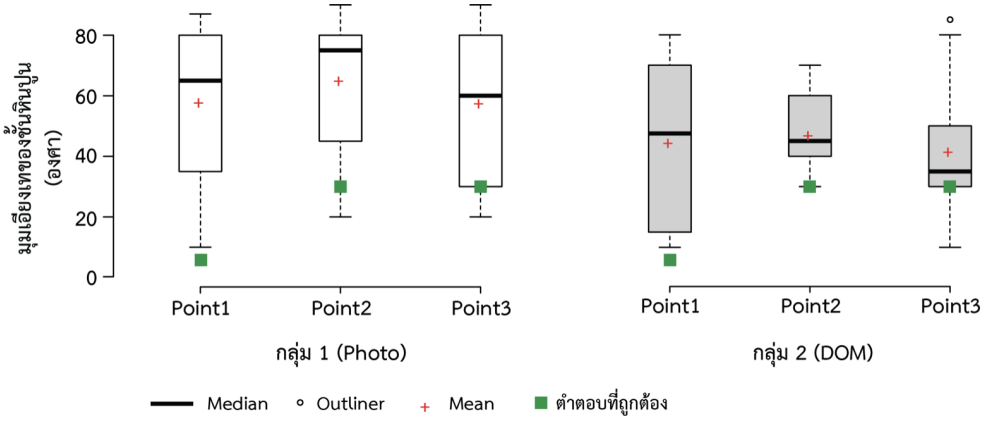
ภาพ 5

คำตอบของคำถามชุดที่ 1 เกี่ยวกับขนาดกรอบสี่เหลี่ยม โดยนิสิตทั้งสองกลุ่ม



ภาพ 6

คำตอบของคำถามชุดที่ 2 เกี่ยวกับมุมเอียงเทของชั้นหินปูน โดยนิสิตทั้งสองกลุ่ม



ตาราง 2

ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคำตอบของกลุ่มนิสิตกับคำตอบที่ถูกต้องด้วยวิธีทดสอบ one sample t-test

กลุ่ม	ค่า *P*-value จากการทดสอบ one sample *t*-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบของกลุ่มนิสิตกับคำตอบที่ถูกต้อง						
	Box1	Box2	Box3	Box4	Point1	Point2	Point3
1 (Photo)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002
2 (DOM)	0.0001	0.0551	0.0022	0.0554	<0.0001	0.0002	0.0664

อภิปรายผล

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ OSIQ พบว่า นิสิตชั้นปีที่ 2 ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีคะแนนความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงวัตถุมากกว่าความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อแบ่งกลุ่มนิสิตที่มีความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติเท่ากันมาทดสอบการกะขนาดและมุมเอียง และเปรียบเทียบความถูกต้องด้วยการทดสอบ t พบว่า นิสิตกลุ่มที่ใช้แบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลตอบคำถามได้ดีกว่านิสิตกลุ่มที่ใช้ภาพถ่าย ดังนั้น การนำแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล ซึ่งเป็นสื่อที่แสดงเป็นรูปสามมิติและปรับกำลังขยายได้ มาใช้ประกอบการเรียนการสอนทางธรณีวิทยาจะช่วยส่งเสริมด้านความสามารถด้านการมองเห็นได้เชิงมิติของนิสิตได้ดีขึ้น โดยผลการทดสอบในงานวิจัยชิ้นนี้สนับสนุนผลการศึกษาของ Johnson et al. (2013) ที่ระบุว่า สื่อที่สามารถปรับกำลังขยายรูปได้สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการกะขนาดของวัตถุในภาพได้

เมื่อตำแหน่งของกรอบสี่เหลี่ยมอยู่ห่างไกลออกไป กลุ่มนิสิตที่ทำแบบทดสอบด้วยภาพถ่ายจะกะขนาดได้ผิดจากความเป็นจริงมากขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มนิสิตที่ทำแบบทดสอบด้วยแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัล เนื่องจากแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลมีข้อได้เปรียบที่ผู้ทดสอบสามารถที่จะปรับมุมมองและย่อขยายแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ทดสอบเห็นสัดส่วนที่แท้จริงของวัตถุจากมุมมองและระยะที่สังเกตต่างๆ ในขณะที่การทดสอบด้วยภาพถ่ายจะถูกจำกัดมุมมองทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบสัดส่วนที่แท้จริงของวัตถุที่ปรากฏบนตำแหน่งต่าง ๆ ในภาพได้

ในส่วนของการกะมุมเอียงเทของชั้นหินนั้นขึ้นอยู่กับมุมมองของภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่า

ภาพที่นำมาใช้ทดสอบนั้นมีมุมมองตั้งฉากกับหน้าผาหินปูนในจุดที่ 3 ทำให้นิสิตสามารถกะมุมได้ดีกว่าจุดทดสอบอื่นที่ไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้โดยตรงจากภาพ นิสิตที่ทำการทดสอบด้วยแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลสามารถปรับมุมมองให้หันเข้าหาจุดที่ 1 และ 2 ได้ ทำให้ได้คำตอบที่ดีกว่ากลุ่มนิสิตที่ทดสอบด้วยภาพถ่าย

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการเรียนการสอนด้วยแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลเหมาะกับนิสิตจำนวนไม่เกิน 40 คน ซึ่งเป็นจำนวนที่สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์พร้อมกันได้ในห้องเรียนขนาดทั่วไป และสะดวกต่อการเดินทางไปออกภาคสนามได้ด้วยรถบัสหนึ่งคัน

2. สื่อการสอนจากแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลที่ได้จากงานวิจัยนี้ต้องปรับให้มีขนาดข้อมูลที่เล็กลง เพื่อการแสดงผลแบบสามมิติที่รวดเร็วขึ้น และปรับปรุงคุณภาพของแบบจำลองในส่วนที่มีความไม่ชัดเจน

3. การเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนในภาคการศึกษาต่อไป ควรเพิ่มจำนวนแบบจำลองหินโผล่ โดยเลือกหินโผล่ที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาโครงสร้างที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน และฝึกให้นิสิตมีความชำนาญในการใช้โปรแกรมแสดงผลและการควบคุมเมาส์

4. วิธีการสร้างแบบจำลองหินโผล่ดิจิทัลชนิดสามมิติที่เสนอในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการสร้างแบบจำลองเหมืองแร่ พื้นที่โครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ หรือพื้นที่เสี่ยงธรณีพิบัติภัย ซึ่งจะช่วยให้ผู้สำรวจสามารถประเมินสภาพพื้นที่ได้ง่ายขึ้นและสามารถวางแผนการสำรวจภาคสนามได้อย่างปลอดภัย

รายการอ้างอิง

Arbués, P., García-Sellés, D., Granado, P., López-Blanco, M., & Muñoz, J. A. (2012). A method for producing photorealistic digital outcrop models. In *74th EAGE Conference and Exhibition incorporating EUROPEC 2012* (pp. cp-293). European Association of Geoscientists & Engineers. https://doi.org/10.3997/2214-4609.20148218

Bistacchi, A., Balsamo, F., Storti, F., Mozafari, M., Swennen, R., Solum, J., Tueckmantel, C., & Taberner, C. (2015). Photogrammetric digital outcrop reconstruction, visualization with textured surfaces, and three-dimensional structural analysis and modeling: Innovative methodologies applied to fault-related dolomitization (Vajont Limestone, Southern Alps, Italy). *Geosphere*, *11*(6), 2031-2048. https://doi.org/10.1130/GES01005.1

Black, A. A. (2005). Spatial ability and earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, *53*(4), 402-414. https://doi.org/10.5408/1089-9995-53.4.402

Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., & Motes, M. A. (2006). Object-spatial imagery: A new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology*, *20*(2), 239-263. https://doi.org/10.1002/acp.1182

Blazhenkova, O., & Kozhevnikov, M. (2010). Visual-object ability: A new dimension of non-verbal intelligence. *Cognition*, *117*(3), 276-301. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.08.021

Chabris, C. F., Jerde, T. E., Woolley, A. W., Gerbasi, M. E., Schuldt, J. P., Bennett, S. L., Hackman, J. R., & Kosslyn, S. M. (2006). *Spatial and object visualization cognitive styles: Validation studies in 3800 individuals* (Research Report No.2). The Group Brain Project, Harvard University.

Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, *34*(2), 151-176. https://doi.org/10.1016/j.intell.2005.09.005

Hodgetts, D. (2013). Laser scanning and digital outcrop geology in the petroleum industry: A review. *Marine and Petroleum Geology*, *46*, 335-354. https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2013.02.014

Johnson, C. L., Semple, I. L., & Creem-Regehr, S. H. (2013). The effects of scaling cues and interactivity on a viewer's ability to estimate the size of features shown on outcrop imagery. *Journal of Geoscience Education*, *61*(1), 68-80. https://doi.org/10.5408/12-329.1

Kastens, K. (2010). Commentary: Object and spatial visualization in geosciences. *Journal of Geoscience Education*, *58*(2), 52-57. https://doi.org/10.5408/1.3534847

Kastens, K. A., & Ishikawa, T. (2006). Spatial thinking in the geosciences and cognitive sciences: A cross-disciplinary look at the intersection of the two fields. In Manduca, C. A., & Mogk, D. W. (Eds.), *Earth and mind: How geologists think and learn about the earth: Geological society of America special paper 413* (pp. 53-76). https://doi.org/10.1130/2006.2413(05)

Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, *33*(4), 710-726. https://doi.org/10.3758/BF03195337

Libarkin, J. C., & Brick, C. (2002). Research methodologies in science education: Visualization and the Geosciences. *Journal of Geoscience Education*, *50*(4), 449-455. https://doi.org/10.5408/1089-9995-50.4.449

Orion, N., Ben-Chaim, D., & Kali, Y. (1997). Relationship between earth-science education and spatial visualization. *Journal of Geoscience Education*, *45*(2), 129-132. https://doi.org/10.5408/1089-9995-45.2.129

Titus, S., & Horsman, E. (2009). Characterizing and improving spatial visualization skills. *Journal of Geoscience Education*, *57*(4), 242-254. https://doi.org/10.5408/1.3559671

Ueno, K., & Charoentitirat, T. (2011). Carboniferous and Permian. In *The geology of Thailand* (pp. 71-136). Geological Society London. https://doi.org/10.1144/GOTH.5