ส่วนที่ ๒ ผลงานที่จะส่งประเมิน (เรียงลำดับตามความดีเด่นหรือความสำคัญ)

๑) ชื่อผลงาน

๑.๑) ผลงานลำดับที่ ๑: การดำเนินการวิเคราะห์ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๑๕ สาย บ.หนองเม็ก – บ.สาหร่าย ระหว่าง กม.๓๓+๐๐๐ – กม.๓๙+๕๐๐, กม.๔๒+๕๐๐ – กม.๔๕+๙๖๕, กม.๖๖+๓๐๐ – กม.๗๒+๘๐๐ และ กม.๗๘+๕๐๐ – กม.๘๕+๑๙๕

๑.๒) ผลงานลำดับที่ ๒: การดำเนินการวิเคราะห์ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๑๖๙ สาย ยโสธร – อ.กุดชุม ระหว่าง กม.๒+๒๓๔ - กม.๓๒+๐๐๐

๒) ระยะเวลาที่ดำเนินการ

๒.๑) ผลงานลำดับที่ ๑: กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ – มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๕

๒.๒) ผลงานลำดับที่ ๒: กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ – ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

๓) สัดส่วนในการดำเนินการเกี่ยวกับผลงาน

- ผลงานลำดับที่ ๑ : ตนเองปฏิบัติ ร้อยละ ๙๐

รายละเอียดผลงาน ๑. ประสานขอข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

๒. ตรวจสอบสภาพสายทางจากหน้างานจริง

๓. รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

๔. ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทาง

กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันของบุคคลหลายคน

รายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ	สัดส่วนผลงานของผู้มีส่วนร่วม	ระบุรายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในผลงาน
นายจุฑา สุนิตย์สกุล		ร้อยละ ๑๐	แนะนำ และช่วยเหลือการปฏิบัติงานออกแบบโครงสร้างชั้นทางให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรม

- ผลงานลำดับที่ ๒ : ตนเองปฏิบัติ ร้อยละ ๘๐

รายละเอียดผลงาน ๑. ประสานขอข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

๒. ตรวจสอบสภาพสายทางจากหน้างานจริง

๓. รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

๔. ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทาง

กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันของบุคคลหลายคน

รายชื่อผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ	สัดส่วนผลงานของผู้มีส่วนร่วม	ระบุรายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในผลงาน
นายจุฑา สุนิตย์สกุล		ร้อยละ ๑๐	แนะนำและช่วยเหลือการปฏิบัติงานออกแบบโครงสร้างชั้นทางให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรม
นายสุรพันธ์ สุดใจ		ร้อยละ ๑๐	ปฏิบัติงานร่วมกันและช่วยเหลือในงานออกแบบโครงสร้างชั้นทางให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรม

๔) ข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน (จำนวน ๑ เรื่อง)

เรื่อง การประยุกต์ใช้ Python Programming ในการรวบรวมค่า Average Annual Daily Traffic และคำนวณ Equivalent Single-Axle Load สะสมตลอดอายุการออกแบบ เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้ขอรับการประเมิน)

(นายอภิเดช สกุลณียา)

(วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2569)

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)

(นายฉัตรชัย จันทร)

(วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2569)

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)

(นายธันวิน สวัสดิศานต์)

(วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2569)

แบบเสนอเค้าโครงเรื่องโดยสรุปของผลงานและข้อเสนอแนวคิด

(กรณีเลื่อนประเภทวิชาการ ระดับชำนาญการ)

ผลงานลำดับที่ ๑: การดำเนินการวิเคราะห์ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๑๕ สาย บ.หนองเม็ก – บ.สาหร่าย ระหว่าง กม.๓๓+๐๐๐ – กม.๓๙+๕๐๐, กม.๔๒+๕๐๐ – กม.๔๕+๙๖๕, กม.๖๖+๓๐๐ – กม.๗๒+๘๐๐ และ กม.๗๘+๕๐๐ – กม.๘๕+๑๙๕

๑. สรุปสาระสำคัญ

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๑๕ สาย บ.หนองเม็ก – บ.สาหร่าย ระหว่าง กม.๓๓+๐๐๐ – กม.๓๙+๕๐๐, กม.๔๒+๕๐๐ – กม.๔๕+๙๖๕, กม.๖๖+๓๐๐ – กม.๗๒+๘๐๐ และ กม.๗๘+๕๐๐ – กม.๘๕+๑๙๕ เป็นโครงการขยายทางหลวงเดิมจากถนนขนาด ๒ ช่องจราจร เป็น ๔ ช่องจราจร ระยะทางรวม ๒๒.๕๖ กิโลเมตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่ายทางหลวงแผ่นดิน อำนวยความสะดวกรวดเร็วและความปลอดภัยในการคมนาคมขนส่ง รวมทั้งรองรับปริมาณการจราจรในปัจจุบันและอนาคตที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

ทางหลวงหมายเลข ๒๑๕ เป็นเส้นทางคมนาคมสำคัญของจังหวัดร้อยเอ็ด และเป็นเส้นทางสายหลักที่เชื่อมโยงจังหวัดร้อยเอ็ดและจังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองรับการเดินทางระหว่างอำเภอ และชุมชนรวมถึงเชื่อมต่อกับโครงข่ายทางหลวงสายหลักในภูมิภาค โดยเส้นทางดังกล่าวผ่านแหล่งเกษตรกรรมสำคัญ อาทิ แหล่งผลิตข้าว พืชไร่ และการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นรายได้หลักของประชาชน โดยข้อมูลปริมาณการจราจรที่ใช้ประกอบการออกแบบบริเวณ กม.๗๓+๑๓๔ พบว่ามีปริมาณการจราจรรวมสองทิศทาง ๑๓,๔๘๙ คันต่อวัน และมีสัดส่วนรถบรรทุกหนักร้อยละ ๔๒.๓๔ เปอร์เซ็นต์ การออกแบบจึงต้องพิจารณาความสามารถของโครงสร้างชั้นทางในการรองรับน้ำหนักบรรทุกซ้ำตลอดอายุการใช้งานที่กำหนดไม่น้อยกว่า ๒๐ ปี

จากการสำรวจสภาพทางเดิม พบว่า โครงสร้างชั้นทางเดิมเป็นแบบยืดหยุ่น พบความเสียหายเป็นช่วงๆ บริเวณผิวทางและพื้นทาง เนื่องจากทางหลวงสายดังกล่าวรองรับปริมาณจราจรรถบรรทุกหนักในระดับสูง พบลักษณะความเสียหายเป็นร่องล้อ และรอยแตกจากการล้าในชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม ผู้ออกแบบจึงพิจารณาออกแบบโครงสร้างชั้นทางใหม่เป็นโครงสร้างชั้นทางแบบแข็ง หรือโครงสร้างชั้นทางที่มีผิวทางเป็นคอนกรีต (Rigid Pavement) ให้สอดคล้องกับปริมาณจราจร และป้องกันความเสียหายจากการเกิดร่องล้อในอนาคต

การออกแบบโครงสร้างชั้นทางในโครงการนี้ใช้วิธี AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (๑๙๙๓) ซึ่งเป็นแนวทางที่พิจารณาปริมาณน้ำหนักบรรทุกเทียบเท่า คุณสมบัติวัสดุชั้นทาง ความสามารถในการระบายน้ำ และระดับความเชื่อมั่นในการออกแบบอย่างเป็นระบบ เพื่อให้โครงสร้างชั้นทางมีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงและสามารถรองรับการจราจรตลอดอายุการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปริมาณจราจรในรูปแบบจำนวนเที่ยวของเพลาเดี่ยวมาตรฐานเทียบเท่า หรือ ESALs ที่คำนวณได้จากการคาดการณ์ปริมาณจราจรตลอดอายุการออกแบบที่ ๒๐ ปี ของทางหลวงหมายเลขดังกล่าวมีค่าสูงถึง ๑๗๙ ล้าน ESALs การเลือกใช้วัสดุรองถนนคอนกรีตให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างมากต่ออายุการใช้งานของโครงสร้างชั้นทางดังกล่าว

การเลือกใช้วัสดุรองถนนคอนกรีตด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างชั้นทางดังกล่าวในหลายมิติด้วยกัน อีกทั้งยังช่วยลดอุปสงค์ด้านความหนาขั้นต่ำของชั้นผิวทางคอนกรีตเมื่อเทียบกับการรองด้วยหินคลุกหรือทรายรองถนนคอนกรีตที่ในอดีตมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย

๒. สรุปขั้นตอนการดำเนินการ

การดำเนินงานออกแบบโครงสร้างชั้นทางของโครงการ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

๒.๑ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ โดยดำเนินการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการออกแบบโครงสร้างชั้นทางจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลโครงสร้างชั้นทางเดิม ประวัติการซ่อมบำรุง ปริมาณการจราจร ปริมาณรถบรรทุกหนัก แผนงานปรับปรุงสายทาง และข้อมูลวัสดุ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบโครงสร้างชั้นทางที่เหมาะสมกับโครงการ

๒.๒ สำรวจและประเมินสภาพสายทางเดิม โดยทำการสำรวจภาคสนามตลอดแนวโครงการเพื่อตรวจสอบสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทางเดิม ผลการสำรวจพบว่าสายทางเดิมมีสภาพค่อนข้างดี มีความเสียหายเพียงเล็กน้อยตามอายุการใช้งาน และไม่พบความเสียหายรุนแรงที่ส่งผลต่อพื้นทางหรือรองพื้นทาง ข้อมูลดังกล่าวจึงนำมาใช้ประกอบการพิจารณาเลือกแนวทางปรับปรุงผิวทางเดิมร่วมกับการขยายช่องจราจร

๒.๓ วิเคราะห์ปริมาณการจราจรและน้ำหนักบรรทุก ด้วยการนำข้อมูลปริมาณการจราจรและสัดส่วนรถบรรทุกหนักมาวิเคราะห์เพื่อประเมินน้ำหนักบรรทุกสะสมที่โครงสร้างชั้นทางจะต้องรองรับตลอดอายุการออกแบบ ๒๐ ปี โดยคำนวณในรูปจำนวนเที่ยวของเพลาเดี่ยวมาตรฐานเทียบเท่า หรือ ESALs ผลการวิเคราะห์ได้ค่าปริมาณน้ำหนักบรรทุกสะสมรวม ๑๗๘.๙ ล้าน ESALs ซึ่งเป็นข้อมูลหลักสำหรับการกำหนดความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างชั้นทาง

๒.๔ กำหนดหลักเกณฑ์ในการออกแบบ โดยเลือกใช้วิธีการออกแบบโครงสร้างชั้นทางตามแนวทาง AASHTO (๑๙๙๓) เนื่องจากสามารถพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของโครงสร้างชั้นทางได้อย่างเป็นระบบ ทั้งปริมาณน้ำหนักบรรทุก คุณสมบัติวัสดุ สภาพดินเดิม การระบายน้ำ และระดับความเชื่อมั่นในการออกแบบ เพื่อให้โครงสร้างชั้นทางที่กำหนดมีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงของโครงการ

๒.๕ ดำเนินการคำนวณค่าความต้องการด้านโครงสร้างและกำหนดความหนาของวัสดุชั้นทางแต่ละชั้น โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสภาพทางเดิมและลักษณะการขยายทางจาก ๒ ช่องจราจร เป็น ๔ ช่องจราจร ผลการออกแบบกำหนดให้ใช้ผิวทางคอนกรีตแบบมีรอยต่อ (JPCP) หนา ๓๐ เซนติเมตร รองด้วยแอสฟัลต์รองถนนคอนกรีต เกรด ๖๐ – ๗๐ หนา ๔ เซนติเมตร ทำหน้าที่เป็น Interlayer ระหว่างผิวทางคอนกรีต และชั้นพื้นทางดินซีเมนต์ หนา ๒๐ เซนติเมตร มีค่า Unconfined Compressive Strength ไม่น้อยกว่า ๒๔.๕ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และรองพื้นทางมวลรวม มีค่า California Bearing Ratio ไม่น้อยกว่า ๒๕ เปอร์เซ็นต์

๒.๖ ภายหลังจากตรวจสอบผลการวิเคราะห์และความเหมาะสมของรูปแบบโครงสร้างชั้นทางแล้ว ได้จัดทำแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางสำหรับใช้ประกอบการดำเนินงานก่อสร้างของโครงการ โดยแบบที่จัดทำขึ้นมุ่งให้โครงสร้างชั้นทางสามารถรองรับปริมาณการจราจรในอนาคต สอดคล้องกับสภาพทางเดิม และช่วยสนับสนุนการพัฒนาเส้นทางให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยยิ่งขึ้น

๓. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๓.๑ โครงการนี้ดำเนินการในช่วงที่กรมทางหลวงปรับเปลี่ยนวิธีออกแบบโครงสร้างชั้นทางแบบแข็งจากวิธี PCA (๑๙๘๔) เป็นวิธี AASHTO (๑๙๙๓) ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องศึกษาหลักเกณฑ์ใหม่และนำมาประยุกต์ใช้ให้ถูกต้อง โดยเฉพาะการวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกสะสม คุณสมบัติวัสดุ การระบายน้ำ และระดับความเชื่อมั่นในการออกแบบ

๓.๒ เนื่องจากโครงการเป็นการขยายทางหลวงเดิมจาก ๒ ช่องจราจร เป็น ๔ ช่องจราจร และสายทางเดิมสภาพเป็นร่องล้อภายหลังจากการบูรณะจากทางแขวงทางหลวงร้อยเอ็ดได้ไม่นาน การกำหนดรูปแบบโครงสร้างชั้นทางจึงต้องพิจารณาให้โครงสร้างชั้นทางใหม่สามารถรองรับปริมาณจราจรของรถบรรทุกหนักได้ และป้องกันการเกิดร่องล้อก่อนเวลาอันควรในอนาคต

๓.๓ การวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกสะสมต้องพิจารณาข้อมูลจราจรของยานพาหนะหลายประเภท ร่วมกับค่า Load Equivalency Factor อัตราการเติบโตของการจราจร และการกระจายรถในช่องจราจรออกแบบ โดยเฉพาะรถพ่วงและรถกึ่งพ่วงที่มีผลต่อความเสียหายของโครงสร้างชั้นทางสูง จึงต้องคำนวณอย่างรอบคอบ เพื่อให้รองรับการใช้งานตลอดอายุการออกแบบ ๒๐ ปี

๓.๔ ผลการออกแบบด้วยวิธี AASHTO (๑๙๙๓) ทำให้โครงสร้างชั้นทางมีความหนามากกว่าวิธีเดิม ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องชี้แจงเหตุผลทางวิศวกรรมแก่ผู้เกี่ยวข้อง โดยอธิบายว่าความหนาที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากการพิจารณาน้ำหนักบรรทุก คุณสมบัติวัสดุ และสมรรถนะตลอดอายุการออกแบบอย่างละเอียดขึ้น เพื่อให้โครงสร้างชั้นทางมีความเหมาะสมและคงทนต่อสภาพการใช้งานปัจจุบัน

๔. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)

๔.๑ <u>เชิงปริมาณ</u>

การดำเนินงานสามารถจัดทำผลการออกแบบโครงสร้างชั้นทางแบบยืดหยุ่นสำหรับโครงการขยายทางหลวงหมายเลข ๒๑๕ สาย บ.หนองเม็ก – บ.สาหร่าย ระหว่าง กม.๓๓+๐๐๐ – กม.๓๙+๕๐๐, กม.๔๒+๕๐๐ – กม.๔๕+๙๖๕, กม.๖๖+๓๐๐ – กม.๗๒+๘๐๐ และ กม.๗๘+๕๐๐ – กม.๘๕+๑๙๕ จำนวน ๑ ฉบับ โดยได้นำข้อมูลปริมาณการจราจรและรถบรรทุกหนักมาคำนวณน้ำหนักบรรทุกสะสมตลอดอายุการออกแบบ ๒๐ ปี พบว่าโครงสร้างชั้นทางจะต้องรองรับปริมาณน้ำหนักบรรทุกเทียบเท่ารวม ๑๗๘.๙ ล้าน ESALs

๔.๒ <u>เชิงคุณภาพ</u>

ผลงานออกแบบดังกล่าวทำให้ได้รูปแบบโครงสร้างชั้นทางที่สอดคล้องกับสภาพการสัญจรของรถบรรทุกหนักและลักษณะการขยายถนนจาก ๒ ช่องจราจร เป็น ๔ ช่องจราจร โดยพิจารณาจากข้อมูลสำรวจภาคสนามร่วมกับข้อมูลการจราจรและคุณสมบัติวัสดุอย่างเป็นระบบ การประยุกต์ใช้วิธี AASHTO (๑๙๙๓) ช่วยให้การออกแบบคำนึงถึงผลกระทบจากน้ำหนักบรรทุกสะสม ความสามารถในการรองรับของชั้นทาง และอายุการใช้งานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า ๒๐ ปี ส่งผลให้งานออกแบบมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือทางวิศวกรรมมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนการปรับปรุงแนวทางการออกแบบโครงสร้างชั้นทางของหน่วยงานให้มีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรและการขนส่งในปัจจุบัน

๕. ประโยชน์ที่หน่วยงานได้รับ

๕.๑ หน่วยงานได้รับแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางสำหรับโครงการขยายทางหลวงหมายเลข ๒๑๘ ซึ่งจัดทำจากการวิเคราะห์สภาพสายทาง ปริมาณการจราจร น้ำหนักบรรทุก และคุณสมบัติวัสดุ เพื่อใช้ประกอบการดำเนินงานก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม

๕.๒ การใช้วิธี AASHTO (๑๙๙๓) ช่วยให้การออกแบบพิจารณาน้ำหนักบรรทุกสะสมและสมรรถนะของโครงสร้างชั้นทางอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้รูปแบบโครงสร้างชั้นทางเหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบันและอนาคต

๕.๓ ผลงานออกแบบสนับสนุนการขยายทางหลวงจาก ๒ ช่องจราจร เป็น ๔ ช่องจราจร ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการรองรับการจราจร อำนวยความสะดวกด้านการเดินทางและการขนส่ง และส่งเสริมความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง

๕.๔ การออกแบบที่คำนึงถึงน้ำหนักบรรทุกและอายุการใช้งานช่วยลดความเสี่ยงต่อการชำรุดเสียหายก่อนกำหนด และสนับสนุนการบริหารงบประมาณด้านการซ่อมบำรุงของหน่วยงานอย่างมีประสิทธิภาพ

๕.๕ กระบวนการวิเคราะห์และออกแบบของโครงการสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับโครงการขยายทางหลวงที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน และช่วยยกระดับมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างชั้นทางของหน่วยงานให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

ผลงานลำดับที่ ๒: การดำเนินการวิเคราะห์ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางของโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๑๖๙ สาย ยโสธร – อ.กุดชุม ระหว่าง กม.๒+๒๓๔ - กม.๓๒+๐๐๐

๑. สรุปสาระสำคัญ

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๑๖๙ สาย ยโสธร – อ.กุดชุม ระหว่าง กม.๒+๒๓๔ - กม.๓๒+๐๐๐ เป็นโครงการขยายทางหลวงเดิมจาก ๒ ช่องจราจร เป็น ๔ ช่องจราจร มูลค่าโครงการ ๑,๑๙๐ ล้านบาท มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการเดินทาง ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่ายทางหลวงให้รองรับการจราจรและการขนส่งในอนาคต โดยสายทางดังกล่าวเป็นเส้นทางสำคัญของจังหวัดยโสธรและเป็นส่วนหนึ่งของแนวเส้นทางขนส่งสินค้าที่เชื่อมโยงไปยังบริเวณสะพานไทย – ลาว แห่งที่ ๒

ข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณ กม.๑๙+๘๕๐ แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณการจราจรรวม ๑๐,๒๖๘ คันต่อวัน และมีสัดส่วนรถบรรทุกหนักร้อยละ ๑๗.๘๕ ประกอบกับผลการสำรวจภาคสนามพบว่าผิวทางเดิมมีความเสียหายในระดับสูง ทั้งรอยแตกแบบหนังจระเข้ ร่องล้อ และหลุมบ่อ สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบจากการใช้งานและน้ำหนักบรรทุกที่เกิดขึ้นกับสายทางเดิม

จากลักษณะการใช้งานของเส้นทาง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และสภาพความเสียหายของผิวทางเดิม จึงพิจารณาออกแบบโครงสร้างชั้นทางใหม่เป็นโครงสร้างชั้นทางแบบแข็ง (Rigid Pavement) โดยใช้ผิวทางคอนกรีตแบบมีรอยต่อ หรือ Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP) เพื่อให้เหมาะสมกับเส้นทางขนส่งที่มีโอกาสรับน้ำหนักบรรทุกสูง และลดความเสี่ยงต่อการเกิดร่องล้อในระยะยาว การออกแบบดำเนินการตามวิธี AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (๑๙๙๓) สำหรับอายุการออกแบบไม่น้อยกว่า ๒๐ ปี

๒. สรุปขั้นตอนการดำเนินการ

๒.๑ ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากแขวงทางหลวงยโสธรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ประวัติสายทาง โครงสร้างชั้นทางเดิม ประวัติการซ่อมบำรุง ข้อมูลการจราจร รถบรรทุกหนัก แผนงานบูรณะ และข้อมูลวัสดุ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์สภาพปัญหาและกำหนดแนวทางการออกแบบ

๒.๒ ทำการสำรวจภาคสนามในพื้นที่โครงการเพื่อประเมินสภาพผิวทางเดิม ผลการสำรวจพบความเสียหายหลายรูปแบบ ได้แก่ รอยแตกแบบหนังจระเข้ ร่องล้อ และหลุมบ่อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผิวทางเดิมได้รับผลกระทบจากการจราจรและน้ำหนักบรรทุกอย่างชัดเจน จึงจำเป็นต้องพิจารณารูปแบบโครงสร้างชั้นทางที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งานหนักมากขึ้น

๒.๓ นำข้อมูลการจราจรและรถบรรทุกหนักมาคำนวณปริมาณน้ำหนักบรรทุกสะสมในรูปจำนวนเที่ยวของเพลาเดี่ยวมาตรฐานเทียบเท่า หรือ ESALs สำหรับอายุการออกแบบ ๒๐ ปี ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงสร้างชั้นทางต้องรองรับน้ำหนักบรรทุกสะสมรวม ๘๘,๗๘๐,๓๓๕ ESALs ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ประกอบการออกแบบความหนาของผิวทางคอนกรีต

๒.๔ กำหนดรูปแบบและหลักเกณฑ์การออกแบบ จากสัดส่วนรถบรรทุกหนักและลักษณะความเสียหายของสายทางเดิม ได้กำหนดให้ใช้โครงสร้างชั้นทางแบบแข็ง โดยออกแบบตามวิธี AASHTO (๑๙๙๓) และพิจารณาปัจจัยสำคัญ ได้แก่ กำลังรับแรงดัดของคอนกรีต การถ่ายน้ำหนักระหว่างแผ่นคอนกรีต การระบายน้ำ การสูญเสียการรองรับของชั้นรองพื้น และคุณสมบัติของชั้นดินเดิม

๒.๕ คำนวณความหนาและกำหนดโครงสร้างชั้นทาง ด้วยการคำนวณความหนาของผิวทางคอนกรีตให้สามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกสะสมตามที่กำหนด ผลการออกแบบได้ผิวทางคอนกรีตแบบมีรอยต่อหนา ๒๘ เซนติเมตร รองด้วยชั้นแอสฟัลต์คอนกรีตหนา ๓ เซนติเมตร ชั้นพื้นทางดินซีเมนต์หนา ๑๕ เซนติเมตร และชั้นรองพื้นทางหนา ๑๕ เซนติเมตร

๒.๖ จัดทำแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางสำหรับใช้ประกอบการก่อสร้าง พร้อมกำหนดแนวทางจัดเตรียมโครงสร้างเดิม ได้แก่ การขูดไสผิวทางเดิมและพื้นทางบางช่วงให้ได้ระดับ การขุดคุ้ยและบดทับชั้นพื้นทางเดิมใหม่ให้ได้ความแน่นตามข้อกำหนด รวมถึงการทำ Benching เพื่อขยายคันทางจาก ๒ ช่องจราจร เป็น ๔ ช่องจราจร

๓. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๓.๑ สายทางโครงการเป็นเส้นทางขนส่งสำคัญที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักสูงและมีแนวโน้มรองรับการขนส่งระหว่างประเทศเพิ่มขึ้นในอนาคต การออกแบบจึงต้องพิจารณาภาระน้ำหนักบรรทุกระยะยาวอย่างรอบคอบ โดยเฉพาะผลกระทบจากรถพ่วงและรถกึ่งพ่วงซึ่งมีส่วนต่อค่าความเสียหายสะสมของโครงสร้างชั้นทางในสัดส่วนสูง

๓.๒ สภาพทางเดิมมีความเสียหายหลายลักษณะ ทั้งรอยแตกแบบหนังจระเข้ ร่องล้อ และหลุมบ่อ จึงไม่สามารถพิจารณาเพียงการเสริมผิวทางเดิมได้ แต่ต้องวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของการรื้อปรับระดับ การปรับปรุงชั้นพื้นทางเดิม และการเลือกโครงสร้างชั้นทางใหม่ที่สามารถลดปัญหาความเสียหายซ้ำจากการรับน้ำหนักบรรทุกหนัก

๓.๓ การออกแบบโครงสร้างชั้นทางแบบแข็งมีรายละเอียดเฉพาะที่ต้องพิจารณาร่วมกันหลายปัจจัย เช่น ความหนาแผ่นคอนกรีต กำลังรับแรงดัดของคอนกรีต ความสามารถในการถ่ายน้ำหนักระหว่างรอยต่อ การระบายน้ำ และการสูญเสียการรองรับของชั้นรองพื้น การกำหนดค่าตัวแปรแต่ละรายการจึงต้องสอดคล้องกับรูปแบบโครงสร้างและสภาพพื้นที่จริงของโครงการ

๓.๔ โครงการดำเนินการในช่วงที่กรมทางหลวงเปลี่ยนแนวทางการออกแบบโครงสร้างชั้นทางแบบแข็งจากวิธี Portland Cement Association (PCA, ๑๙๘๔) เป็นวิธี AASHTO (๑๙๙๓) ซึ่งให้ผลความหนาผิวทางคอนกรีตมากกว่าวิธีเดิม ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องศึกษาวิธีการใหม่และชี้แจงเหตุผลทางวิศวกรรมแก่ผู้เกี่ยวข้อง โดยแสดงให้เห็นว่าการออกแบบใหม่พิจารณาปริมาณน้ำหนักบรรทุก คุณสมบัติวัสดุ และสมรรถนะตลอดอายุการใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการขนส่งในปัจจุบันมากขึ้น

๔. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ)

๔.๑ <u>เชิงปริมาณ</u>

การดำเนินงานสามารถจัดทำผลการออกแบบโครงสร้างชั้นทางแบบแข็งสำหรับโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข ๒๑๖๙ สายยโสธร – อ.กุดชุม ระหว่าง กม.๒+๒๓๔ ถึง กม.๓๒+๐๐๐ โดยผลการวิเคราะห์กำหนดให้โครงสร้างชั้นทางรองรับปริมาณน้ำหนักบรรทุกสะสมตลอดอายุการออกแบบ ๒๐ ปี จำนวน ๘๘,๗๘๐,๓๓๕ ESALs และได้แบบแนะนำโครงสร้างชั้นทาง จำนวน ๑ ฉบับ ประกอบด้วยผิวทางคอนกรีต JPCP หนา ๒๘ เซนติเมตร ชั้นแอสฟัลต์รองถนนคอนกรีตหนา ๓ เซนติเมตร ชั้นพื้นทางดินซีเมนต์หนา ๑๕ เซนติเมตร และชั้นรองพื้นทางหนา ๑๕ เซนติเมตร

๔.๒ <u>เชิงคุณภาพ</u>

ผลการออกแบบทำให้ได้โครงสร้างชั้นทางที่ตอบสนองต่อปัญหาเฉพาะของสายทาง ซึ่งเป็นเส้นทางที่มีรถบรรทุกหนักสูงและมีความเสียหายจากร่องล้อปรากฏชัดเจน การเลือกใช้ผิวทางคอนกรีตแบบมีรอยต่อช่วยลดข้อจำกัดของผิวทางเดิมในการรองรับการขนส่งหนัก ขณะที่การกำหนดชั้นรองผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตและชั้นพื้นทางที่เหมาะสมช่วยสนับสนุนการรองรับแผ่นคอนกรีตและลดโอกาสการสูญเสียการรองรับของโครงสร้าง งานออกแบบจึงมีความเหมาะสมต่อสภาพปัญหาและบทบาทของเส้นทางมากกว่าการใช้รูปแบบโครงสร้างเดิม

๕. ประโยชน์ที่หน่วยงานได้รับ

๕.๑ หน่วยงานได้รับแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางแบบแข็งที่ออกแบบเฉพาะสำหรับสายทางซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักสูงและมีสภาพผิวทางเดิมเสียหายมาก สามารถนำไปใช้ประกอบการดำเนินงานก่อสร้างและปรับปรุงสายทางได้อย่างชัดเจน

๕.๒ ผลงานช่วยสนับสนุนการเลือกใช้โครงสร้างผิวทางคอนกรีตสำหรับเส้นทางขนส่งสินค้าที่มีความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์ โดยมุ่งลดปัญหาร่องล้อและเพิ่มความสามารถในการรองรับน้ำหนักบรรทุกหนักในระยะยาว

๕.๓ การออกแบบตามวิธี AASHTO (๑๙๙๓) เป็นข้อมูลสนับสนุนการปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบของหน่วยงาน จากวิธีเดิมไปสู่แนวทางที่พิจารณาสมรรถนะของโครงสร้าง ปริมาณน้ำหนักบรรทุก และคุณสมบัติวัสดุอย่างครอบคลุมมากขึ้น

๕.๔ แนวทางการปรับปรุงชั้นทางเดิมก่อนก่อสร้างโครงสร้างใหม่ ช่วยให้หน่วยงานมีวิธีดำเนินงานที่เหมาะสมกับถนนเดิมที่มีความเสียหายสะสม ลดความเสี่ยงที่ความบกพร่องเดิมจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโครงสร้างชั้นทางใหม่

๕.๕ ผลงานสามารถใช้เป็นกรณีศึกษาในการออกแบบโครงสร้างชั้นทางสำหรับสายทางที่มีรถบรรทุกหนักหรือมีบทบาทด้านการขนส่งชายแดน โดยเฉพาะโครงการที่จำเป็นต้องพิจารณาเปลี่ยนจากผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมเป็นผิวทางคอนกรีตเพื่อรองรับการใช้งานที่เข้มข้นขึ้น

ชื่อข้อเสนอแนวคิด

เรื่อง การประยุกต์ใช้ Python Programming ในการรวบรวมค่า Average Annual Daily Traffic และคำนวณ Equivalent Single-Axle Load สะสมตลอดอายุการออกแบบ เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

๑. สรุปหลักการและเหตุผล

ในปัจจุบัน กรมทางหลวงมีภารกิจในการดำเนินโครงการก่อสร้างทางหลวงสายใหม่และโครงการขยายช่องจราจรเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้บุคลากรผู้รับผิดชอบงานด้านการออกแบบโครงสร้างชั้นทางต้องแบกรับภาระงานหลายโครงการภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา แม้กระบวนการคำนวณตามคู่มือมาตรฐานการออกแบบ (AASHTO ๑๙๙๓) จะมีขั้นตอนและลำดับการปฏิบัติที่ใกล้เคียงกันในทุกโครงการ แต่ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลนำเข้ายังคงมีข้อจำกัด โดยเฉพาะการสืบค้นและคัดลอกข้อมูลปริมาณจราจร (AADT) ย้อนหลังไม่น้อยกว่า ๕ ปี จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ของสำนักอำนวยความปลอดภัย ซึ่งในแต่ละปีประกอบด้วยจุดสำรวจมากกว่า ๒,๗๐๐ จุด และประเภทยานพาหนะถึง ๑๒ ชนิด การดำเนินงานด้วยวิธีคัดลอกข้อมูลด้วยมือทีละแถวทีละปีในปัจจุบัน จึงส่งผลให้เกิดความล่าช้า มีความเสี่ยงสูงต่อความผิดพลาดจากมนุษย์ (Human Error) และอาจนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ค่าสะสม ESAL ทั้งสำหรับโครงสร้างชั้นทางแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement) และแบบแข็ง (Rigid Pavement) ซึ่งมีพฤติกรรมการรับน้ำหนักและข้อกำหนดทางวิศวกรรมที่แตกต่างกัน

จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ (AI: Gemini) เพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยอ่าน ค้นหา และประมวลผลข้อมูลจากฐานข้อมูลจราจรในรูปแบบไฟล์สเปรดชีต (.CSV) โดยอัตโนมัติ โดยวิธีการนี้จะช่วยทุ่นแรง ลดระยะเวลาการทำงาน ป้องกันความผิดพลาดในการคัดลอกข้อมูล และเพิ่มความรวดเร็วแม่นยำในการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือกโครงสร้างชั้นทาง เพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบสามารถนำผลลัพธ์ไปประกอบการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

๒. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

๒.๑ บทวิเคราะห์

การปฏิบัติงานด้านการออกแบบโครงสร้างชั้นทางในปัจจุบันกำลังเผชิญกับความท้าทายเชิงโครงสร้าง เนื่องจากปริมาณโครงการก่อสร้างและขยายช่องจราจรที่เพิ่มสูงขึ้นสวนทางกับอัตรากำลังของบุคลากร ส่งผลให้วิศวกรผู้ออกแบบต้องรับผิดชอบงานหลายโครงการภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาอันกระชั้นชิด นอกจากนี้ กระบวนการทำงานแบบดั้งเดิมยังมีความเสี่ยงจากความผิดพลาดของมนุษย์ (Human Error) ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะขั้นตอนการสืบค้น คัดลอก และจัดการข้อมูลปริมาณจราจร (AADT) ย้อนหลังขนาดใหญ่ที่มีจุดสำรวจและประเภทยานพาหนะจำนวนมากด้วยมือ ตลอดจนความซับซ้อนในการคำนวณค่าสะสม ESAL ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการรับน้ำหนักที่แตกต่างกันระหว่างโครงสร้างชั้นทางแบบยืดหยุ่นและแบบแข็ง ปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้กระบวนการทำงานเกิดความล่าช้า ขาดความคล่องตัว และเสี่ยงต่อความคลาดเคลื่อนทางวิศวกรรม

๒.๒ แนวความคิด

จากปัญหาและข้อจำกัดดังกล่าว จึงเกิดแนวความคิดในการยกระดับและปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงาน จากรูปแบบเดิมที่พึ่งพาแรงงานคน (Manual Processing) ให้เปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบประมวลผลอัตโนมัติ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านภาษา Python ควบคู่ไปกับการใช้ประโยชน์จากปัญญาประดิษฐ์ (AI: Gemini) ในฐานะเครื่องมือช่วยพัฒนาชุดคำสั่ง แนวความคิดนี้มุ่งเน้นการเชื่อมโยงข้อมูลดิบเข้ากับขั้นตอนการคำนวณมาตรฐานตามหลักการ AASHTO ๑๙๙๓ เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของการทำงาน เปลี่ยนภาระการคำนวณที่ซ้ำซ้อนและใช้เวลานาน ให้เป็นกระบวนการที่รวดเร็ว แม่นยำ และช่วยให้วิศวกรสามารถมุ่งเน้นไปที่กระบวนการวิเคราะห์และตัดสินใจทางวิศวกรรมได้อย่างเต็มที่

๒.๓ ข้อเสนอ

เพื่อขับเคลื่อนแนวความคิดดังกล่าวให้เกิดเป็นรูปธรรม จึงมีข้อเสนอให้พัฒนาเครื่องมือคำนวณวิศวกรรมอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อดึงข้อมูลจากไฟล์ฐานข้อมูล (.CSV) ย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๖๑ - ๒๕๖๘ โดยระบบจะเปิดให้ผู้ออกแบบระบุเงื่อนไขเฉพาะของโครงการ เช่น หมายเลขทางหลวง, จุดสำรวจ (Sta.), ปีที่มีการเปิดใช้งาน และจำนวนช่องจราจร จากนั้นโปรแกรมจะดำเนินการดึงข้อมูลสายทางและคำนวณหาค่า Base ESAL, วิเคราะห์อัตราการเติบโต (Growth Rate), คำนวณค่า Initial Daily ESAL ในปีที่เปิดใช้งาน และประมวลผลค่า Cumulative ESAL ตลอดอายุการออกแบบ ๒๐ ปี ทั้งในรูปแบบโครงสร้างชั้นทางยืดหยุ่นและแบบแข็งโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์ออกเป็นรายงานในรูปแบบไฟล์ Excel และกราฟวิเคราะห์แนวโน้มการเติบโตแบบอินเทอร์แอกทีฟทันที

๒.๔ ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

แม้ว่าระบบอัตโนมัติดังกล่าวจะมีศักยภาพสูงในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน แต่ในทางปฏิบัติอาจต้องเผชิญกับข้อจำกัดบางประการ เช่น ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบโครงสร้าง หรือการจัดวางคอลัมน์ของไฟล์ข้อมูลดิบจากหน่วยงานต้นทาง ซึ่งอาจส่งผลให้โปรแกรม Python เกิดความผิดพลาดในการอ่านค่า รวมถึงความท้าทายด้านความคุ้นเคยในการใช้งานเครื่องมือใหม่ของบุคลากรบางท่าน เพื่อเป็นการป้องกันและบรรเทาปัญหาดังกล่าว จึงกำหนดแนวทางแก้ไขด้วยการสร้างมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ CSV ให้เป็นรูปแบบเดียวกันทุกปี พร้อมทั้งเขียนเงื่อนไขตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Data Validation) ไว้ภายในโค้ดเพื่อคัดกรองความผิดพลาดเบื้องต้น ควบคู่ไปกับการออกแบบชุดคำสั่งให้ใช้งานง่ายผ่านการป้อนค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน เพื่อให้บุคลากรทุกระดับสามารถเข้าถึง นำไปใช้งานจริง และต่อยอดสู่การพัฒนาฐานข้อมูลงานทางในอนาคตได้อย่างราบรื่น

๓. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๓.๑ ลดระยะเวลาการทำงาน: ลดขั้นตอนการค้นหาและคัดลอกข้อมูลจราจรด้วยมือจากหลักชั่วโมงหรือหลักวัน ให้เหลือเพียงไม่กี่วินาที

๓.๒ เพิ่มความแม่นยำ: ลดความผิดพลาด (Human Error) ที่เกิดจากการคัดลอกข้อมูลและการคำนวณซ้ำซ้อน

๓.๓ สนับสนุนการตัดสินใจที่ดีขึ้น: ผู้ขอรับการประเมินสามารถเปรียบเทียบค่า Cumulative ESALs ของโครงสร้างชั้นทางทั้ง ๒ แบบได้อย่างรวดเร็ว ทำให้การเลือกใช้ประเภทโครงสร้างชั้นทางมีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางวิศวกรรมมากที่สุด

๓.๔ ยกระดับการทำงานสู่ยุคดิจิทัล: เป็นต้นแบบในการนำ AI และ Python มาประยุกต์ใช้ในงานวิศวกรรมทางหลวง ซึ่งสามารถต่อยอดไปสู่ฐานข้อมูลงานทางอื่น ๆ ได้ในอนาคต

๔. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๔.๑ มีการกำหนดรูปแบบข้อมูลมาตรฐานสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ และสามารถรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าสู่ระบบได้อย่างต่อเนื่อง

๔.๒ มี Spreadsheet Template และ Python โค้ดที่ช่วยคำนวณที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง และสามารถนำไปใช้กับโครงการออกแบบโครงสร้างชั้นทางได้จริง

๔.๓ ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการวิเคราะห์ Cumulative ESAL และออกแบบโครงสร้างชั้นทางต่อโครงการลดลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการดำเนินงานก่อนและหลังการนำเครื่องมือ Python Programming มาใช้งาน

๔.๔ สามารถนำโปรแกรมมาใช้วิเคราะห์ Cumulative ESAL ในที่ประชุมกลางได้อย่างรวดเร็วและทันที หากมีการซักถามถึงลักษณะการรองรับปริมาณจราจรของสายทางดังกล่าว

๔.๕ ด้านความถูกต้อง: ความผิดพลาดในการดึงข้อมูลและคำนวณลดลงเป็น ๐% (Zero Error) จากการใช้ระบบอัตโนมัติ

๔.๖ ด้านการใช้งานจริง: จำนวนโครงการออกแบบโครงสร้างชั้นทางที่นำโปรแกรม Python นี้ไปประยุกต์ใช้จริงคิดเป็นไม่น้อยกว่า ๕๐% ของโครงการทั้งหมดในส่วนออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทาง

๔.๗ ด้านผลผลิต: สามารถจัดทำรายงานการคำนวณในรูปแบบไฟล์ Excel และกราฟวิเคราะห์ได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ในทุกโครงการที่นำระบบไปใช้

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้ขอรับการประเมิน)

(นายอภิเดช สกุลณียา)

(วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2569)

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)

(นายฉัตรชัย จันทร)

(วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2569)

(ลงชื่อ) ..... (ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป)

(นายธันวิน สวัสดิศานต์)

(วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2569)