Journal of Business Administration and Languages
Vol. 1 No. 2 July - December 2013

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับใช้เป็นสื่อการสอนวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์

Computer Program Development as a Teaching Aid for Soil Mechanics Laboratory

ชูศักดิ์ คีรีรัตน์[1] และ สุธน รุ่งเรือง[#2]
[*]*สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล ถนนเพชรเกษม ตำบลหนองแก อำเภอหัวหิน ประจวบคีรีขันธ์ 77110*
[1]Chusak.K@rmutr.ac.th
[#]*สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา 96 หมู่ 3 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170*
[2]suthon_ru@hotmail.com

บทคัดย่อ--- **งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับ ใช้ประกอบการสอนในรายวิชาปฏิบัติ การปฐพีกลศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างของโปรแกรม 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนเรียนรู้ทฤษฎีการทดสอบ ส่วนการประมวลผลการทดสอบ และส่วนการทดสอบความรู้โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยการทดสอบทั้งหมด 15 การทดสอบ พัฒนาโดยใช้ภาษาวิชวลเบสิกร่วมกับการใช้ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลผลการทดสอบสามารถรายงานผลได้ ทั้งรูปแบบของค่าตัวเลข และกราฟ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้ถูกนำไปใช้ในการสอนร่วมกับการใช้เพาเวอร์พอยต์ โดยทดสอบใช้กับกลุ่มนักศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ จำนวน 50 คน การประเมินคุณภาพของโปรแกรมใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ โดยพิจารณาจากความง่ายในการใช้โปรแกรม ความถูกต้องในการรายงานผลการทดสอบ เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการและความพึงพอใจ จากการประเมินคุณภาพพบว่านักศึกษาสามารถทำความเข้าใจทั้งในส่วนของทฤษฎีและการทดสอบได้ ดีกว่าการสอนโดยใช้เพาเวอร์พอยต์เพียงอย่างเดียวสำหรับผลสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 จากคะแนนเต็ม 5.00 คะแนน ซึ่งสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก**

คำสำคัญ--- **โปรแกรมคอมพิวเตอร์, ปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์, ฐานข้อมูล**

Abstract--- **This research was to develop the computer program for soil mechanics laboratory instruction. It consists of analysis 3 parts as follows: education part, analysis part and self-testing part. This program was composed of 15 sub-programs that it was written by using visual basic language together with database and it could report not only numerical formats but also graphical results. In classroom, the developed program together with PowerPoint presentation was applied to instruct soil mechanics laboratory subject. The effectiveness of this program was evaluated by 50 students in items as follows: easiness of usability, accuracy of results, rightness of subject matter and satisfaction. From the evaluated results found that it could increase effectiveness of learning of students and help them to understand easier of theory, procedure and results shows. Evaluation values of satisfaction were 4.61 of 5.00 scores. This evaluation was summarized that it was good standard and it was capable to use in instruction.**

Keywords--- **computer program, soil mechanics laboratory, database**

1. คำนำ

การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการทดสอบทางด้านวิศวกรรมโยธามีความจำเป็นที่จะต้องให้นักศึกษาได้เรียนรู้ทั้งในส่วนของทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการสอนวิชาปฏิบัตินั้นมักใช้วิธีการสอนโดยใช้สื่อชนิดเดียวหรือเป็นการสอนตามเอกสารการทดสอบ (Lab Sheet) ซึ่งมักจะสิ้นสุดการสอนในแต่ละครั้งที่กระบวนการกรอกข้อมูลในตารางบันทึกผลการทดสอบหลังจากนั้นก็ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยไม่สามารถประมวลและแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบให้กับผู้เรียนเห็นได้ซึ่งผลลัพธ์ ที่ต้องนำไปใช้ในการรายงานผลการทดสอบถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถแปลผลการทดสอบได้อย่างถูกต้อง

การใช้สื่อสำหรับการเรียนการสอนนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่สามารถช่วยส่งเสริมเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียน ซึ่งไม่ใช่เพียงแต่ทำให้ผู้เรียนสามารถทดสอบเป็นเพียงเท่านั้น แต่ต้องให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงทฤษฎีการแปลผลและการนำไปใช้งานด้วย จึงจะเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่สมบูรณ์แบบ [1, 2] ดังนั้นการพัฒนาสื่อที่สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องได้รับการพัฒนาด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ได้ทั้งในส่วนของการเรียนรู้และการประมวลผล รวมทั้งใช้เป็นแบบทดสอบความรู้ด้วยตนเองได้ด้วย โดยความมุ่งหมายที่จะนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์

2. การดำเนินการวิจัย

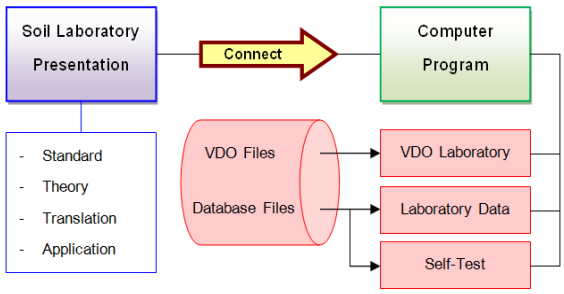
ผู้วิจัยมีแนวคิดในการดำเนินการพัฒนาสื่อประกอบการสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักดังต่อไปนี้

2.1 การพัฒนาสื่อเพาเวอร์พอยต์

การดำเนินการในส่วนนี้เป็นการพัฒนาสื่อสำหรับใช้บรรยายทฤษฎีในรูปแบบไฟล์เพาเวอร์พอยต์ (Soil Laboratory Presentation) โดยประกอบด้วยการทดสอบทั้งหมด 15 การทดสอบสำหรับในแต่ละการทดสอบจะกล่าวถึงมาตรฐานการทดสอบ (Standard) ทฤษฎีการทดสอบ (Theory) การทดสอบและการแปลผล (Translation) และการนำไปใช้งาน (Application) ซึ่งเป็นการบรรยายให้ผู้เรียนได้เข้าใจภาพรวมของแต่ละการทดสอบ การพัฒนาในส่วนนี้เป็นรูปแบบทั่วๆ ไป ที่ผู้สอนส่วนใหญ่ใช้เป็นสื่อการสอนในปัจจุบัน แต่ในการวิจัยครั้งนี้ จะสามารถเชื่อมโยงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นได้

2.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการต่อยอดองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมและเป็นแนวทางการสอนที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบการสอนแบบเดิมๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งได้เพิ่มเติมในส่วนการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะได้เห็นขั้นตอนการทดสอบในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหวจากสื่อวีดิโอ (VDO Laboratory) ที่สามารถเชื่อมผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความเข้าใจได้ดีกว่าการเห็นเพียงภาพนิ่งอย่างที่เคยได้เรียนกัน ในอดีตสำหรับส่วนที่เพิ่มเติมอย่างเห็นได้ชัดสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ส่วนการประมวลผลการทดสอบและส่วนการทดสอบความรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1 แผนภาพการเชื่อมโยงการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2.1) ส่วนการประมวลผลการทดสอบ

ส่วนประมวลผลการทดสอบถูกพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีสามารถวิเคราะห์และรายงานผลการทดสอบได้ทั้งหมด 15 การทดสอบครอบคลุมเนื้อหาในวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ (Soil Mechanics Laboratory) ดังแสดงในตารางที่ 1 [3] การพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ เขียนด้วยภาษาวิชวลเบสิกร่วมกับการใช้ฐานข้อมูล ซึ่งใช้ภาษาเอสคิวแอล (SQL) ในการติดต่อกับฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลจะถูกใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลนำเข้า (Laboratory Data) ในรูปแบบของไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซส (*.mdb) โดยแต่ละไฟล์ฐานข้อมูลจะจัดเก็บข้อมูลการทดสอบได้ 1 การทดสอบ และสามารถเรียกใช้งานในภายหลังได้

ตารางที่ 1 รายชื่อการทดสอบในรายวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์

การทดสอบ	รายชื่อ
1	การทดสอบหาปริมาณความชื้น
2	การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน
3	การทดสอบการเจาะสำรวจดิน
4	การทดสอบการเจาะหยั่งแบบเบา
5	การทดสอบหาขนาดของดินโดยการร่อนผ่านตะแกรง
6	การทดสอบหาขนาดของดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์
7	การทดสอบหาขีดจำกัดสถานภาพของดิน
8	การทดสอบหาความซึมผ่านของน้ำในดิน
9	การทดสอบการบดอัดดิน
10	การทดสบหาค่าซีบีอาร์ของดิน
11	การทดสอบหาความหนาแน่นของดินในสนาม
12	การทดสอบการอัดตัวคายน้ำ
13	การทดสอบแรงเฉือนโดยตรง
14	การทดสอบแรงอัดแบบปราศจากแรงต้านข้าง
15	การทดสอบแรงอัดแบบสามแกน

2.2.2) ส่วนการทดสอบความรู้

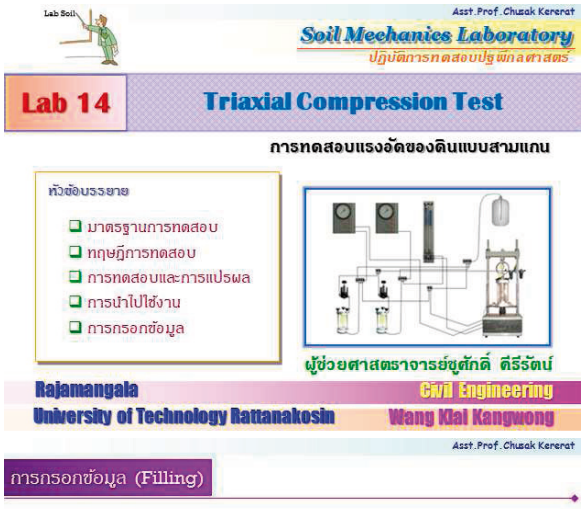
สำหรับส่วนนี้เป็นส่วนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนทดสอบความรู้หลังจากได้เรียนเนื้อหาในแต่ละการทดสอบเสร็จแล้ว โดยการสร้างฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อสอบจำนวน 10 ข้อสำหรับแต่ละการทดสอบ (Self-Test) ซึ่งข้อสอบที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ได้ผ่านขั้นตอนของการวิเคราะห์ความยากง่ายมาแล้ว โดยการออกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ แล้วให้ผู้ที่ผ่านการเรียนวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์มาแล้วทำข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ 0.2-0.8 เมื่อสร้างฐานข้อมูลข้อสอบแล้วก็ดำเนินการสร้างหน้าจอและเขียนรหัสคำสั่ง (Code) เพื่อควบคุมการทำข้อสอบของผู้เรียน โดยการจำลองให้เหมือนกับการทำข้อสอบในกระดาษคำตอบ

3 ผลการดำเนินงาน

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้ถูกออกแบบให้มีลักษณะการทำงานในลักษณะเดียวกันกับโปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิศ (Microsoft Office) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่คนส่วนใหญ่ มีความคุ้นเคยกันดีอยู่แล้ว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

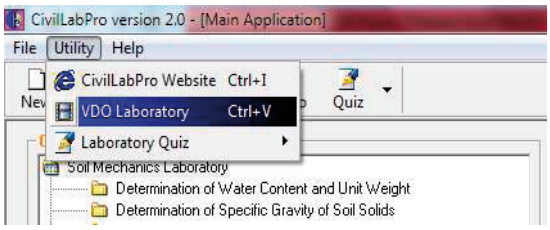
3.1 การเรียนรู้ทฤษฎีการทดสอบ

การเรียนรู้ทฤษฎีซึ่งได้จากการเรียบเรียงจากหนังสือหลายๆ เล่ม [4, 5, 6] จะเริ่มด้วยการใช้สื่อเพาเวอร์พอยต์ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 เมื่อผ่านการเรียนรู้ทฤษฎีแล้วก็จะเปิดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยสามารถเรียกใช้งานการแสดงขั้นตอนการทดสอบด้วยภาพวีดิโอได้ผ่านเมนูในโปรแกรมหลัก ดังรูปที่ 3 แล้วจะเรียกโปรแกรมย่อยสำหรับดูวิดีโอขึ้นมาดังรูปที่ 4 ซึ่งสามารถเลือกดูการทดสอบใดก็ได้ โดยการคลิกเมาส์เลือกการทดสอบจากรายการด้านซ้ายมือ

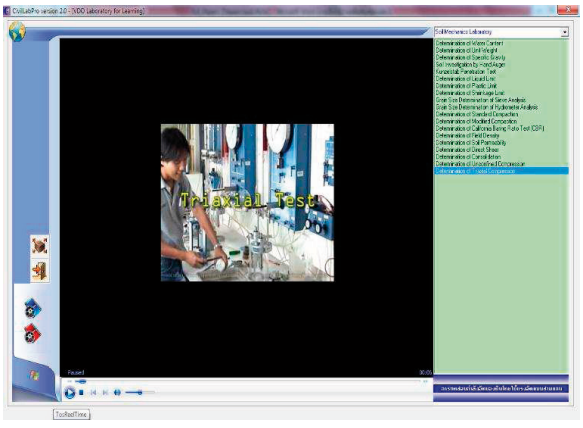


43

รูปที่ 2 ตัวอย่างเพาเวอร์พอยต์



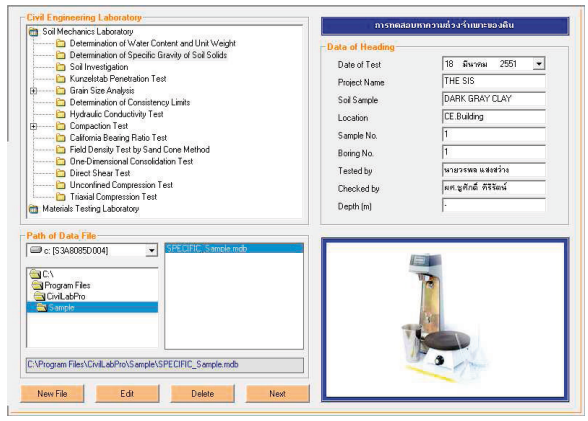
รูปที่ 3 การเรียกใช้งานส่วนสำหรับดูวิดีโอการทดสอบ



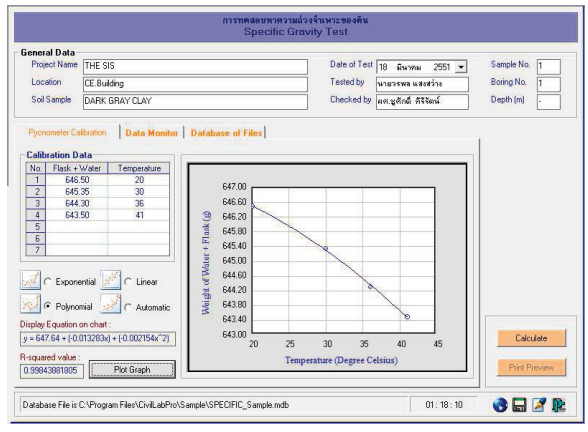
รูปที่ 4 หน้าจอสำหรับดูวิดีโอการทดสอบ

3.2 การประมวลผลการทดสอบ

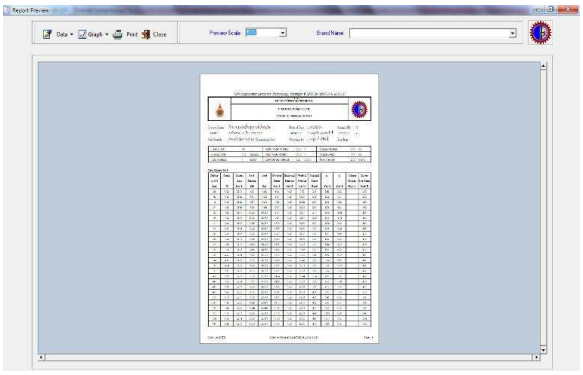
เมื่อเข้าสู่หน้าจอโปรแกรมเลือกการทดสอบที่ต้องการประมวลผล ทำการสร้างไฟล์ฐานข้อมูลหลังจากนั้น ให้คลิกเมาส์ 2 ครั้งที่ไฟล์ฐานข้อมูลที่ได้สร้างไฟล์แล้วก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อย ดังรูปที่ 5 ทำการป้อนข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับประมวลผลสำหรับกรณีที่การทดสอบมีการอ่านค่าจากกราฟ เช่น การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน สามารถสั่งให้โปรแกรมเขียนเส้นกราฟได้ และสามารถอ่านค่าได้อัตโนมัติ ดังรูปที่ 6 โดยเมื่อประมวลผลเสร็จแล้วสามารถดูรายงานผลการทดสอบได้ทั้งในรูปแบบกราฟและตาราง ทั้งทางจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ ดังรูปที่ 7 และรูปที่ 8 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะการใช้งานมีลักษณะเดียวกันทั้ง 15 โปรแกรมย่อยจะแตกต่างแต่เพียงจำนวนข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บเท่านั้น การแสดงการประมวลผลทำให้สามารถแสดงรูปแบบของคำตอบที่แตกต่างกันออกไปได้และยังทำให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละการทดสอบ ซึ่งทำให้สามารถแปลผลการทดสอบได้ถูกต้องมากขึ้น



รูปที่ 5 หน้าจอสำหรับดูวิดีโอการทดสอบ



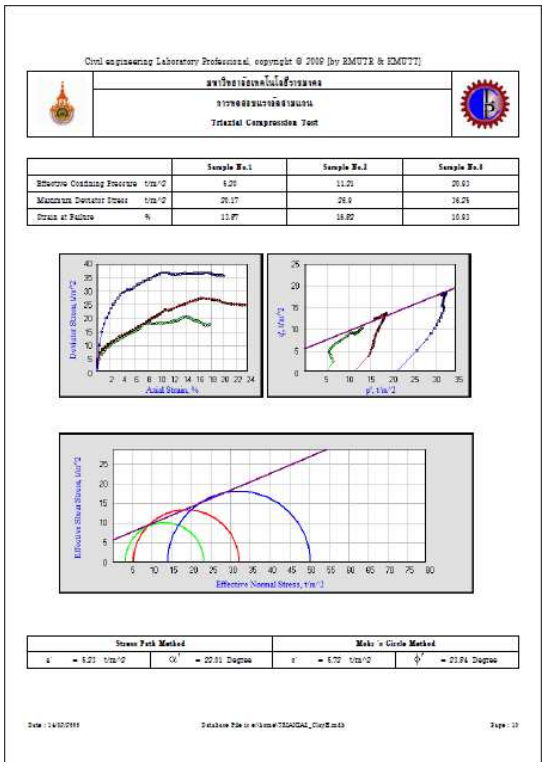
รูปที่ 6 ตัวอย่างการสร้างเส้นกราฟ



รูปที่ 7 ตัวอย่างตัวอย่างก่อนพิมพ์

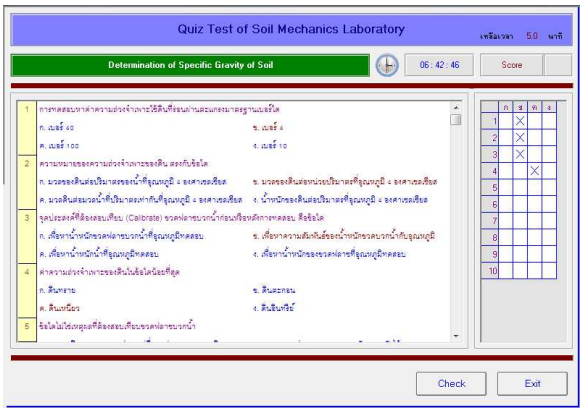
3.3 การทดสอบความรู้

การเรียกใช้งานการทดสอบความรู้สามารถกระทำได้ใน 2 แบบ คือ เรียกใช้งานจากโปรแกรมการทดสอบย่อยแต่ละการทดสอบจากทูลบาร์ หรือเรียกใช้งานจากเมนูในโปรแกรมหลัก ดังรูปที่ 9 เมื่อเลือกแบบทดสอบแล้วโปรแกรมจะแสดงแบบทดสอบจากฐานข้อมูลที่เลือก ดังแสดงในรูปที่ 10 พร้อมทั้งเริ่มจับเวลา โดยจะกำหนดให้เวลา 1 ข้อต่อ 0.5 นาที ผู้ทำข้อสอบสามารถที่จะใช้การคลิกบนคำตอบที่ถูกต้องได้เลยและถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ก็สามารถจะคลิกไปที่คำตอบใหม่ได้เลย จนกระทั่งเมื่อหมดเวลาก็จะไม่สามารถทำแบบทดสอบได้อีก ส่วนนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ทบทวนความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนว่ามีมากน้อยขนาดไหน ลักษณะของข้อสอบจะเป็นแบบตัวเลือก โดยแต่ละการทดสอบมีจำนวนข้อสอบ 10 ข้อ ซึ่งถ้าหากผู้เรียนได้คะแนนต่ำกว่า 8 คะแนน แสดงว่าผู้เรียนควรจะกลับไปทบทวนทฤษฎีและวิธีการทดสอบใหม่เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นหรืออีกนัยหนึ่งส่วนนี้อาจเป็นส่วนช่วยอาจารย์สำหรับใช้ประเมินผลผู้เรียน



รูปที่ 8 ตัวอย่างการรายงานผลทางเครื่องพิมพ์

รูปที่ 9 การเรียกใช้งานแบบทดสอบ



รูปที่ 10 หน้าจอแบบทดสอบ

3.4 การประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นได้จากการตอบแบบสอบถามของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล ภาคปกติ จำนวน 50 คน โดยการประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการใช้แบบประเมินแบบมาตรประมาณค่า (Rating Score) 5 ระดับ [7] โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ให้ 5 คะแนน ระดับความพึงพอใจมาก ให้ 4 คะแนน ระดับความพึงพอใจปานกลาง ให้ 3 คะแนน ระดับความพึงพอใจน้อย ให้ 2 คะแนน และระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน สำหรับหัวข้อการประเมินได้ จากการให้นักศึกษาที่ได้เรียนวิชาได้เรียนวิชานี้ไปแล้วเสนอหัวข้อการประเมินและทำการคัดเลือกข้อประเมินที่ซ้ำกันมากที่สุด 4 ข้อ ดังต่อไปนี้ 1) ความง่ายในการใช้โปรแกรม 2) ความถูกต้องในการรายงานผลการทดสอบ 3) เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ และ 4) ความพึงพอใจของนักศึกษา เมื่อวิเคราะห์เป็นคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยพิจารณาจากระดับคะแนนในแต่ละหัวข้อพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.10

ตารางที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม

หัวข้อการประเมิน	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย
1. ความง่ายในการใช้โปรแกรม	4.55	4.61
2. ความถูกต้องในการรายงานผลการทดสอบ	4.60	
3. เนื้อหาถูกต้องความหลักวิชาการ	4.60	
4. ความพึงพอใจของนักศึกษา	4.69	

4. สรุป

การประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ส่วนประมวลผล มีระบบการจัดเก็บข้อมูลในรูปไฟล์ฐานข้อมูลทำให้รูปแบบของข้อมูลมีความเป็นระเบียบ ทุกข้อมูลสามารถอยู่ในไฟล์เดียวกันสามารถประมวลผลการทดสอบและรายงานผลการทดสอบได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือ สามารถลดความผิดพลาดเนื่องจากคนได้เป็นอย่างดี สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ได้ เนื่องจากสามารถแสดงให้ผู้เรียนได้มองเห็นรายละเอียดในการดำเนินการทดสอบได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการแปลผลทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจได้มากกว่าการบรรยายเนื้อหาเพียงอย่างเดียว

ส่วนการเรียนรู้สามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนเนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นนอกจากจะใช้สำหรับประมวลผลการทดสอบได้แล้วยังสามารถใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้และทบทวนบทเรียนของผู้เรียนได้ ทั้งยังใช้เป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ของผู้ที่มีความสนใจเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้แบบอัธยาศัย

จากข้อมูลผลการประเมินคุณภาพ โดยพิจารณาจากเกณฑ์การแปลผลที่เหมาะสมที่สุดของ Rating Scale [7] แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ผลของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำก็แสดงให้เห็นว่าการกระจายของระดับคะแนนที่ผู้เรียนแต่ ละคนประเมินมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยสรุปในภาพรวมแล้วการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้การเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] M.E. Haque. (2001). Interactive Animation and Visualization in a Virtual Soil Mechanics Laboratory. *31th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, pp. 5 – 9.

[2] A.M. Alani and R.C. Barnes. (2001). Soil Mechanics “Virtual” Laboratory – A Multimedia Development. *31th ASEE/ IEEEFrontiers in Education Conference*, pp.500 – 506.

[3] ชูศักดิ์ คีรีรัตน์, 2550. เอกสารประกอบการสอนวิชาปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล. ประจวบคีรีขันธ์.

[4] ชูศักดิ์ คีรีรัตน์, 2555. ปฐพีกลศาสตร์. บริษัทสำนักพิมพ์ท้อป จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

[5] B.M. Das. (2002). Soil Mechanics Laboratory Manual. 6th ed. Oxford University Press, New York.

[6] J. Bardet. (1997). Experimental Soil Mechanics. Prentice Hall, New Jersey.

[7] เติมศักดิ์ สุขวิบูลย์. 2556. *ข้อคำนึงในการสร้างเครื่องมือประเภทมาตรประมาณค่า (Rating Scale) เพื่องานวิจัย*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://ms.src.ku.ac.th/schedule/Files/2553/Oct/1217086.doc. 10 มีนาคม 2556.