ส่วนที่ ๒ ผลงานที่จะส่งประเมิน (เรียงลำดับตามความดีเด่นหรือความสำคัญ)

๑) ชื่อผลงาน

๑.๑) ผลงานลำดับที่ ๑ : การจำแนกประเภทงานตัดคันทางด้วยวิธีการสำรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction Survey) โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๓๒๐๖ และ ๓๕๑๐ สาย บ. ห้วยยางโทน – ทางแยกเข้าอำเภอหนองหญ้าปล้อง ตอน ๑ ที่ประมาณ กม. ๑๕+๗๒๕ - กม. ๑๙+๓๕๐ ซ้ายทางและขวาทาง (เป็นช่วง ๆ) รวมระยะทาง ๑,๓๐๐ เมตร

๑.๒) ผลงานลำดับที่ ๒ : การสำรวจลักษณะทางธรณีวิทยาใต้ผิวดินด้วยวิธีการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistivity) และวิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction) ทางหลวงหมายเลข ๑๐๘๘ ที่ประมาณ กม. ๗๗+๓๓๙ - กม. ๗๗+๗๗๙ ซ้ายทาง

๒) ระยะเวลาที่ดำเนินการ

๒.๑) ผลงานลำดับที่ ๑ : กุมภาพันธ์ - มีนาคม ๒๕๖๗

๒.๒) ผลงานลำดับที่ ๒ : มิถุนายน - กรกฎาคม ๒๕๖๗

๓) สัดส่วนในการดำเนินการเกี่ยวกับผลงาน

- ผลงานลำดับที่ ๑ : ตนเองปฏิบัติ ๘๕%

รายละเอียดผลงาน - จัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนเข้าพื้นที่การสำรวจ ได้แก่ ลักษณะสภาพพื้นที่ขอบเขตพื้นที่ที่จะทำการสำรวจ ลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้างเบื้องต้นของพื้นที่สำรวจ

- เดินสำรวจลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่และชนิดของวัสดุที่พบ
- กำหนดแนวการสำรวจและระยะห่างของตัวรับสัญญาณ
- ติดตั้งอุปกรณ์
- เก็บข้อมูลการสำรวจจากภาคสนาม
- แปลผล และจัดทำรายงานการสำรวจ

กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันของบุคคลหลายคน

รายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ	สัดส่วนผลงานของผู้มีส่วนร่วม	ระบุรายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในผลงาน
นายลลิต สวัสดิมงคล		๑๕%	- ตรวจสอบสภาพพื้นที่ในเบื้องต้นเพื่อพิจารณารูปแบบการวางแนวการสำรวจในภาพรวมทั้งโครงการ - ติดต่อประสานงานกับนายช่างโครงการ ให้คำปรึกษาและแนะนำในการสำรวจภาคสนาม - ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการแปลผล

- ผลงานลำดับที่ ๒ : ตนเองปฏิบัติ ๘๕%

รายละเอียดผลงาน - จัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนเข้าพื้นที่การสำรวจ ได้แก่ ลักษณะสภาพพื้นที่ ขอบเขตพื้นที่ที่จะทำการสำรวจ ลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้างเบื้องต้นของพื้นที่สำรวจ

- เดินสำรวจเพื่อดูลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่และชนิดของวัสดุที่พบ
- พิจารณาและกำหนดแนวการสำรวจ
- กำหนดระยะห่างของตัวรับสัญญาณ และระยะการปักขั้วไฟฟ้า
- ติดตั้งอุปกรณ์
- เก็บข้อมูลการสำรวจจากภาคสนาม
- แปลผล และจัดทำรายงานการสำรวจ

กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันของบุคคลหลายคน

รายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ	สัดส่วนผลงานของผู้มีส่วนร่วม	ระบุรายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในผลงาน
นายลลิต สวัสดิมงคล		๑๕%	- ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ - ตรวจสอบสภาพพื้นที่ในเบื้องต้นเพื่อพิจารณารูปแบบการวางแนวการสำรวจในภาพรวม - ให้คำปรึกษาและแนะนำในการสำรวจภาคสนาม - ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการแปลผล

๔) ข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน (จำนวน ๑ เรื่อง)

เรื่อง การจัดทำระบบฐานข้อมูลของแหล่งวัสดุหิน และผลการทดสอบทางกลศาสตร์ของหินแบบออนไลน์

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้ขอรับการประเมิน)

(นางสาววริษฐา แก้วพุกัม)

(วันที่ ๒๑ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)

(นายลลิต สวัสดิมงคล)

(วันที่ ๒๑ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)

(นายโกสินทร์ เจติยานนท์)

(วันที่ ๒๑ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

หมายเหตุ คำรับรองจากผู้บังคับบัญชาอย่างน้อย ๒ ระดับ คือ ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล และผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไปอีก ๑ ระดับ เว้นแต่ในกรณีที่ผู้บังคับบัญชาดังกล่าวเป็นบุคคลคนเดียวกัน ก็ให้มีคำรับรอง ๑ ระดับได้

แบบเสนอเค้าโครงเรื่องโดยสรุปของผลงานและข้อเสนอแนวคิด

(กรณีเลื่อนประเภทวิชาการ ระดับชำนาญการ)

ชื่อผลงานลำดับที่ ๑ การจำแนกประเภทงานตัดคันทางด้วยวิธีการสำรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction Survey) โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๓๒๐๖ และ ๓๕๑๐ สาย บ. ห้วยยางโทน – ทางแยกเข้าอำเภอหนองหญ้าปล้อง ตอน ๑ ที่ประมาณ กม. ๑๕+๗๒๕ - กม. ๑๙+๓๕๐ ซ้ายทางและขวาทาง (เป็นช่วง ๆ) รวมระยะทาง ๑,๓๐๐ เมตร

๑. สรุปสาระสำคัญ

เนื่องด้วยโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๓๒๐๖ และ ๓๕๑๐ สาย บ. ห้วยยางโทน - ทางแยกเข้าอำเภอหนองหญ้าปล้อง ตอน ๑ ได้ดำเนินการเปิดหน้างานเพื่อปรับตัดและก่อสร้างขยายถนนทางหลวงหมายเลข ๓๒๐๖ พบว่าที่ประมาณ กม. ๑๕+๗๒๕ – กม. ๑๙+๓๕๐ ซ้ายทางและขวาทาง (เป็นช่วง ๆ) มีสภาพพื้นที่เป็นเนินเขาหินสลับกับที่ราบ ทางโครงการฯ จำเป็นต้องทราบถึงประเภทของงานตัดคันทาง (Roadway Excavation) ได้แก่ งานตัดดิน (Earth Excavation) งานตัดหินผุ (Soft Rock Excavation) และงานตัดหินแข็ง (Hard Rock Excavation) เพื่อดำเนินการคำนวณปริมาณงานและทำเรื่องเบิกจ่ายของโครงการฯ ต่อไป

โดยหากอ้างอิงจากคู่มือการควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง เล่มที่ ๒ การควบคุมงานก่อสร้าง พ.ศ. ๒๕๕๐ ได้ระบุไว้ว่า การจะจำแนกประเภทของงานตัดหินผุออกจากงานตัดหินแข็งนั้น สามารถพิสูจน์ทราบได้โดยพิจารณาจากความสามารถในการขุดของเครื่องจักร *"รถดันดินตีนตะขาบ (Crawler Tractor) พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ใบคราด (Ripper) ที่มีขนาดกำลังเครื่องยนต์ไม่น้อยกว่า ๒๗๐ แรงม้า อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี โดยมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า ๒๘ เมตริกตัน"* โดยหากเครื่องจักรดังกล่าวสามารถขุดได้ ให้จำแนกประเภทวัสดุนั้นเป็นงานตัดหินผุ แต่หากเครื่องจักรนั้นไม่สามารถขุดได้ ให้จำแนกประเภทวัสดุนั้นเป็นงานตัดหินแข็ง แต่ทางโครงการฯ ไม่มีเครื่องจักรดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถจำแนกประเภทของงานตัดได้ จึงได้ขอความอนุเคราะห์มายังส่วนธรณีวิศวกรรมในการดำเนินการสำรวจเพื่อจัดจำแนกประเภทของงานตัดคันทางให้กับทางโครงการฯ

ส่วนธรณีวิศวกรรมจึงได้นำการสำรวจธรณีฟิสิกส์ (Geophysical Survey) ชนิดการสำรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction Survey) มาประยุกต์ใช้ในการจำแนกประเภทงานตัดคันทาง โดยวิธีการสำรวจจะอาศัยหลักการในการตรวจวัดคลื่นไหวสะเทือน (Seismic Wave) ชนิดปฐมภูมิ (Primary Wave) ที่เกิดจากการตกกระแทกของแหล่งกำเนิดคลื่น (Seismic Source) ที่บริเวณผิวดิน คลื่นไหวสะเทือนที่เกิดขึ้นจะเดินทางลงไปยังใต้ดิน โดยเมื่อคลื่นเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปมาก จะมีคลื่นบางส่วนหักเหกลับขึ้นมายังผิวดินอีกครั้ง เมื่อตรวจวัดเวลาที่คลื่นใช้เดินทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นลงไปใต้ดินแล้วหักเหกลับขึ้นมาก็จะสามารถนำไปหาความลึกของชั้นวัสดุนั้น ๆ ได้ ส่วนความแข็งของวัสดุนั้นหาได้จากค่าความเร็วที่คลื่นใช้ในการเดินทางระหว่างอยู่ในตัวกลาง โดยหากวัสดุมีความแข็งหรือมีความหนาแน่นมาก ความเร็วที่คลื่นเดินทางก็จะมีความเร็วมากขึ้น ในทางกลับกันหากวัสดุนั้นเป็นดินหรือหินผุที่มีอากาศหรือรอยแตกแทรกตัวอยู่ ก็จะทำให้ความหนาแน่นน้อยลง ความเร็วที่คลื่นใช้ในการเดินทางก็จะมีค่าน้อยลง โดยเมื่อเทียบค่าความเร็วคลื่นที่วัดได้กับ *กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการขุดของเครื่องจักรในวัสดุชนิดต่าง ๆ กับความเร็วของคลื่นไหวสะเทือน* แล้ว ก็จะสามารถบอกได้ว่าวัสดุที่ทำการสำรวจนั้นเป็นวัสดุประเภทใด และจำแนกประเภทของงานตัดได้ โดยเครื่องจักรที่ใช้ในการอ้างอิงเป็นเครื่องจักรจากบริษัท *Caterpillar รุ่น D๘R* เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับมาตรฐานเครื่องจักรที่กรมทางหลวงกำหนดไว้

ผลการสำรวจที่ได้จะออกมาในรูปแบบของรายงานการสำรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห ประกอบด้วยตารางและภาพจำลองใต้ดินแสดงประเภทของวัสดุ/งานตัด ความเร็วคลื่นที่วัดได้ และระดับความลึกของชั้นวัสดุ/งานตัดนั้น ๆ ในแนวการสำรวจต่าง ๆ เพื่อให้เป็นข้อมูลประกอบแก่โครงการฯ เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณงานและทำเรื่องเบิกจ่ายของโครงการฯ ต่อไป

๒. สรุปขั้นตอนการดำเนินการ

๒.๑) เตรียมอุปกรณ์ ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดคลื่น (Seismic source) ตัวรับสัญญาณคลื่น (Geophone) สายสัญญาณ (Seismic Cable) เครื่องบันทึกข้อมูล (Recorder) และแบตเตอรี่ (Battery)

๒.๒) ศึกษาสภาพโดยทั่วไปของพื้นที่ที่จะทำการสำรวจ เช่น เขตทาง ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาของชั้นวัสดุ และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณากำหนดแนวการสำรวจและระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณคลื่นแต่ละตัวต่อไป

๒.๓) กำหนดแนวที่จะทำการสำรวจและระยะห่างของตัวรับสัญญาณคลื่นให้เหมาะสม

๒.๔) ดำเนินการเตรียมสภาพพื้นที่บริเวณแนวการสำรวจให้เหมาะสมกับการติดตั้งเครื่องมือการสำรวจ และใช้สายวัดระยะในการวางแนวสำรวจและกำหนดตำแหน่งการติดตั้งตัวรับสัญญาณ

๒.๕) ดำเนินการติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์

๒.๖) ดำเนินการสำรวจในแต่ละแนว โดยการสร้างคลื่นไหวสะเทือนด้วยการทุบค้อนลงบนแผ่นเหล็กที่บริเวณตัวรับสัญญาณคลื่น ๒ ตำแหน่ง ได้แก่ ที่ปลายตัวรับสัญญาณคลื่นตัวแรกของแนวสำรวจและที่ปลายตัวรับสัญญาณคลื่นตัวสุดท้ายของแนวสำรวจ

๒.๗) เก็บข้อมูลการสำรวจและบันทึกผลการสำรวจ

๒.๘) แปลผลด้วยโปรแกรม ReflexW และจัดทำรายงานการสำรวจ

๓. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๓.๑) เนื่องจากในการแปลผลต้องมีการเปรียบเทียบความเร็วคลื่นที่ได้จากการสำรวจกับค่าความเร็วคลื่นไหวสะเทือนของวัสดุใด ๆ ที่สัมพันธ์กับความสามารถในการขุดของเครื่องจักร Caterpillar D๘R ดังนั้นเพื่อให้เลือกเปรียบเทียบค่าความเร็วของชนิดวัสดุในกราฟความสัมพันธ์ให้ถูกต้อง จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในการจัดจำแนกชนิดหินและวัสดุอื่น ๆ โดยการสำรวจลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ก่อนทำการสำรวจเสมอ

๓.๒) ในการวางแนวการสำรวจจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้าง เช่น ชนิดดิน/ชนิดหิน ความหนาของดิน แนวการวางตัวของหิน รอยแตกในเนื้อหิน รอยเลื่อน และรอยคดโค้ง เนื่องจากปัจจัยทั้งหมดนี้ส่งผลต่อการวางรูปแบบแนวการสำรวจและผลการสำรวจได้ เช่น ชนิดของหิน หากเป็นหินตะกอนที่มีการเรียงตัวของชั้นหินเป็นชั้น ๆ ถ้าไม่มีโครงสร้างขนาดใหญ่อย่างรอยเลื่อนหรือรอยคดโค้ง ก็สามารถวางแนวการสำรวจและแปลผลตามปกติได้ หากเป็นหินอัคนี เช่น หินแกรนิตแล้ว ด้วยธรรมชาติของเนื้อหินจะมีระบบรอยแตกในตัวเองที่เอื้อให้หินมีการแตกออกเป็นหินลอย (boulder) ปะปนอยู่ในดินได้ง่าย ซึ่งทำให้ผลสำรวจที่ได้อาจได้ค่าความเร็วคลื่นโดยรวมที่ลดลงจนอาจแปลผลได้เป็นงานตัดหินผุ แม้ว่าหินลอยนั้นอาจมีความแข็งที่สามารถจัดให้เป็นงานตัดหินแข็งได้ก็ตาม เนื่องจากคลื่นมีการเดินทางผ่านทั้งตัวกลางที่เป็นดิน หิน และอากาศ ดังนั้นหากเป็นกรณีดังกล่าวต้องมีการแนะนำทางโครงการฯ ให้ใช้วิธีการวัดขนาดของหินลอยในการจำแนกประเภทงานตัดหินแข็งควบคู่ไปกับการอ้างอิงผลการสำรวจด้วย หากในพื้นที่มีความหนาของชั้นดินและรอยแตกมาก คลื่นจะสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในระหว่างการเดินทาง ทำให้ในกรณีที่กำหนดระยะของตัวรับสัญญาณห่างเกินไปก็อาจมีผลให้สัญญาณคลื่นเดินทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นไปไม่ถึงตัวรับสัญญาณตัวสุดท้ายได้ ส่งผลให้การสำรวจเก็บค่าได้ยากยิ่งขึ้นหรืออาจจะได้ค่าที่ไม่ชัดเจน ทำให้ต้องมีการลดระยะของตัวรับสัญญาณให้น้อยลงและเก็บค่าในจำนวนครั้งที่มากขึ้น เป็นต้น

๓.๓) ปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวน (Noise) เนื่องจากการสำรวจด้วยวิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหต้องมีการสร้างคลื่นไหวสะเทือนขึ้นเพื่อทำการเก็บข้อมูล ทั้งนี้ พื้นที่ที่ดำเนินการสำรวจอยู่ในพื้นที่ของโครงการฯ ก่อสร้างทำให้เลี่ยงไม่ได้ที่จะมีคลื่นไหวสะเทือนอื่น ๆ เข้ามาเป็นสัญญาณรบกวน ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งคลื่นที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรใหญ่ที่ทำงานอยู่ในพื้นที่ของโครงการฯ หรือเป็นคลื่นที่เกิดจาก

ยานพาหนะที่เดินทางผ่านในบริเวณพื้นที่สายทาง ยิ่งด้วยโครงการฯ ดังกล่าวเป็นทางผ่านไปยังแหล่งท่องเที่ยวอื่น ทำให้มีการสัญจรของผู้ใช้ทางที่มากกว่าปกติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันหยุด ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลที่เก็บมีความสมบูรณ์และถูกต้องมากที่สุด ผู้สำรวจได้ขอความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่โครงการฯ ให้ช่วยหยุดการทำงานหรือย้ายเครื่องจักรไปทำงานในพื้นที่อื่นชั่วคราว และในระหว่างการเก็บข้อมูลผู้สำรวจต้องรอให้เป็นช่วงที่ว่างจากการสัญจรให้มากที่สุด จึงค่อยทำการเก็บข้อมูลหรือดำเนินการเก็บข้อมูลในจำนวนที่มากขึ้น เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและมีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด

๓.๔) ปัญหาในด้านสภาพพื้นที่ โดยทั่วไปผู้สำรวจจะดำเนินการสำรวจในแนวเดียวกับแนวเขตทางเพื่อให้ข้อมูลครอบคลุมแนวการก่อสร้างทั้งหมด แต่ในบางพื้นที่พบว่ามีสิ่งปลูกสร้างสร้างอยู่ในเขตก่อสร้างทำให้ไม่สามารถดำเนินการวางแนวการสำรวจได้จึงต้องแก้ปัญหาด้วยการย้ายแนวการสำรวจแทน ทำให้ในบางแนวการสำรวจอาจจะมีแนวไม่ตรงกับแนวเขตทางได้ ทั้งนี้ จากการสำรวจสภาพพื้นที่ในเบื้องต้นพบว่าลักษณะทางธรณีวิทยาไม่ได้มีความแตกต่างกัน ทำให้การย้ายแนวไม่ได้ส่งผลกับผลการสำรวจอย่างมีนัยสำคัญ

๓.๕) ปัญหาเรื่องสภาพอากาศ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจเป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ทำให้หากมีฝนตกหนักจึงจำเป็นต้องหยุดพักการสำรวจชั่วคราว แต่หากฝนตกไม่หนักก็สามารถทำการสำรวจต่อได้โดยการนำร่มหรือผ้าร่มมาบังไม่ให้น้ำฝนโดนเครื่องมือส่วนที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์นั้น ดังนั้นหากมีปัจจัยเรื่องฝนก็สามารถส่งผลให้ต้องใช้ระยะเวลาในการสำรวจเพิ่มมากขึ้นได้

๓.๖) เนื่องจากบางพื้นที่เป็นเนินเขาที่มีความลาดชันสูง จึงต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ เช่น ใช้เชือกช่วยในการยึดจับและลำเลียงอุปกรณ์ เป็นต้น

๔. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)

๔.๑ <u>เชิงปริมาณ</u>

จัดทำรายงานการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยการใช้คลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction Survey) โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๓๒๐๖ และ ๓๕๑๐ สาย บ. ห้วยยางโทน - ทางแยกเข้าอำเภอหนองหญ้าปล้อง ตอน ๑ ที่ประมาณ กม. ๑๕+๗๒๕ – กม. ๑๙+๓๕๐ ซ้ายทางและขวาทาง (เป็นช่วง ๆ) รวมระยะทาง ๑,๓๐๐ เมตร จำนวน ๑ เล่ม

๔.๒ <u>เชิงคุณภาพ</u>

โครงการฯ ก่อสร้างสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณงานและทำเรื่องเบิกจ่ายของโครงการฯ ต่อไปได้

๕. ประโยชน์ที่หน่วยงานได้รับ

๕.๑) การสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทดแทนการจำแนกประเภทงานตัดคันทางด้วยวิธีการแบบเดิม เนื่องจากเป็นวิธีการสำรวจที่ประหยัด ยืดหยุ่น ผลการสำรวจที่ได้มีความสมบูรณ์ชัดเจน และสามารถช่วยลดปัญหาในกรณีที่ทางโครงการฯ ไม่สามารถหาเครื่องจักรตามมาตรฐานที่กำหนดมาใช้ได้ หรือมีข้อติดขัดในการใช้งานเครื่องจักรดังกล่าว

๕.๒) เนื่องจากรายงานผลการสำรวจมีการแสดงผลในรูปแบบของตารางและภาพจำลองใต้ดิน ทำให้ทางโครงการฯ สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณงานต่อได้ง่าย และทำให้เห็นภาพรวมของปริมาณวัสดุที่พบในพื้นที่ได้

๕.๓) ผลการสำรวจสามารถช่วยให้มีการเบิกจ่ายงบประมาณได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง

๕.๔) ผลการสำรวจดังกล่าวสามารถนำไปประกอบใช้ในการวิเคราะห์งานด้านอื่นๆ ต่อได้ เช่น งานฐานราก และงานแก้ไขปัญหาดินสไลด์ เพื่อให้สามารถประเมินความลึกเบื้องต้นในการออกแบบก่อสร้างต่อไป เป็นต้น

ชื่อผลงานลำดับที่ ๒ การสำรวจลักษณะทางธรณีวิทยาใต้ผิวดินด้วยวิธีการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistivity) และวิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction) ทางหลวงหมายเลข ๑๐๘๘ ที่ประมาณ กม. ๗๗+๓๓๙ - กม. ๗๗+๗๗๙ ซ้ายทาง

๑. สรุปสาระสำคัญ

เนื่องจากสายทางของทางหลวงหมายเลข ๑๐๘๘ ที่ประมาณ กม. ๗๗+๔๙๐ - กม. ๗๗+๖๔๐ ได้เกิดการเคลื่อนตัวและทรุดตัวทำให้ช่องจราจรเสียหายสามารถสัญจรได้เพียงหนึ่งช่องจราจร เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาแขวงทางหลวงเชียงใหม่ที่ ๑ จึงได้ขอความอนุเคราะห์มายังคณะกรรมการดำเนินการแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลาย (Erosion) และการเคลื่อนตัว (Landslide) ของเชิงลาด สำหรับงานก่อสร้างและบำรุงทาง ให้ช่วยดำเนินการตรวจสอบและหาวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยทางคณะกรรมการฯ ได้มอบหมายให้เจ้าหน้าที่จากส่วนธรณีวิศวกรรมสำนักเคราะห์และตรวจสอบนำเครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์มาใช้ในการสำรวจเพื่อพิสูจน์ลักษณะธรณีวิทยาใต้ผิวดิน (Subsurface) และความแน่นของฐานรากเพื่อใช้ในการประเมินระดับความลึกที่เหมาะสมที่จะดำเนินการออกแบบแนะนำต่อไป โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการสำรวจมี ๒ ชนิด ดังนี้

๑.๑ <u>การวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistivity)</u> เพื่อประเมินถึงลักษณะทางธรณีวิทยาใต้ผิวดินและชนิดของวัสดุ โดยอาศัยหลักการที่วัตถุแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากทราบถึงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของวัสดุนั้น ก็จะทราบถึงชนิดของวัสดุได้ ซึ่งในการสำรวจจะทำการปล่อยกระแสไฟฟ้าลงไปใต้ดิน แล้วทำการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าใต้ดินที่ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อนำค่าที่วัดได้มาประมวลผลร่วมกันผ่านโปรแกรม จะได้เป็นภาพจำลองสีรูปทรงเรขาคณิต (Geometry) ๒ มิติ ที่แสดงขอบเขตพื้นที่ที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วงเดียวกัน เรียกว่าภาพตัดขวางเทียมของสภาพธรณีวิทยาใต้ผิวดิน (Pseudosection) ซึ่งแสดงลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาใต้ดิน และเมื่อเปรียบเทียบค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้กับค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของวัสดุแต่ละชนิดแล้วก็จะทราบถึงชนิดของวัสดุที่พบในพื้นที่ได้ เช่น หากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าต่ำมาก ๆ ก็มีความเป็นไปได้ที่วัสดุในบริเวณนั้นจะเป็นดินชุ่มน้ำหรือน้ำใต้ดิน หรือถ้ามีค่าสูงมากก็มีโอกาสที่จะเป็นหินฐานหรือหินลอยได้ เป็นต้น

๑.๒ <u>การวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction)</u> เพื่อประเมินความแน่นของชั้นดิน/ชั้นหินที่เหมาะสมต่อการก่อสร้างฐานราก โดยอาศัยหลักการในการตรวจวัดค่าความเร็วคลื่นไหวสะเทือนที่เดินทางลงไปยังใต้ดินและเดินทางผ่านชั้นวัสดุชนิดต่าง ๆ โดยหากวัสดุนั้นแข็งหรือมีความหนาแน่นมาก ความเร็วคลื่นที่เดินทางก็จะมีความเร็วมาก แต่หากวัสดุนั้นเป็นดินหรือหินผุที่มีอากาศหรือรอยแตกแทรกตัวอยู่ ก็จะทำให้ความหนาแน่นน้อยลง ความเร็วคลื่นก็จะน้อยลง โดยช่วงความเร็วของคลื่นไหวสะเทือนที่ใช้ในการเดินทางในวัสดุชนิดต่าง ๆ สามารถอ้างอิงได้จากเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ เมื่อพิจารณาวัสดุชนิดใดชนิดหนึ่งจะพบว่าความเร็วของคลื่นไหวสะเทือนที่เดินทางได้ในวัสดุนั้น ๆ จะเป็นช่วงของความเร็ว ซึ่งจะมีความเร็วมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของวัสดุนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น หากทำการสำรวจในวัสดุประเภทหินทราย ซึ่งมีช่วงความเร็วที่คลื่นสามารถเคลื่อนที่ในหินทรายได้อยู่ที่ ๑,๘๓๐ – ๓,๙๖๐ เมตร/วินาที ซึ่งหากแปลผลการสำรวจออกมาแล้วพบว่า ความเร็วที่คลื่นใช้ในการเดินทางในพื้นที่สำรวจได้เป็น ๑,๙๐๐ เมตร/วินาที จะหมายความว่าหินทรายในพื้นที่จะมีโอกาสที่จะเป็นหินทรายผุ หรือมีรอยแตกสูงกว่ากรณีที่ค่าความเร็วของคลื่นออกมาเป็น ๓,๕๐๐ เมตร/วินาที ผลการสำรวจที่ได้จะออกมาในรูปแบบตารางและภาพจำลองใต้ดินแสดงประเภทของวัสดุ ค่าความเร็วคลื่นที่วัดได้ และระดับความลึกของชั้นวัสดุนั้น ๆ ในแนวการสำรวจต่าง ๆ

๒. สรุปขั้นตอนการดำเนินการ

การสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า	การสำรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห
๒.๑) เตรียมอุปกรณ์ ประกอบด้วยเครื่องวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (Resistivity meter) ขั้วไฟฟ้าหรือขั้วอิเล็กโทรด (Electrode) สายเคเบิ้ล (Electrode cable) สปริง/ยาง และแบตเตอรี่ (Battery)	๒.๑) เตรียมอุปกรณ์ ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดคลื่น (Seismic source) ตัวรับสัญญาณคลื่น (Geophone) สายสัญญาณ (Seismic Cable) เครื่องบันทึกข้อมูล (Recorder) และแบตเตอรี่ (Battery)
๒.๒) ศึกษาสภาพโดยทั่วไปของพื้นที่ที่จะดำเนินการสำรวจ เช่น เขตทาง ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาของชั้นวัสดุ และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณากำหนดแนวการสำรวจ รูปแบบการวางขั้วไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าแต่ละแท่งต่อไป	๒.๒) ศึกษาสภาพโดยทั่วไปของพื้นที่ที่จะดำเนินการสำรวจ เช่น เขตทาง ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาของชั้นวัสดุ และการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณากำหนดแนวการสำรวจและระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณคลื่นแต่ละตัวต่อไป
๒.๓) กำหนดแนวที่จะทำการสำรวจ รูปแบบการวางขั้วไฟฟ้า และระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าให้เหมาะสม	๒.๓) กำหนดแนวที่จะทำการสำรวจและระยะห่างของตัวรับสัญญาณคลื่นให้เหมาะสม
๒.๔) ใช้สายวัดระยะในการวางแนวสำรวจและกำหนดตำแหน่งการติดตั้งขั้วไฟฟ้าแต่ละแท่ง	๒.๔) ใช้สายวัดระยะในการวางแนวสำรวจและกำหนดตำแหน่งการติดตั้งตัวรับสัญญาณ
๒.๕) ทำการติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์	๒.๕) ทำการติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์
๒.๖) ดำเนินการสำรวจโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าและวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า	๒.๖) ดำเนินการสำรวจโดยการสร้างคลื่นไหวสะเทือนด้วยการทุบค้อนลงบนแผ่นเหล็กที่บริเวณตัวรับสัญญาณคลื่น ๒ จุด ของแนวการสำรวจแต่ละแนว ได้แก่ ที่ปลายตัวรับสัญญาณคลื่นตัวแรกของแนวสำรวจและที่ปลายตัวรับสัญญาณคลื่นตัวสุดท้ายของแนวสำรวจ
๒.๗) เก็บข้อมูลการสำรวจและบันทึกผลการสำรวจ	๒.๗) เก็บข้อมูลการสำรวจและบันทึกผลการสำรวจ
๒.๘) แปลผลด้วยโปรแกรม RES๒DINV และจัดทำรายงานการสำรวจ	๒.๘) แปลผลด้วยโปรแกรม ReflexW และจัดทำรายงานการสำรวจ

๓. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๓.๑) เนื่องจากในการแปลผลต้องมีการเปรียบเทียบค่าความเร็วคลื่นที่วัดได้กับค่าความเร็วคลื่นไหวสะเทือนที่เดินทางในวัสดุชนิดต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้เลือกเปรียบเทียบค่าความเร็วของชนิดวัสดุให้ถูกต้อง จึงต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการจัดจำแนกชนิดหินและประเภทของวัสดุอื่น ๆ โดยการเดินสำรวจลักษณะพื้นที่ก่อนทำการสำรวจเสมอ

๓.๒) ในการจะวางแนวการสำรวจจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง ความลึกที่ต้องการสำรวจ และความละเอียดของข้อมูล เนื่องจากเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อรูปแบบการวางแนวการสำรวจทั้งรูปแบบการวางขั้วและระยะห่างของการวางขั้วไฟฟ้าในการสำรวจแบบวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า และระยะห่างของการปักตัวรับสัญญาณในการสำรวจแบบวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห

๓.๓) ในการสำรวจแบบการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหจะพบปัญหาเรื่องของสัญญาณรบกวน (Noise) เนื่องจากการสำรวจด้วยวิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห ต้องมีการสร้างคลื่นไหวสะเทือนขึ้นเพื่อทำการเก็บข้อมูล ทั้งนี้ พื้นที่ที่ดำเนินการสำรวจอยู่บริเวณริมสายทางทำให้เลี่ยงไม่ได้ที่จะมีคลื่นไหวสะเทือนจากรถยนต์เข้ามาเป็นสัญญาณรบกวน ทำให้ผู้สำรวจต้องรอให้เป็นช่วงที่ว่างจากการสัญจรให้มากที่สุดจึงค่อยทำการเก็บข้อมูล หรือดำเนินการเก็บข้อมูลในจำนวนที่มากขึ้นเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและมีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด

๓.๔) ในการสำรวจแบบการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า ที่ต้องทำการปล่อยกระแสไฟฟ้าลงไปใต้ดิน หากพื้นที่สำรวจประกอบไปด้วยวัสดุ/ดินที่มีความแห้งมากก็จะนำไฟฟ้าลงไปใต้ดินได้ไม่ดี จะทำให้ผลการสำรวจมีความคลาดเคลื่อนและไม่สมบูรณ์ ต้องแก้ปัญหาด้วยการหยอดน้ำลงไปที่บริเวณขั้วไฟฟ้าเพื่อให้น้ำเป็นตัวนำในการนำไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น

๓.๕) ปัญหาเรื่องสภาพอากาศ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจเป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ทำให้หากมีฝนตกหนักจึงจำเป็นต้องหยุดพักการสำรวจชั่วคราว แต่หากฝนตกไม่หนักก็สามารถทำการสำรวจต่อได้ โดยการนำร่มหรือผ้าร่มมาบังฝนไม่ให้น้ำฝนโดนเครื่องมือส่วนที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์นั้น ดังนั้นหากมีปัจจัยเรื่องฝนก็สามารถส่งผลให้ต้องใช้ระยะเวลาในการสำรวจเพิ่มมากขึ้นได้

๓.๖) เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล จึงควรมีข้อมูลหลุมเจาะมาเทียบเคียง จะทำให้การแปลความหมายมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เช่น ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของวัสดุหลายชนิดมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกัน อาจทำให้ไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าวัสดุที่พบนั้นเป็นวัสดุชนิดอะไร ดังนั้นหากมีข้อมูลหลุมเจาะมาประกอบก็จะสามารถระบุชนิดของวัสดุได้ถูกต้องมากขึ้น เป็นต้น

๓.๗) เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นภูเขาที่มีความลาดชันสูง จึงต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ เช่น ใช้เชือกช่วยในการยึดจับและลำเลียงอุปกรณ์ เป็นต้น

๔. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)

๔.๑ <u>เชิงปริมาณ</u>

จัดทำรายงานการสำรวจลักษณะทางธรณีวิทยาใต้ผิวดินด้วยวิธีการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistivity) และวิธีการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (Seismic Refraction) ทางหลวงหมายเลข ๑๐๘๘ ที่ประมาณ กม. ๗๗+๓๓๙ - กม. ๗๗+๗๗๙ ซ้ายทาง รวมระยะทาง ๒,๕๖๐ เมตร จำนวน ๑ เล่ม

๔.๒ <u>เชิงคุณภาพ</u>

ผู้ออกแบบสามารถเข้าใจลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง และการกระจายตัวของวัสดุใต้ดิน รวมถึงทราบความลึกที่เหมาะสมในการออกแบบแนะนำรูปแบบการแก้ไขปัญหาต่อไปได้

๕. ประโยชน์ที่หน่วยงานได้รับ

๕.๑) ช่วยลดงบประมาณในการบำรุงรักษาหรือแก้ไขปัญหาในระยะยาว เนื่องจากผู้ออกแบบสามารถเข้าใจลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง การกระจายตัวของวัสดุใต้ดิน และทราบความลึกที่เหมาะสมในการก่อสร้างโครงสร้างฐานรากได้ ทำให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกรูปแบบการก่อสร้างที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ทำให้ได้รูปแบบการแก้ไขปัญหาที่ตรงจุดและยั่งยืน

๕.๒) ช่วยให้ผู้ออกแบบเข้าใจถึงสภาพธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง และการกระจายตัวของวัสดุในพื้นที่ ทำให้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบโครงสร้างที่หลีกเลี่ยงหรือรองรับความเสียหายในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้

๕.๓) หน่วยงานสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นข้อมูลประกอบในการจำแนกประเภทงานตัดคันทางในระหว่างดำเนินการก่อสร้างได้

ชื่อข้อเสนอแนวคิด

เรื่อง การจัดทำระบบฐานข้อมูลของแหล่งวัสดุหิน และผลการทดสอบทางกลศาสตร์ของหินแบบออนไลน์

๑. สรุปหลักการและเหตุผล

ในงานก่อสร้างทางหลวง หนึ่งในกระบวนการที่สำคัญคือการคัดเลือกแหล่งวัสดุที่มีความเหมาะสม วัสดุมีคุณภาพผ่านการทดสอบตามมาตรฐานงานทาง ซึ่งส่วนธรณีวิศวกรรม สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบนั้น มีบทบาทหน้าที่ในการสำรวจและตรวจสอบแหล่งวัสดุ และทดสอบคุณภาพของวัสดุมวลรวมหินตามมาตรฐานงานทางในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

- งานทดสอบ Aggregate Crushing Value (ACV)
- งานทดสอบ Aggregate Impact Value (AIV)
- งานทดสอบ Polished Stone Value (PSV)
- งานทดสอบ Point Load Strength Test (PLS)
- งานทดสอบ Ten Percent Fine Value (TFV)
- งานทดสอบ Los Angeles Abrasion (LAA)
- งานทดสอบ Soundness หาค่าความคงทนของมวลรวมโดยการใช้โซเดียมซัลเฟต

ส่วนธรณีวิศวกรรมได้มีการรวบรวมข้อมูลของแหล่งวัสดุ ประกอบด้วยตำแหน่งที่ตั้ง ชนิดของวัสดุ และผลการทดสอบวัสดุจากห้องปฏิบัติการไว้ แต่ในปัจจุบันข้อมูลดังกล่าวไม่ได้มีการรวบรวม สรุป วิเคราะห์ หรือเผยแพร่ อีกทั้งข้อมูลบางส่วนยังมีการเก็บในรูปแบบของกระดาษ (Hard Copy) ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปต่อยอดต่อได้

ซึ่งหากมีการจัดเก็บและเผยแพร่ข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัล (Soft Copy) อย่างเป็นระบบผ่านรูปแบบออนไลน์ (Online) แล้ว ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจเลือกใช้แหล่งวัสดุของเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง หรือเป็นข้อมูลสำหรับบุคคลทั่วไปที่ต้องการทราบรายละเอียดของแหล่งวัสดุได้

ดังนั้นหากมีการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำระบบฐานข้อมูล (Data Base Management) และนำเสนอผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) แล้ว ก็จะเป็นประโยชน์แก่เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงหรือบุคคลทั่วไปที่ต้องการใช้ข้อมูลได้ โดยระบบฐานข้อมูลสามารถปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันได้ตลอดเวลา และเข้าถึงได้ง่ายผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Browser) ทำให้สะดวกในการใช้งานสามารถเปิดดูได้ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน และสามารถดาวน์โหลดข้อมูลมาใช้เพื่อนำไปต่อยอดได้ ซึ่งรองรับการทำงานจากระยะไกล (Remote-working) โดยข้อมูลที่จะทำขึ้นระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วย

- แผนที่แสดงการกระจายตัวของแหล่งวัสดุแสดงผลบนเว็บแพลตฟอร์ม (Web Platform) Google Map และสามารถเลือกดูตำแหน่งของแหล่งวัสดุได้ตามเขตพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง จังหวัด หรือสายทางต่าง ๆ ได้
- สามารถคำนวณระยะทางในการเดินทางระหว่างตำแหน่งบนแผนที่ได้ โดยมีฟังก์ชั่นให้เลือกจุดหมายที่ต้องการไปจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งปลายทางได้
- บนแผนที่สามารถแสดงผลชั้นของข้อมูล (Layer) ชนิดต่าง ๆ เช่น สายทาง ตำแหน่งของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งหน่วยงานภายในและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับกรมทางหลวง ตำแหน่งหลักกิโล ขอบเขตพื้นที่การปกครอง เป็นต้น โดยสามารถเลือกเปิด/ปิดชั้นข้อมูลต่าง ๆ ตามต้องการได้

- แต่ละแหล่งวัสดุในแผนที่จะแสดงชนิดของวัสดุและค่าผลการทดสอบแต่ละชนิดการทดสอบโดยเฉลี่ย ซึ่งสามารถแยกดูผลการทดสอบเฉลี่ยแบบรายปีหรือรายเดือนได้
- หากต้องการดูรายละเอียดของแหล่งวัสดุ รูปประกอบ และผลการทดสอบทุกการทดสอบของแต่ละแหล่งวัสดุสามารถเลือกดูข้อมูลได้จากไอคอนแหล่งวัสดุบนแผนที่ หรือสามารถสืบค้นข้อมูลของแหล่งวัสดุได้จากชื่อของแหล่งวัสดุ
- สามารถแสดงสถิติค่าผลทดสอบแต่ละชนิดการทดสอบของแต่ละแหล่งวัสดุในรูปแบบของกราฟแสดงความสัมพันธ์แบบรวมข้อมูลทั้งหมด แบบรายปี หรือรายเดือน
- สามารถแสดงสถิติค่าผลทดสอบแต่ละชนิดการทดสอบของแต่ละชนิดวัสดุ เช่น หินบะซอลต์ หินแกรนิต หินแอนดีไซต์ หินปูน หรือตะกรันเหล็ก เป็นต้น (รวมข้อมูลจากหลายแหล่งวัสดุที่มีวัสดุเป็นชนิดเดียวกัน) ในรูปแบบของกราฟแสดงความสัมพันธ์แบบรวมข้อมูลทั้งหมด แบบรายปี หรือรายเดือน
- สามารถดาวน์โหลดข้อมูลรายละเอียดผลการทดสอบได้ในรูปแบบของไฟล์ตาราง Microsoft Excel
- สามารถดาวน์โหลดแผนที่แสดงการกระจายตัวของแหล่งวัสดุได้ในรูปแบบของไฟล์ PDF หรือ JPG
- สามารถดาวน์โหลดกราฟแสดงค่าผลทดสอบได้ในรูปแบบของไฟล์ JPG และค่าที่ใช้ในการพล็อตกราฟได้ในรูปแบบไฟล์ Microsoft Excel

๒. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

๒.๑ บทวิเคราะห์

เนื่องจากส่วนธรณีวิศวกรรมมีการเก็บข้อมูลของแหล่งวัสดุหินกับทำการทดสอบทางกลศาสตร์ของหินในห้องปฏิบัติการ แต่ยังขาดการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้ยากในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์เชิงสถิติหรือนำไปใช้ต่อในด้านอื่น ๆ

๒.๒ แนวความคิด

จึงมีแนวความคิดที่ว่า สมควรให้มีการรวบรวมข้อมูลของแหล่งวัสดุและผลการทดสอบทางกลศาสตร์ของหินที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการทั้งหมดมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลที่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างเป็นระบบทั้งในรูปแบบของตาราง แผนที่ และรูปภาพ ที่สามารถแสดงผลการวิเคราะห์เชิงสถิติได้ และที่สำคัญต้องสามารถเพิ่ม ลบ หรือนำข้อมูลไปใช้ได้ต่อได้อย่างสะดวกในรูปแบบที่สามารถเข้าถึงได้จากทุกที่พร้อมกันจากหลายผู้ใช้งาน

๒.๓ ข้อเสนอ

จึงขอเสนอให้มีการจัดทำระบบฐานข้อมูลของแหล่งวัสดุหินและผลการทดสอบทางกลศาสตร์ของหินแบบออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชั่น ที่มีฟังก์ชั่นการใช้งานที่หลากหลายตอบโจทย์การเก็บ วิเคราะห์ แสดงผลและการนำข้อมูลไปใช้ต่อยอดได้

๒.๔ ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

๒.๔.๑ เนื่องด้วยเทคโนโลยีมีการพัฒนาและเปลี่ยนรูปแบบอยู่ตลอดเวลา จึงอาจทำให้ฟังก์ชั่นการใช้งานของระบบฐานข้อมูลอาจมีความล้าสมัยจนใช้งานไม่ได้หรือใช้งานได้ไม่ปกติ จึงจำเป็นต้องมีผู้ดูแลและพัฒนาระบบคอยดูแล ปรับปรุง และพัฒนาระบบฐานข้อมูลอยู่ตลอดเวลา เพราะหากมีการสร้างระบบฐานข้อมูลขึ้นมาใช้งาน

แต่ไม่มีการดูแล ปรับปรุง และพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง ระบบฐานข้อมูลจะกลายเป็นฐานข้อมูลที่ล้าสมัยไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป ซึ่งจะเป็นการสูญเสียงบประมาณที่ใช้ไปโดยสูญเปล่า

๒.๔.๒ เพื่อให้ข้อมูลมีความเป็นปัจจุบันที่สุด จึงควรมีการเพิ่มและปรับปรุงข้อมูลบนระบบฐานข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแหล่งวัสดุหินจะมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพธรณีวิทยาในหน้าเหมืองอยู่ตลอด ซึ่งอาจทำให้วัสดุหินที่นำมาใช้แม้ว่าจะมาจากแหล่งวัสดุเดิมก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกลศาสตร์ไป หรืออาจถึงขั้นเปลี่ยนชนิดของวัสดุไปได้ จึงควรมีการสำรวจและตรวจสอบลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งวัสดุและปรับปรุงฐานข้อมูลอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

๓. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๓.๑) นายช่างสามารถดูการกระจายตัวของแหล่งวัสดุและค่าเฉลี่ยของผลทดสอบทางกลศาสตร์ของหินในแต่ละชนิดการทดสอบได้ เพื่อให้นายช่างสามารถพิจารณาความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ เพื่อตัดสินใจเลือกแหล่งวัสดุมาใช้ในการก่อสร้างทาง เช่น ระยะทางระหว่างโครงการก่อสร้างถึงแหล่งวัสดุ เพื่อให้สามารถประเมินงบประมาณในการขนส่งวัสดุ สามารถเปรียบเทียบชนิดของหินและค่าคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของหินในแต่ละแหล่งวัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการเลือกนำมาใช้ได้ เป็นต้น

๓.๒) ผู้ใช้งานอื่น ๆ สามารถเข้ามาดูรายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งของวัสดุ ชนิดของวัสดุ และผลการทดสอบเพื่อนำไปพิจารณาเลือกใช้แหล่งวัสดุ การนำข้อมูลไปใช้ในงาน อ้างอิง หรือวิเคราะห์ต่อยอดสำหรับทำงานวิจัยได้

๓.๓) ช่วยให้มีการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบมากขึ้น เนื่องจากมีการนำเข้าข้อมูลและเก็บแบบออนไลน์ ช่วยให้มีการจัดการระบบระเบียบของข้อมูลให้เข้าถึงและนำไปวิเคราะห์ต่อได้ง่าย

๔. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๔.๑) <u>เชิงปริมาณ</u> ได้แก่ ปริมาณผู้ใช้งาน ปริมาณการเข้าใช้งานซ้ำ อัตราการเพิ่มขึ้นของผู้เข้าใช้งาน ความหลากหลายของประเภทผู้ใช้งาน ระยะเวลาในการเข้าใช้งาน จำนวนการดาวน์โหลดเนื้อหา และปริมาณการอ้างอิงข้อมูลเมื่อมีการนำข้อมูลไปใช้

๔.๒) <u>เชิงคุณภาพ</u> ประกอบด้วย

- ประสิทธิภาพของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลมีความถูกต้อง มีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน ใช้งานได้จริง ผู้ใช้ได้รับประโยชน์จากการใช้งาน

- ประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูล ได้แก่ ความเร็วและความเสถียรในการเข้าใช้งาน มีการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพทันสมัยใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง มีข้อผิดพลาดในการใช้งานน้อย

- ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยให้มีการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านต่าง ๆ (ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจไม่ต่ำกว่า ๘๐%)

<u>หมายเหตุ</u> : ๑. ระดับชำนาญการ เขียนผลงาน ๒ เรื่อง และข้อเสนอแนวคิด ๑ เรื่อง

๒. ระดับชำนาญการพิเศษ และระดับเชี่ยวชาญ เขียนผลงาน ๓ เรื่อง และข้อเสนอแนวคิด ๑ เรื่อง

๓. ให้ผู้ขอรับการประเมินบุคคล อธิบายรายละเอียดเค้าโครงเรื่องโดยสรุปของผลงาน ไม่น้อยกว่า ๑ หน้ากระดาษ A4 และไม่เกิน ๓ หน้ากระดาษ A4 ต่อ ๑ ผลงาน

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้ขอรับการประเมิน)

(นางสาววริษฐา แก้วพุกัม)

(วันที่ ๒๑ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)

(นายลลิต สวัสดิมงคล)

(วันที่ ๒๑ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๘)

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)

(นายโกสินทร์ เจติยานนท์)

(วันที่ ๒๑ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๘)