



บทที่ 7

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในงานออกแบบและเขียนแบบทางหลวงนอกเมือง ตามมาตรฐานในประเทศไทย ซึ่งโดยทั่วไปมักทำด้วยมือ การออกแบบทางหลวงมีขั้นตอน วิธีการ และ ข้อกำหนดในการออกแบบมาก การแก้ไข งานออกแบบเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก เนื่องจากต้องใช้เวลาและแรงงานเป็นจำนวนมาก ผลงาน ที่ได้จากการออกแบบโดยวิศวกรอาจไม่ใช่ผลงานที่เหมาะสมที่สุด จึงมีการพัฒนาระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในงานออกแบบและเขียนแบบทางหลวง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นระบบขนาดใหญ่ ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถ และมีราคาสูง ลักษณะข้อมูลที่ป้อนให้คอมพิวเตอร์มักได้มาจากการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับวิธีการสำรวจและข้อมูลทางหลวงที่ใช้ในประเทศไทย การศึกษารังนี้จึงมุ่งพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีขั้นตอน วิธีการและอาศัยข้อมูลที่ใช้อยู่ในประเทศไทย โดยเลือกใช้โปรแกรมและภาษาคอมพิวเตอร์ที่ง่ายต่อความเข้าใจ สะดวกต่อการใช้งาน และหาได้ง่ายในตลาดคอมพิวเตอร์ทั่วไป คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ AutoCAD และภาษาคอมพิวเตอร์ AutoLISP

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ และ เขียนแบบแนวทางของทางหลวง แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนการป้อนข้อมูล ส่วนการออกแบบแนวทางราบ ส่วนการออกแบบแนวทางตั้ง และ ส่วนการเขียนแบบ

ส่วนการป้อนข้อมูล ประกอบไปด้วย ข้อมูลแนวทางราบของทางหลวงที่ได้จากการสำรวจ ข้อมูลรูปตัดทั่วไปของทางหลวง และ ข้อมูลค่าระดับดินเดิมตามแนวขวาง แนวทางราบของทางหลวงแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ แนวทางส่วนที่เป็นเส้นตรง หรือแนวทางตรง และโค้งราบ ข้อมูลของแนวทางตรงที่ต้องป้อนให้แก่คอมพิวเตอร์ ได้แก่ สถานีเริ่มต้น สถานีสิ้นสุดของแนวทางตรง และ ทิศทางอาซิมุต สำหรับโค้งราบ ข้อมูลที่ป้อน

คือ สถานีเริ่มต้น สถานีสิ้นสุด ค่ามุมหักเห ทิศทางหักเห และ คุณสมบัติของโค้งราบ โดย อาจจะเป็นค่าความยาวรัศมี หรือ เส้นสัมผัสก็ได้ องค์ประกอบของรูปตัดทั่วไปของทางหลวง ที่ป้อนให้แก่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ขนาดเขตทาง ระยะระหว่างเขตทางด้านซ้าย ถึงแนวศูนย์กลางทาง ความกว้างผิวจราจร ขนาดไหล่ทาง ความลาดของผิวจราจร ความลาดของไหล่ทาง ความลาดชันของคันทาง ความกว้างของท้องร่องทางระบายน้ำ ด้านข้าง ความสูงของทางระบายน้ำด้านข้าง ความลาดชันของดินเดิม และความหนา ของโครงสร้างทาง ข้อมูลค่าระดับดินเดิมตามแนวขวางจะถูกป้อนเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแยกออกเป็น 3 ส่วน คือ ค่าระดับที่แนวศูนย์กลางทางหลวง ค่าระดับดินเดิมที่บริเวณ ด้านซ้ายของแนวศูนย์กลาง ซึ่งจะกำหนดให้ใหม่ค่านี้ก็เป็นค่าลบ และค่าระดับดินเดิมที่บริเวณ ด้านขวาของแนวศูนย์กลาง กำหนดให้ใหม่ค่านี้ก็เป็นบวก

ส่วนการออกแบบแนวทางราบ จะเป็นการออกแบบขององค์ประกอบเพื่อความปลอดภัย ของผู้ที่ขับในบริเวณโค้งราบ คือ การยกโค้ง และการขยายผิวจราจรเท่านั้น เนื่องจาก องค์ประกอบทางด้านเรขาคณิตของแนวทางราบจะได้รับการสำรวจแนวทางแล้ว การทำงาน ของโปรแกรมในส่วนนี้จะเป็นการอ่านค่าข้อมูลทางด้านเรขาคณิตของโค้งราบ แล้วปรากฏ ข้อมูลบนจอภาพให้ผู้ใช้ได้ทราบและให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลความเร็วออกแบบ จากนั้นโปรแกรม จะคำนวณค่าอัตราการยกโค้ง และ การขยายผิวจราจรให้ผู้ใช้เลือกว่าจะใช้ค่าที่ได้จากการ คำนวณหรือจะเลือกใส่ค่าโดยตรงเอง โปรแกรมจะเก็บข้อมูลที่ได้รับการออกแบบ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ส่วนการออกแบบแนวทางตั้ง เป็นการจำลองวิธีการออกแบบด้วยมือมา โดยมี ขั้นตอนการออกแบบแยกออกได้เป็น 6 ขั้นตอน คือ การวาดภาพระดับดินเดิมตามแนวยาว การออกแบบอัตราระดับหลังทาง การออกแบบโค้งตั้ง การคำนวณค่าระดับหลังทาง การ คำนวณค่าพิกัดรูปตัดทั่วไปของทางหลวง และ การคำนวณปริมาณงานดิน

1) การวาดภาพระดับดินเดิมตามแนวยาว ทำได้โดยเลือกค่าสิ่งให้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ สร้างแน้มข้อมูลแยกค่าระดับที่แนวศูนย์กลาง ออกจากค่าระดับดินเดิม ตาม แนวขวางก่อน จากนั้นจึงเลือกชื่อเลือกให้โปรแกรมวาดภาพค่าระดับดินเดิมตามแนวยาว ในรูปกราฟิก โดยจะวาดตลอดความยาวของทางหลวง

2) การออกแบบขั้วระดับหลังทางจะทำในรูปแบบกราฟฟิก โดยโปรแกรมจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อกำหนดในการตรวจสอบเงื่อนไข เช่น ความลาดชันสูงสุด ความลึกดินตัด และ ดินถมสูงสุด จากนั้นจะให้ผู้ใช้กำหนดจุดเริ่มต้น และ จุดสิ้นสุดของแนวระดับหลังทางที่เป็นเส้นตรงบนจอภาพ โดยใช้ข้อปกรณเม้าส์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะตรวจสอบเงื่อนไข หากถูกต้องก็จะดำเนินต่อไปจนสิ้นสุด หากไม่ถูกต้องก็จะให้ผู้ใช้เลือกกำหนดจุดใหม่

3) การออกแบบโค้งดิ่ง ผู้ใช้จะเลือกแนวลาดชัน 2 แนว โดยใช้เม้าส์ และ ป้อนค่าความเร็วออกแบบ จากนั้นโปรแกรม จะให้ผู้ใช้เลือกประเภทของระยะมองเห็น (เพื่อการหยุดรถหรือเพื่อการแซง) ที่ใช้เป็นตัวกำหนดในการหาความยาวต่ำสุดของโค้งดิ่ง โปรแกรมจะคำนวณค่าระยะมองเห็น และความยาวต่ำสุดของโค้งดิ่งให้ผู้ใช้เลือกว่าจะใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณ การปัดเศษ หรือผู้ใช้จะ ป้อนค่าเอง และ ให้ผู้ใช้เลือกชนิดของโค้งดิ่งว่าจะใช้โค้งดิ่งแบบสมมาตรหรือไม่สมมาตร จากนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเก็บค่าองค์ประกอบของโค้งดิ่งไว้ในแฟ้มข้อมูล

4) การคำนวณค่าระดับหลังทาง จะทำได้เมื่อ ออกแบบขั้วระดับหลังทาง และ ออกแบบโค้งดิ่งแล้ว ผู้ใช้สามารถเลือกชื่อเลือก "RDPROF" ให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณค่าระดับหลังทางโดยอัตโนมัติได้

5) การคำนวณค่านักครูปัดตัดทั่วไปของทางหลวง เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการไปหาพื้นที่และปริมาตรดินตัดดินถม โดยแยกรูปตัดออกเป็น 2 ประเภท คือ รูปตัดทั่วไป และรูปตัดในบริเวณที่มีการยกโค้งและขยายผิวจราจร ผู้ใช้เพียงเลือกชื่อเลือก "RDXSEC" โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าให้โดยอัตโนมัติตลอดระยะทางทุกสถานี

6) การคำนวณปริมาณงานดิน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การคำนวณหาพื้นที่ดินตัดดินถม และการคำนวณปริมาตร ผู้ใช้สามารถสั่งให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณค่าให้โดยเลือก CUT-FILL ในระบบเมนูแล้วเลือกที่เลือก "AREA" และ "VOLUME" ในระบบเมนูย่อยตามลำดับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็จะคำนวณหาพื้นที่ดินตัดดินถม โดยใช้ค่าพื้นที่ และ คำนวณปริมาตรดินตัดดินถมโดยวิธี AVERAGE END AREA METHOD

หลังจากดำเนินการครบทุกขั้นตอนแล้ว ผู้ใช้สามารถตรวจสอบได้โดยการเรียกข้อมูลในแต่ละส่วนขึ้นมาดูหากไม่พอใจก็สามารถออกแบบแก้ไขใหม่ได้ โดยดำเนินการตามขั้นตอนเดิม

ส่วนการเขียนแบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเขียนแบบแนวทางราบ (Plan) และ การเขียนแบบแนวทางตั้ง (Profile) รายละเอียดที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เขียนไว้ในแบบแนวทางราบประกอบไปด้วย แนวทางราบ (เส้นแสดงแนวศูนย์กลาง, ผิวจราจร, ไหล่ทาง และ เขตทาง) เส้นทาบต่อแนวทางระหว่างแบบ ตำแหน่งหลักกิโลเมตร ตำแหน่งระยะทุก 100 เมตร ตัวอักษรแสดงทิศทางอาทิमत ข้อมูลโค้งราบ เส้นแสดงตำแหน่งสถานที่สำคัญของโค้งราบ สัญลักษณ์พิเศษเหนือ และ จุดอ้างอิงในพื้นที่ การเขียนแบบแนวทางตั้ง โดยทั่วไปมีรายละเอียด 2 ส่วน คือ รายละเอียดแนวทางตั้ง และ ตำแหน่งท่อลอดเพื่อการระบายน้ำ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเขียนแบบเฉพาะรายละเอียดแนวทางตั้งเท่านั้น

การตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำโดยนำไปทดสอบใช้กับงานจริง คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 101 ตอนทางเลี่ยงเมือง สวรรคโลก อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ช่วงหลักกิโลเมตรที่ 3+600 ถึง 7+600 โดยค่าความถูกต้องที่ใช้เป็นตัววัดคือ องค์ประกอบของแนวทางราบ ซึ่งประกอบไปด้วย องค์ประกอบโค้งราบ การยกโค้ง การขยายผิวจราจร และการกำหนดสถานียกโค้งต่าง ๆ ค่าที่ใช้วัด และ ตรวจสอบการออกแบบแนวทางตั้ง ได้แก่ ค่าระดับหลังทาง และ ปริมาณงานดิน ส่วนสุดท้ายที่ตรวจสอบได้แก่ ผลงานการเขียนแบบ ผลการทดสอบ พบว่า ค่าองค์ประกอบแนวทางราบ การยกโค้ง และ ค่าระดับหลังทางที่คำนวณโดยวิศวกร และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่มีความคลาดเคลื่อน ส่วนที่มความคลาดเคลื่อนได้แก่ การขยายผิวจราจร การกำหนดสถานียกโค้ง ซึ่งเนื่องมาจากใช้สมมติฐานในการคำนวณต่างกัน อย่างไรก็ตามได้ตรวจสอบผลการคำนวณของโปรแกรมด้วยมือ พบว่า ผลการคำนวณดังกล่าวมีความถูกต้อง ส่วนปริมาณงานดินนั้น ไม่สามารถตรวจสอบได้แน่ชัด เนื่องจากการคำนวณโดยวิศวกรกระทำโดยวิธีการประมาณเท่านั้น จึงตรวจสอบผลการคำนวณโดยการเขียนรูปตัดและคำนวณหาพื้นที่โดยละเอียดด้วยวิธีคำนวณที่ชัดเจนกว่า มีค่าที่ถูกต้อง สำหรับผลงานการเขียนแบบนั้นพบว่าถูกต้องตามมาตรฐานทุกประการ การศึกษาครั้งนี้บรรลุเป็นไปตามวัตถุประสงค์ คือ ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในงานออกแบบและเขียนแบบทางหลวงนอกเมือง ที่สามารถใช้กับงานจริงได้ มีความสอดคล้องกับลักษณะวิธีการและขั้นตอนการออกแบบและเขียนแบบในประเทศไทย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษานี้ คือ จะสามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปช่วยในงานออกแบบและเขียนแบบทางหลวงได้ โดยจะช่วยลดเวลา แรงงานได้อย่างมาก ถ้าใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในงานออกแบบและเขียนแบบจะช่วยให้การแก้ไขงานออกแบบ

ทำได้สะดวกไม่เสียเวลามาก ซึ่งจะทำให้ได้ผลงานการออกแบบที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถตรวจสอบและเปรียบเทียบผลงานการออกแบบในแต่ละครั้ง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาแล้วยังมีที่จำกัดอีกหลายประการในการนำไปใช้งานจริง เนื่องจากไม่สามารถครอบคลุมรายละเอียดที่สำคัญหลายประการ เช่น รายละเอียดบริเวณทางแยก การคำนวณปริมาณดินในบริเวณทางแยก ซึ่งมีรูปตัดแตกต่างไปจากรูปตัดทั่วไปของทางหลวง และการเขียนแบบรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะพื้นที่ และสภาพภูมิประเทศที่แนวสายทางผ่านได้

7.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากศึกษาเพื่อการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในงานออกแบบ และเขียนแบบทางหลวงนอกเมืองซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเริ่มต้น จึงมีข้อจำกัดหลายประการในการนำไปใช้ แต่จากการที่โครงสร้างของโปรแกรม มีลักษณะเป็น โปรแกรมย่อยแยกเป็นอิสระจากกันทำให้สามารถแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวได้ โดยการเพิ่มโปรแกรมย่อยช่วยในการทำงานเข้าไปในระบบโปรแกรม ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ส่วนที่น่าจะมีการพัฒนาเพิ่มเข้าไปได้แก่ การออกแบบเขียนแบบและคำนวณปริมาณงานดินในบริเวณทางแยก การเขียนแบบรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งท่อลอด เป็นต้น

การพัฒนาเพิ่มโปรแกรมย่อยเนอลดข้อจำกัดดังกล่าวจะทำให้งานออกแบบและเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วย มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถลดเวลาและแรงงานในส่วนดังกล่าวได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในงานออกแบบ และเขียนแบบมากขึ้น