แนวทางการจัดทำข้อมูล
สำรวจทางและภูมิประเทศ

กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ
สำนักสำรวจและออกแบบ

คำนำ

ปัจจุบันกรมทางหลวงมีส่วนงานที่ดำเนินการสำรวจทางและภูมิประเทศทั้งที่อยู่ในส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค ซึ่งอาจมีการจัดทำข้อมูลสำรวจทางและภูมิประเทศที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและอาจจัดทำแบบแผนที่แนวทางและระดับที่ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น สำนักสำรวจและออกแบบจึงได้แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแนวทางการจัดทำข้อมูลสำรวจทางและภูมิประเทศ เพื่อให้การสำรวจข้อมูลสายทางและภูมิประเทศ พร้อมการจัดทำแผนที่แนวทางและระดับมีความถูกต้องเป็นไปในรูปแบบและแนวทางเดียวกัน ทั้งในส่วนของงานดำเนินการเอง และงานจ้างเหมาโดยวิศวกรบริษัทที่ปรึกษา

คณะทำงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารแนวทางฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานในส่วนที่เกี่ยวข้องของกรมทางหลวง และหน่วยงานอื่นๆ

คณะทำงาน
พฤศจิกายน ๒๕๖๘



คำสั่งสำนักสำรวจและออกแบบ

ที่ สบ.๑/ ๕๗๒/๒๕๖๘

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแนวทางการจัดทำข้อมูลสำรวจทางและภูมิประเทศ

เพื่อให้การสำรวจข้อมูลสายทางและภูมิประเทศ พร้อมการจัดทำแผนที่แนวทางและระดับมีความถูกต้องเป็นไปในรูปแบบและแนวทางเดียวกัน ทั้งในส่วนของงานดำเนินการเองและงานจ้างเหมา จึงแต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแนวทางการจัดทำข้อมูลสำรวจทางและภูมิประเทศของสำนักสำรวจและออกแบบ โดยมีองค์ประกอบและอำนาจหน้าที่ ดังนี้

๑. องค์ประกอบ

๑.๑ ผู้อำนวยการสำนักสำรวจและออกแบบ		ที่ปรึกษา
๑.๒ นายบุญธรรม ไกรศรศรี	วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ	ประธานคณะทำงาน
๑.๓ นายวศิน รุจิเกียรติกำจร	วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ	คณะทำงาน
๑.๔ นายบุญฤทธิ์ ศรีวะรมย์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
๑.๕ นายสันต์ สุดใจ	นายช่างสำรวจอาวุโส	คณะทำงาน
๑.๖ นายอนุสรณ์ แซ่ก๊ก	นายช่างสำรวจอาวุโส	คณะทำงาน
๑.๗ นายเกียรติกร ศิริพงศ์เวคิน	นายช่างสำรวจอาวุโส	คณะทำงาน
๑.๘ นางปราณี สวนจันทร์	นายช่างสำรวจอาวุโส	คณะทำงานและเลขานุการ
๑.๙ นายไพบูลย์ ฉิมดำ	นายช่างสำรวจชำนาญงาน	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
๑.๑๐ นายเกริกศักดิ์ เพ็งหนู	นายช่างสำรวจชำนาญงาน	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
๑.๑๑ นายเกรียงไกร โชคอำนวยสินชัย	นายช่างสำรวจชำนาญงาน	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

๒. อำนาจหน้าที่

๒.๑ ศึกษาและปรับปรุงข้อมูลผลการสำรวจทางและภูมิประเทศ

๒.๒ จัดทำเอกสารแนะนำแนวทางการจัดทำรายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการสำรวจทางและภูมิประเทศ

๒.๓ ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๘

(นายสมบูรณ์ เทียนธรรมชาติ)
ผู้อำนวยการสำนักสำรวจและออกแบบ

สารบัญ

หน้า

บทที่ ๑ งานสำรวจวางหมุดหลักฐานแผนที่ ๑

บทที่ ๒ งานสำรวจวงรอบพิกัด (Traverse) ๑๔

บทที่ ๓ งานสำรวจวงรอบระดับ (Bench Mark) ๓๑

บทที่ ๔ งานสำรวจเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ (Topographic Survey) ๓๕

บทที่ ๕ งานจัดทำแผนที่ ๗๒

เอกสารอ้างอิง ๙๖

ภาคผนวก ก ระบบแผนที่ ๙๗

ภาคผนวก ข การกำหนดค่าพารามิเตอร์ เส้นโครงแผ่นที่ความเพี้ยนต่ำ (Low Distortion Projection, TM) ๑๒๙

ภาคผนวก ค การใช้งานกล้อง Total Station สำรวจทาง ๑๔๗

ภาคผนวก ง การใช้โปรแกรม Civil๓D ในงานสำรวจทาง ๑๖๐

ภาคผนวก จ สัญลักษณ์และมาตรฐานการเขียนแบบ ๒๓๗

บทที่ ๑ งานสำรวจวางหมุดหลักฐานแผนที่

๑. วัตถุประสงค์

เพื่อหาค่าพิกัด และ ค่าระดับของหมุดหลักฐาน ที่สร้างขึ้นใหม่ในเขตงานซึ่งจะใช้เป็นค่าอ้างอิงของงานสำรวจทำแผนที่ สำหรับงานสำรวจและออกแบบ งานสำรวจเพื่อการก่อสร้าง และงานจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ของโครงการฯ

๒. ลักษณะงาน

- งานสร้างหมุดหลักฐานถาวร (MONUMENTING)
- งานสำรวจโยงค่าพิกัด
- งานสำรวจโยงค่าระดับ

๓. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

๓.๑ งานสร้างหมุดหลักฐานถาวร

เป็นงานสร้างหมุดหลักฐานแผนที่ บริเวณพื้นที่โครงการฯ โดยจัดสร้างเป็นหมุดคู่มีระยะห่างระหว่างคู่ประมาณ ๒ – ๕ กม. / คู่ หากเป็นโครงการสำรวจทางแยกต่างระดับ หรือโครงการข้ามแม่น้ำขนาดใหญ่ ต้องมีอย่างน้อย ๒ คู่

๓.๑.๑. การเลือกที่ตั้งหมุดหลักฐาน

ตำแหน่งที่สร้างหมุดหลักฐานต้องพิจารณาเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้หมุดหลักฐานที่สร้างขึ้นมีความมั่นคง ข้อพิจารณาในการเลือกที่ตั้งมีดังนี้

- เป็นตำแหน่งที่มั่นคง แข็งแรง พื้นดินมีการอัดตัวแน่น ยากแก่การทำลาย ควรเลือกสร้างในพื้นที่ของกรมทางหลวง สถานที่ราชการ วัด โรงเรียน หรือบริเวณที่คาดว่าจะไม่มีการก่อสร้างที่เป็นอุปสรรคในการใช้หมุดที่สร้างขึ้น
- เป็นตำแหน่งที่เด่นชัดง่ายต่อการค้นหา
- หมุดคู่ที่สร้างขึ้นต้องไม่มีวัตถุ หรืออาคาร มาบังแนวเล็ง ระยะระหว่างหมุดประมาณ ๑๐๐ – ๔๐๐ ม.
- กรณีของการสร้างหมุดหลักฐานเพื่อรังวัดพิกัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ให้เลือกตำแหน่งที่เหมาะสมซึ่งจะต้องอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้ง เพื่อให้สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียม ที่โคจรอยู่บนท้องฟ้าได้ทุกทิศทาง ควรมีมุมกั้นท้องฟ้า (Mask Angle) ไม่น้อยกว่า ๑๕ องศา
- ***ไม่ควรสร้างหมุดหลักฐานถาวรบนพื้นถนน บนไหล่ถนน Toe Slope ขอบทางเท้า (Curb) หรือขอบเกาะกลางถนน หากจำเป็นต้องฝังหมุดหลักฐาน ในพื้นที่โครงการฯ ให้ฝังชิดเขตทาง***

๓.๑.๒. วัสดุและวิธีสร้างหมุด

วัสดุที่สร้างหมุดหลักฐานส่วนใหญ่ จะเป็นคอนกรีตที่มีส่วนผสมระหว่าง ปูน : ทราย : หิน เป็นอัตราส่วน ๑:๒:๔ ส่วน วิธีการสร้างแบ่งได้เป็น ๓ ลักษณะ คือ

- นำวัสดุไปหล่อในภูมิประเทศ ณ ตำแหน่งที่เลือกตามลักษณะในข้อ ๓.๑.๑.
- หล่อหมุดคอนกรีตตามแบบมาตรฐานของสำนักสำรวจฯ ไว้ก่อนแล้วนำไปฝัง
- กรณีที่มีวัตถุธรรมชาติหรือสิ่งก่อสร้างที่มั่นคง เช่น บนยอดเขาที่มีก้อนหินใหญ่ อาคารคอนกรีต คอสะพาน กำแพงกันดินที่มีเสาเข็ม หรือ ขอบบ่อพักที่มั่นคงแข็งแรง สามารถใช้เป็นที่สร้างหมุดได้ โดยสกัดลงไปให้ลึกประมาณ ๓ – ๕ นิ้ว เทคอนกรีตใช้หมุดหลักฐานแบบ ส.๑/๓ เป็น หัวหมุด

๓.๑.๓. แบบของหมุดหลักฐาน

เพื่อให้หมุดหลักฐานแผนที่มีแบบมาตรฐานเดียวกัน จึงกำหนดแบบหมุดหลักฐานถาวรของสำนักสำรวจและออกแบบ เป็น ๕ แบบ มีลักษณะรูปร่างและขนาดตาม ผนวก ก. ดังนี้

หมุดหลักฐานประเภทหมุดหลัก

เป็นหมุดหล่อด้วยคอนกรีต ผิวหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีหัวหมุดทำด้วยทองเหลือง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕ ซม. ขนาดของหมุด ๐.๓๐ × ๐.๓๐ × ๐.๔๐ ม. ตอกเข็ม คสล.ขนาด ๐.๑๕ x ๐.๑๕ x ๒.๐๐ ม. หรือ ท่อเหล็ก Ø ๒″× ๒.๐๐ ม. จำนวน ๑ ต้น (ดูรูปที่ ๑ แบบ ส.๑/๑)

หมุดหลักฐานประเภท ๑

เป็นหมุดหล่อด้วยคอนกรีต ผิวหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีหัวหมุดทำด้วยทองเหลือง (หมุดแบบ ส.๑/๓) ขนาดของหมุด ๐.๓๐ × ๐.๓๐ × ๐.๔๐ ม. ตอกเข็มคสล.ขนาด ๐.๑๕x๐.๑๕x๑.๕๐ ม. หรือ ท่อเหล็ก Ø ๒ ″× ๑.๕๐ ม. จำนวน ๑ ต้น (ดูรูปที่ ๑ แบบ ส.๑/๒)

หมุดหลักฐานประเภท ๒

เป็นหมุดทองเหลือง ขนาด Ø ๕ ซม. แกนทองเหลือง Ø ๖ มม. หรือ แผ่นโลหะชุปกัลวาไนซ์ ขนาด Ø ๖ ซม. หนา ๓ มม. พร้อม สกูรมิลแฉก สแตนเลสสตีล Ø ๘ มม. (ดูรูปที่ ๑ แบบ ส.๑/๓)

หมุดหลักฐานแบบแขวน

เป็นแป้นทองเหลือง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๗.๕ ซม. ยึดติดกับผนังอาคารหรือกำแพงที่มีความมั่นคง (ดูรูปที่ ๑. แบบ ส.๑/๔)

หมุดคอนกรีต (หมุดท่อกลม)

เป็นหมุดท่อกลม คสล. ขนาด Ø ๐.๑๐×๐.๔๐ ม. (ดูรูปที่ ๑ แบบ ส.๑/๕) กรณีที่ไม่สามารถสร้างหมุดหลักฐานถาวรได้ ให้ใช้หมุดไม้ขนาด ๒″× ๒″ หรือ ๑ ๑/๒″× ๓″ ยาว ๑๐ - ๒๐ ซม.หรือ ตะปูขนาด ๓″ หรือ น็อตเกลียวปล่อย ตอกลงบนพื้นดิน หรือ ผิวถนน ตามตำแหน่งที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน

๓.๑.๔. หมายพยาน (Reference)

เพื่อความสะดวกในการค้นหา หมุดหลักฐานถาวรแต่ละหมุด จะต้องมีหมายพยานอย่างน้อย ๓ แห่ง หมายพยานนี้อาจจะเป็นสิ่งก่อสร้างถาวร หรือวัตถุตามธรรมชาติที่เด่นชัด ซึ่งอยู่ใกล้หมุดในรัศมีประมาณ ๕๐ ม. วัตถุหมายพยานเหล่านี้คาดว่าจะไม่ถูกทำลาย หรือสูญหายไป เช่น ต้นไม้ใหญ่ มุมบ้าน เสาธง เสาไฟฟ้า และสามารถวัดระยะระหว่างหมุดกับหมายพยานได้โดยตรง ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถหาตำแหน่งของหมุดโดยวิธีสกัดกลับได้ ในกรณีที่หมุดหลักฐานถูกดินกลบหรือถูกทำลายไป

๓.๑.๕. แบบหมายหมุดหลักฐาน (Description)

แบบแสดงรายละเอียดหมุดหลักฐาน เป็นแบบบันทึกรายละเอียดที่ตั้งและข้อมูลที่สำคัญของหมุดหลักฐานเพื่อให้สามารถค้นหาหมุดหลักฐานนั้นได้ง่าย ข้อความอธิบายรายละเอียดในแบบแสดงที่ตั้งหมุดหลักฐานต้องสั้นกะทัดรัด มีใจความที่สมบูรณ์ ภาพสเก็ต ที่ตั้งหมุดจะต้องชัดเจน มีรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับค้นหาหมุดเท่านั้น เช่น แสดงวัตถุถาวรที่มีลักษณะเด่นตามธรรมชาติ การแสดงทิศทางต้องถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ ๒ และ ๓ รายละเอียดในแบบประกอบด้วย

- ตำแหน่งทั่วไป ระบุบริเวณที่ตั้งของหมุด สถานที่ตั้งของหมุด ตำบล อำเภอ จังหวัด รวมทั้งเส้นทางในการเข้าถึงหมุด โดยเริ่มจากจุดที่หาง่ายที่สุด

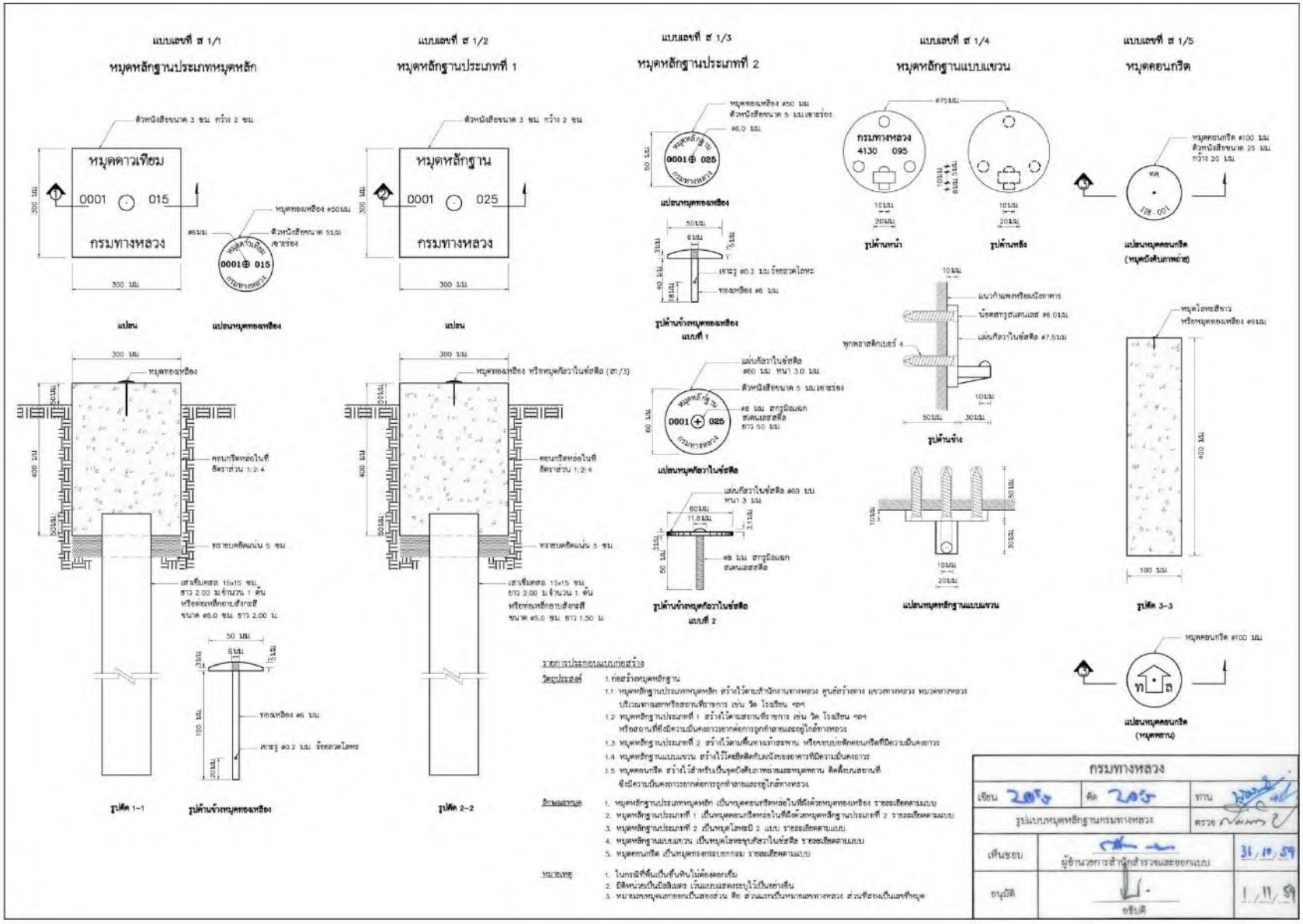
- ระบุตำแหน่ง กม. (Station) และ ทิศทาง (Offset) โดยอ้างอิงกับทิศทางของแนว Center Line

- ตำแหน่งที่แน่นอน ระบุวัตถุถาวรหรือกึ่งถาวรที่ใกล้เคียงที่สุด เช่น อาคาร เสาธง ถังประปา ต้นไม้ใหญ่

- ลักษณะของหมุดหลักฐาน เช่น เป็นหมุดหลักฐานถาวรแบบ ส.๑/๒

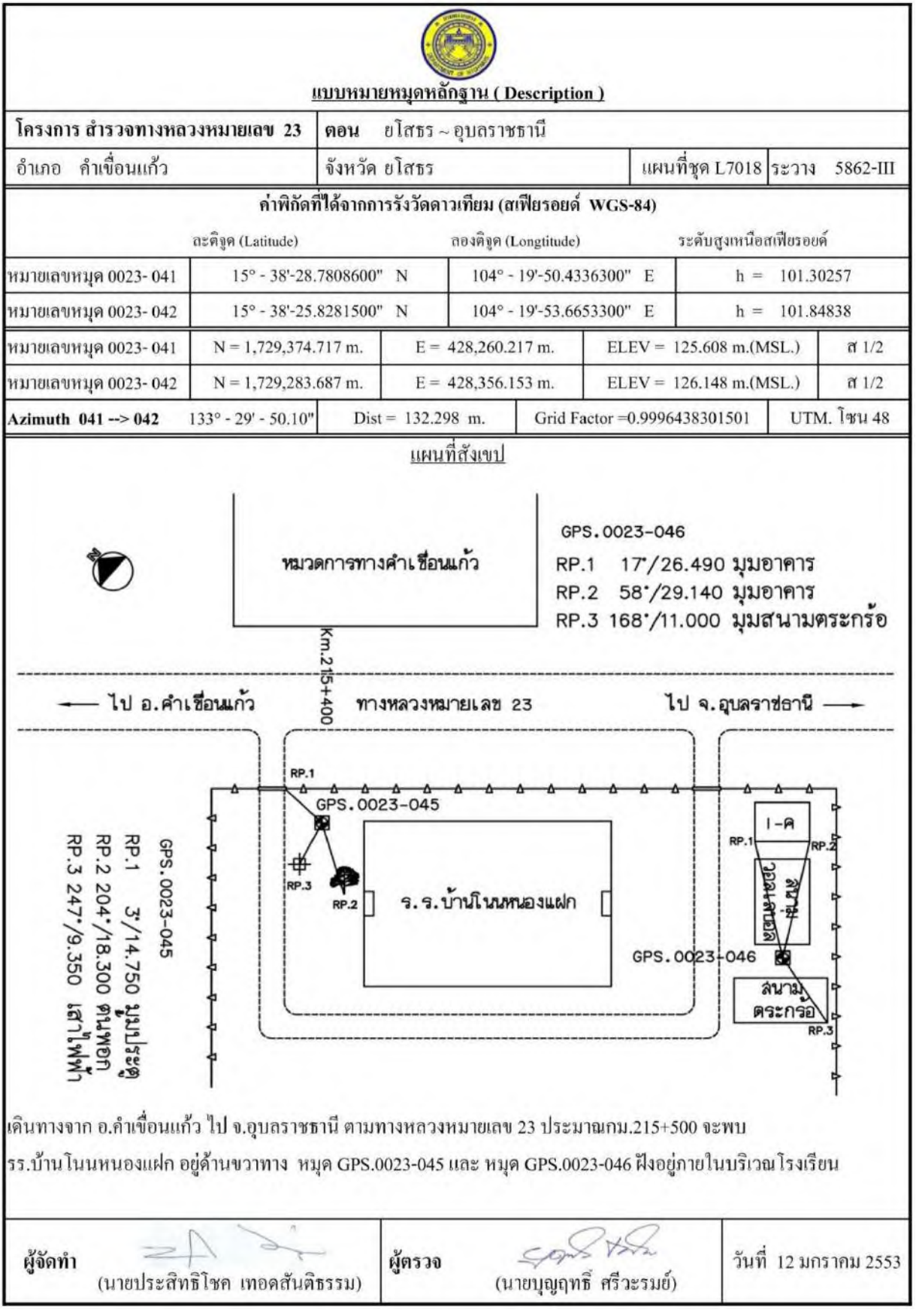
- หมายพยาน แสดงลักษณะของหมายพยาน ทิศทาง และระยะจากหมุดไปยังหมายพยาน

- หมุดคู่ ให้แสดงตำแหน่งและทิศทางของหมุดคู่ ไว้เพื่อสะดวกในการใช้งาน



ค

รูปที่ ๑ แสดงแบบหมุดหลักฐาน



แบบหมายหมุดหลักฐาน (Description)

โครงการ สำรวจทางหลวงหมายเลข 23	ตอน ยโสธร ~ อุบลราชธานี		
อำเภอ คำเขื่อนแก้ว	จังหวัด ยโสธร	แผนที่ชุด L7018	ระวาง 5862-III

ค่าพิกัดที่ได้จากการรังวัดดาวเทียม (สเฟียรอยด์ WGS-84)

	ละติจูด (Latitude)	ลองติจูด (Longtitude)	ระดับสูงเหนือสเฟียรอยด์
หมายเลขหมุด 0023- 041	15° - 38'-28.7808600" N	104° - 19'-50.4336300" E	h = 101.30257
หมายเลขหมุด 0023- 042	15° - 38'-25.8281500" N	104° - 19'-53.6653300" E	h = 101.84838

หมายเลขหมุด 0023- 041	N = 1,729,374.717 m.	E = 428,260.217 m.	ELEV = 125.608 m.(MSL.)	ส 1/2
หมายเลขหมุด 0023- 042	N = 1,729,283.687 m.	E = 428,356.153 m.	ELEV = 126.148 m.(MSL.)	ส 1/2

Azimuth 041 --> 042	133° - 29' - 50.10"	Dist = 132.298 m.	Grid Factor =0.9996438301501	UTM. โซน 48

แผนที่สังเขป

เดินทางจาก อ.คำเขื่อนแก้ว ไป จ.อุบลราชธานี ตามทางหลวงหมายเลข 23 ประมาณกม.215+500 จะพบ รร.บ้านโนนหนองแฝก อยู่ด้านขวาทาง หมุด GPS.0023-045 และ หมุด GPS.0023-046 ฝังอยู่ภายในบริเวณโรงเรียน

ผู้จัดทำ (นายประสิทธิโชค เทอดสันติธรรม)	ผู้ตรวจ (นายบุญฤทธิ์ ศรีวะรมย์)	วันที่ 12 มกราคม 2553

รูปที่ ๒ แสดงแบบหมายหมุดหลักฐาน





หมุดหลักฐานกรมแผนที่ทหาร



หมุดหลักฐานกรมที่ดิน

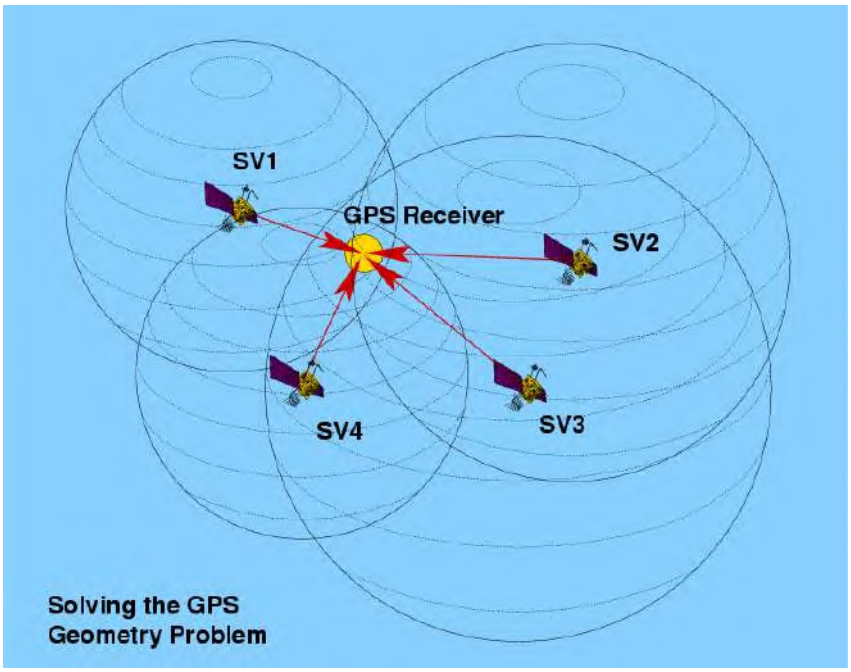


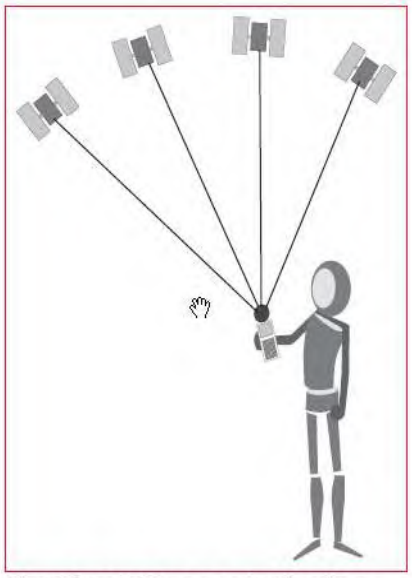
หมุดหลักฐานกรมทางหลวง

รูปที่ ๓ แสดงหมุดหลักฐานแบบหล่อด้วยคอนกรีต

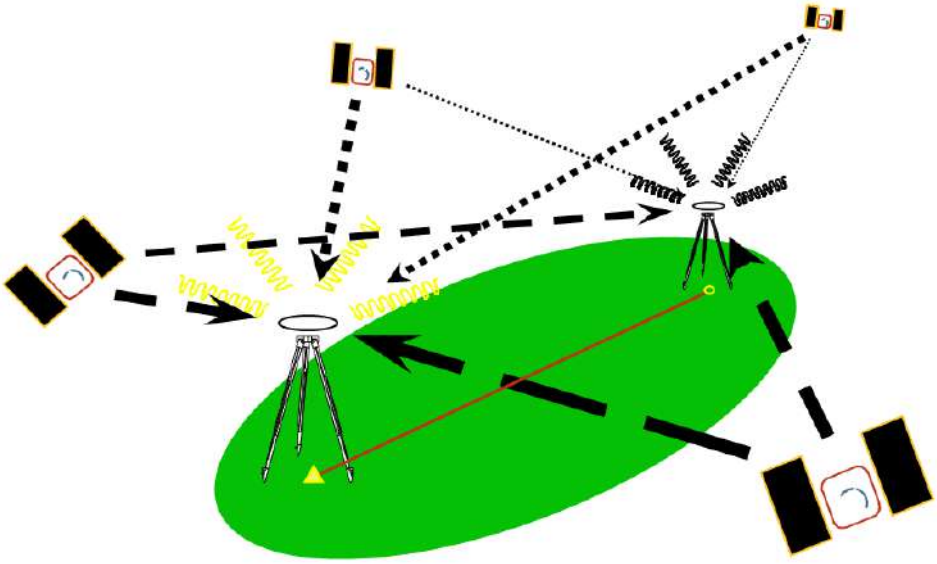
๓.๒. งานสำรวจโยงค่าพิกัด

เป็นวิธีการรังวัดเพื่อกำหนดพิกัดทางราบ ของหมุดหลักฐาน ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม จี พี เอส (GPS : Global Positioning System) หรือระบบดาวเทียม GNSS. โดยนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ไปตั้งรับสัญญาณที่ตำแหน่งหมุดหลักฐาน หรือจุดที่ต้องการหาค่าพิกัด ตามเส้นโครงข่ายที่ได้จัดเตรียมไว้ แล้วนำผลการรังวัดมาประมวลผลและปรับแก้โครงข่าย ค่าพิกัดที่คำนวณได้ต้องมีค่าพิกัดทางยีออเดซี (Geodetic Coordinates) และ ค่าพิกัดกริด ยู ที เอ็ม (UTM : Universal Transverse Mercator) บนพื้นหลักฐานสากล WGS ๘๔ (World Geodetic System ๑๙๘๔) ดังแสดงในรูปที่ ๔ และ ๕

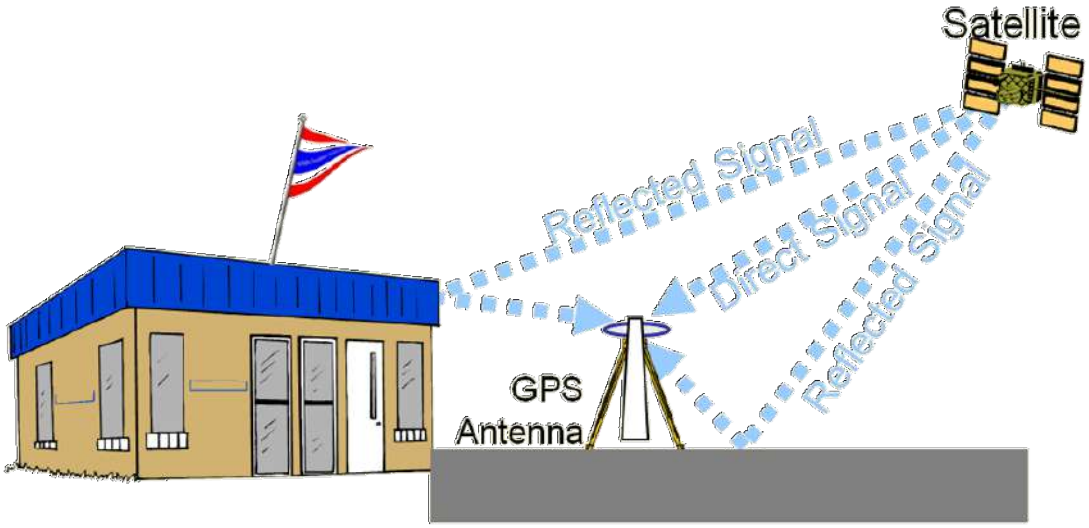




รูปที่ ๔ แสดง Satellite Ranging



(๑)



(๒)

รูปที่ ๕ แสดงการสำรวจโยงค่าพิกัด GPS ด้วยเครื่องรังวัดแบบสถิต

งานสำรวจโยงค่าพิกัดของกรมทางหลวง เป็นงานสร้างโครงข่ายหมุดหลักฐานเป็นกรอบพิกัดอ้างอิงสำหรับการทำงานรังวัดภาคพื้นดิน จัดอยู่ในชั้นงานที่ ๑ ตามมาตรฐานความถูกต้องของหมุดหลักฐานแผนที่จากงานรังวัดอ้างอิงมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (FDGS) ชั้นข้อมูลหมุดหลักฐานแผนที่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ประเภทงานรังวัด	ชั้นงาน	ความเชื่อมั่นระดับ 95 %		
		มาตรฐานความถูกต้องชั้นต่ำสุด		
		ความคลาดเคลื่อนฐาน	ความคลาดเคลื่อนแปรผันกับระยะเส้นฐาน	
		e (มม.)	P(ppm,ต่อล้านส่วน)	a (1 : a)
วัดการเคลื่อนตัวเปลือกโลกระดับภูมิภาค วัดการบิดเบี้ยวโครงสร้างขนาดใหญ่	AA	3	0.01	100 ล้าน
สร้างโครงข่ายหลักของหมุดหลักฐานของประเทศ วัดการเคลื่อนตัวเปลือกโลกระดับภูมิภาคถึงระดับท้องถิ่นวัดการบิดเบี้ยวโครงสร้าง	A	5	0.1	10 ล้าน
สร้างโครงข่ายหลักของหมุดหลักฐานของประเทศ วัดการเคลื่อนตัวเปลือกโลกระดับท้องถิ่น วัดการบิดเบี้ยวโครงสร้าง รังวัดทางวิศวกรรมที่มีความถูกต้องสูง	B	8	1	1,000,000
สร้างโครงข่ายหมุดหลักฐานเป็นกรอบพิกัดอ้างอิงสำหรับการทำงานรังวัดภาคพื้นดิน	***1***	***10***	***10***	***100,000***
	2	30	50	20,000
	3	50	200	5,000

ในการสร้างหมุดหลักฐานใหม่ โดยปกติจะต้องรังวัดเชื่อมโยงค่าพิกัดของหมุดหลักฐานเป็นโครงข่ายมีลักษณะเป็นวงบรรจบ (Loop) ที่ต่อเนื่องกัน รวมทั้งต้องเชื่อมโยงกับหมุดหลักฐานเดิมที่รู้ค่าพิกัดแล้ว ซึ่งหมุดหลักฐานเดิมจะต้องมีชั้นงานรังวัดในลำดับเดียวกันหรือสูงกว่างานที่จะดำเนินการ ซึ่งมีข้อแนะนำในการออกแบบโครงข่ายหมุดหลักฐานดาวเทียม ดังนี้

มาตรฐานความถูกต้อง	ชั้นงาน	AA	A	B	1	2	3
	ค่าบรรจบ (ppm.)	0.01	0.1	1	10	50	100
	ค่าฐาน (มม.)	3	5	8	10	30	50
จำนวนหมุดหลักฐานทางราบเดิมที่ใช้ตรึงโครงข่าย (น้อยที่สุด)							
เมื่อใช้หมุดหลักฐานของชั้นงาน AA A หรือ B		4	3	3	2		
เมื่อใช้หมุดหลักฐานของชั้นงาน 1		N.A.	N.A.	N.A.	3		
เมื่อใช้หมุดหลักฐานของชั้นงาน 2 หรือ 3		N.A.	N.A.	N.A.	4		
จำนวนหมุดหลักฐานทางราบเดิมที่ใช้ตรึงโครงข่าย (น้อยที่สุด)		5	5	5	4		
จำนวนสถานีที่รับสัญญาณต่อเนื่อง		4	3	2	Optional		
ระยะห่างระหว่างหมุด (กิโลเมตร)							
ระหว่างหมุดหลักฐานเดิมกับจุดศูนย์กลางโครงการไม่มากกว่า		100d	10d	7d	5d		
จำนวนครึ่งหนึ่งไม่น้อยกว่า		$\sqrt{5}$d	$\sqrt{5}$d	$\sqrt{5}$d	d/5		
ระหว่างหมุดหลักฐานเดิมที่อยู่นอกขอบเขตโครงการกับเส้นขอบโครงการ ไม่มากกว่า		3,000	300	100	50		
ตำแหน่งหมุดหลักฐานชองโครงข่ายเทียบกับจุดศูนย์กลางโครงการอยู่ในควอแดรนท์ไม่น้อยกว่า		4	4	3	3		
การรังวัดเส้นฐานระหว่างหมุด (ทั้งหมุดหลักฐานเดิมและใหม่)ควรกระทำเมือระยะน้อยกว่า หน่วยกิโลเมตร		30	30	10	5		

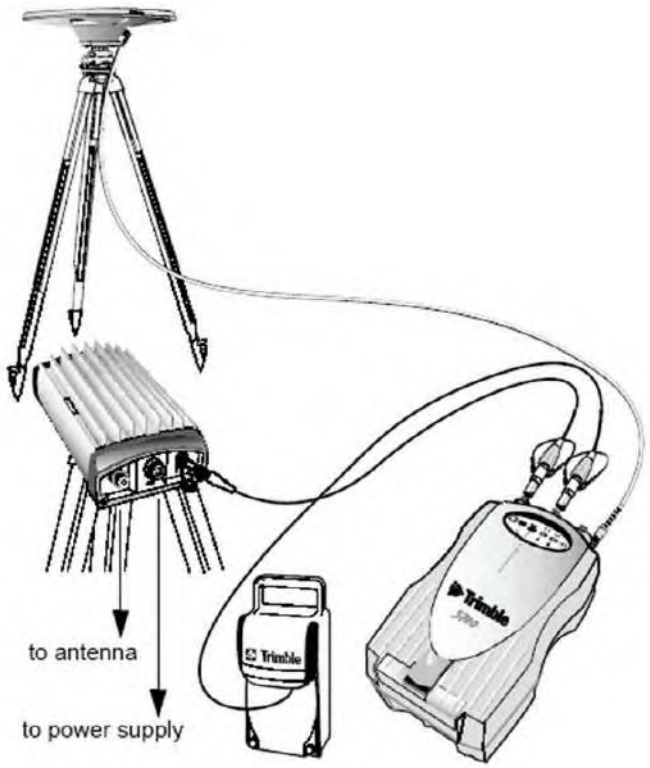
หมายเหตุ d เป็นระยะทางที่มากที่สุดระหว่างจุดศูนย์กลางโครงการกับหมุดใดๆ ที่สร้างใหม่ของโครงการ

N.A. คือ ไม่ใช้ (Not Applicable)

op คือ ให้เลือกได้ (Optional)

หมุดหลักฐานเดิมในชั้นงานที่ต่ำกว่าไม่สามารถนำมาตรึงโครงข่ายของชั้นงานที่สูงกว่าได้ ตัวอย่างเช่นต้องการสร้างโครงข่ายชั้น A หมุดหลักฐานเดิมที่นำมาตรึงโครงข่ายที่ต้องเป็นหมุดหลักฐานจากชั้นงาน AA หรือ A จำนวน 3 หมุดเท่านั้น











รูปที่ ๖ แสดงเครื่องมือรังวัดหาค่าพิกัด GPS

การรังวัดค่าพิกัดหมุดหลักฐานของกรมทางหลวง ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS. / GNSS. ดังแสดงในรูปที่ ๖ แบบ ๒ ความถี่ (Dual-Frequency Receiver ; L_1 , L_2) หรือ L_5 หรือเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบอื่น เช่น ระบบ Glonass หรือ ระบบ Galileo ด้วยเทคนิคการรังวัดแบบสถิต (Static Survey) โดยใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย ๒ เครื่อง รับสัญญาณบนหมุดที่รู้ค่าพิกัดหรือสถานีฐาน (Base Station) และเครื่องรับสัญญาณไม่น้อยกว่า ๑ เครื่อง ตั้งบนหมุดที่ต้องการรู้ค่าหรือสถานีจร (Roving Station) โดยที่ทั้ง ๒ สถานี จะต้องรับข้อมูลจากดาวเทียมกลุ่มเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันอย่างน้อย ๔ ดวง ต่อเนื่องกันไปไม่น้อยกว่า ๔๕ นาที ซึ่งการทำงานสนามของงานรังวัดค่าพิกัดหมุดหลักฐานให้ปฏิบัติตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

มาตรฐานความถูกต้อง	ชั้นงาน	AA	A	B	1	2	3
	ค่าบรรจบ (ppm.)	0.01	0.1	1	10	50	100
	ค่าฐาน (มม.)	3	5	8	10	30	50
ใช้เครื่องรับแบบสองความถี่ สำหรับการทำงานตอนกลางวัน[ก]		ใช่	ใช่	ใช่	Optional		
จำนวนเครื่องรับที่ใช้ทำงานร่วมกัน ไม่น้อยกว่า		5	5	4	3		
การรับสัญญาณดาวเทียม							
เวลาการับสัญญาณในแต่ละคาบการทำงานไม่น้อยกว่า (นาที)							
การทำงานทั่วไป[ข]		240	240	120	30 - 60		
รับสัญญาณต่อเนื่อง พร้อมกัน 100% ทุกเครื่อง[ค]		180	120	60	20 - 30		
อัตราเร็วการบันทึกข้อมูล (วินาที)		15	30	30	15 - 30		
จำนวนควอแดรนท์ที่มีดาวเทียมรับสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า		4	4	3	3 หรือ 2[ง]		
มุมสูงสุดเหนือเส้นขอบฟ้า ที่มีสิ่งกีดขวาง (องศา)		10	15	20	20 - 40		
จำนวนครั้งที่ตั้งเครื่องรับซ้ำหมุดเดิม[จ]							
เมื่อตั้ง 3 ครั้งหรือมากกว่า (%ที่ทุกหมุดรับได้ไม่น้อยกว่า)		80	40	20	10		
เมื่อตั้ง 2 ครั้งหรือมากกว่า (%ที่หมุดรับได้ไม่น้อยกว่า)							
หมุดหลักฐานใหม่		100	80	50	30		
หมุดหลักฐานทางดิ่ง		100	100	100	100		
หมุดหลักฐานทางราบ		100	75	50	25		
สถานีที่เป็นโครงข่าย IGS							
ต้องมี		ใช่	ใช่	ใช่	Optional		
ถ้าใช่ จำนวนสถานีน้อยที่สุด		4	3	2	-		

มาตรฐานความถูกต้อง	ชั้นงาน	AA	A	B	1	2	3
วงบรรจบสำหรับการวิเคราะห์ผล							
เส้นฐานจากการรังวัดต่างคาบ ไม่น้อยกว่า		3	3	2	2		
จำนวนเส้นฐานในแต่ละวงบรรจบ ไม่มากกว่า		6	8	10	10		
ความยาววงบรรจบ ไม่มากว่า (กิโลเมตร)		2000	300	100	100		
การตั้งวางเสาอากาศ							
จำนวนครั้งของการวัดความสูงเสาอากาศ		3(ฉ)	3(ฉ)	2	2		
การวัดภูมิอากาศ							
จำนวนครั้งต่อคาบการทำงาน ไม่น้อยกว่า		3(ช)	3(ช)	2(ช)	2(ช) หรือ Optional		
ความถี่ระหว่างการวัด ไม่มากกว่า (นาที)		30	30	60	60		

หมายเหตุ

(ก) เมื่อระยะห่างระหว่างหมุดในขณะรับสัญญาณดาวเทียมมากกว่า 50 กิโลเมตรควรใช้เครื่องรับแบบสองความถี่ในการทำงานชั้น 2 หรือสูงกว่า

(ข) เวลาในการรับสัญญาณ เป็นค่าที่ประกันว่าผลการรังวัดจะให้ค่าความถูกต้องทางตำแหน่งที่ต้องการ

(ค) ค่าวิกฤติต่ำสุดสำหรับการรับสัญญาณในหนึ่งคาบการทำงานที่รับสัญญาณพร้อมกันและต่อเนื่อง การรับสัญญาณต่อเนื่องหมายถึงไม่มีการขาดหายของสัญญาณหรือที่เรียกว่าคลื่นหลุด (Cycle Slip) ของดาวเทียมทุกดวง การขาดหายของสัญญาณเพียงชั่วขณะเนื่องจากสิ่งกีดขวางที่เกิดกับดาวเทียมบางดวง อาจยอมรับได้ถ้ามีข้อมูลร่วมกับจุดอื่นไม่น้อยกว่า 75%

(ง) ดาวเทียมควรโคจรผ่านควอแดรนท์ตรงข้ามในแนวทแยง

(จ) การตั้งเครื่องรับซ้ำตั้งแต่สองครั้งขึ้นไป ช่วยให้ตรวจหาความคลาดเคลื่อนส่วนบุคคลที่เกิดจากเครื่องมือได้ (Personal and Instrumental error) การตั้งเครื่องรับซ้ำในคาบการทำงานที่ต่อเนื่องกัน ผู้รังวัดจะต้องจัดวางสามขา (Tripod) และเสาอากาศใหม่

(ฉ) การวัดกระทำตอนเริ่มรับสัญญาณ กลางคาบทำงาน และตอนท้ายของการรับสัญญาณ

(ช) วัดความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศ เมื่อเริ่มรับสัญญาณ กลางคาบทำงาน และตอนท้ายของการรับสัญญาณ หรือขึ้นกับระยะเวลาการรับสัญญาณ

(ซ) รายงานเฉพาะ เมื่อสภาพอากาศไม่ปกติ เช่น มีพายุพัดผ่าน ค่าที่ต้องวัดคือ ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศ

๓.๓. งานสำรวจโยงค่าระดับ

เป็นการสำรวจโยงค่าระดับเข้ากับหมุดหลักฐานของโครงการฯ ด้วยการวัดระดับแบบค่าต่าง (Differential Leveling) ระหว่างจุดที่วางไม้วัดระดับ (Staff) ด้วยกล้องระดับ การสร้างหมุดหลักฐานกรมทางหลวง จะต้องโยงยึดเข้ากับหมุดระดับอ้างอิง ทั้งตอนเริ่มต้นงานและสิ้นสุดงาน ข้างละ ๒ หมุด รวมเป็น ๔ หมุด หากตอนเริ่มต้นงานและสิ้นสุดงาน ไม่มีหมุดเข้าบรรจบ ให้เดินระดับเข้าบรรจบตัวเอง โดยที่หมุดหลักฐานของกรมทางหลวง จัดอยู่ในงานชั้นที่ ๓ กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนการเข้าบรรจบที่ยอมให้ไม่เกิน $\pm$ ๖ ม.ม. $\sqrt{K}$ (K = ระยะทางของสายการเดินระดับขาเดียว หน่วยเป็นกิโลเมตร)

บทที่ ๒ งานสำรวจวงรอบพิกัด (Traverse)

งานวงรอบ (Traversing) เป็นงานรังวัดควบคุม (Control Survey) ที่ประกอบด้วย การวัดทั้งระยะทางและทิศทางต่อเนื่องกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทิศทางหรือวัดมุม คือกล้องวัดมุม (Theodolite) ปัจจุบันจะเป็นกล้องวัดมุมแบบอีเล็กทรอนิกส์ (Electronic Theodolite) ส่วนการวัดระยะจะใช้ เทปวัดระยะ หรือ เครื่องวัดระยะอีเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Measuring Instrument) ปัจจุบันนิยมใช้เครื่องมือที่รวมกล้องวัดมุมแบบอีเล็กทรอนิกส์และเครื่องวัดระยะอีเล็กทรอนิกส์ไว้ในเครื่องเดียวกันรู้จักกันในชื่อของ กล้องแบบสถานีรวม (Total Station)

งานวงรอบเป็นงานสำรวจ เพื่อ**ตรวจสอบงานวางหมุดหลักฐาน** และเพื่อ**ขยายโครงข่ายหมุดหลักฐานใช้อ้างอิง** และสำรวจเก็บรายละเอียดของภูมิประเทศ และสำรวจเพื่อการก่อสร้าง โดยจะทำการสำรวจโยงยึดออกจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร กรมทางหลวง กรมที่ดิน กรมชลประทาน หรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง หมุดหลักฐานที่ใช้ออกงานและเข้าบรรจบ จะต้องเป็นหมุดคู่ ที่ทราบค่าพิกัด UTM. แล้ว หากเป็นหมุดเดี่ยวต้องทำการรังวัดทางดาราศาสตร์คำนวณหา Grid Azimuth เพื่อใช้ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของ งานสำรวจ หมุดวงรอบจะต้องอยู่ในพื้นที่ ที่มั่นคงสามารถมองเห็นภูมิประเทศได้ครอบคลุมพื้นที่ที่จะทำการสำรวจ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

- รังวัดมุม และระยะทาง
- ตรวจสอบและปรับแก้ ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลสนาม
- คำนวณค่าผลต่างทาง เหนือ (Latitude) และตะวันออก (Departure)
- ตรวจสอบและปรับแก้ ค่าความคลาดเคลื่อนของงานวงรอบ
- คำนวณค่าพิกัดของงานวงรอบ

งานวงรอบ สำหรับงานทาง จัดเป็นงานสำรวจเพื่องานวิศวกรรม อยู่ในงานชั้น ๓ ตามข้อกำหนด มาตรฐานโครงสร้าง เนื้อหา คุณลักษณะ คุณภาพ ของชุดข้อมูลภูมิศาสตร์พื้นฐาน (FDGS) ของประเทศไทย ซึ่งได้แนะนำข้อกำหนดของงานรังวัด ดังแสดงในตารางที่ ๑ ดังนี้

ตารางที่ ๑ ข้อแนะนำในการทำงานสนามของงานวงรอบ

มาตรฐานการทำงาน	งานชั้น 1	งานชั้น 2		งานชั้น 3
		I	II	
ระยะห่างระหว่างหมุด (กิโลเมตร)	10 - 15	2 - 4		0.1 หรือ มากกว่า
การวัดทิศทางหรือมุมราบ				
ความละเอียดของกล้องวัดมุม (ฟิลิบดา)	0.2	0.2	1.0	1.0
จำนวนชุด (วัดทั้งหน้าซ้ายและหน้าขวา)	16	6 - 8	8 - 12	2 - 4
ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ไม่เกิน (ฟิลิปดา)	0.4	0.5	0.8	2.0
คัดทิ้งเมื่อต่างจากค่าเฉลี่ย มากกว่า (ฟิลิปดา)	4	4	5	5.0
การวัดระยะ				
ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	1:600,000	1:120,000		1:30,000
การวัดมุมดิ่งแบบสอบกลับ (Reciprocal)				
จำนวนชุดและการกระจายค่าระหว่างค่าวัด	3 _10”	2 _10”		2 _20”
จำนวนหมุดระหว่างหมุดระดับที่รู้ค่า	4 - 6	6 - 10		10 - 20
การวัดอะซิมุททางดาราศาสตร์				
จำนวนเส้นวงรอบระหว่างเส้นตรวจสอบอะซิมุท	5 - 6	10 – 20		20 – 40
จำนวนชุดต่อคืน	16	12 – 16		4 – 8
จำนวนคืน	2	1 - 2		1
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (ฟิลิปดา)	1”ต่อหมุด หรือ	2” ต่อหมุด หรือ		8”ต่อหมุด หรือ
	2”√N	8”√N		10”√N
การบรรจบของตำแหน่งหลังการปรับแก้อะซิมุท	0.04 m. √K	0.2 m. √K		0.8 m. √K
	หรือ 1:100,000	หรือ 1:20,000		หรือ 1:10,000
หมายเหตุ				
(ก) N เป็นจำนวนเส้นวงรอบ และ K เป็นความยาวเส้นวงรอบทั้งหมดหน่วยเป็นกิโลเมตร				
(ข) การสอบการบรรจบที่มีอยู่ 2 สูตรนั้น ให้ค่าที่น้อยกว่าเป็นค่าตรวจสอบ				

๑. การรังวัดมุมและระยะทาง

การรังวัดมุมและระยะทาง ของงานวงรอบ สำหรับงานทางกำหนดให้ ทำการรังวัดอย่างน้อย ๒ ชุด (วัดทั้งหน้าซ้ายและหน้าขวา) แล้วนำค่าเฉลี่ยทางมุม มาใช้โดยที่มีค่าคัดทิ้งเมื่อต่างจากค่าเฉลี่ย มากกว่า ๕” ระยะทางให้ใช้ค่าเฉลี่ยของการรังวัด ไป-กลับ เมื่อมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการรังวัดดีกว่า ๑:๓๐,๐๐๐

HOR

ส่วนสำรวจทาง สำนักสำรวจและออกแบบ

ทางหลวงหมายเลข : 121 **ตอน :** จุดตัดทางหล

สายวงรอบ : 121-1 **สำรวจ :**

มุมที่	STATION	หน้า	มุมที่อ่านได้	ระยะ
1		L	0° 00' 00"	179.886
		L	180° 16' 22"	327.767
	GPS.0121-011	R	0° 16' 22"	327.768
		R	180° 00' 00"	179.886
	GPS.0121-012	Dist	GPS.0121-012-->S-1	327.7671 m.
		L	0° 00' 00"	179.886
	S-1	L	180° 16' 23"	327.768
		R	0° 16' 21"	327.768
		R	179° 59' 57"	179.886
2		L	0° 00' 00"	327.767
		L	179° 41' 45"	376.761
	GPS.0121-012	R	359° 41' 44"	376.761
		R	180° 00' 03"	327.766
	S-1		Dist S-1-->S-2	376.761 m.
		L	0° 00' 01"	327.767
	S-2	L	179° 41' 43"	376.761
		R	359° 41' 43"	376.761
		R	180° 00' 01"	327.766

การคำนวณง่ามมุม GPS.0121-012

S-1 (L) 180°-16’-22”
0121-011 (L) 0°-00’-00” -
๑ ..... 180°-16’-22”

S-1 (R) 0°-16’-22”
0121-011 (R) 180°-00’-00” -
-179°-43’-38”
360°
๒ ..... 180°-16’-22” +

ตรวจสอบ ๑ – ๒ ความต่างไม่เกิน **5”**

การคำนวณระยะทาง

GPS.0121-012 -> S-1

S-1 (L) 327.767
S-1 (R) 327.768
S-1 (L) 327.768
S-1 (R) 327.768
0121-011 (L) 327.767
0121-011 (R) 327.766
0121-011 (L) 327.767
0121-011 (R) 327.766
เฉลี่ย **327.7671**

HORIZONTAL ANGLE SURVEY

ส่วนสำรวจทาง สำนักสำรวจและออกแบบ

วันทำการสำรวจ 12 มีนาคม 2550

ทางหลวงหมายเลข : 121 **ตอน :** จุดตัดทางหลวงหมายเลข 121 กับ ทางหลวงหมายเ

สายวงรอบ : 121-1 **สำรวจ :** **ตรวจ :**

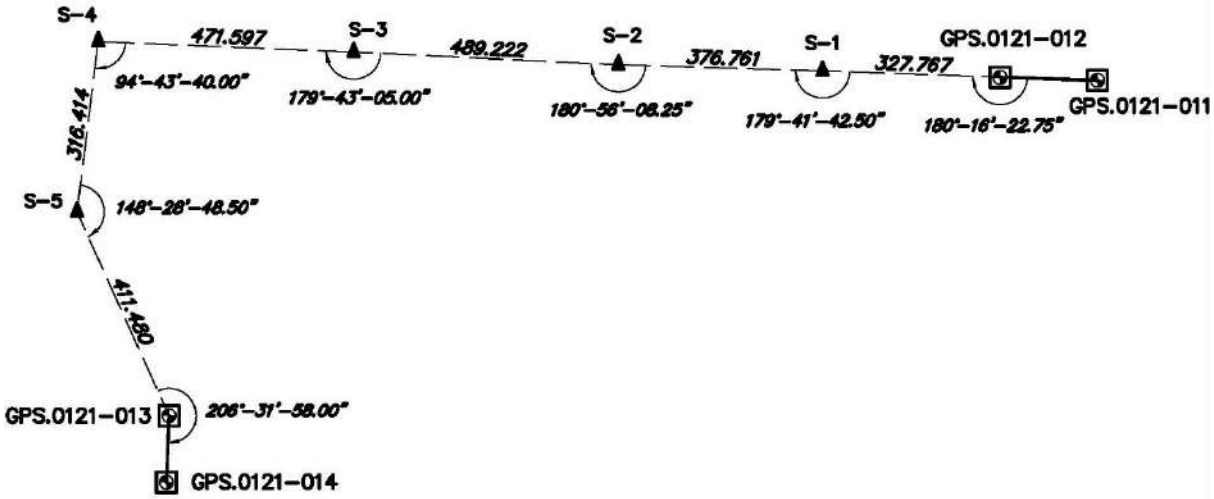
มุมที่	STATION	หน้า	มุมที่อ่านได้	ระยะ	มุม	มุม
1		L	0° 00' 00"	179.886	180° 16' 22"	180° 16' 22.00"
		L	180° 16' 22"	327.767		
	GPS.0121-011	R	0° 16' 22"	327.768	180° 16' 22"	
		R	180° 00' 00"	179.886		
	GPS.0121-012	Dist	GPS.0121-012-->S-1	327.7671 m.	มุมเฉลี่ย	180° 16' 22.75"
		L	0° 00' 00"	179.886	180° 16' 23"	180° 16' 23.50"
	S-1	L	180° 16' 23"	327.768		
		R	0° 16' 21"	327.768	180° 16' 24"	
		R	179° 59' 57"	179.886		
2		L	0° 00' 00"	327.767	179° 41' 45"	179° 41' 43.00"
		L	179° 41' 45"	376.761		
	GPS.0121-012	R	359° 41' 44"	376.761	179° 41' 41"	
		R	180° 00' 03"	327.766		
	S-1		Dist S-1-->S-2	376.7610 m.	มุมเฉลี่ย	179° 41' 42.50"
		L	0° 00' 01"	327.767	179° 41' 42"	179° 41' 42.00"
	S-2	L	179° 41' 43"	376.761		
		R	359° 41' 43"	376.761	179° 41' 42"	
		R	180° 00' 01"	327.766		

๒. การคำนวณวงรอบ

๒.๑ การคำนวณค่าอะซิมุท

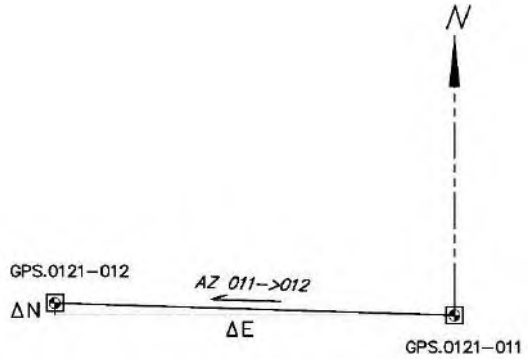
กำหนดให้การทำวงรอบออกจากหมุดหลักฐานหมายเลข 0121-011 ถึง 0121-014 มีค่าพิกัดดังนี้

Point	N	E	Eleva
GPS.0121-011	2,086,056.2417	497,592.7978	317.177
GPS.0121-012	2,086,061.8528	497,413.0051	314.267
GPS.0121-013	2,085,439.1647	495,879.5523	325.761
GPS.0121-014	2,085,316.5323	495,874.9510	327.178



รูปแสดงสายวงรอบ

๒.๑.๑ คำนวณอะซิมุทแรกออก



$\Delta N = N_{(012)} - N_{(011)}$

= 2,086,061.8528 – 2,086,056.242

= 5.6111

$\Delta E = E_{(012)} - E_{(011)}$

= 497,413.0051 – 497,592.7978

= -179.7927

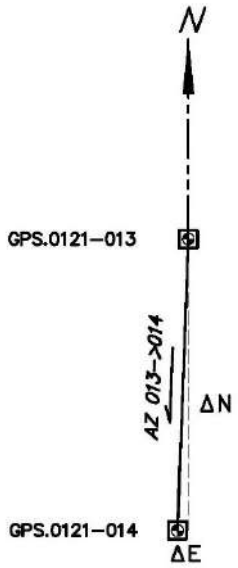
$\text{Tan}(AZ_{011->012}) = \Delta E/\Delta N$

$AZ_{011->012} = \text{Tan}^{-1}(\Delta E/\Delta N)$

= Tan^{-1}(-179.7927 / 5.611)

= **271°-47'-15.17"**

๒.๑.๒. คำนวณอะซิมุทเข้าบรรจบ



$\Delta N = N_{(014)} - N_{(013)}$

= 2,085,316.5323 -2,085,439.1647

= -122.6324

$\Delta E = E_{(014)} - E_{(013)}$

= 495,874.9510 - 495,879.5523

= -4.6013

$\text{Tan}(AZ_{013->014}) = \Delta E/\Delta N$

$AZ_{013->014} = \text{Tan}^{-1}(\Delta E/\Delta N)$

= Tan^{-1}(-4.6013/ -122.6324)

= **182°-08'-55.64"**

๒.๑.๓. คำนวณความผิดและค่าแก้ทางมุม

Station	Obs. Angle
GPS.0121-011	
GPS.0121-012	180°-16'-22.75"
S-1	179°-41'-42.50"
S-2	180°-56'-08.25"
S-3	179°-43'-05.00"
S-4	94°-43'-40.00"
S-5	148°-28'-48.50"
GPS.0121-013	206°-31'-58.00"
GPS.0121-014	

$AZ_{เข้าบรรจบ} = AZ_{แรกออก} + ผลรวมมุม - (N-2)x180$

(เมื่อ N = จำนวนมุมรังวัด)

$AZ_{แรกออก}$ = 271°-47'-15.17"

ผลรวมมุม = 1170°-21'-45"

(N-2)x180 = (7-2) x 180 = 900

$AZ_{เข้าบรรจบ}$ = 182°-09'-00.16"

$AZ_{เข้าบรรจบ\ (Fix)}$ = 182°-08'-55.64"

$Error = AZ_{เข้าบรรจบ} - AZ_{เข้าบรรจบ\ (Fix)}$

= 4.52”

ค่าแก้มุมละ = - (Error / N) = -(4.52”/ 7)

= - 0.65”

๒.๑.๔. คำนวณค่าอะซิมุท

Station	Obs. Angle	Corr "	Field Distance	Adj. Azimuth
GPS.0121-011	3	2		1
GPS.0121-012	180°-16'-22.75"	-00.65"		**271°-47'-15.17"**
S-1	179°-41'-42.50"	-00.65"	327.767	272°-03'-37.27"
S-2	180°-56'-08.25"	-00.65"	376.761	271°-45'-19.12"
S-3	179°-43'-05.00"	-00.65"	489.222	272°-41'-26.73"
S-4	94°-43'-40.00"	-00.65"	471.597	272°-24'-31.08"
S-5	148°-28'-48.50"	-00.65"	316.414	187°-08'-10.44"
GPS.0121-013	206°-31'-58.00"	-00.65"	411.480	155°-36'-58.29"
GPS.0121-014				**182°-08'-55.64"**

4

$AZ_{012 \rightarrow S\text{-}1}$ = $AZ_{011 \rightarrow 012}$ + มุม $_{012}$ + ค่าแก้ + 180°

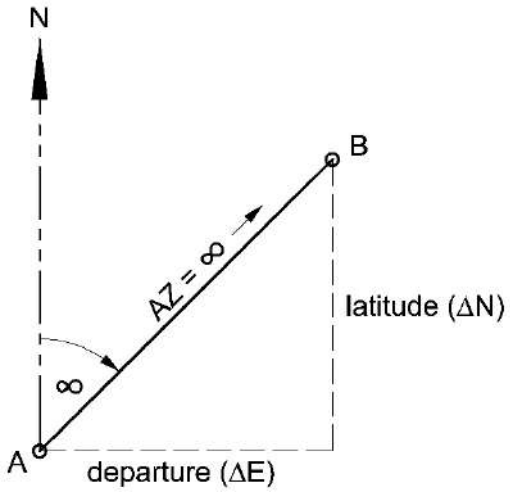
= 271°-47’15.17” + 180°-16’-22.75” + (-0.65”) + 180°

= 632°-03’-37.27” (ถ้ามากกว่า 360° ให้ –360°)

= 272°-03’37.27”

๒.๒. การคำนวณค่าพิกัด

๒.๒.๑ คำนวณค่าผลต่างทาง เหนือ (latitude) และตะวันออก (departure) (ΔN , ΔE)



Azimuth $_{AB}$ = ∞

ΔN = AB x Cos(∞)

ΔE = AB x Sin(∞)

Station	Field Distance	Adj. Azimuth	ΔN		ΔE	
			(+/-)	Corr	(+/-)	Corr
GPS.0121-011						
GPS.0121-012	(1)	**271°-(2)5.17"**	(3)		(4)	
S-1	327.767	272°-03'-37.27"	11.784		-327.555	
S-2	376.761	271°-45'-19.12"	11.541		-376.584	
S-3	489.222	272°-41'-26.73"	22.967		-488.682	
S-4	471.597	272°-24'-31.08"	19.819		-471.180	
S-5	316.414	187°-08'-10.44"	-313.963		-39.308	
GPS.0121-013	411.480	155°-36'-58.29"	-374.776		169.878	
GPS.0121-014		**182°-08'-55.64"**				

$\Delta N_{012-S1} = d_{012-S1} \times \text{Cos}(AZ_{012-S1})$

$= 327.767 \times \text{Cos}(272°\text{-}03'\text{-}37.27")$

$= 11.784$

$\Delta E_{012-S1} = d_{012-S1} \times \text{Sin}(AZ_{012-S1})$

$= 327.767 \times \text{Sin}(272°\text{-}03'\text{-}37.27")$

$= -327.555$

๒.๒.๒ คำนวณค่าปรับแก้ และความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบ

Station	Field Distance	Adj. Azimuth	ΔN		ΔE		Northing	Easting
			(+/-)	Corr	(+/-)	Corr		
GPS.0121-011							**2,086,056.242**	**497,592.798**
GPS.0121-012		**271°-47'-15.17"**					**2,086,061.853**	**497,413.005**
S-1	327.767	272°-03'-37.27"	11.784		-327.555			
S-2	376.761	271°-45'-19.12"	11.541		-376.584			
S-3	489.222	272°-41'-26.73"	22.967		-488.682			
S-4	471.597	272°-24'-31.08"	19.819		-471.180			
S-5	316.414	187°-08'-10.44"	-313.963		-39.308			
GPS.0121-013	411.480	155°-36'-58.29"	-374.776		169.878		**2,085,439.165**	**495,879.552**
GPS.0121-014		**182°-08'-55.64"**					**2,085,316.532**	**495,874.951**
	2,393.240		-622.628	-0.060	-1,533.432	-0.021	-622.688	-1,533.453

$N_{013} = N_{012} + \Delta N_{Fixed}$

$\Delta N_{Fixed} = N_{013} - N_{012}$

$= 2,085,439.165 - 2,086,061.853$

$= \textit{-622.688}$

$\Delta N_{Fixed} = \sum \Delta N + \text{ค่าแก้ } (corr_N)$

$\text{ค่าแก้ } (corr_N) = \Delta N_{Fixed} - \sum \Delta N$

$= -622.688 - (-622.628)$

$= -0.060$

$E_{013} = E_{012} + \Delta E_{Fixed}$

$\Delta E_{Fixed} = E_{013} - E_{012}$

$= 495{,}879.552 - 497{,}413.005$

$= \mathbf{\textit{-1533.453}}$

$\Delta E_{Fixed} = \sum \Delta E + \text{ค่าแก้ } (corr_E)$

$\text{ค่าแก้ } (corr_E) = \Delta E_{Fixed} - \sum \Delta E$

$= -1533.453 - (-1533.432)$

$= -0.021$

$\text{Acculacy (Error Of Closure)} = (\sqrt{((corr_E)^2 + (corr_N)^2)}) / \text{ระยะทางรวมของวงรอบ}$

$= \underline{1 : 37{,}468}$

๒.๒.๓. คำนวณค่าพิกัด

Station	Field Distance	Adj. Azimuth	ΔN		ΔE		Northing	Easting
			(+/-)	Corr	(+/-)	Corr		
GPS.0121-011							**2,086,056.242**	**497,592.798**
GPS.0121-012		**271°-47'-15.17"**					**2,086,061.853**	**497,413.005**
S-1	327.767	272°-03'-37.27"	11.784	-0.008	-327.555	-0.003	2,086,073.629	497,085.447
S-2	376.761	271°-45'-19.12"	11.541	-0.009	-376.584	-0.003	2,086,085.160	496,708.859
S-3	489.222	272°-41'-26.73"	22.967	-0.012	-488.682	-0.004	2,086,108.114	496,220.173
S-4	471.597	272°-24'-31.08"	19.819	-0.012	-471.180	-0.004	2,086,127.922	495,748.988
S-5	316.414	187°-08'-10.44"	-313.963	-0.008	-39.308	-0.003	2,085,813.951	495,709.678
GPS.0121-013	411.480	155°-36'-58.29"	-374.776	-0.010	169.878	-0.004	**2,085,439.165**	**495,879.552**
GPS.0121-014		**182°-08'-55.64"**					**2,085,316.532**	**495,874.951**
	2,393.240		-622.628	-0.060	-1,533.432	-0.021	-622.688	-1,533.453

การคำนวณค่าแก้ของ latitude และ departure ในที่นี้จะใช้สูตรของ Compass Rule คือ

$$\Delta N\ Corr_{A->B} = \frac{\text{ค่าแก้รวม } \Delta N}{\text{ระยะทางรวมของวงรอบ}} \times \text{ระยะ}_{A->B}$$

$$\Delta E\ Corr_{A->B} = \frac{\text{ค่าแก้รวม } \Delta E}{\text{ระยะทางรวมของวงรอบ}} \times \text{ระยะ}_{A->B}$$

$$\Delta N\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1} = (-0.060) / 2{,}393.240 \times 327.767$$
$$= -0.008$$
$$N_{S\text{-}1} = N_{012} + \Delta N_{012 \rightarrow S\text{-}1} + \Delta N\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1}$$
$$= 2{,}086{,}061.853 + 11.784 + (-0.008)$$
$$= 2{,}086{,}073.629$$

$$\Delta E\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1} = (-0.021) / 2{,}393.240 \times 327.767$$
$$= -0.003$$
$$E_{S\text{-}1} = E_{012} + \Delta E_{012 \rightarrow S\text{-}1} + \Delta E\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1}$$
$$= 497{,}413.005 + (-327.555) + (-0.003)$$
$$= 497{,}085.447$$

๓. การคำนวณวงรอบระบบ UTM.

การทำวงรอบระบบ UTM. มีขั้นตอนรังวัดในสนามเช่นเดียวกับการทำวงรอบทั่วไป จะมีความต่างกันในขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

- จะต้องทราบพื้นหลักฐานของหมุดควบคุมว่าเป็น WGS.84 หรือ INDIAN 1975
- จะต้องทราบว่าพื้นที่ทำการสำรวจอยู่ใน Zone 47 หรือ Zone 48
- Azimuth ที่ใช้คำนวณวงรอบ ต้องเป็น Grid Azimuth โดยทั่วไปค่า Azimuth ที่ได้จากการคำนวณ จากหมุดควบคุมที่รังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS. จะเป็น Grid Azimuth
- ต้องคำนวณค่า Grid Factor (G.F.) โดยที่

Grid Factor (G.F.) = Scale Factor (S.F.) x Sealevel Factor (S.L.)

Scale Factor (S.F.) คำนวณได้จากสูตรหา Scale Factor หรือเปิดจากกราฟ

$$\textbf{Sealevel Factor (S.L.)} = \frac{R}{R+H}$$

เมื่อ R คือรัศมีของโลกคำนวณตามพื้นหลักฐาน

H คือความสูงเฉลี่ยของสายวงรอบจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (MSL.)

- การคำนวณค่าพิกัด จะต้องทอนระยะทางในสนาม (Field Distance) เป็นระยะกริด (Grid Distance) โดยใช้สูตร

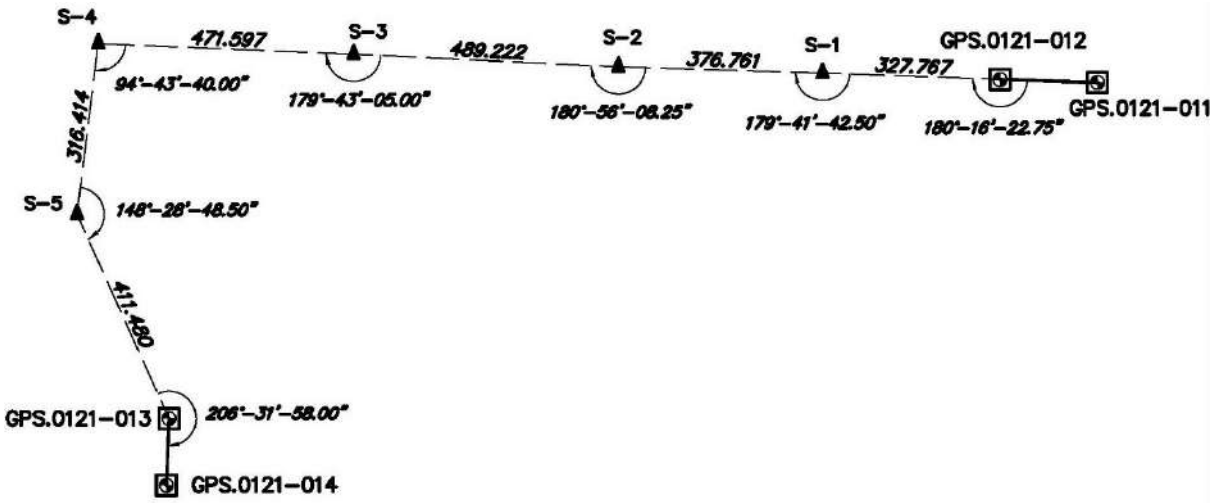
Grid Distance (GD.) = Field Distance (FD.) x G.F.

= Field Distance (FD.) x S.F. x S.L.

๓.๑. การคำนวณค่าอะซิมุท

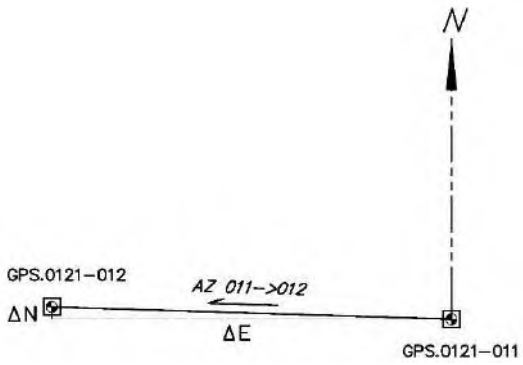
กำหนดให้การทำวงรอบออกจากหมุดหลักฐานหมายเลข 0121-011 ถึง 0121-014 มีค่าพิกัดดังนี้

Point	N	E	Eleva
GPS.0121-011	2,086,056.0732	497,592.4040	317.177
GPS.0121-012	2,086,061.6819	497,412.6922	314.267
GPS.0121-013	2,085,439.2740	495,879.9298	325.761
GPS.0121-014	2,085,316.6969	495,875.3305	327.178



รูปแสดงสายวงรอบ

๓.๑.๑. คำนวณอะซิมุทแรกออก



$\Delta N = N_{(012)} - N_{(011)}$

$= 2,086,061.6819 - 2,086,056.0732$

$= 5.6087$

$\Delta E = E_{(012)} - E_{(011)}$

$= 497,412.6922 - 497,592.4040$

$= -179.7118$

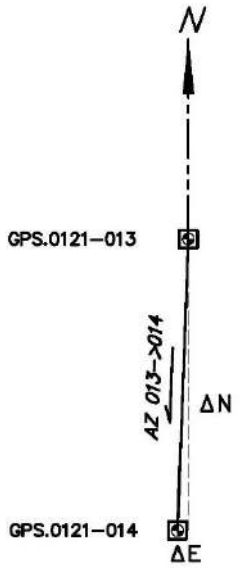
$\text{Tan}(AZ_{011->012}) = \Delta E/\Delta N$

$AZ_{011->012} = \text{Tan}^{-1}(\Delta E/\Delta N)$

$= \text{Tan}^{-1}(-179.7118 / 5.6087)$

$= \mathbf{271°-47'-15.23"}$

๓.๑.๒. คำนวณอะซิมุทเข้าบรรจบ



$\Delta N = N_{(014)} - N_{(013)}$

$= 2,085,316.6969 - 2,085,439.2740$

$= -122.5771$

$\Delta E = E_{(014)} - E_{(013)}$

$= 495,875.3305 - 495,879.9298$

$= -4.5993$

$\text{Tan}(AZ_{013->014}) = \Delta E/\Delta N$

$AZ_{013->014} = \text{Tan}^{-1}(\Delta E/\Delta N)$

$= \text{Tan}^{-1}(-4.5993/ -122.5771)$

$= \mathbf{182°-08'-55.70"}$

๓.๑.๓. คำนวณความผิดและค่าแก้ทางมุม

Station	Obs. Angle
GPS.0121-011	
GPS.0121-012	180°-16'-22.75"
S-1	179°-41'-42.50"
S-2	180°-56'-08.25"
S-3	179°-43'-05.00"
S-4	94°-43'-40.00"
S-5	148°-28'-48.50"
GPS.0121-013	206°-31'-58.00"
GPS.0121-014	

$AZ_{เข้าบรรจบ} = AZ_{แรกออก} + ผลรวมมุม - (N-2)x180$

(เมื่อ N = จำนวนมุมรังวัด)

$AZ_{แรกออก} = 271°-47'-15.23"$

ผลรวมมุม = 1170°-21'-45"

(N-2)x180 = (7-2) x 180 = 900°

$AZ_{เข้าบรรจบ} = 182°-09'-00.16"$

$AZ_{เข้าบรรจบ\ (Fix)} = 182°-08'-55.70"$

Error = $AZ_{เข้าบรรจบ} - AZ_{เข้าบรรจบ\ (Fix)}$

= 4.54”

ค่าแก้มุมละ = - (Error / N) = -(4.52”/ 7)

= - 0.65”

๓.๑.๔. คำนวณค่าอะซิมุท

Station	Obs. Angle	Corr "	Field Distance	Adj. Azimuth
GPS.0121-011				
GPS.0121-012	180°-16'-22.75"	-00.65"		**271°-47'-15.23"**
S-1	179°-41'-42.50"	-00.65"	327.767	272°-03'-37.33"
S-2	180°-56'-08.25"	-00.65"	376.761	271°-45'-19.19"
S-3	179°-43'-05.00"	-00.65"	489.222	272°-41'-26.79"
S-4	94°-43'-40.00"	-00.65"	471.597	272°-24'-31.14"
S-5	148°-28'-48.50"	-00.65"	316.414	187°-08'-10.49"
GPS.0121-013	206°-31'-58.00"	-00.65"	411.480	155°-36'-58.35"
GPS.0121-014				**182°-08'-55.70"**

$AZ_{012 \rightarrow S\text{-}1}$ = $AZ_{011 \rightarrow 012}$ + มุม $_{012}$ + ค่าแก้ + 180°

= 271°-47’15.23” + 180°-16’-22.75” + (-0.65”) + 180°

= 632°-03’-37.33” (ถ้ามากกว่า 360° ให้ –360°)

= 272°-03’37.33”

๓.๒. การคำนวณค่าพิกัด

๓.๒.๑. คำนวณค่าระยะกริด

Station	Field Distance	Adj. Azimuth	Grid Distance
GPS.0121-011			
GPS.0121-012		**271°-47'-15.23"**	
S-1	327.767	272°-03'-37.33"	327.620
S-2	376.761	271°-45'-19.19"	376.592
S-3	489.222	272°-41'-26.79"	489.002
S-4	471.597	272°-24'-31.14"	471.384
S-5	316.414	187°-08'-10.49"	316.271
GPS.0121-013	411.480	155°-36'-58.35"	411.294
GPS.0121-014		**182°-08'-55.70"**	

ที่จุด GPS.0121-012

R = 6,377,798.287 m.

H = 321.096 m. (ค่าระดับเฉลี่ยของโครงการ MSL.)

$S.L._{012}$ = 6,377,798.287 / (6,377,798.287+321.096)

= 0.99994965667

$S.F._{012}$ = 0.99960008275

$G.F._{012}$ = ***0.99954975956***

ที่จุด GPS.0121-013

R = 6,377,797.013 m.

H = 321.096 m. (ค่าระดับเฉลี่ยของโครงการ MSL.)

$S.L._{013}$ = 6,377,797.013 / (6,377,797.013 + 321.096)

= 0.99994965666

$S.F._{013}$ = 0.99960020983

$G.F._{013}$ = ***0.99954988662***

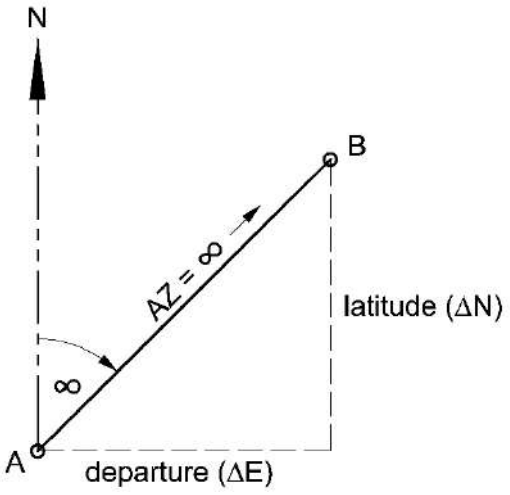
G.F. ของสายวงรอบนี้ = $(G.F._{012} + G.F._{013}) / 2$ = **0.99954982309**

$G.D._{012 \rightarrow S\text{-}1}$ = $F.D._{012 \rightarrow S\text{-}1}$ x G.F.

= 327.767 x 0.99954982309

= 327.620

๓.๒.๒. คำนวณค่าผลต่างทางเหนือ (latitude) และตะวันออก (departure) (ΔN , ΔE)



Azimuth $_{AB}$ = ∞

ΔN = $G.D._{AB}$ x Cos(∞)

ΔE = $G.D._{AB}$ x Sin(∞)

Station	Field Distance	Adj. Azimuth	Grid Distance	ΔN		ΔE	
				(+/-)	Corr	(+/-)	Corr
GPS.0121-011							
GPS.0121-012		**271°-47'-15.23"**					
S-1	327.767	272°-03'-37.33"	327.620	11.779		-327.408	
S-2	376.761	271°-45'-19.19"	376.592	11.536		-376.415	
S-3	489.222	272°-41'-26.79"	489.002	22.956		-488.463	
S-4	471.597	272°-24'-31.14"	471.384	19.811		-470.968	
S-5	316.414	187°-08'-10.49"	316.271	-313.821		-39.290	
GPS.0121-013	411.480	155°-36'-58.35"	411.294	-374.607		169.802	
GPS.0121-014		**182°-08'-55.70"**					

ΔN_{012-S1} = G.D. $_{012-S1}$ x Cos (AZ_{012-S1})

= 327.620 x Cos(272°-03'-37.33")

= 11.779

ΔE_{012-S1} = G.D. $_{012-S1}$ x Sin (AZ_{012-S1})

= 327.620 x Sin(272°-03'-37.33")

= -327.408

๓.๒.๓. คำนวณค่าปรับแก้ และความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบ

Station	Adj. Azimuth	Grid Distance	ΔN		ΔE		UTM. Coordinate	
			(+/-)	Corr	(+/-)	Corr	Northing	Easting
GPS.0121-011							**2,086,056.073**	**497,592.404**
GPS.0121-012	**271°-47'-15.23"**						**2,086,061.682**	**497,412.692**
S-1	272°-03'-37.33"	327.620	11.779		-327.408			
S-2	271°-45'-19.19"	376.592	11.536		-376.415			
S-3	272°-41'-26.79"	489.002	22.956		-488.463			
S-4	272°-24'-31.14"	471.384	19.811		-470.968			
S-5	187°-08'-10.49"	316.271	-313.821		-39.290			
GPS.0121-013	155°-36'-58.35"	411.294	-374.607		169.802		**2,085,439.274**	**495,879.930**
GPS.0121-014	**182°-08'-55.70"**						**2,085,316.697**	**495,875.331**
		2,392.163	-622.347	-0.061	-1,532.742	-0.020		

$N_{013} = N_{012} + \Delta N_{Fixed}$

$\Delta N_{Fixed} = N_{013} - N_{012}$

$= 2,085,439.274 - 2,086,061.682$

$= \textit{-622.408}$

$\Delta N_{Fixed} = \sum \Delta N$ + ค่าแก้ ($corr_N$)

ค่าแก้ ($corr_N$) $= \Delta N_{Fixed} - \sum \Delta N$

$= -622.408 - (-622.347)$

$= -0.061$

$E_{013} = E_{012} + \Delta E_{Fixed}$

$\Delta E_{Fixed} = E_{013} - E_{012}$

$= 495,879.930 - 497,412.692$

$= \textit{-1533.762}$

$\Delta E_{Fixed} = \sum \Delta E$ + ค่าแก้ ($corr_E$)

ค่าแก้ ($corr_E$) $= \Delta E_{Fixed} - \sum \Delta E$

$= -1533.762 - (-1533.742)$

$= -0.020$

Acculacy (Error Of Closure) = $(\sqrt{((corr_E)^2 + (corr_N)^2)})$/ ระยะทางรวมของวงรอบ

= **1 : 37,284**

๓.๒.๔. คำนวณค่าพิกัด UTM.

Station	Adj. Azimuth	Grid Distance	ΔN		ΔE		UTM. Coordinate	
			(+/-)	Corr	(+/-)	Corr	Northing	Easting
GPS.0121-011							**2,086,056.073**	**497,592.404**
GPS.0121-012	**271°-47'-15.23"**						**2,086,061.682**	**497,412.692**
S-1	272°-03'-37.33"	327.620	11.779	-0.008	-327.408	-0.003	2,086,073.452	497,085.281
S-2	271°-45'-19.19"	376.592	11.536	-0.010	-376.415	-0.003	2,086,084.978	496,708.863
S-3	272°-41'-26.79"	489.002	22.956	-0.012	-488.463	-0.004	2,086,107.922	496,220.397
S-4	272°-24'-31.14"	471.384	19.811	-0.012	-470.968	-0.004	2,086,127.721	495,749.425
S-5	187°-08'-10.49"	316.271	-313.821	-0.008	-39.290	-0.003	2,085,813.892	495,710.132
GPS.0121-013	155°-36'-58.35"	411.294	-374.607	-0.010	169.802	-0.004	**2,085,439.274**	**495,879.930**
GPS.0121-014	**182°-08'-55.70"**						**2,085,316.697**	**495,875.331**
		2,392.163	-622.347	-0.061	-1,532.742	-0.020		

การคำนวณค่าแก้ของ latitude และ departure ในที่นี้จะใช้สูตรของ Compass Rule คือ

$$\Delta N\ Corr_{A->B} = \frac{\text{ค่าแก้รวม } \Delta N}{\text{ระยะทางรวมของวงรอบ}} \times \text{ระยะ}_{A->B}$$

$$\Delta E\ Corr_{A->B} = \frac{\text{ค่าแก้รวม } \Delta E}{\text{ระยะทางรวมของวงรอบ}} \times \text{ระยะ}_{A->B}$$

$\Delta N\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1}$ = (-0.061) / 2,393.163 x 327.620

= -0.008

$N_{S\text{-}1}$ = $N_{012} + \Delta N_{012 \rightarrow S\text{-}1} + \Delta N\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1}$

= 2,086,061.682 + 11.779 + (-0.008)

= 2,086,073.452

$\Delta E\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1}$ = (-0.020) / 2,393.163 x 327.620

= -0.003

$E_{S\text{-}1}$ = $E_{012} + \Delta E_{012 \rightarrow S\text{-}1} + \Delta E\ Corr_{012 \rightarrow S\text{-}1}$

= 497,412.692 + (-327.408) + (-0.003)

= 497,085.281

บทที่ ๓ งานสำรวจวงรอบระดับ (Bench Mark)

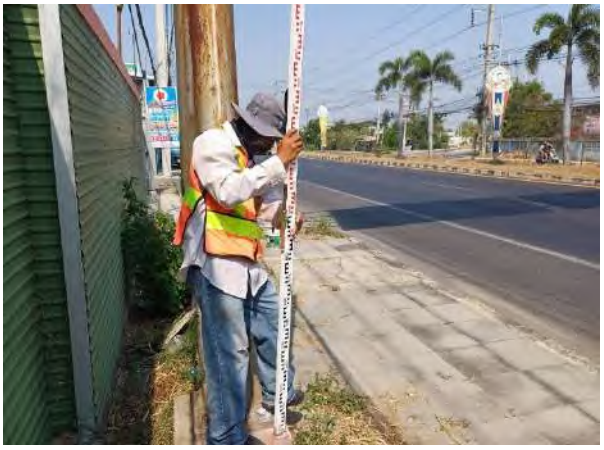
งานวงรอบระดับ (Bench Mark) เป็นงานสำรวจเพื่อขยายโครงข่ายหมุดระดับ ใช้อ้างอิง และสำรวจเก็บรายละเอียดของภูมิประเทศ และสำรวจเพื่อการก่อสร้าง โดยจะทำการสำรวจโยงค่าระดับ ออกจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร กรมทางหลวง กรมชลประทาน หรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ด้วยวิธีการวัดค่าต่างระดับ แบบค่าต่าง (Differential Leveling) ระหว่างจุดที่วางไม้วัดระดับ (Staff) โดยมีหลักการปฏิบัติงาน ดังนี้

- ควรทำหมุดระดับ (B.M.) ในที่มั่นคง ไม่ทรุด ไม่โยกคลอน และยากแก่การถูกทำลาย ใช้น็อตตอกไว้ที่บากโคนต้นไม้ หรือใช้น็อตฝังไว้บนถาวรวัตถุอื่น สำหรับเป็นที่ตั้งไม้วัดระดับ (Staff) โดยที่ตำแหน่งที่ทำ B.M. ควรตั้งไม้วัดระดับได้ตรงดิ่ง ไม่มีอุปสรรคมากีดขวาง



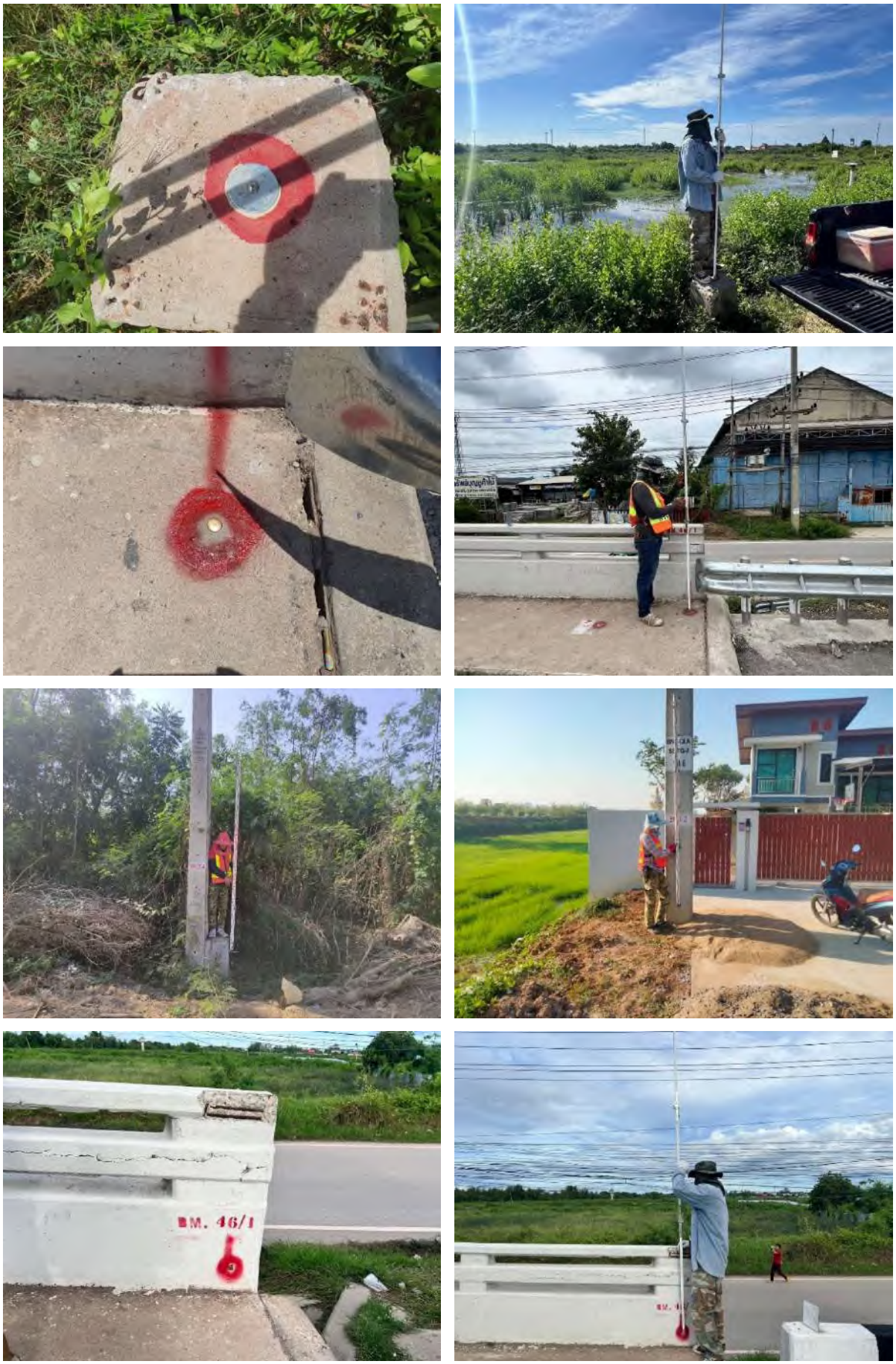












รูปที่ ๗ การเลือกตำแหน่งหมุดระดับ (B.M.)

- การทำ B.M. ควรมีระยะห่างไม่เกิน ๔๐๐ เมตร ในพื้นที่ราบ หากภูมิประเทศเป็นภูเขาให้มีระยะห่างกันไม่เกิน ๓๐๐ เมตร

- B.M. ทุกแห่งจะต้องติดป้ายหรือทำเครื่องหมายบอกเลขที่ของ B.M. ให้มองเห็นได้ชัดเจน การกำหนดเลขที่ของ B.M. มีหลักดังนี้ เช่น B.M.50/1 หมายถึง B.M. นี้อยู่ระหว่างหลัก ก.ม.ที่ ๕๐-๕๑ เป็นตัวที่ ๑ ส่วนตัวที่ ๒ หรือ ๓ ให้ใช้ B.M.50/2 หรือ B.M.50/3 เรื่อยไปจนถึงหลัก ก.ม.ที่ ๕๑ จึงขึ้น B.M.51/1

- B.M. ควรอยู่ห่างศูนย์กลางแนวสำรวจ ไม่น้อยกว่า ๓๐ เมตร หรือนอกเขตทาง

- ทุกๆ ริมน้ำที่จะต้องสร้างสะพาน หรือ Box Culvert ให้ทำ B.M. ไว้ทั้ง ๒ ฝั่ง ริมน้ำ

- ควรทำ B.M. บนสะพานคอนกรีต หรือ Box Culvert ในสายทาง หรือบริเวณใกล้เคียง

- เมื่อผ่านสถานที่ราชการ สำคัญๆ ควรทำ B.M. ไว้ด้วย

- ในที่โล่งที่ไม่มีต้นไม้ใหญ่ หรือถาวรวัตถุอื่น ที่พอจะทำ B.M. ได้ ให้ใช้หลักคอนกรีตแทนได้ โดยพิจารณาเลือกตำแหน่งฝังไว้ในที่เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ ๗

- การทำระดับ B.M. ให้ทำ ไป-กลับ แบบเข้าบรรจบ ผลต่างของทั้ง ๒ ครั้ง ต้องไม่เกิน ± 8 มม. √K (K = ระยะทางของสายระดับ มีหน่วยเป็น กม.) แล้วนำค่าเฉลี่ยไปใช้งานต่อไป หากผลต่างเกินที่กำหนดให้สำรวจใหม่

- การอ่านค่าระดับ B.M. ให้อ่านระดับถึงหลัก มม.

- เมื่อผ่านหมุดวงรอบพิกัด ที่จะใช้เป็นจุดสำรวจเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ ให้โยงค่าระดับผ่านหัวหมุดวงรอบพิกัด ให้ใช้เป็นจุดหมุน (Turning Point : TP.) ห้ามอ่านแบบ IFS.

- การแจ้งตำแหน่งของ B.M. จะต้องแจ้งให้ละเอียดพอที่ผู้ใช้งานทราบตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง เช่น

B.M. 105/3 บนหัวน็อตบากโคนต้นมะม่วง Ø 0.80 ม.

กม. 105+492 ห่าง C_L ไปทางขวา 40.50 ม.

ค่าระดับ 124.368 ม. (ร.ท.ก.)

ตารางที่ ๒ ตัวอย่างการคำนวณค่าระดับ

F-RUN				B-RUN				ELEVA.
Station	BS	HI	FS	Station	BS	HI	FS	
B.M.35/2	2507			B.M.35/3	1196			113.5546
	2486		1287		0873		2418	
A19	1828		0800		0877		2558	116.4606
	1976		0900		0700		1803	
A20	1005		0694		2645		1980	118.6706
B.M.35/3			2590	B.M.35/2			1060	
	①				③			
			②				④	
	9.802		6.271		6.291		9.819	
diff	⑤	3.531	⑦	diff	⑥	-3.528		
Mean Diff		3.5295						

ตัวอย่าง

การคำนวณค่าระดับ จาก B.M.35/2 ไป B.M.35/3 กำหนดให้ B.M.35/2 มีค่าระดับ 113.5546 ม.
B.M.35/2 กม. 35+418 , B.M.35/3 กม.35+752

- คำนวณผลรวมค่าอ่านไม้หลังเที่ยวไป $\sum BS_{F\text{-}RUN}$ = 9.802 .....(1)
- คำนวณผลรวมค่าอ่านไม้หน้าเที่ยวไป $\sum FS_{F\text{-}RUN}$ = 6.271 .....(2)
- คำนวณผลรวมค่าอ่านไม้หลังเที่ยวกลับ $\sum BS_{B\text{-}RUN}$ = 6.291 .....(3)
- คำนวณผลรวมค่าอ่านไม้หน้าเที่ยวกลับ $\sum FS_{B\text{-}RUN}$ = 9.819 .....(4)
- คำนวณผลต่าง B.M.35/2 ไป B.M.35/3 $_{(F\text{-}RUN)}$ 1 – 2 = 3.531 .....(5)
- คำนวณผลต่าง B.M.35/3 ไป B.M.35/2 $_{(B\text{-}RUN)}$ 3 – 4 = -3.528 .....(6)
- ตรวจสอบ ค่าความคลาดเคลื่อนของการเดินระดับเที่ยว ไป-กลับ ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ การเดิน B.M. สำหรับงานสำรวจทาง ค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน ± ๘ ม.ม. √K (K = ระยะทางเดินระดับ มีหน่วยเป็น กม.) ในที่นี้อนุโลมใช้ STATION ของ B.M.

  ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ = 8 x √(35.752-35.418) = 8 x 0.577927331 = 4.62 ม.ม.

  ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น = (3.531 - 3.528) = 3 ม.ม. **O.K.**
- คำนวณค่าเฉลี่ยผลต่าง B.M.35/2 ไป B.M.35/3 เพื่อนำไปใช้คำนวณค่าระดับต่อไป

  ((5) + (6))/2 = (3.531 + 3.528)/2 ***(คิดเครื่องหมายตามเที่ยวไป)***

  = 3.5295 .....(7)
- คำนวณค่าระดับ B.M.35/3 $ELEV_{B.M.35/3}$ = $ELEV_{B.M.35/2}$ + (7)

  = 113.5546 + 3.5295 = ***117.0841 ม.***

**** ในกรณีที่การเดินระดับมีการเข้าบรรจบหมุดที่รู้ค่าอื่นหรือบรรจบตัวเอง <u>ให้คำนวณปรับแก้ค่าระดับอีกครั้ง</u> ****

บทที่ ๔ งานสำรวจเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ (Topographic Survey)

เป็นการรังวัดค่าพิกัดและค่าระดับ ของตำแหน่งรายละเอียดต่างๆ ภายในโครงการฯ พร้อมทั้ง Sketch รูปร่างของรายละเอียด อ้างอิงค่าพิกัดและค่าระดับจากหมุดหลักฐานฯ หรือหมุดวงรอบ โดยจำแนกชนิดของรายละเอียดได้ ดังนี้

๑. รายละเอียดที่แสดงตำแหน่ง (2D)

เป็นรายละเอียดที่ใช้ สัญลักษณ์ (Symbol) หรือลายเส้น (Linetype) แสดงตำแหน่งของรายละเอียดต่างๆ ตามพิกัดบนแผนที่ โดยจำแนกประเภทของรายละเอียดด้วยรหัส (Code) ในการบันทึกข้อมูลในกล้อง Total Station หรือ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม รังวัดแบบ RTK. (Real Time Kinematic) เช่น

- ชนิดและขนาดของผิวจราจร ทางร่วม ทางแยก ทางรถไฟ

- เสาไฟฟ้า ป้ายจราจร ท่อระบายน้ำตามขวาง ท่อระบายน้ำตามยาว แนวสายไฟฟ้า อาคาร แนวท่อและบ่อพักของสาธารณูปโภคต่างๆ ต้นไม้ขนาด Ø>๐.๓๐ ม. ฯลฯ

- อาคารสถานที่สำคัญๆ เช่น สถานที่ราชการ โรงเรียน หมู่บ้าน วัด (มีโบสถ์ ไม่มีโบสถ์) โบสถ์ฝรั่ง ป่าช้า เจดีย์ สะพาน อาคารชลประทาน แนวเหมือง ฝายราษฎร ฯลฯ

- อาคารระบายน้ำที่เกี่ยวข้อง ระดับปากท่อ ระดับหลังสะพาน ระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำต่ำสุด ระดับช่องลอด

- รายละเอียดทั่วไป เช่น ป่า ไร่ นา ทุ่งหญ้า ทาง ถนน ลำน้ำ ลำห้วย หนอง คลอง บึง ที่ชายเลน เขตหมู่บ้าน เขตอุตสาหกรรม เขตป่าสงวน ฯลฯ

๒. รายละเอียดที่ใช้สร้าง Terrain ของพื้นที่ (3D)

เป็นรายละเอียดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Terrain Model) ของพื้นที่โครงการฯ ใช้ในการประมวลผลคำนวณรูปตัดตามยาว รูปตัดขวาง และคำนวณปริมาณดินตัดดินถม เช่น

- ขอบถนน แนวกึ่งกลางถนน Toe Slope

- ขอบทางร่วม ทางแยก ทางรถไฟ

- ขอบแม่น้ำ ลำคลอง คลองส่งน้ำ ร่องน้ำ ระดับท้องน้ำ ขอบบ่อ ก้นบ่อ

- ระดับดินเดิม (Spot Elevation)

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปประมวลผลและจัดสร้างแบบจำลองภูมิประเทศ ที่ใกล้เคียงกับภูมิประเทศจริง การรังวัดเก็บข้อมูล ต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ ๘ ดังนี้

- บริเวณที่เป็นแนวขอบของรายละเอียด เช่น ถนน ทางรถไฟ แม่น้ำ ลำคลอง แนวคลองส่งน้ำ ร่องน้ำ บ่อน้ำ ฯลฯ ให้กำหนดรหัสใช้สร้าง Break Line

- เก็บจุดระดับ ทุกๆ ๒๐-๓๐ เมตร ตามแนวยาว และ ๕-๑๐ เมตร ตามแนวขวาง ในพื้นที่ปกติทั่วไป และในทุกจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงทางราบ เช่น ทางโค้งราบ และความเปลี่ยนแปลงทางดิ่ง เช่น บริเวณโค้งดิ่ง ลำน้ำ

- การเก็บ Section ของทาง มีระยะห่าง ไม่เกิน ๓๐ เมตร และทุกรายละเอียดที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับดิน ต้องเก็บขอบบนและขอบล่าง เช่น บ่อ , ที่ดินถม , ทางแยก , ทางเชื่อม

- เก็บค่าระดับ Section ให้มีค่าระดับเลยเขตทาง อย่างน้อย ๑๐ เมตร และมากกว่าในกรณีพิเศษ

- ทางเชื่อม และทางเข้าบ้าน (รอยล้อรถเข้าสวนด้วย) ต้องเก็บเลยเขตทางออกไป > ๑๐ เมตร และควรมีระยะห่าง Section สัมพันธ์กับระยะห่าง Spot ของ Cross Section ของถนนหลัก

- รายละเอียดที่ เป็นร่องน้ำ, บ่อ, ดินถม, ที่ลุ่ม จะต้องมีจุดที่สอดคล้องกัน ไม่เกิดขึ้นหรือหายไป

- ถ่ายรูป ตัวอย่าง Manhole , ท่อสาธารณูปโภค ทุกครั้งที่พบ

- บันทึกข้อมูลตำแหน่งของรายละเอียด ลงในหน่วยความจำของกล้อง Total Station หรือจดบันทึกในสมุดสนาม โดยบันทึกข้อมูลในรูปแบบ Point No. , H-Angle , S-Dist , V-Angle , Description หรือ ในรูปแบบ Point No. , N , E , Elevation , Description



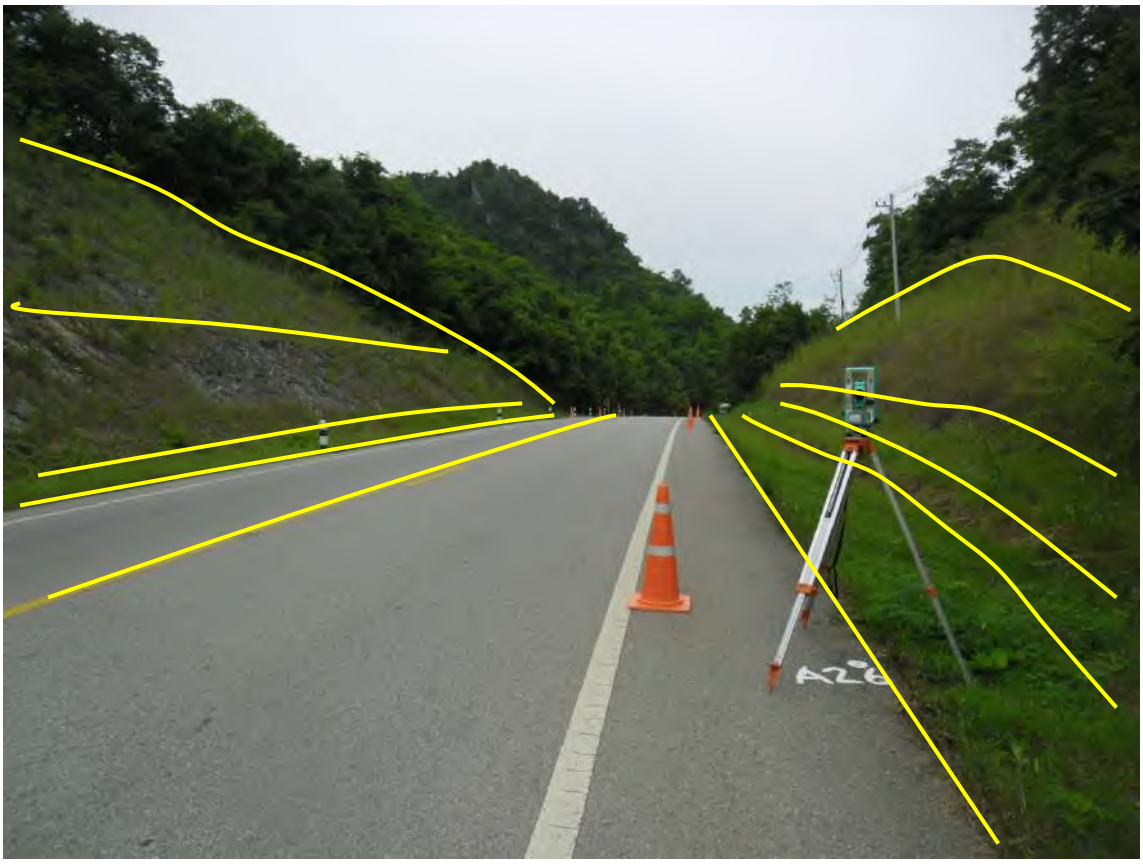

105
12
AH1



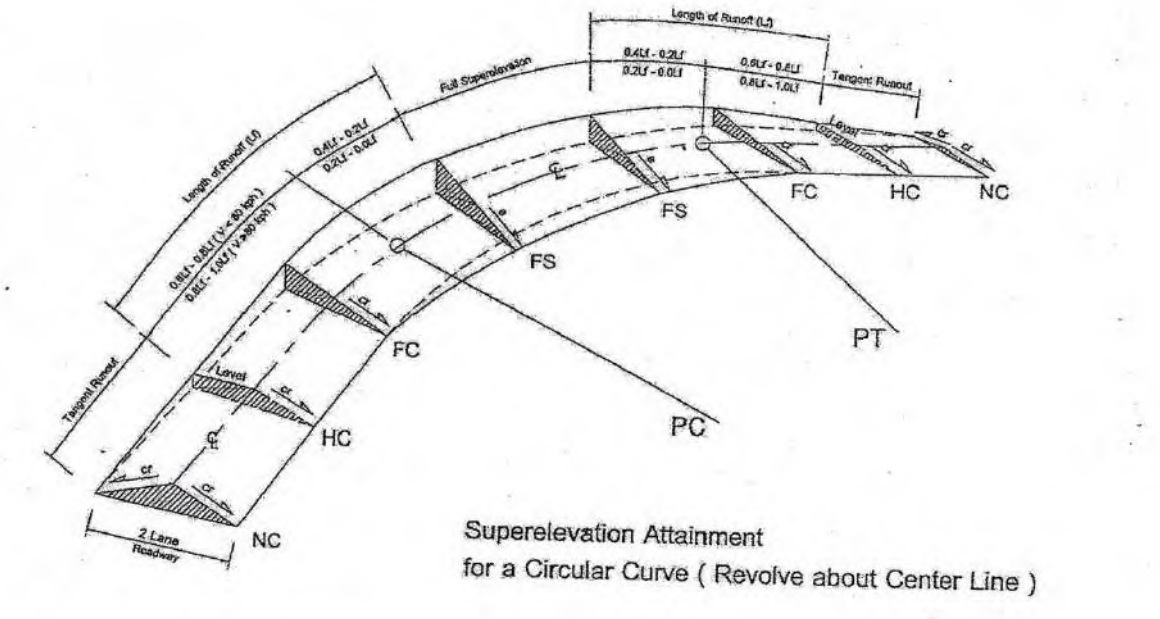












Superelevation Attainment
for a Circular Curve (Revolve about Center Line)























รูปที่ 8 รูปแนะนำการเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ

๓. สำรวจรายละเอียดช่องน้ำ

เป็นงานสำรวจข้อมูลที่ใช้สำหรับการออกแบบ ท่อเหลี่ยม หรือสะพาน ข้อมูลที่จำเป็น ดังนี้

- สำรวจค่าระดับตามแนวศูนย์กลางทาง (Profile) และ ที่เขตทางด้านต้นน้ำและท้ายน้ำ หรือ ระยะ Offset อื่น ๆ ที่แสดงให้เห็นสภาพร่องน้ำที่ยังไม่ถูกเปลี่ยนแปลง ทุกระยะ ๕ เมตร ในช่วง ๕๐ เมตร ก่อนและหลังริมตลิ่งทั้งสองฝั่ง และทุกระยะ ๒ เมตร ในช่องน้ำ

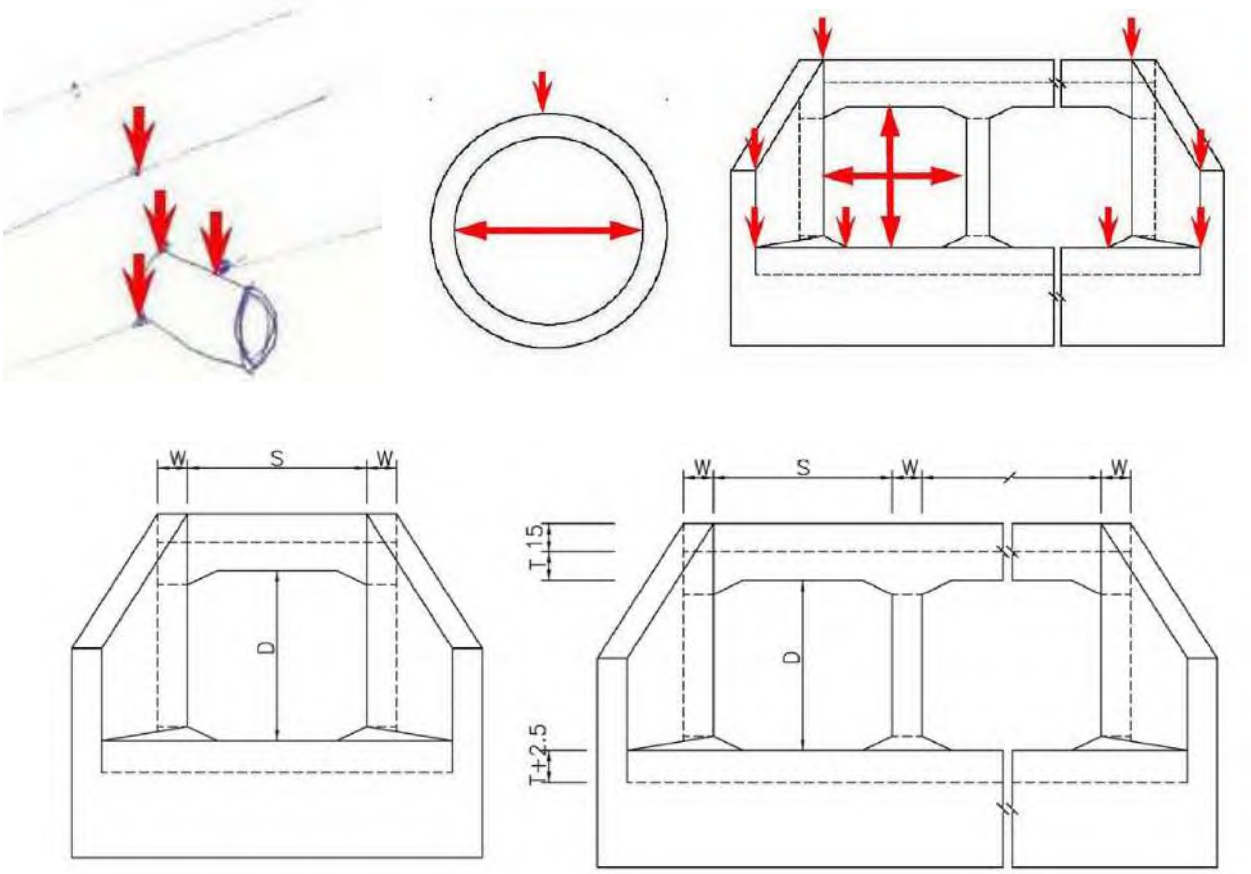
- สำรวจเก็บรายละเอียดและระดับรูปตัดขวาง (Cross Section) ตามแนวร่องน้ำ ออกไปจากศูนย์กลางแนวทาง ด้านต้นน้ำระยะ ๑๐๐ เมตร ด้านท้ายน้ำระยะ ๕๐ เมตร

- รายละเอียดแนวร่องน้ำให้รังวัดค่ามุม และ ทิศทางที่ถูกต้อง เพื่อใช้ในการกำหนดมุม Skew ของตอม่อได้ถูกต้อง ค่าระดับน้ำขณะสำรวจ ระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำต่ำสุด รวมทั้งทิศทางน้ำไหล

- ข้อมูลรายละเอียดอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นต่อการออกแบบอาคารระบายน้ำ เช่น ความกว้างของช่องน้ำ ข้อมูลการสัญจรทางน้ำ ขอนไม้ และสิ่งลอยน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ สภาพการกัดเซาะของตลิ่ง เป็นต้น

- การเก็บท่อ ให้ตั้งหลังท่อแล้ว วัด Diameter ท่อด้านในและมี ***HWL.*** ด้วย ถ้าเป็นงานเขาต้องมี ***HWL. ทั้ง ๒ ข้าง*** ดังแสดงในรูปที่ ๙

- Box culvert ให้ตั้งหลังขอบคอนกรีต แล้ววัดความหนาของแผงคอนกรีต วัดความกว้างด้านใน (b) , ความลึก (d) และจุดต่างๆ ตามตำแหน่งดังรูป พร้อมรายการสำรวจร่องน้ำ (บผ.)



ขนาดของท่อเดิม

กว้าง (S) _____ ม. ลึก(D)_____ ม. ยาว_____ ม. จำนวนเซล _____ ช่อง

ความหนาหลังท่อ (T) = _____ ม. ความหนาผนังท่อ (W) _____ ม.

รูปที่ ๙ การสำรวจรายละเอียดช่องน้ำ

- ถ่ายรูปตามแนวสายทาง, สภาพร่องน้ำด้านซ้ายและขวา, ปากท่อด้านซ้ายและขวา









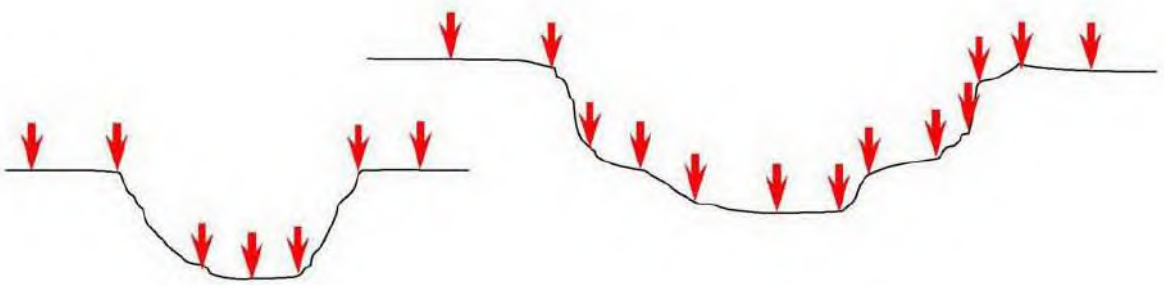




รูปที่ ๑๐ ภาพรูปถ่ายตามแนวสายทาง สภาพร่องน้ำ และปากท่อ

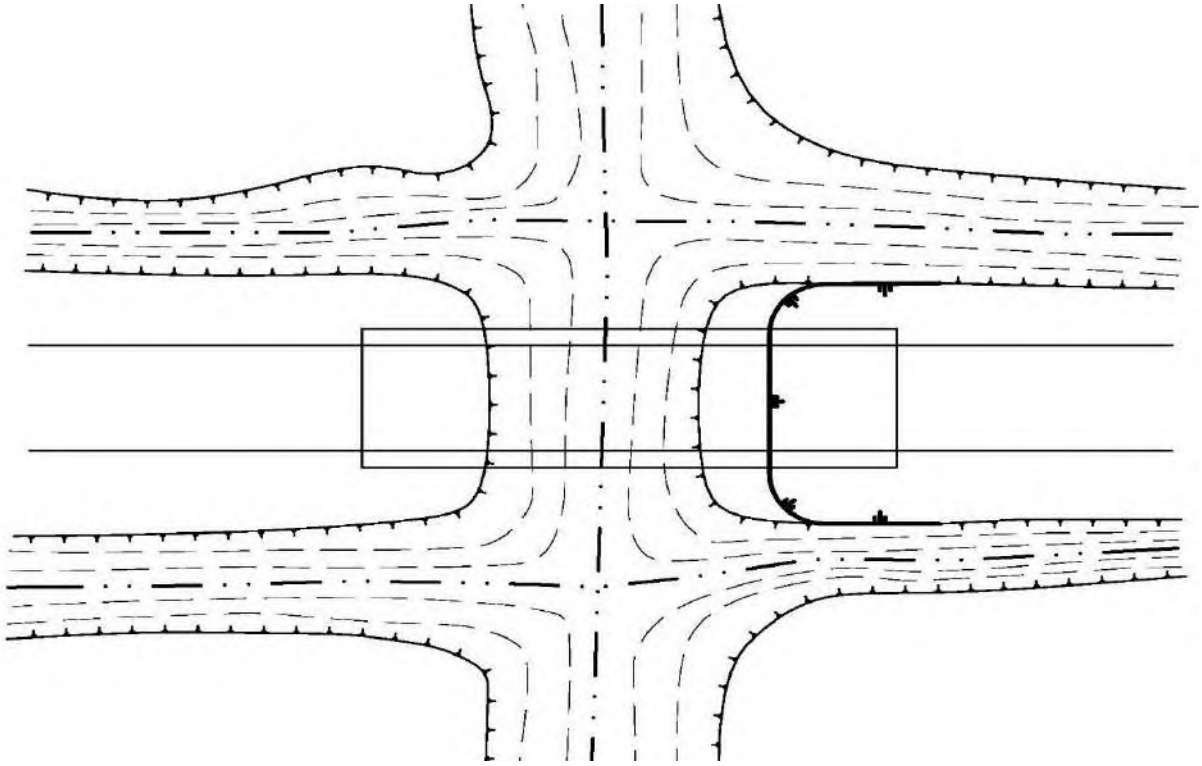
- ท่อตามยาวถนน ให้เก็บขนาดบ่อพัก (วัดด้านใน) , ขนาดท่อ และระดับท้องท่อ ทุกๆ ประมาณ ๑๐๐ เมตร

- ร่องน้ำขนาดเล็ก เก็บอย่างน้อย ๗ จุด ในแต่ละ Section ร่องน้ำขนาดใหญ่ ให้เก็บการเปลี่ยนแปลงบริเวณริมตลิ่งและซอยร่องน้ำทุกๆ ๒-๕ เมตร ดังแสดงในรูปที่ ๑๑



รูปที่ ๑๑ การเก็บรายละเอียดบริเวณร่องน้ำขนาดเล็กและขนาดใหญ่

- บริเวณที่ร่องน้ำไหลมาบรรจบกัน เช่น แถวคอสะพาน แถวปากท่อ ต้องเก็บท้องร่องให้เขียนร่องน้ำได้ ถ้ามีร่องน้ำขนาดใหญ่ให้เก็บด้านต้นน้ำ ๑๐๐ เมตร ท้ายน้ำ ๕๐ เมตร ในแนวตั้งฉาก เหมือนกับสะพาน ดังแสดงในรูปที่ ๑๒



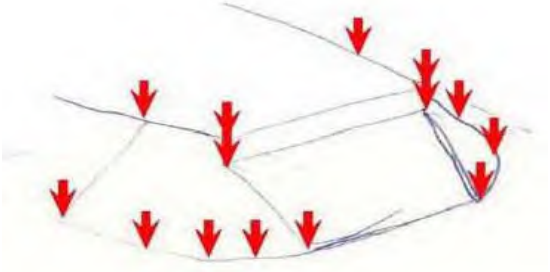
รูปที่ ๑๒ การเก็บรายละเอียดร่องน้ำที่มาบรรจบกัน

- สะพาน ถ่ายรูปอย่างน้อย ๖ รูป ตามแนวและย้อนแนว สภาพร่องน้ำด้านซ้ายและขวา , ด้านข้างสะพานซ้ายและขวา และบริเวณที่มีการชำรุด จากการกัดเซาะบริเวณคอสะพาน ตอมอ หรือ ผิวจราจร ให้ถ่ายเพิ่มเติม ดังแสดงในรูปที่ ๑๓

- ให้จัดทำแบบสำรวจร่องน้ำ (บผ.) เก็บระดับน้ำสูงสุด (HWL) , ระดับน้ำขณะสำรวจ (WL) และ ระดับน้ำต่ำสุด (LWL) ด้วย

- คอสะพานที่มี Slope Protection ต้องเก็บขอบคอนกรีตมาด้วย
- ร่องน้ำให้เก็บด้านต้นน้ำ ๑๐๐ เมตร ท้ายน้ำ ๕๐ เมตร ในแนวตั้งฉาก
- ต้องเก็บแนว Section ของคอสะพาน ทั้งสองข้าง
- เก็บค่าระดับของรอยต่อสะพานทุกจุดต้องมี ***ขอบ ๒ ข้างและกึ่งกลาง***





รูปที่ ๑๓ ตัวอย่างการถ่ายรูปสะพาน สภาพร่องน้ำ และตำแหน่งแนะนำการเก็บสำรวจ

๔. Code และ สัญลักษณ์

ใช้สำหรับทำแผนที่แนวทางและภูมิประเทศ ของส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง

Code	ประเภท	สัญญลักษณ์
61#_&	ทาง คสล.	
62#_&	ทาง ลาดยาง	
63#_&	ทาง ลูกรัง	
64#_&	ทาง ดิน	
50#_&	ขอบล่างเกาะกลาง	
51#_&	ขอบบนเกาะกลาง	
52#_&	Center Line ถนน	
44#_&	เส้นแบ่งช่องจราจร	
53#_&	TOE Slope	
54	SPOT ถนน	
55	SPOT พื้นดิน	
56	SPOT Offset	
57#_&	ขอบสะพาน	
58#_&	เสาตอมอสะพาน	
59#_&	สะพานไม้	
60#_&	สะพานเหล็ก	
49#_&	สะพานปูน	
65#_&	รางน้ำ คสล. บน	
66#_&	รางน้ำ คสล. ล่าง	
32#_&	ร่องน้ำ บน	
33#_&	ร่องน้ำ ล่าง	
34#_&	แนวกำแพงกันดิน	RW
35#_&	ตาคคอสะพาน,ปากท่อ	
1#_&	อาคาร	
70#_&	บ้านไม้	
71#_&	บ้านคอนกรีต	
72#_&	บ้านไม้-คอนกรีต	
73#_&	ห้องแถวไม้	
74#_&	ห้องแถวคอนกรีต	
75#_&	ห้องแถวไม้-คอนกรีต	
39#_&	การ์ดเลนเหล็ก	
40#_&	การ์ดเลนลวด	

Code	ประเภท	สัญญลักษณ์
41#_&	การ์ดเลนไม้	
42#_&	Berrier	
45	แนวท่อโทรศัพท์	T
46	แนวสายไฟฟ้า	E
47	แนวท่อประปา	W
48	แนวท่อก๊าซ	G
96	แนวท่อน้ำมัน	O
2	ท่อขวางถนน	
3	ท่อตามยาว	
43	หลักโค้ง	
CP	หมุด GPS	
CP	หมุดวงรอบ	
9	BM.	
10	เสาไฟฟ้า สูง 20 ม.	
11	เสาไฟฟ้า สูง 18 ม.	
12	เสาไฟฟ้า สูง 14 ม.	
13	เสาไฟฟ้า สูง 12 ม.	
14	เสาไฟฟ้า สูง 10 ม.	
15	เสาไฟฟ้า สูง 8 ม.	
16	เสาไฟฟ้าไม้	W
17	เสาไฟฟ้าเหล็ก	S
18	ฐานเสาไฟแรงสูง	
19	เสาโทรศัพท์	
67	เสาไฟแสงจันทร์ 1 ถิ่ง	
68	เสาไฟแสงจันทร์ 2 ถิ่ง	
69	เสาไฟส่องสว่าง	
4	เสาสัญญาณจราจร	
5	เสาสัญญาณจราจร	
6	เสาสัญญาณจราจร	
7	เสาสัญญาณจราจร	
8	ตู้สัญญาณจราจร	
27	ป้ายจราจร	

Code	ประเภท	สัญญลักษณ์
28	ป้ายจราจรเสาคู่	
26	ป้ายเตือนทางโค้ง	
29	ป้ายจราจร Over Head	
30	ฐานโครงป้ายจราจร	
36	CCTV	
20#_&	รั้วคอนกรีต	
21#_&	รั้วลวดหนาม	X
22#_&	รั้วไม้	//
23#_&	รั้วเหล็ก	ST
24#_&	รั้วสังกะสี	Sang
25#_&	รั้วต้นไม้	TR
31	ประตู	
76	แทงค์น้ำ , บ่อน้ำ	
77	หัวดับเพลิง	
78	ขทล.	
79	หลัก กม.	
80	หลัก Station	
81	บ่อพักโทรศัพท์	
82	บ่อพักโทรศัพท์	
83	ตู้ชุมสาย	
84	ตู้โทรศัพท์	T
85	บ่อพักไฟฟ้า	
86	บ่อพักประปา	
87	บ่อพัก	
88	บ่อพัก	
89	บ่อพัก	
90	บ่อพัก	
91	บ่อพัก	
92	บ่อพัก	MH
93	บ่อพัก	
94	บ่อพัก	
95	บ่อพัก	

Code	ประเภท	สัญญลักษณ์
37	จุด อื่นๆ	Dummy
38	จุด อื่นๆ	Dummy
97	WL	
98	LWL	
99	HWL	
100	ต้นก้ามปู	
101	ต้นหูกวาง	
102	ต้นสัก	
103	ต้นสน	
104	ต้นมะพร้าว	
105	ต้นหว้า	
106	ต้นโพธิ์	
107	ต้นคูณ	
108	ต้นกระถินณรงค์	
109	ต้นประดู่	
110	ต้นเหลืองปรีดียาธร	
111	ต้นไทร	
112	ต้นมะม่วง	
113	ต้นขนุน	
114	ต้นหางนกยูง	
115	ต้นมะขาม	
116	ต้นชมภูพันธ์ทิพย์	
117	ต้นปาล์ม,หมาก	
118	ต้นฉ่อน	
119	ต้นตาง	
120	ต้นตะแบก	
121	ต้นยูคาลิปตัส	
122	ต้นเปือย	
123	ต้นพอก	
124	ต้นยาง	
125	ต้นพันชาติ	
126	ต้นรัง	



Code 2 ท่อระบายน้ำตามขวาง



Code 3 ท่อระบายน้ำตามยาวข้างทาง



Code 4 เสาสัญญาณจราจร



Code 5 เสาสัญญาณจราจร Overhanging



Code 6 เสาสัญญาณเตือน



Code 7 เสาสัญญาณเตือน Overhanging





Code 8 ตู้สัญญาณจราจร





Code 10-15 เสาไฟฟ้าขนาดต่างๆ





Code 18 ฐานเสาไฟฟ้าแรงสูง





Code **19** เสาโทรศัพท์/Internet



Code **20** รั้วคอนกรีต



Code **20-23** รั้วคอนกรีต+รั้วเหล็ก



Code **21** รั้วลวดหนาม



Code **22** รั้วไม้





Code **23** รั้วเหล็ก



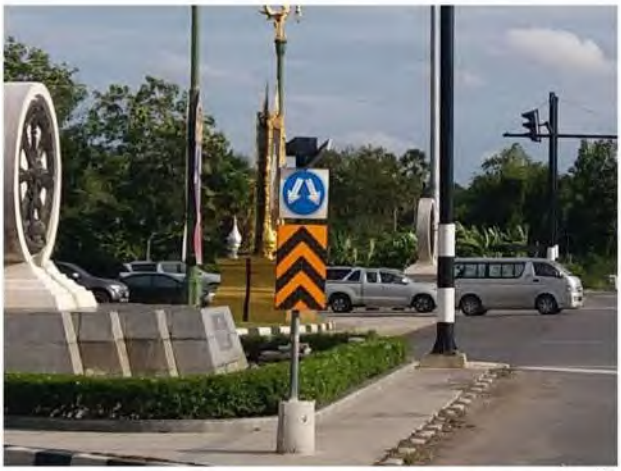
Code **24** รั้วสังกะสี



Code **25** แนวรั้วต้นไม้



Code **26** ป้ายเตือนทางโค้ง




Code 27 ป้ายจราจรเสาเดี่ยว




Code 27 ป้ายจราจรเสาเดี่ยว





Code 28 ป้ายจราจรเสาคู่





Code **28** ป้ายจราจรเสาคู่



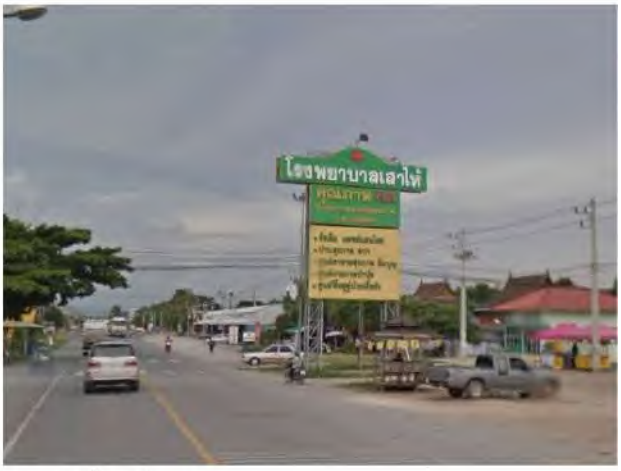

Code **29** ป้ายจราจร Overhead





Code **29** ป้ายจราจร Overhead





Code **30** ฐานป้ายจราจร & ป้ายต่างๆ



Code **31** ประตูรั้ว



Code **32-33** ขอบบน – ขอบล่าง ลำน้ำ





Code **34** กำแพงกั้นดิน (Retaining Wall)




Code **35** Slope Protection ปากท่อ




Code **35** Slope Protection คอสะพาน




Code **36** เสา CCTV



Code **39** การ์ดเลนเหล็ก



Code **41** การ์ดเลนไม้





Code **43** Guide Post



Code **42** Concrete Berier



Code **44** เส้นแบ่งช่องจราจร



Code **45** แนวท่อโทรศัพท์



Code **46** แนวสายไฟฟ้า





Code **46** แนวสายไฟฟ้า





Code **47** แนวท่อประปา





Code **47** แนวท่อประปา



Code **48** แนวท่อก๊าซ



Code **96** แนวท่อน้ำมัน



Code **49** สะพานปูน



Code **50-51** ขอบล่าง-บน เกาะกลาง / ทางเท้า





Code **52** แนวศูนย์กลางทาง





Code **52** แนวระดับหลังทาง (Profile Grade)



Code **53** Toe Slope



Code **63** ทางลูกรัง



Code **57** ขอบสะพาน คสล.



Code **58** เสาตอม่อสะพาน



Code **59** สะพานไม้



Code **60** สะพานเหล็ก





Code **61** ทาง คสล.





Code **62** ทางลาดยาง



ราง U



ราง V



ราง V

Code **65-66** รางน้ำ คสล.



Code **67** เสาไฟฟ้าส่องสว่าง 1 กิ่ง



Code **68** เสาไฟฟ้าส่องสว่าง 2 กิ่ง




Code **69** เสาไฟฟ้าส่องสว่าง




Code **76** แท็งค์น้ำ / บ่อน้ำ





Code **77** หัวจ่ายน้ำดับเพลิง



Code **78** หลักเขตทางหลวง (ขทล.)



Code **80** หลัก Station





Code **79** หลัก กม.



Code **81** บ่อพักโทรศัพท์





Code **82** บ่อพักโทรศัพท์ / การสื่อสารอื่นๆ



Code **83** ตู้ชุมสายโทรศัพท์



Code **83** ตู้ชุมสายการสื่อสาร



Code **83** ตู้ชุมสาย อื่นๆ



Code **84** ตู้โทรศัพท์





Code **85** บ่อพักสายไฟฟ้า





Code **85** ตู้ควบคุมท่อร้อยสายไฟฟ้า





Code **86** บ่อพักน้ำประปา



Code **86** ตู้ควบคุมน้ำประปา



Code **87** บ่อพักท่อระบายน้ำ



Code **88** บ่อพักท่อระบายน้ำ



Code **89** บ่อพักท่อระบายน้ำ



Code **89** บ่อพักท่อระบายน้ำ



Code **90** บ่อพักท่อระบายน้ำฝาตะแกรงเหล็ก



Code **90** บ่อพักท่อระบายน้ำฝาตะแกรงเหล็ก



Code **91** บ่อพักฝาเหล็ก



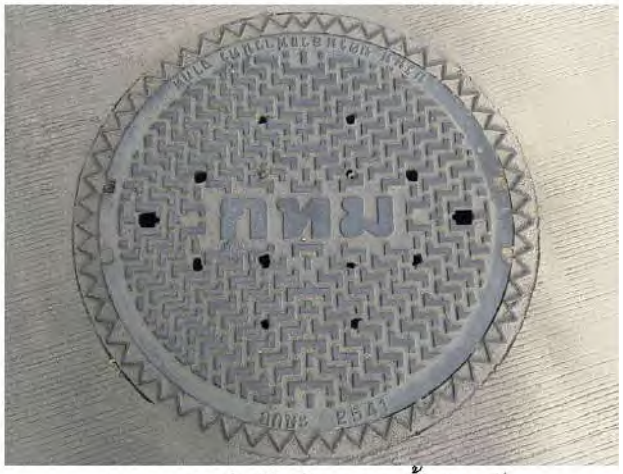
Code **92** บ่อพักสัญญาณจราจร



Code **93** บ่อพักฝาเหล็ก



Code 94 บ่อพักท่อระบายน้ำฝาเหล็ก



Code 95 บ่อพักท่อระบายน้ำฝาเหล็ก

บทที่ ๕ งานจัดทำแผนที่

เป็นงานที่นำข้อมูลสนาม มาจัดทำเป็นแผนที่แนวทางและภูมิประเทศ มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

๑. งานตรวจสอบข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลควรจะต้องดำเนินการดังนี้

๑) การตรวจสอบข้อมูลหมุดหลักฐานแผนที่ ประกอบด้วย การตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบเชิงเส้น (Loop Closure) และการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนการเข้าบรรจบทางระดับ

๒) การตรวจสอบข้อมูลวงรอบพิกัด ประกอบด้วย ตรวจสอบการคำนวณมุมและระยะทาง จากข้อมูลสนาม และตรวจสอบความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบของวงรอบ

๓) การตรวจสอบข้อมูลวงรอบระดับ

๔) การตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดภูมิประเทศ

กรณีที่ขณะทำการสำรวจเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ ใช้ค่าพิกัดและค่าระดับ ที่ได้จากการสมมุติ ให้คำนวณเปลี่ยนค่าพิกัดและค่าระดับ ไปใช้ค่าที่ได้จากการวงรอบพิกัด และวงรอบระดับ และให้เปลี่ยนรูปแบบ (Format) ของข้อมูลที่ได้จากกล้อง Total Station (Raw Data) ให้เป็นข้อมูลจุดในรูปแบบ Point No., N, E, Elevation, Description ที่มีค่าพิกัดและค่าระดับ สัมพันธ์กับหมุดหลักฐานของโครงการฯ

การถ่ายโอนข้อมูลสำรวจ (Point File) จากกล้อง Total Station หรือ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS. แบบ RTK. เพื่อประมวลผลเป็นฐานข้อมูล (Data Base) ด้วยโปรแกรมประมวลผลทางวิศวกรรมสำรวจ (Survey Software) รายละเอียดในดังแสดงในภาคผนวก ค

๒. งานเขียนแผนที่

๒.๑. งานสร้างแบบจำลองเชิงเลข (Digital Terrain Model)

การสร้างแบบจำลองเชิงเลข เป็นการนำฐานข้อมูล (Data Base) มาสร้างแบบจำลองของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ จากการประมาณค่าเชิงเส้น (Linear interpolation) ด้วยโปรแกรมประมวลผลทางวิศวกรรมสำรวจ (Survey Software) ประกอบด้วย Spot Elevation, Break Line ของ แนวกึ่งกลางถนน ขอบถนน Toe Slope ขอบคลอง ท้องคลอง ขอบร่องน้ำ ท้องน้ำ ขอบบ่อ ก้นบ่อ

หลังจากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของพื้นผิวจำลอง (Surface) ว่ามีความสูง-ต่ำ ของ Terrain Model สอดคล้องกับภูมิประเทศหรือไม่ ด้วยเส้นชั้นความสูง (Contour Line)

๒.๒. งานสร้างแนวทาง (Alignment)

เป็นการสร้างองค์ประกอบทางเรขาคณิตของแนวทาง เช่น PI., PC., PT., R, T, Lc, E, TS, SC, CS, ST, Rc, Ts, Ls, Lc, Es การกำหนดแนวทางถือเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบทาง โดยเฉพาะแนวเส้นทางเดิม ถ้ากำหนดไม่ดีอาจมีผลกระทบกับแนวเขตทางเดิม ทำให้เกิดงานเวนคืนที่ดินโดยไม่จำเป็น แบ่งเป็น ๒ กรณีหลักๆ คือ

กรณีแนวทางใหม่

- ควรกำหนดแนว Tangent ให้มีมุม AZ ของแนว Tangent ลงตัวไม่มีเศษ ฟิลิปดา **(d°- mm'- oo")** เมื่อถึง จุด P.I. คำนวณมุมเบน (Δ) แล้วไม่เป็นเศษ ช่วยลด Error จากการปัดเศษของการคำนวณโค้งได้

- องค์ประกอบโค้งควรมีมาตรฐานที่เหมาะสมกับชั้นทางหรือสูงกว่า

- ไม่ควรเลือกจุด P.I. บนสันเนิน หรือสันเขา หรือพยายามไม่ให้มีการเปลี่ยน Profile Grade ในโค้งราบ

กรณีแนวทางเดิม

- การเลือกแนว Tangent พิจารณาเช่นเดียวกับ กรณีแนวทางใหม่ โดยให้สอดคล้องกับ แนวก่อสร้างเดิม และแนวเขตทางเดิมเป็นหลัก โดยพิจารณาข้อมูลจาก As Built Plan

- การเลือกองค์ประกอบโค้ง ควรพิจารณา ค่า Degree of Curve หรือ ค่า Radius เป็น**จำนวนเต็ม**

๒.๓ การจัดทำแบบสำรวจทางและภูมิประเทศ

รายละเอียดการจัดทำแบบสำรวจทางและภูมิประเทศ จะแบ่งออกเป็น ๓ ส่วนหลักๆ ประกอบด้วย แผนที่ ๑:๕๐,๐๐๐ แสดงรายละเอียดสายทางที่ดำเนินการสำรวจ ตารางข้อมูล Control Point และ Setting out และแบบแนวทางและระดับ (Plan and Profile)

๒.๓.๑ แผนที่ ๑:๕๐,๐๐๐ และรายละเอียดสายทาง

๑) รายละเอียดชื่อสายทาง ตอน และ กม.

- ใช้แผนที่ระวาง ๑:๕๐,๐๐๐ ครอบคลุมบริเวณจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของแนวสำรวจ

- ระบุคำบรรยายลงในกรอบ ☐ จัดวางตำแหน่งให้เหมาะสมบนแผ่นงาน ดังนี้

ทางหลวงหมายเลข_____
ตอน_____.
กม._____ถึง กม._____.

๒) รายละเอียดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดสายทาง

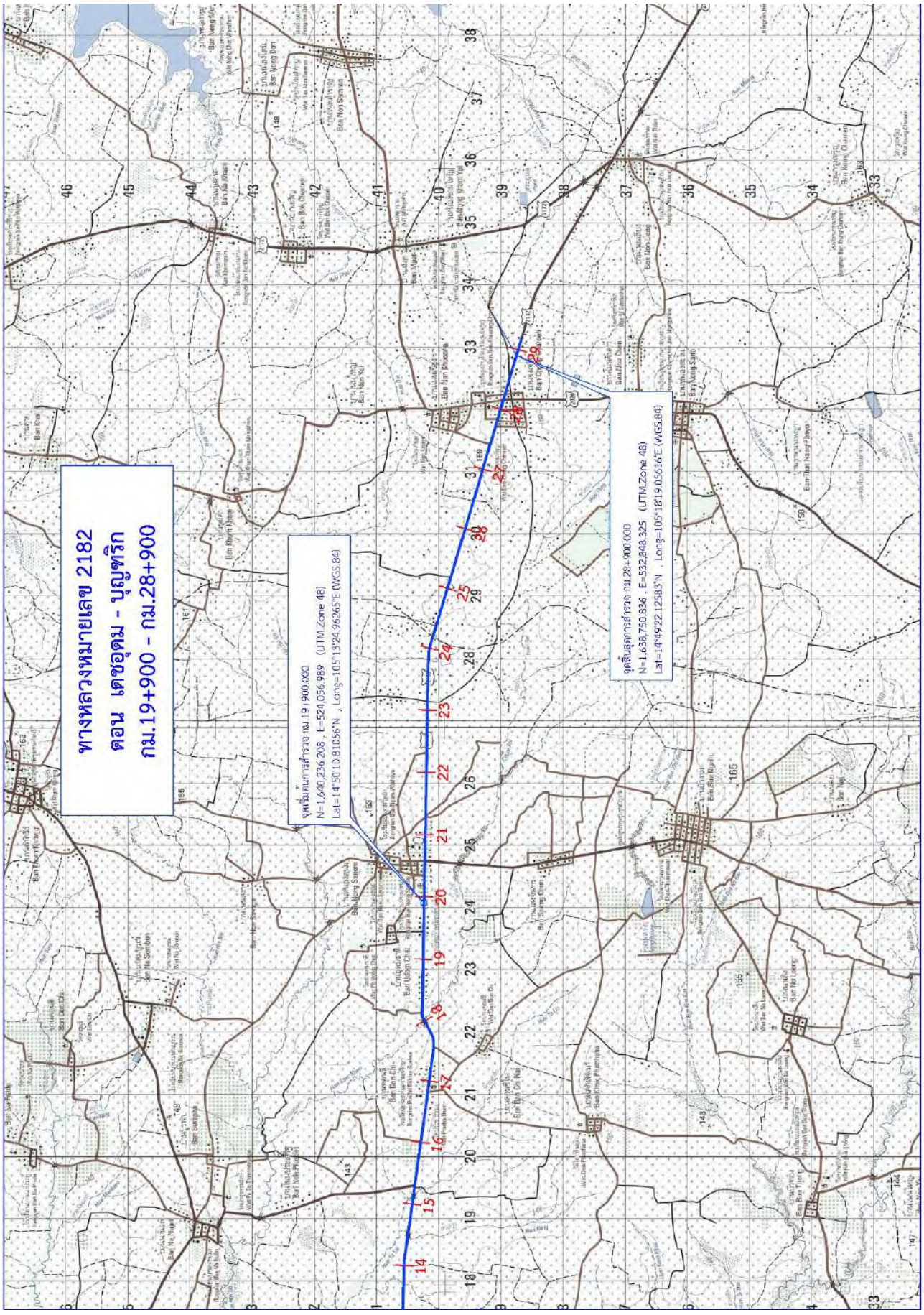
- ระบุคำบรรยายลงในกรอบ ☐ พร้อมลูกศรชี้โดยมีรายละเอียด ดังนี้

จุดเริ่มต้นการสำรวจ กม. _____
N=_____E=_____(UTM.Zone 48)
Lat=_____N, Lon= _____E (WGS.84)

- โดยกำหนดให้ค่า กม. และค่าพิกัด N, E มีจุดทศนิยม ๓ ตำแหน่ง ค่า Lat และ ค่า Lon ฟิลิปดามีจุดทศนิยม ๕ ตำแหน่ง และจุดสิ้นสุดการสำรวจให้เขียนในลักษณะเดียวกันกับจุดเริ่มต้นการสำรวจ

๓) เส้นแสดงสายทาง และรายละเอียด กม.

- เมื่อได้แนวสายทางที่กำหนดลงในแผ่นระวาง ๑ : ๕๐,๐๐๐ แล้ว จะต้องขีดเส้นแบ่งระยะทุกๆ ๑ กิโลเมตร และกำกับตัวเลขหลักกิโล นั้นๆ ให้เห็นชัดเจนตลอดสายทาง ดังแสดงในรูปที่ ๑๔



รูปที่ ๑๔ ตัวอย่างแผนที่แสดงที่ตั้งโครงการ

๒.๓.๒ ข้อมูล Control Point และ Setting out Data

๑) รายละเอียดตาราง Control Point

ตารางจะประกอบด้วย หมุดคู่หลักฐาน GPS. เริ่มต้นโครงการฯ เดินวงรอบผ่านตัวหมุดวงรอบ หมุดคู่หลักฐาน (กลางโครงการฯ) และสุดท้ายก็จะเข้าไปบรรจบหมุดคู่หลักฐานงานสิ้นสุดโครงการฯ ให้แสดงค่าพิกัด N , E (TM. Coordinate) และค่า Elevation (MSL.) ทุกหมุด กำหนดให้จำนวนหลังจุดทศนิยม ๓ ตำแหน่ง ส่วนท้ายของตาราง Control Point ใส่รายละเอียดข้อมูลของ Parameter of TM. Coordinate ตามที่ทางส่วนสำรวจทางฯ สำนักสำรวจและออกแบบเป็นผู้กำหนดค่าให้ ดังแสดงในตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ ตัวอย่างตาราง Control Point

Point	TM. Coordinate		Elevation (MSL.)
	N	E	
2484-001	1,808,155.501	84,875.025	218.348
2484-002	1,808,114.485	84,779.267	216.937
A1	1,808,150.171	84,677.441	216.251
A2	1,808,166.155	84,341.664	213.623
A3	1,808,167.075	84,060.254	213.089
A4	1,808,184.054	83,615.263	213.108
A5	1,808,194.073	83,355.009	213.096
A6	1,808,205.136	83,069.358	213.139
A7	1,808,214.759	82,824.239	213.688
2484-003	1,808,198.700	82,822.948	213.701
2484-004	1,808,245.765	82,720.393	212.966
Parameter of TM. Coordinate. Origin Latitude 0°- 00° Central Meridian 102°- 18° False Northing 0 m. False Easting 100,000 m. SF. At CM. 1.00002800172			

๒) รายละเอียดตาราง Setting Out Data

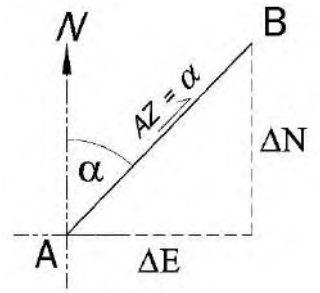
ตารางจะประกอบไปด้วย ค่าพิกัด N, E (TM. Coordinate) ของหมุด POT., POC. แขนของโค้ง PC., PI., PT. เรียงลำดับตาม STA. ตั้งแต่จุดเริ่มต้นโครงการ จนถึงจุดสิ้นสุดโครงการ ให้เพิ่มช่องตารางรายการคำนวนโค้ง โดยแสดงค่า Delta, R, T, Lc, E ของแต่ละโค้ง กำหนดให้จำนวนหลังจุดทศนิยม ๓ ตำแหน่ง และช่องขวาสุดของตาราง (Remark) ใส่รายละเอียดข้อมูลของ Parameter of TM. Coordinate ตามที่ส่วนสำรวจทางฯ สำนักสำรวจและออกแบบ เป็นผู้กำหนดค่าให้ ดังแสดงในตารางที่ ๔ เช่นเดียวกันกับตาราง Control Point

ตารางที่ ๔ ตัวอย่างตาราง Setting Out

No	Point	TM. Coordinate		Delta	R	T	Lc	E	REMARK
		N	E						
0	POT.STA. 0+000.000	1,807,783.354	85,235.349	-	-	-	-	-	Parameter of TM. Coordinate. Origin Latitude 0°- 00° False Northing 0 m. Central Meridian 102°-18° False Easting 100,000 m. SF. Ct CM. 1.00002800172
-	PC.STA. 0+393.921	1,808,046.001	84,941.767	-	-	-	-	-	
1	PI.STA.0+537.857	1,808,141.971	84,834.494	39°-36°-20.00"LT	399.738	143.936	276.318	25.125	
-	PT.STA.0+670.239	1,808,147.524	84,690.665	-	-	-	-	-	
-	PC.STA.4+114.585	1,808,280.412	81,248.883	-	-	-	-	-	
2	PI.STA.4+672.386	1,808,301.933	80,591.497	58°-16°-20.00"RT	1,000.800	557.801	1,017.758	144.950	
-	PT.STA.5+132.343	1,808,787.312	80,416.635	-	-	-	-	-	

๒.๓.๓ การกำหนดจุดรังวัดในสนาม (Setting Out)

การกำหนดจุดรังวัดในสนาม (Setting Out) เป็นงานรังวัดกำหนดจุดใดๆ ในภูมิประเทศ จากข้อมูลแผนที่ในระบบพิกัด โดยทำการรังวัดออกจากหมุดคู่ที่รู้ค่าพิกัด ไปยังเป้าหมาย (Target) ด้วยการวัดเชิงมุมและระยะทาง ดำเนินการทำได้โดย คำนวณภาคของทิศ (Azimuth) ของจุดตั้งกล้องไปธงหลัง และภาคของทิศ ของจุดตั้งกล้องไปยังเป้าหมาย เพื่อหาง่ามมุมจากธงหลังไปยังเป้าหมาย และคำนวณระยะทางจากจุดตั้งกล้องไปยังเป้าหมายเพื่อกำหนดตำแหน่งของเป้าหมาย



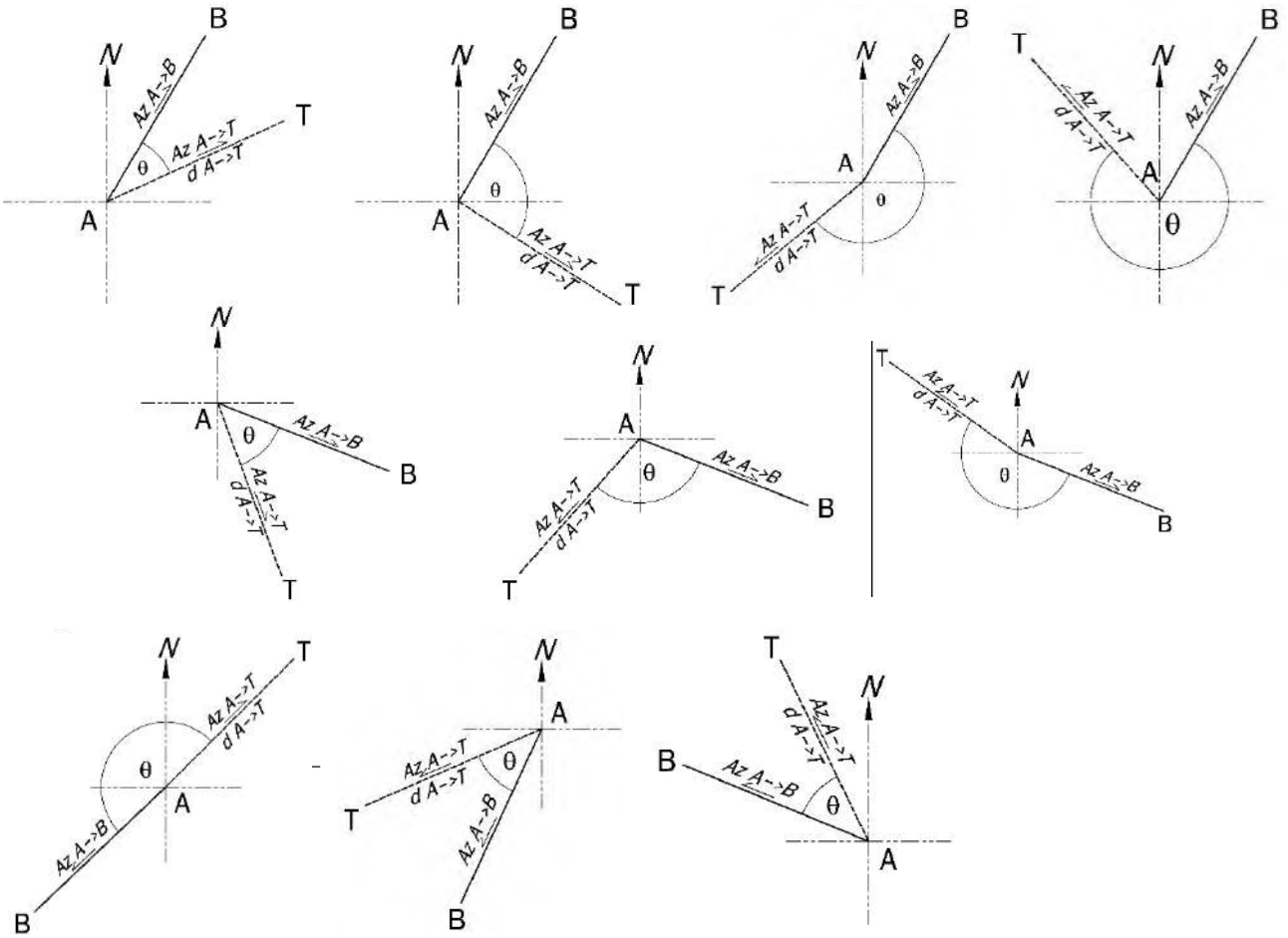
$\Delta N = N_B - N_A$

$\Delta E = E_B - E_A$

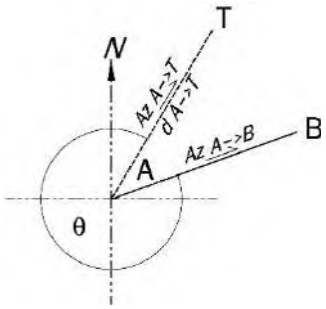
$\alpha = \tan^{-1}(\Delta E / \Delta N)$

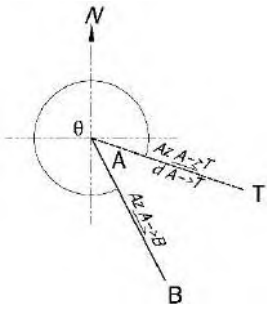
$\text{Distance}_{AB} = \sqrt{(\Delta N^2 + \Delta E^2)}$

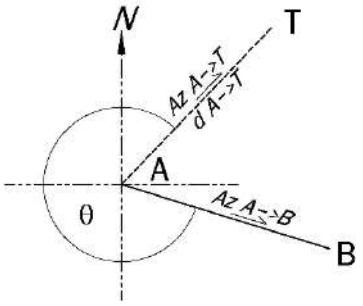
กรณีที่ 1 เมื่อมุม $\theta = Az_{A \to T} - Az_{A \to B}$

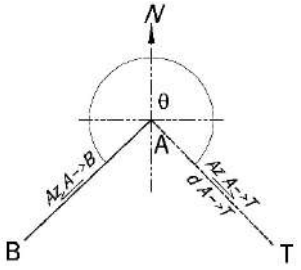


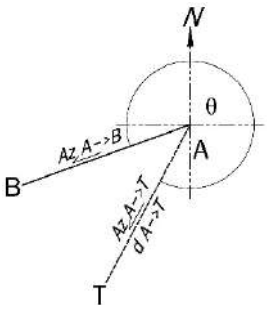
กรณีที่ 2 เมื่อมุม θ = 360°- ($Az_{A->B} - Az_{A->T}$)

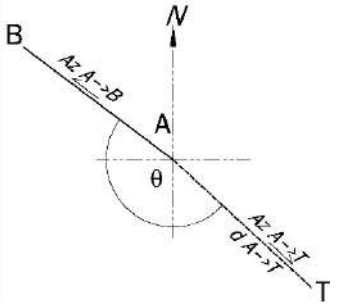


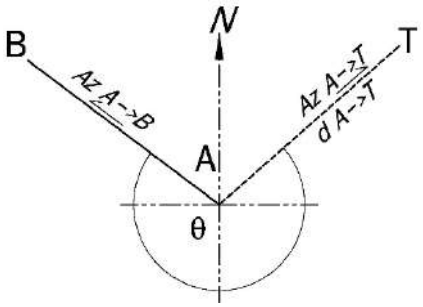


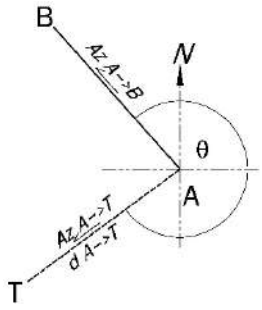


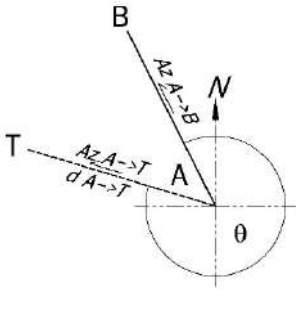






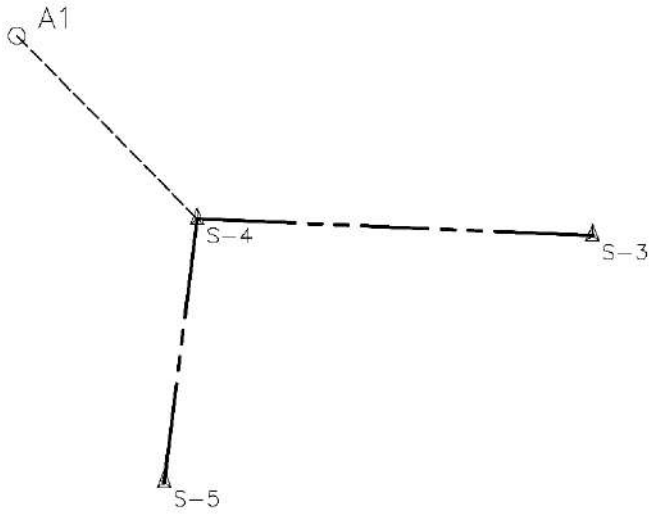






๒.๓.๔. การคำนวณงาน Setting Out

Point	N	E	หมายเหตุ
S-3	2,086,108.1141	496,220.1726	
S-4	2,086,127.9216	495,748.9884	
S-5	2,085,813.9509	495,709.6778	
A1	2,086,346.4246	495,534.1975	



คำนวณหาตำแหน่งของจุด A1 จาก S-4 BS ที่ S-3

๑..... $\Delta N_{S-4 \rightarrow S-3}$ = $N_{S-3} - N_{S-4}$
= 2,086,108.114 - 2,086,127.9216
= -19.808

๒.... $\Delta E_{S-3 \rightarrow S4}$ = $E_{S-3} - E_{S-4}$
= 496,220.173 - 495,748.988
= 471.184

๓.... $Azimuth_{S-4 \rightarrow S-3}$ = $\tan^{-1}(471.184 / -19.808)$
= ***92°-24'-25.82"***

๔..... $\Delta N_{S-4 \rightarrow A1}$ = $N_{A1} - N_{S-4}$
= 2,086,346.4246 - 2,086,127.9216
= 218.503

๕.... $\Delta E_{S-4 \rightarrow A1}$ = $E_{A1} - E_{S-4}$
= 495,534.1975 - 495,748.988
= -214.791

๖.... Azimuth $_{S\text{-}4 \rightarrow A1}$ = $\tan^{-1}(-214.791 / 218.503)$

= ***315°-29'-27.04"***

๗.... มุม S-3 S-4 A1 = Azimuth $_{S\text{-}4 \rightarrow A1}$ - Azimuth $_{S\text{-}3 \rightarrow S\text{-}4}$

= 315°-29'-27.04" - 92°-24'-25.82"

= **223°-05'-01.22"**

๘..... ระยะ S-4 A1 = $\sqrt{(\Delta N_{S\text{-}4 \rightarrow A1}{}^2 + \Delta E_{S\text{-}4 \rightarrow A1}{}^2)}$

= $\sqrt{((218.503)^2 + (-214.791)^2)}$

= **306.396** m.

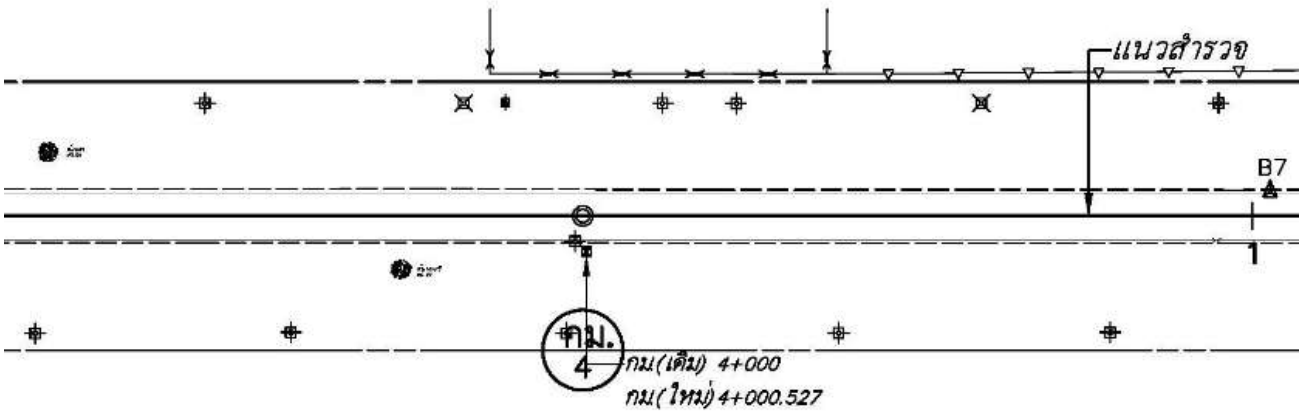
การปฏิบัติงานในสนาม

- ตั้งกล้อง ที่จุด S-4 Set 0°-00'-00" ที่ S-3
- เปิดมุมไปที่ A1 (223°-05'-01.22") เพื่อกำหนดทิศทาง
- วัดระยะจาก S-4 306.396 m. จะได้ตำแหน่ง A1

หมายเหตุ ในกรณีที่เป็นพิกัด UTM. ให้นำ **ระยะที่คำนวณได้ / Grid Factor** จะได้ระยะทางในสนาม

๒.๓.๕ แบบสำรวจแนวทางและระดับ

หลังจากสำรวจงานภาคสนามเรียบร้อยแล้ว ก็นำข้อมูลมาขึ้นรูป Plan & Profile ใน ๑ แผ่นงาน จะถูกแบ่งเป็น ๒ ส่วน ส่วนแรก คือ Plan อยู่ด้านบนเขียนด้วย มาตราส่วน ๑ : ๑,๐๐๐ อีกส่วนจะเขียนอยู่ด้านล่าง Plan เป็นส่วนของ Profile โดยเขียนตามแนวตั้ง ใช้มาตราส่วน ๑ : ๑๐๐ และตามแนวนอนเขียนด้วยมาตราส่วน ๑ : ๑,๐๐๐ แผ่นงานจะคลอบคลุมรายละเอียดการเขียนแบบไม่เกิน ๗๐๐ เมตร ต่อแผ่น ให้ขีดเส้นแบ่งเป็นช่วงๆ ละ ๑๐๐ เมตร ที่เส้น Alignment และเขียนเลขกำกับใต้เส้นแบ่งช่วงระยะจนไปถึงหลักกิโลเมตร เมื่อถึงหลักกิโลเมตรแล้วก็ให้เริ่มเขียนเรียงตั้งแต่เลข ๑ จนถึงเลข ๙ ใหม่ ช่วงห่าง ๑๐๐ เมตรเช่นกัน ตรงหลักกิโลเมตร จะเขียนวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ มิลลิเมตร ตัดที่เส้นแนวสำรวจ (Alignment) และเขียนวงกลมอีกวง เส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐ มิลลิเมตร ตัดที่เส้น R.O.W ภายในวงกลมเขียน เลขหลักกิโลเมตร เช่น กิโลเมตรที่ ๔ เขียน ดังแสดงในรูปที่ ๑๕



รูปที่ ๑๕ ตัวอย่างการเขียนหลัก กม.

การสำรวจเก็บรายละเอียดต้องดำเนินการก่อนถึงจุดเริ่มต้นการสำรวจ เป็นระยะทาง ๓๐๐-๕๐๐ เมตร หากจุดเริ่มต้นการสำรวจอยู่ตรงบริเวณจุดตัดทางแยกให้ระบุรายละเอียดและวัดมุมของทุกทางแยก เช่นเดียวกันกับจุดสิ้นสุดการสำรวจ ให้เก็บรายละเอียดเพิ่มออกไปอีก เป็นระยะทาง ๓๐๐ – ๕๐๐ เมตร เช่นกัน ตลอดจนค่ารังวัดพิกัดฉาก เก็บความกว้างของขอบเขตทาง (Right of way) และทำหมุดพยาน

การสำรวจและเก็บรายละเอียดสองข้างทาง เป็นการสำรวจลักษณะภูมิประเทศ และสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ตามแนวทางที่วางไว้ มีข้อแนะนำวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

๑) ทำการสำรวจรายละเอียดให้สอดคล้องกับกิจกรรมการก่อสร้างของสายทางนั้นๆ และทำการสำรวจสถานที่สำคัญๆ เช่น โรงเรียน วัด สถานที่ราชการ เป็นต้น ถึงแม้จะอยู่นอกเขตทางก็ให้ทำการสำรวจเผื่อข้อมูลไว้

๒) ในการเขียนเส้นศูนย์กลางแนวทาง (Alignment) ควรปรับ Azimuth ของเส้นให้ไม่มีเศษของฟิลิปดา (หรือมีค่าเป็นศูนย์) เช่น (๑๒°- ๑๕'- ๐๐") และมุมเบน (Δ) ควรปรับให้ไม่มีเศษของฟิลิปดาเช่นเดียวกัน

๓) ทางร่วม ทางแยก ที่แนวสำรวจตัดผ่าน กรณีเป็นทางหลวงให้ทำการสำรวจเก็บรายละเอียดออกไปจากจุดตัดอย่างน้อย ๓๐๐ เมตร กรณีเป็นทางหลวงอื่นๆ เช่น ทางหลวงชนบท ทางหลวงท้องถิ่น ให้ทำการสำรวจไม่น้อยกว่า ๑๕๐ เมตร และกรณีอยู่ในโค้ง ให้ทำการสำรวจต่อไปจนสิ้นสุดโค้ง หรือตามความเหมาะสม และบริเวณข้างทางแยกให้เก็บแนวเขตไว้ด้วย และให้บอกว่าทางนั้นๆ ไปไหน และเป็นถนนประเภทใด กว้างกี่เมตร

๔) สำรวจลักษณะภูมิประเทศ เช่น ป่าโปร่ง ป่าทึบ ทุ่งนา ถ้าเป็นสวนให้ระบุด้วยว่าปลูกอะไร สิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ให้บอกลักษณะสิ่งปลูกสร้างและขนาด (ใส่สัญลักษณ์ตามแบบมาตรฐานของการเขียนแบบ)

๕) ต้นไม้ขนาดใหญ่ ต้องเก็บระยะห่างจากแนวสำรวจ, กม.และขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง

๖) เก็บระยะทางขอบเขตตำบล อำเภอ และจังหวัด พร้อมชื่อ ตำบล อำเภอ และจังหวัด

๗) ข้อมูลชื่อสายทางพร้อมหมายเลข (ถ้ามี) ความกว้างของคันทาง ความกว้างและชนิดผิวทางที่ทำการสำรวจ และทางแยก ทางร่วมต่างๆ พร้อมทั้งระยะกม. และระบุจุดหมายปลายทาง

๘) วัดระยะเขตทางเดิม ว่าระยะกม.ใด อยู่ห่างจากศูนย์กลางเท่าใด และตรวจสอบกับหลักฐานของแขวงฯ หากช่วงใดของระยะเขตทางเดิมมีการเปลี่ยนแปลง ให้ระบุ กม.ตรงจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงระยะ พร้อมกับค่าพิกัด N และ E

๙) แนวสำรวจที่ตัดผ่านทางรถไฟ ให้วัดมุมที่จุดตัด รังวัดระยะกม. ของแนวสำรวจและกม.ของทางรถไฟที่ตัดผ่าน ให้เก็บรายละเอียดของทางรถไฟออกไป ข้างละ ๓๐๐ – ๕๐๐ เมตร (ให้ครอบคลุมเพียงพอต่อการออกแบบ)

๑๐) ท่อกลมต้องวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ความยาว จำนวนแถว ตำแหน่งที่ตั้งและสภาพของท่อ ขณะทำการสำรวจ ท่อ Box Culvert ต้องวัดขนาด กว้าง สูง ยาว จำนวนแถว ตำแหน่งที่ตั้ง และสภาพของ Box Culvert ขณะทำการสำรวจ ส่วนสะพาน ต้องระบุชนิด ลักษณะ ความยาว ความกว้างช่วงแต่ละช่วง ความยาวของสะพานทั้งหมด ความกว้างของผิวจราจร ความกว้างของทางเท้า (ถ้ามี) ตำแหน่งตอม่อ และสภาพของสะพาน ต้องประสานกับทางสำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง เพื่อขอหลักฐานข้อมูล มาตรวจสอบอีกครั้ง ถ้ามีเหตุขัดแย้งหรือผิดพลาดเกิดขึ้นจากหลักฐาน ให้หมายเหตุลงในแบบให้ชัดเจน พร้อมระบุ มุม Skew ของท่อกลม ท่อเหลี่ยม และสะพาน ระดับน้ำสูงสุด ต่ำสุด และปัจจุบัน ทิศทางการไหลของน้ำไปทางซ้ายทางหรือขวาทาง

๑๑) ถ้าภูมิประเทศที่เป็นแนวทางผ่านภูเขา ต้องเก็บรายละเอียดประมาณระยะของห้วย สันเขา กิ่วเขา ยอดเขา จมูกเขา ที่อยู่นอกเขตทางมาด้วย เพื่อประกอบการเขียนแผนที่เกี่ยวกับ เส้นชั้นความสูง ได้ถูกต้องใกล้เคียง

๑๒) ทางในเมืองหรือทางที่ตัดผ่านชุมชน ควรจะต้องเก็บรายละเอียดให้เพิ่มขึ้นอีก เช่น ท่อระบายน้ำ ท่อประปา เสาไฟฟ้า และสายเคเบิล และอื่นๆ เป็นต้น

๑๓) ข้อมูลรายละเอียดใดๆ ก็ตาม ให้พิจารณาไม่ว่าจะมีประโยชน์หรือเสียผลประโยชน์ ในการออกแบบก่อสร้าง หรือนำไปดำเนินกิจกรรม ให้สำรวจเก็บรายละเอียดมาด้วย

งานสำรวจเก็บรายละเอียดทุกๆ แผ่นงานจะต้องมีข้อมูลดังต่อไปนี้

๑) บรรยายจุดเริ่มต้นของการสำรวจ ที่ประกอบด้วย กม.จุดเริ่มต้นของการสำรวจ (ใส่ตัวเลขหลังจุดทศนิยม ๓ ตำแหน่ง) ค่าพิกัด (TM.) N, E (ทศนิยม ๓ ตำแหน่ง) ลงในกรอบสี่เหลี่ยม และโยงลูกศรชี้ไปที่จุดเริ่มต้นนั้น เช่นเดียวกันกับที่จุดสิ้นสุดการสำรวจ ก็ให้บรรยายทำนองเดียวกัน

๒) บรรยายตรงกลางหน้ากระดาษ ด้านบนบริเวณพื้นที่ของ Plan ดังนี้

ตำบล_____อำเภอ_____จังหวัด_____
ภูมิประเทศเป็นลักษณะ_____
ลักษณะพื้นดินเป็น_____.

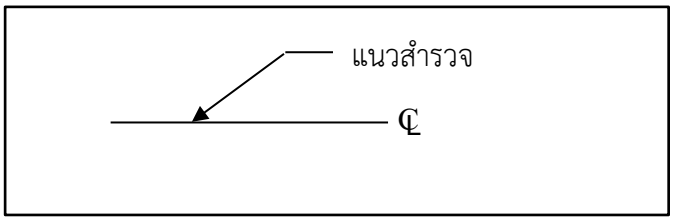
๓) ใส่ค่า Grid Az.....From ‘N’ พร้อมใส่เครื่องหมายแสดงทิศเหนือ (ดังแสดงในภาคผนวก จ แบบ ท-๑๑) วางตำแหน่งค่า Grid Az อยู่เหนือเส้นแนวสำรวจขึ้นมา ระยะ ๒ มิลลิเมตร

๔) ขีดเส้น Match Line ทั้งตอนหัวและตอนท้ายของแบบรายละเอียดนอกเส้น Match Line ให้ตัดทิ้ง

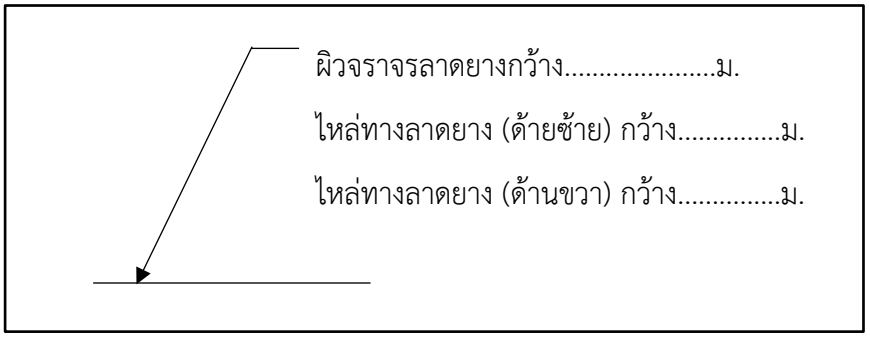
๕) ใส่ลูกศรชี้แสดงเส้นแนวเขตทางเดิม และใส่ค่าระยะเขตทางเดิม ทั้ง ๒ ฝั่ง (ฝั่งซ้ายและฝั่งของแนวสำรวจ) วางตำแหน่งให้ห่างจากเส้น Match Line พอประมาณ ทั้งตอนหัวและตอนท้ายของแบบ

๖) แสดงลูกศรบอกทิศทางไปไหนของแนวทาง ทั้ง ๒ ฝั่ง หัวและท้ายของแนวสำรวจ

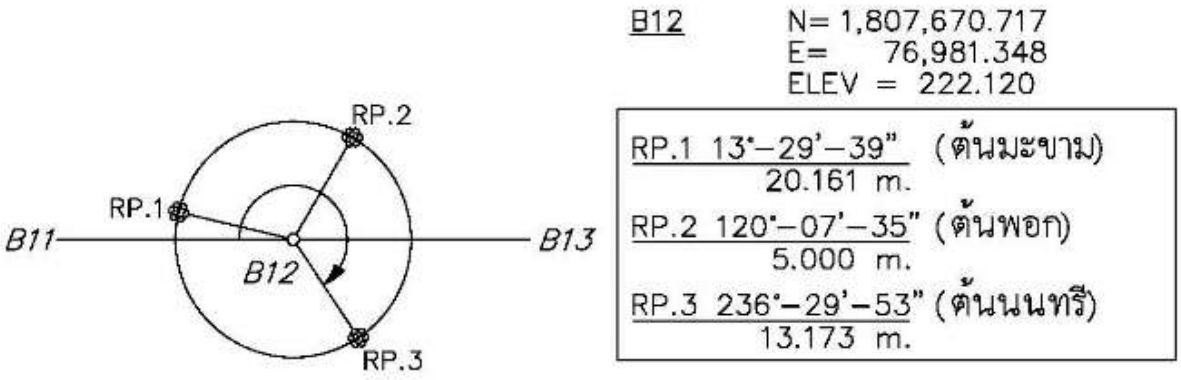
๗) โยงลูกศรชี้มาที่เส้นแนวสำรวจ และเขียนบรรยายตามตัวอย่าง



๘) โยงลูกศรชี้มาที่เส้นผิวจราจร และเขียนบรรยายตามตัวอย่าง



๙) ให้ตรวจสอบการทำหมุดพยาน ว่ามีการดำเนินการสำรวจมาหรือไม่ การทำหมุดพยานต้องทำนอกเขตทาง ระยะห่างของหมุดต่อหมุด ประมาณ ๔ เมตรขึ้นไป ต้องทำอย่างน้อย ๓ ตัว ควรทำระยะห่างกันประมาณ ๓๐๐ เมตร กรณีที่เป็นหลังถนน ที่ราบ แนวตรง หรือตามสภาพที่เหมาะสม ถ้าเป็นที่ราบควร ห่างกันประมาณ ๒๐๐ เมตร และถ้าเป็นแนวผ่านภูเขา ควรทำห่างกันประมาณ ๑๕๐ เมตร และทุกๆหมุด PI. ต้องทำหมุดพยาน ถ้าทำไม่ได้ให้ทำที่ PC. หรือ PT. ทุกโค้ง ดังแสดงในรูปที่ ๑๖



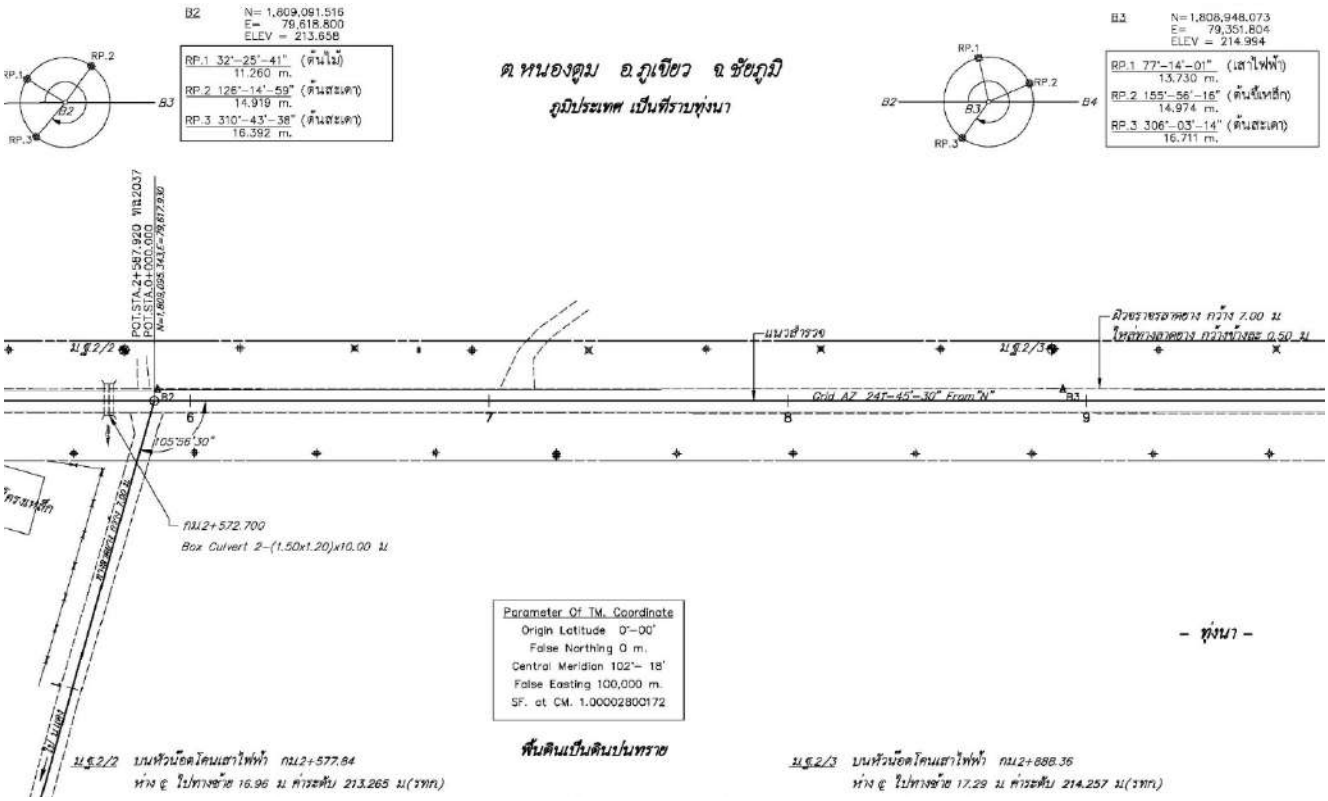
รูปที่ ๑๖ ตัวอย่างวิธีการเขียนทำหมุดพยาน

ในรูปทำหมุดพยานที่หมุด B๑๒ (หมุดวงรอบ) BS. ไปที่หมุด B๑๑ และ FS. ไปที่หมุด B๑๓ ทำการวางหมุดไว้ ๓ ตัว ดังมี RP.๑ , RP.๒ และ RP.๓ ให้ใส่ค่าพิกัด N, E และค่า Elev. ที่หมุดพยาน B๑๒ พร้อมรูปแสดง และรายละเอียดของหมุดทั้ง ๓ ตัวได้แก่ มุมรังวัด, ระยะ และวัตถุพยานที่ฝากไว้ การเขียน รายละเอียดการทำหมุดพยานจะต้องเขียนให้เป็นไปตามรูปตัวอย่างที่แสดงไว้

๑๐) ตรวจสอบการทำหมุดหลักฐานระดับ (Bench Mark, B.M.) เนื่องด้วยการหาค่าระดับของหมุด จำเป็นอย่างยิ่งเพื่อใช้บอกค่าระดับความสูงในการก่อสร้างทาง ในการทำหมุด B.M. ต้องทำในพื้นที่คงทน ถาวร ไม่ทรุด ไม่สูงชัน ไม่โยกคลอน และยากแก่การถูกทำลายโดยใช้น็อตฝั่งหรือตอก สำหรับเป็นที่ตั้งไม้วัดระดับ (Staff) สำหรับเป็นหลักฐานบอกค่าระดับความสูง การทำ B.M. จะทำห่างกันไม่เกิน ๔๐๐ เมตร ในทางราบ แต่ถ้าหากภูมิประเทศเป็นภูเขา ให้ทำห่างกันไม่เกิน ๒๐๐ เมตร และหมุด B.M. ทุกแห่ง จะต้องติดป้ายและทำเครื่องหมายบอกเลขที่ของ B.M. ให้ชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ ๑๗ ดังนั้นในแผ่นแบบ Plan & Profile ๑ แผ่นงาน จะมีหมุด B.M. ให้เห็นอย่างน้อย ๒ หมุด ดังแสดงในรูปที่ ๑๘ และในระยะทาง ๑ กม. จะมีหมุดไม่น้อยกว่า ๓ หมุด


หมุดหลักฐาน (ม.ฐ.)

รูปที่ ๑๗ สัญลักษณ์หมุดหลักฐานระดับ (B.M.)



รูปที่ ๑๘ ตัวอย่างการแสดงหมุด B.M. อย่างน้อย ๒ หมุด

ตัวอย่างเช่น ทำหมุดหลักฐานระดับ (ม.ฐ) ที่ กม.๒ ตัวที่ ๒ คำบรรยายของตัวหมุด รายละเอียดประมาณนี้

ม.ฐ. ๒/๒ บนหัวน็อตโคนเสาไฟฟ้า
กม.๒+๕๗๗.๘๔ ม. ห่าง ℄ ไปทางซ้าย ๑๖.๙๖ ม.
ค่าระดับ ๒๑๓.๒๖๕ ม. (รทก.)

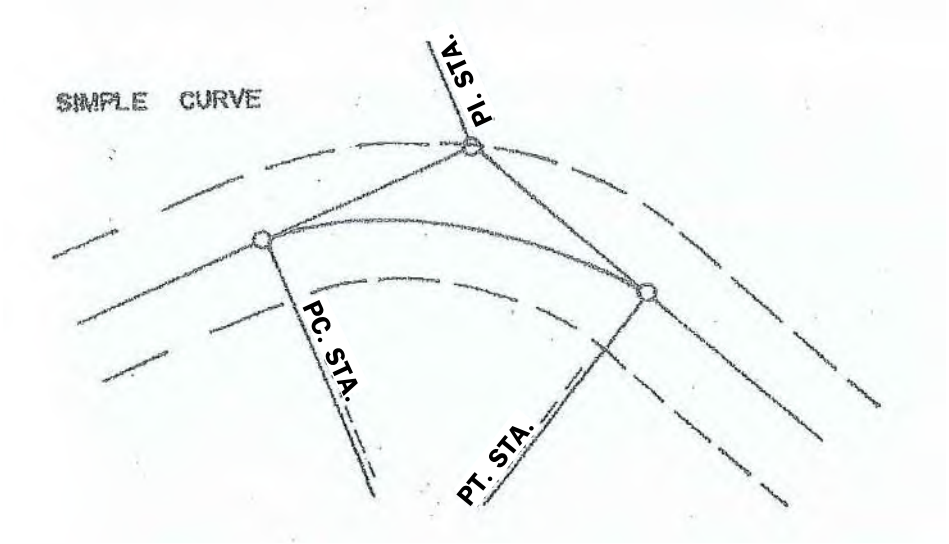
๑๑) ตรวจสอบตำแหน่งที่มีการวางหมุดหลักฐาน (GPS.) หมุดหลักฐานที่ถูกฝังไว้ ก็เพื่อใช้เป็นหมุดอ้างอิงค่าพิกัด และค่าระดับหมุดหลักฐานจะถูกฝังไว้ในตำแหน่งที่มั่นคง ยากแก่การถูกทำลาย เช่น สถานที่ราชการ หมวดทางหลวง แขวงทางหลวง สำนักงานทางหลวง หรือ คอสะพานเป็นต้น และต้องฝังเป็นคู่ ต้องมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า ๑๐๐ เมตร แต่ไม่เกิน ๔๐๐ เมตร และสามารถมองเห็นกันได้ โดยไม่มีสิ่งใดกีดขวางทั้งสิ้น ควรฝังหมุดหลักฐานในบริเวณจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด และกำหนดระหว่างทางทุกๆ ๓-๕ กม. ดังนั้นแผ่นแรกของงาน Plan & Profile ต้องมีข้อมูลหมุดหลักฐานทั้งคู่ ถึงแม้ว่าหมุดหลักฐานจะไม่อยู่ในระยะทางที่ครอบคลุมในแผ่นแนบนี้ก็ตาม ต้องเขียนคำบรรยาย และใช้ตาราง Control Point ให้ชัดเจน

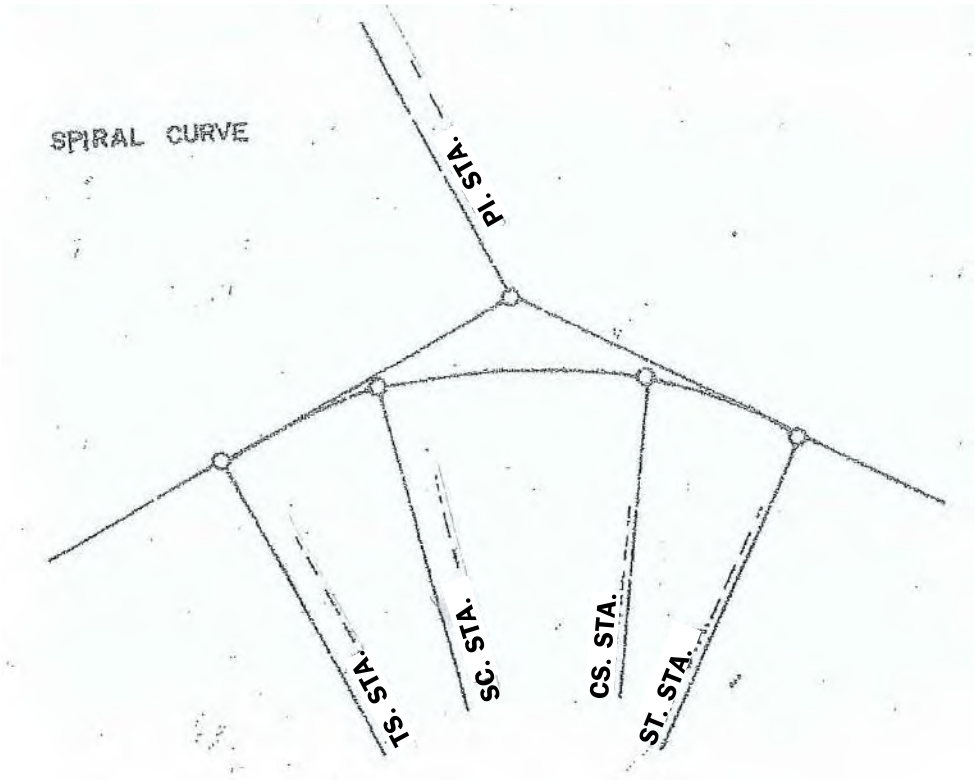
Control Point

Point	TM. Coordinate		Elevation (MSL.)
	N	E	
2484-001	1,808,155,501	84,875,025	218.348
2484-002	1,808,114,858	84,779,267	216.937
Parameter Of TM. Coordinate Origin Latitude 0° - 00° Central Meridian 102° – 18° False Northing 0 m. False Easting 100,000 m. SF. at CM. 1.00002800172			

2484-001 บนหัวหมุดทองเหลือง บนหมุดหลักฐาน กม.0+503.42
ห่าง ℄ ไปทางขวา 54.03 ม. ค่าระดับ 218.348 ม. (รทก.)
2484-002 บนหัวหมุดทองเหลือง บนหมุดหลักฐาน กม.0+575.09
ห่าง ℄ ไปทางซ้าย 18.86 ม. ค่าระดับ 216.937 ม. (รทก.)

๑๒) แนวทางที่มีการวางโค้ง โดยมีแนวทางที่มุมเบน (Intersection Angle) เกิน ๓ องศา ต้องทำการวงโค้งทุกแห่ง หรืออีกกรณีให้พิจารณาค่า E ในสนามว่าสมควรให้มีการคำนวณเพื่อการวางโค้งหรือไม่ และกรณีไม่เกิน ๓ องศา ก็ให้พิจารณาค่า E ถ้ามีค่ามากกว่า ๕๐ เซนติเมตร ให้ทำการคำนวณโค้ง ดังแสดงในภาคผนวก จ แบบ ท-๙ ซึ่งสามารถเขียนโค้งราบ ทั้ง Simple Curve และ Spiral Curve ดังแสดงในรูปที่ ๑๙





รูปที่ ๑๙ ตัวอย่างการเขียนโค้งราบ (Horizontal Curve)

จากรูปที่ ๑๙ เป็นโค้งขวา หากแนวสำรวจเป็นโค้งซ้ายก็ให้หันทิศทางแขนของโค้งไปในทิศทางตรงข้ามกับโค้งขวา และให้ใส่ตารางแสดงผลการคำนวณโค้ง ตามมาตรฐานในภาคผนวก จ แบบ ท-๑๐ โดยมีตัวอย่างตารางแสดงองค์ประกอบโค้ง ดังแสดงในรูปที่ ๒๐

CURVE DATA PI.STA. 71+195.418				
Δ 4°–18'–00" Lt.		E	1.009	M.
D 4°		SPEED		K.P.H.
R 1,432.394	M.	S.E.		M./M.
T 53.775	M.	W.		M.
Lc 107.500	M.			
SE.ATTAINED STA.		TO STA.		
SE.REMOVED STA.		TO STA.		

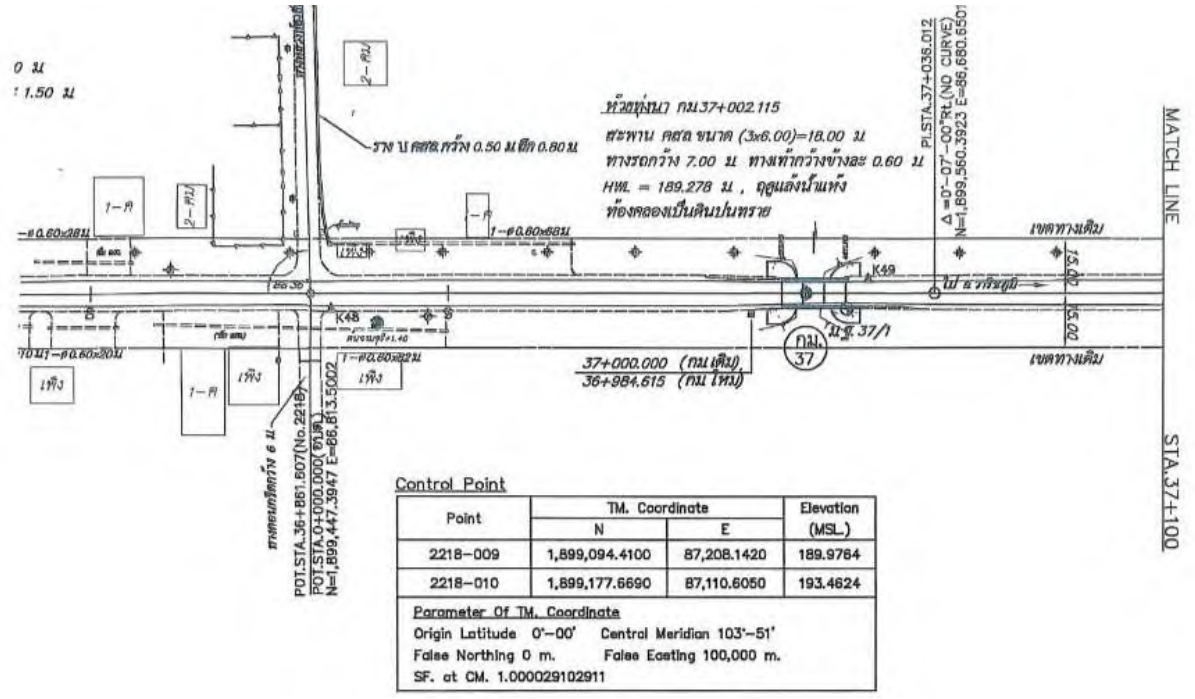
(ก) ตารางสำหรับ Simple Curve

CURVE DATA PI.STA. 539+323.730				
Δs 80°–18'–00" Rt.		Es	119.183	M.
Dc 15°		Ls	100.000	M.
Rc 381.9721	M.	SPEED		K.P.H.
Ts 373.111	M.	S.E.		M./M.
Lc 435.3336	M.	W.		M.
SE.ATTAINED STA.		TO STA.		
SE.REMOVED STA.		TO STA.		

(ข) ตารางสำหรับ Spiral Curve

รูปที่ ๒๐ ตัวอย่างตารางแสดงค่าส่วนประกอบของโค้งราบ (Horizontal Curve Data)

หากแนวทางมีการเบนมุม แต่ไม่คำนวณโค้ง การเขียนลงในแบบ Plan ให้เขียนตามตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ ๒๑ แสดงมุมเบนด้านซ้าย พร้อมทำหมุดพยาน



รูปที่ ๒๑ แนวทางไม่คำนวณโค้ง พร้อมทำหมุดพยาน

ตามรูป เขียนวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ มิลลิเมตร ตัดที่เส้นแนวสำรวจ ลากเส้นตรงลงมาทางด้านล่าง (ขวา) ทำมุม ๙๐ องศา กับแนว BT. เป็นแขน PI. เขียนแสดงรายละเอียดตามรูปตัวอย่างข้างบน หากมุมเบนทางด้านขวา ก็ให้เขียนแขน PI. ไปในทิศทางตรงข้ามกับมุมเบนทางซ้าย

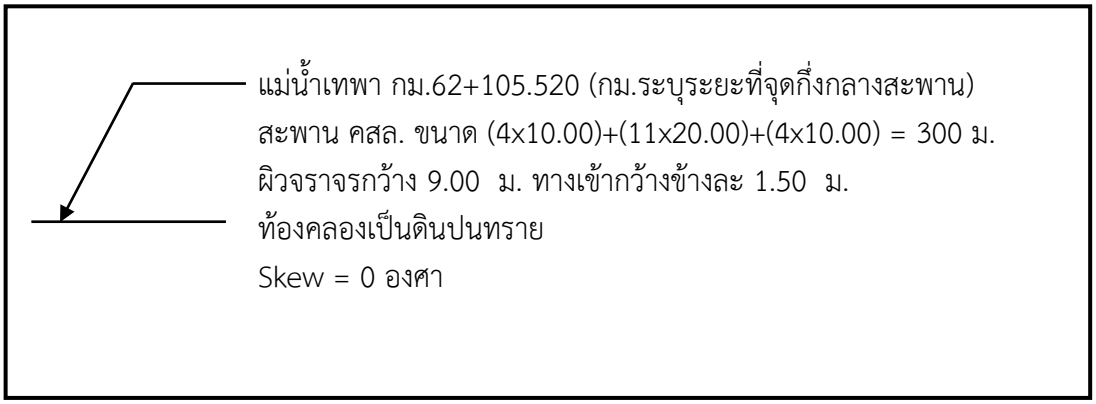
๑๓) หากแนวทางสำรวจมีสะพานข้ามลำน้ำในแบบ Plan & Profile ต้องแสดงรายละเอียด ดังนี้

- ตำแหน่ง (กม.) ของคอสะพานทั้ง ๒ คอ และลำน้ำทั้ง ๒ ด้าน
- หมุดหลักฐานระดับ (Bench Mark) ที่คอสะพาน หรือบริเวณใกล้ตัวสะพาน (เพื่อสะดวกในการทำ Profile)
- ความกว้างของลำน้ำ
- ลำน้ำตั้งฉาก หรือเฉียงกับแนวทาง ถ้าเฉียงกับแนวทาง ต้องระบุมุมเฉียง (Skew)
- ทำรูปตัดลำน้ำ (Profile Cross Section)
- สำรวจลักษณะของลำน้ำ (ตรง หรือ คดเคี้ยว) ออกไปทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ข้างละประมาณ ๑๐๐ เมตร เป็นอย่างน้อย
- สำรวจความเร็วของกระแสน้ำ และทิศทางน้ำไหล พร้อมสำรวจค่าระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำต่ำสุด และระดับน้ำขณะสำรวจ
- ระบุว่าเป็นน้ำจืด หรือน้ำเค็ม ถ้าเป็นน้ำเค็มให้ระบุระดับน้ำขึ้น และระดับน้ำลง (ถ้ามี)
- ถ้ามีการจราจรทางน้ำ ให้ระบุขนาดเรือ จำนวนเที่ยวต่อวัน
- สิ่งลอยน้ำอื่นๆ เช่น แพ ซุง โดยระบุขนาด และจำนวน

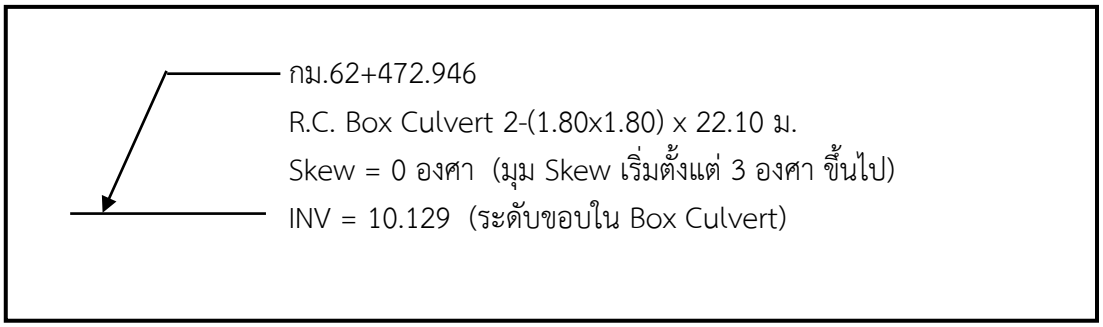
- การกัดเซาะของน้ำ ด้านขวาและด้านซ้าย ในกรณีสะพานข้ามบึง หรือแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ต้องสำรวจพื้นที่และความลึกของบึง หรือแหล่งน้ำนั้น

ตัวอย่าง วิธีการเขียนคำบรรยายข้อมูลสะพาน

ที่รูปลำน้ำบนแบบ Plan ให้เขียนลูกศรแสดงทิศทางการไหลของน้ำและเขียนลูกศรชี้ไปที่สะพาน บรรยายรายละเอียดดังนี้

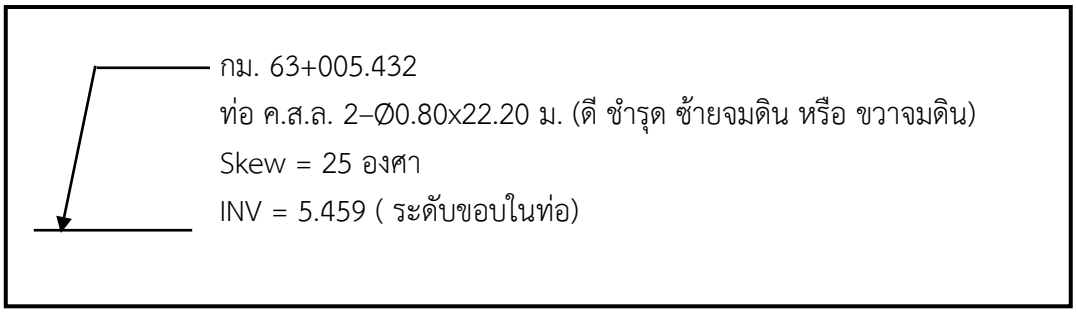


๑๔) การเขียนคำบรรยายข้อมูลการสำรวจ Box Culvert ตำแหน่งลูกศรชี้ไปที่ตัว Box Culvert เขียนคำบรรยาย ดังนี้



และให้ใส่ลูกศรตรงลำน้ำ ของตัว Box Culvert แสดงทิศทางการไหลของน้ำ ตามตัวอย่างข้างต้น หมายถึง กึ่งกลางของ Box Culvert อยู่ที่ กม. ๖๒+๔๗๒.๙๔๖ ขนาดของ Box Culvert จำนวน ๒ แถว มีขนาดกว้าง ๑.๘๐ เมตร มีความลึกหรือสูง ๑.๘๐ เมตร มีความยาวทั้งหมด ๒๒.๑๐ เมตร และแนวของ Box Culvert ตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางของถนน

๑๕) การเขียนคำบรรยาย ท่อ ค.ส.ล.ตำแหน่งลูกศรชี้ไปที่ตัวท่อ ค.ส.ล. และมีคำบรรยาย ดังนี้



และให้ใส่ลูกศร ตรงลำน้ำของ ท่อ ค.ส.ล. เพื่อแสดงทิศทางการไหลของน้ำ ให้เก็บรายละเอียดสภาพของท่อ ค.ส.ล. ขณะทำการสำรวจ ข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจ ตามลำดับที่ ๑๓ โดยให้นำข้อมูลมาลงในแบบรายการสำรวจ ตามแบบ อ.๑-๐๒ ดังแสดงในรูปที่ ๒๒

อ.1-02

สำนักสำรวจและออกแบบ (ปรับปรุง)

รายการสำรวจและออกแบบสะพานหรือท่อเหลี่ยม

สะพาน/ท่อกลม/ท่อเหลี่ยม กม.....ลำน้ำ.....ทางหลวงหมายเลข.....

สาย.....สำนักงานทางหลวงที่.....แขวงการทาง

.....

1.รายละเอียดการสำรวจ

1.1 ลักษณะดินฐานรากริมฝั่ง.....ท้องน้ำ.....

1.2 เรือประจำ กว้าง.....ม. ยาว.....ม. สูง.....ม. จำนวน.....เที่ยว/วัน

1.3 เรือพิเศษ กว้าง.....ม. ยาว.....ม. สูง.....ม. จำนวน.....เที่ยว/วัน

1.4 แพ/ซุงกว้าง.....ม. ยาว.....ม. จำนวน.....เที่ยว/วัน

1.5 ขอนไม้และสิ่งลอยน้ำ ขนาดเฉลี่ย.....ม. ☐หนาแน่น ☐ มีบ้าง ☐ไม่มี

1.6 ความเร็วของกระแสน้ำ : น้ำหลาก.....ม/นาที ธรรมดา.....ม/นาที

1.7 ระดับน้ำสูงสุด.....ม.ระดับน้ำต่ำสุด.....ม.

☐ น้ำจืด ☐ น้ำเค็ม ☐ ไม่ขึ้นลงประจำ

☐ ไหลขึ้นลงประจำ (สูงสุด.....ม. ต่ำสุด.....ม.)

1.8 น้ำเซาะตลิ่ง ☐ ด้านซ้าย ☐ ด้านขวา ☐ ไม่เซาะตลิ่ง

1.9 สะพาน/ท่อกลม/ท่อเหลี่ยม เดิมชนิด.....ขนาด.....

ระดับหลังสะพาน/ทาง.....ม.คอสะพาน ☐ ทรุดตัว ☐ไม่ทรุดตัว

1.10 ผิวทางเดิม (ถ้ามี) กว้าง.....ม. ผิวทางชนิด.....

1.11 ลำน้ำ ☐ ตั้งฉากกับแนวทาง

☐ เฉียงกับแนวทาง.....องศา (ดูหมายเหตุ)

1.12 มีที่ว่างสำหรับทำ ☐ สะพานเบี่ยง ☐ มีที่ว่างจำกัด ☐ ไม่มี

1.13 ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็น ☐ ที่ราบ ☐ลูกเนิน ☐ ภูเขา

☐ ป่าทึบ ☐ ป่าโปร่ง ☐ ชุมชนหนาแน่น ☐ ชุมชนเบาบาง

1.14 เสาไฟฟ้า/สายไฟฟ้าแรงสูง ☐ เป็นอุปสรรค ☐ ไม่เป็นอุปสรรค

1.15 สายไฟฟ้าบนดิน/ใต้ดิน ☐ เป็นอุปสรรค ☐ ไม่เป็นอุปสรรค

1.16 สายโทรศัพท์ใต้ดิน/บนดิน ☐ เป็นอุปสรรค ☐ ไม่เป็นอุปสรรค

1.17 ท่อประปาบนดิน/ใต้ดิน ขนาด.....มม.

☐ เป็นอุปสรรค ☐ ไม่เป็นอุปสรรค

2. คำแนะนำของผู้สำรวจ

2.1 สะพานเดิม/ท่อกลมเดิม/ท่อเหลี่ยมเดิม ควร ☐ทุบทิ้ง ☐คงไว้

2.2 แนะนำสะพานใหม่/ท่อกลมใหม่/ท่อเหลี่ยมใหม่ ชนิด.....

ผิวจราจรกว้าง.....ม. ยาว.....ม.

2.3 ช่องลอด.....ม.

2.4 ตอม่อชนิดฐาน ☐ เสาตอก ☐ควรเป็นชนิดกันซุง ☐ไม่จำเป็น

2.5 ☐ ป้องกันน้ำเซาะคอสะพาน ☐ ไม่จำเป็น

2.6 ☐ เปลี่ยนทางน้ำ ☐ ไม่จำเป็น

2.7 ☐ ป้องกันน้ำเค็ม ☐ ไม่ต้อง

2.8 คอสะพานเป็นดิน ☐ดินอ่อน ☐ดินแข็ง ☐ ควรปรับปรุง

☐ ไม่ควรปรับปรุง

2.9 มีกำแพงป้องกันเสียง ☐ มี ☐ ไม่มี

2.10 ☐ ควรมีเสาไฟฟ้าแสงสว่าง ☐ ไม่จำเป็น

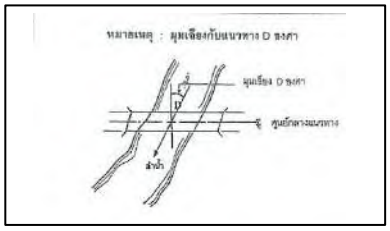
2.11 ☐ ควรมีบันไดคนขึ้นลงที่คอสะพาน ☐ ไม่จำเป็น

2.12 ☐ ควรปรับปรุงดินคอสะพาน ☐ไม่จำเป็น

2.13 ข้อแนะนำอื่นๆ.....

(ลงชื่อ.....ผู้สำรวจ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



รูปที่ ๒๒ รายละเอียดแบบ อ.๑-๐๒ (รายการสำรวจและออกแบบสะพานหรือท่อเหลี่ยม)

ให้นำรายการสำรวจและออกแบบสะพานหรือท่อเหลี่ยม แนบกับแบบ อ.๑-๐๑ (แบบส่วนขยายร่องน้ำ Plan & Profile) โดยเขียนด้วยมาตราส่วน ดังนี้ ส่วนของ Plan เขียนด้วยมาตราส่วน ๑ : ๕๐๐ ส่วนของ Profile เขียนด้วยมาตราส่วน ตามแนวตั้ง ๑: ๒๐๐ และตามแนวนอนก็เขียน ๑ : ๒๐๐ เช่นกัน ส่วน ข้อมูลงานสำรวจสะพาน ให้นำมาลงในบัญชีสะพานตามตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ ๒๓

สำนักสำรวจและออกแบบ

บัญชีสะพาน

ทางหลวงหมายเลข ๑๐๗ ตอน ต.เชียงดาว - ต.ปิงโค้ง ระหว่าง กม.๖๙+๓๐๐ - กม.๗๙+๙๖๒

ที่	กม.	ชนิด	ขนาด	ความยาว	ผิวจราจร	ทางเข้า		หมายเหตุ
				(เมตร)	กว้าง	ซ้าย	ขวา	
1	70+809.668	ส.ค.	(1x10.00)÷(5x20.00)÷(1x10.00)=120.00	120.00	11.00	-	-	Skew 42°
2	71+735.226	ส.ค.	(5x10) = 50.00	50.00	11.00	-	-	Skew 30°
3	73+227.542	ส.ค.	(3x10) = 30.00	30.00	11.00	-	-	ห้วยแม่สาง Skew 16°
4	74+339.739	ส.ค.	(3x10) = 30.00	30.00	11.00	-	-	ห้วยแม่กืด Skew 19°
5	77+778.220	ส.ค.	(5x24) = 120.00	120.00	11.00	-	-	Skew 20°
6	78+535.548	ส.ค.	(1x10.00)+(3x20.00)+(1x10.00)=80.00	80.00	11.00	-	-	ห้วยดึงเฒ่า Skew 20°

ในช่องหมายเหตุให้บันทึกชื่อของร่องน้ำ (ถ้ามี)

รูปที่ ๒๓ ตัวอย่างตารางแสดงบัญชีสะพาน

ส่วนข้อมูลงานสำรวจท่ออุโมงค์และท่อกลม ค.ส.ล. ให้นำมาเขียนรวมในบัญชีเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ ๒๔

สำนักสำรวจและออกแบบ

บัญชีอุโมงค์และท่อกลม ค.ส.ล.

ทางหลวงหมายเลข ๑๐๗ ตอน ต.เชียงดาว - ต.ปิงโค้ง รำหว่าง กม.๖๙+๓๐๐ - กม.๗๙+๙๖๒

ที่	กม.	ขนาดของท่อเป็นเมตร	ยาว (เมตร)	สภาพของท่อ	คำแนะนำ	หมายเหตุ
1	69+166.885	ท่อ 2-Ø1.00	38.00	ดี	รักษาไว้ต่อไป	-
2	69+208.640	ท่อ 1-Ø1.00	70.00	ดี	“ ”	-
3	69+397.576	ท่อ 1-Ø1.00	37.00	ดี	“ ”	Skew 27°
4	69+444.021	ท่อ 2-Ø1.50	30.00	Rt.จมดิน	รื้อออกวางใหม่	-
5	69+489.206	ท่อ 1-Ø1.00	47.00	ดี	รักษาไว้ต่อไป	Skew 45°
6	69+652.998	ท่อ 1-Ø1.00	16.00	ดี	“ ”	-
7	71+897.119	BOX CULVERT 2-(3.00x2.10)	23.000	ดี	“ ”	ห้วยกะ Skew 9°
8	72+224.239	BOX CULVERT 2-(2.50x2.20)	17.00	ดี	“ ”	ห้วยแม่อีด Skew 8°
9	72+285.256	BOX CULVERT 2-(3.00x2.70)	19.00	ดี	“ ”	-
10	72+465.293	ท่อ 1-Ø0.60	25.00	ดี	“ ”	Skew 45°
11	72+479.219	ท่อ 1-Ø0.80	22.00	ดี	“ ”	Skew 17°
12	72+649.580	ท่อ 1-Ø1.00	25.00	ดี	“ ”	-
13	74+265.945	ท่อ 3-Ø1.50	27.00	ดี	“ ”	Skew 17°
14	74+550.886	ท่อ 1-Ø1.20	27.00	ดี	“ ”	Skew 4°
15	75+250.642	BOX CULVERT 3-(1.60x2.10)	28.00	ดี	“ ”	Skew 38°
16	75+274.598	ท่อ 1-Ø1.00	30.00	ดี	“ ”	Skew 22°
17	75+298.566	ท่อ 2-Ø1.50	24.00	ดี	“ ”	Skew 4°
18	75+421.619	ท่อ 1-Ø1.10	18.00	ดี	“ ”	-
19	75+543.891	BOX CULVERT 3-(2.10x2.70)	25.00	ดี	“ ”	ห้วยงา Skew 49°
20	75+806.972	ท่อ 4-Ø1.50	38.00	ดี	“ ”	Skew 52°
21	78+872.736	BOX CULVERT 2-(3.00x3.00)	18.00	ดี	“ ”	ห้วยไทร Skew 4°
22	79+613.725	ท่อ 2-Ø1.50	51.00	ดี	“ ”	Skew 2°

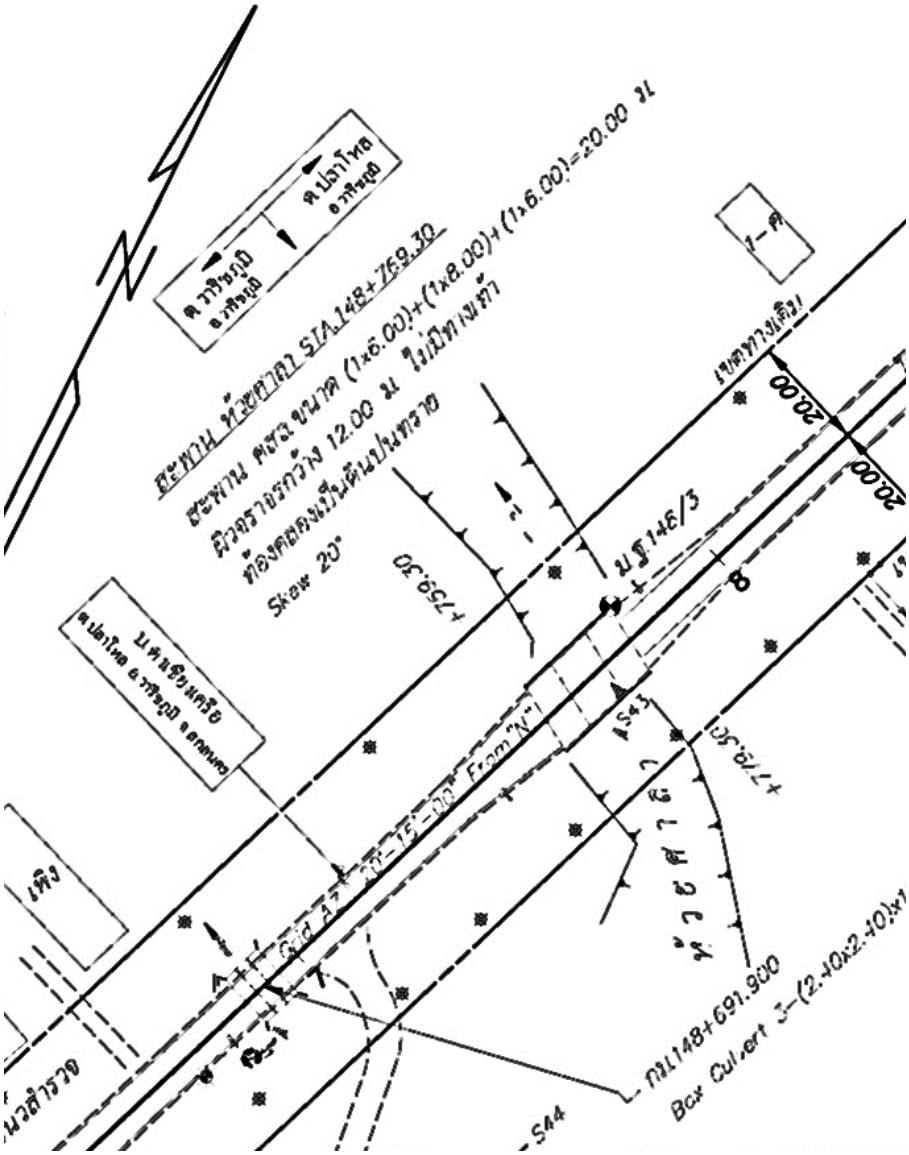
รูปที่ ๒๔ ตัวอย่างตารางแสดงบัญชีอุโมงค์และท่อกลม ค.ส.ล.

ข้อมูลบัญชีสะพาน บัญชีท่ออุโมงค์และท่อกลม ค.ส.ล.จะถูกนำข้อมูลไปใช้ประกอบร่วมกันกับบัญชีที่ทางผู้สำรวจ ไปติดต่อประสานขอรับมาจากสำนักงานทางหลวง หรือแขวงทางหลวง

๑๖) เมื่อผู้สำรวจดำเนินการรังวัด เก็บข้อมูลนำมาจากภาคสนาม เมื่อนำข้อมูลมาทำการเขียนแผนที่ ก็จะต้องแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ ซึ่งได้มีการถูกกำหนดขึ้นให้ใช้แทนเฉพาะข้อมูลนั้นๆ เป็นที่เข้าใจและยอมรับทั่วไป ดังมีรายละเอียดที่ใช้สัญลักษณ์แทนข้อมูลในภาคสนาม ดังแสดงในภาคผนวก ง

๑๗) การเขียนเส้นแบ่งเขตพื้นที่การปกครอง ผู้สำรวจจะต้องดำเนินการเก็บข้อมูล ว่าสายทางที่ดำเนินการสำรวจอยู่ในเขตความรับผิดชอบของพื้นที่ใด การเขียนเส้นแบ่งเขตการปกครองท้องที่เป็น ตำบล อำเภอ จังหวัด ลงในแบบ (Plan & Profile) ให้ลากเส้นในแนวตรง จากบนลงล่าง ตามตำแหน่งระยะ กม. ที่ได้จากงานสนามเขียน

ลูกศรชี้ออกจากแนวเส้นตรงไปทั้ง ๒ ฝั่ง (ทิศทางตรงกันข้าม) ดังแสดงในรูปที่ ๒๕ แผนที่แนวเขตการปกครอง ขอรับทราบข้อมูลได้จากกรมการปกครอง ในบางพื้นที่ อาจจะตรวจสอบจากบัญชีเขตทางควบคุม และหรือจากแบบ As Built Plan บ้าง ซึ่งทางผู้สำรวจต้องไปประสาน ติดต่อ สอบถาม ขอรับข้อมูลจากทางสำนักงานทางหลวง หรือแขวงทางหลวง ซึ่งดูแลพื้นที่บริเวณนั้นๆ บางพื้นที่อาจจะพบป้าย ซึ่งมักปักบอกไว้บริเวณไหล่ทางก็มี และผู้สำรวจก็จะต้องหมั่นสอบถามชาวบ้านในพื้นที่นั้นๆ ด้วย



รูปที่ ๒๕ ตัวอย่างแสดงเส้นแบ่งเขตการปกครอง

๒.๓.๖. การเก็บข้อมูลงานสำรวจ Profile

การทำ Profile (แผนที่ระดับแนวทางตามยาว) เป็นการรังวัดหาค่าระดับไปตามแนวถนน (แนวศูนย์กลาง) ทุกๆ ระยะ ๒๕ เมตร และร่วมทำการรังวัดค่าระดับดินเดิมไปพร้อมๆ กัน กรณีถนนเดิมมีหลายช่องจราจร การเก็บข้อมูลก็อาจจะต้องดำเนินการสำรวจหาค่าระดับผิวจราจรทั้งสองฝั่ง (ขาไปและขากลับ) ซึ่งแล้วแต่ความต้องการของงานที่จะนำข้อมูลไปใช้ออกแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงการและมาตรฐาน นั้นๆ

ในกรณีที่พื้นที่ภูมิประเทศ มีความต่างของค่าระดับ ให้ผู้สำรวจทำการรังวัดค่าระดับตามระยะที่พื้นผิวเปลี่ยนแปลง ผู้สำรวจจะต้องพึงสังเกตการณ์รังวัดทุกๆ ระยะบนภูมิประเทศ ค่าระดับที่จะนำมาลงในแบบ ต้องมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กัน หลังจากนั้น จึงค่อยกลับมารังวัดค่าระดับตามปกติที่ระยะ ๒๕ เมตร

ผู้สำรวจต้องทำการรังวัดค่าระดับแนวทาง ทุกๆ ทางแยกที่แนวสำรวจตัดผ่าน ระยะทางของทางแยกที่จะทำการสำรวจ ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของการสำรวจเก็บรายละเอียด หรือตามความสำคัญของงานสำรวจเพื่อการออกแบบ

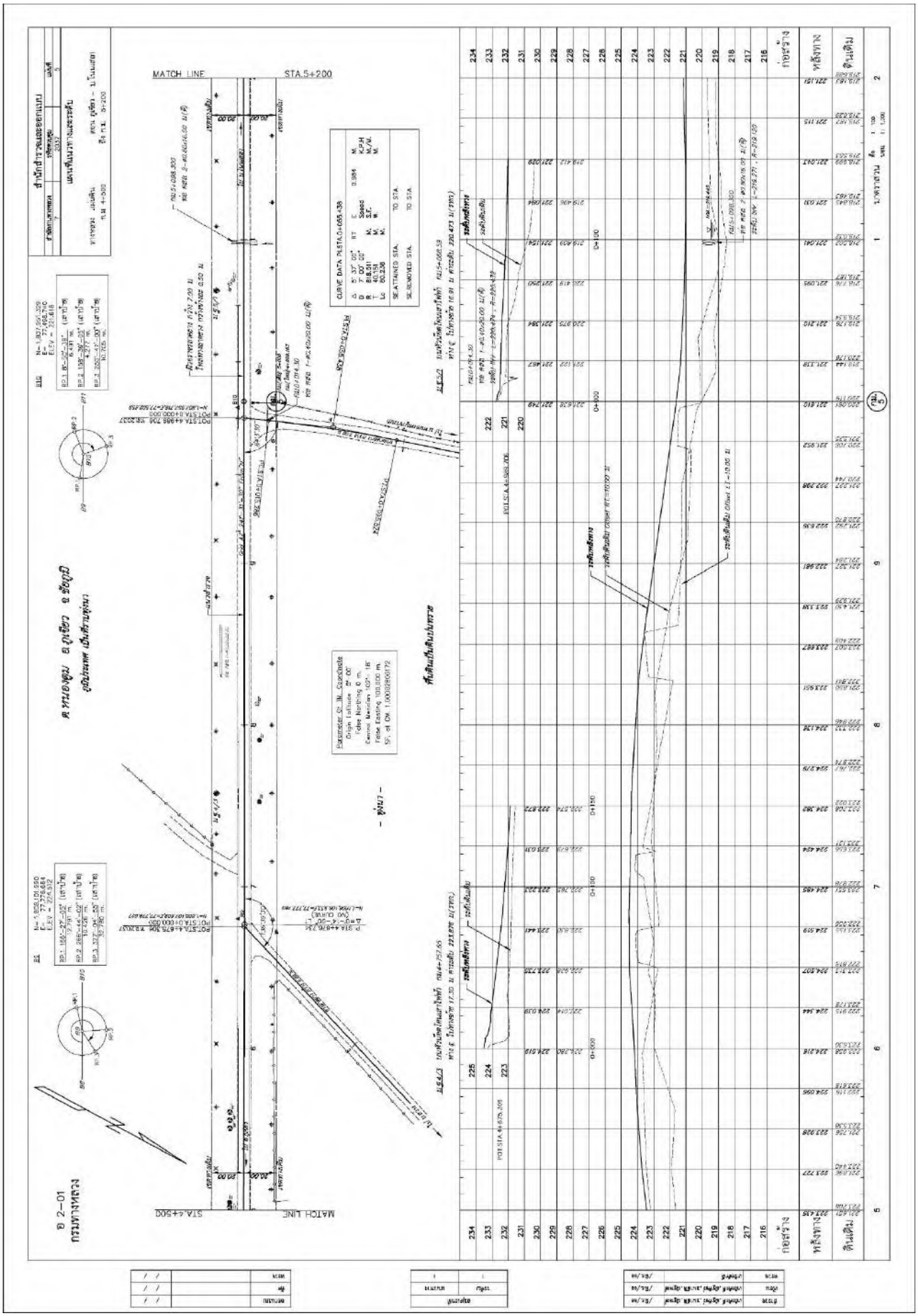
ใน ๑ แผ่นงาน จะครอบคลุมระยะโดยทั่วไป ๗๐๐ เมตร โดยข้อมูลทั้ง ๒ ส่วน Plan และ Profile มีระยะทางตรงกัน ให้ผู้เขียนแบบพิจารณาค่าระดับหลังทาง และค่าระดับดินเดิม ในช่วงระยะของการเขียนแบบแผ่นนั้นๆ ว่ามีค่าระดับสูงสุด และค่าระดับต่ำสุดที่เท่าใด ดังแสดงในรูปที่ ๒๖

จากรูปตัวอย่าง (Plan & Profile) เขียนรูปตัดตามแนวยาวลงในแบบ Plan & Profile (อ.๒-๐๑) โดยใช้มาตราส่วนในทางตั้ง ๑:๑๐๐ และทางแนวนอน ๑:๑,๐๐๐ จากตัวอย่าง เริ่มเขียนจาก กม. ๙+๕๐๐ ถึง กม. ๑๐+๒๐๐ ระยะทั้งหมด ๗๐๐ เมตร โดยมี

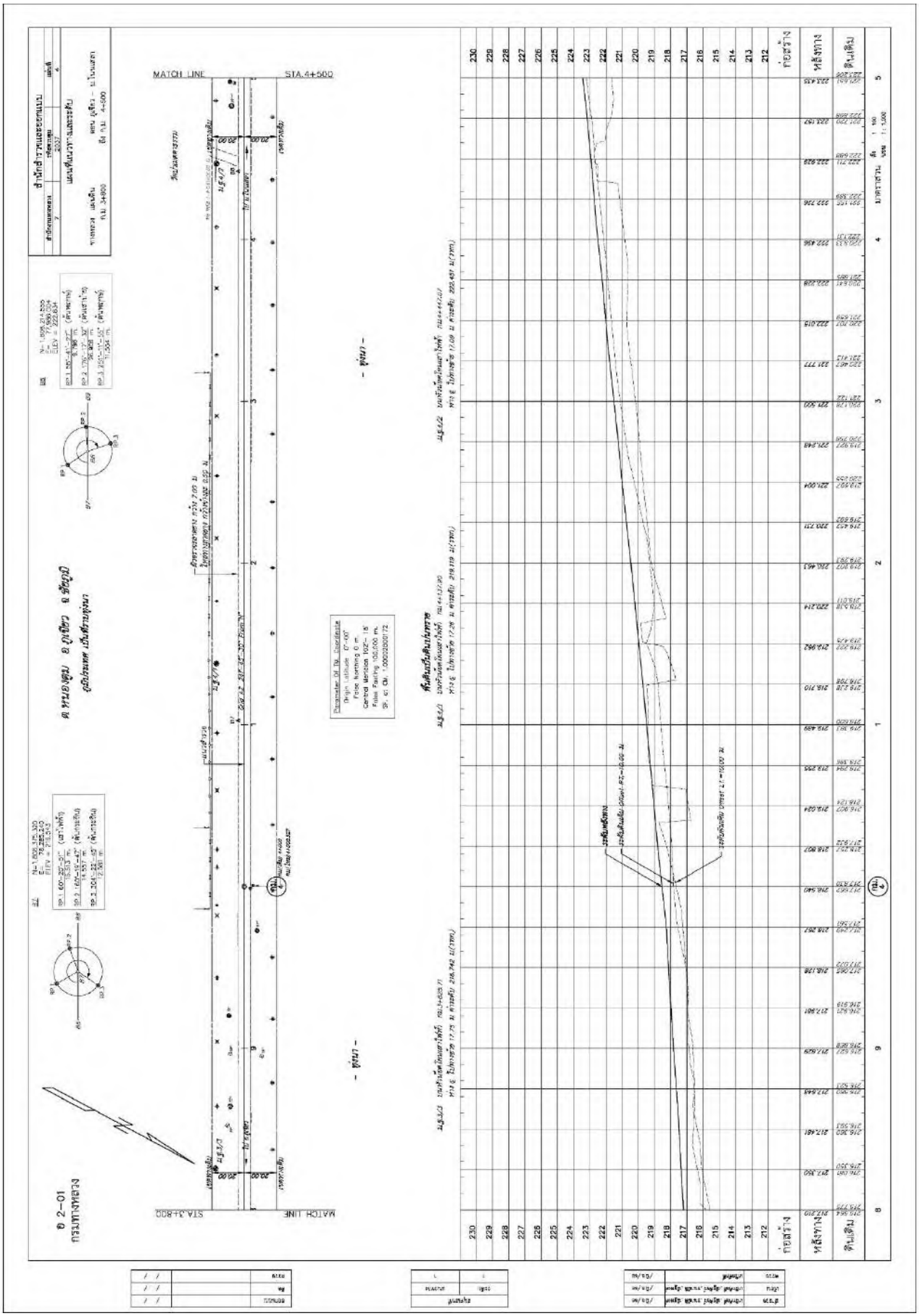
ค่าระดับหลังทาง สูงสุดอยู่ที่ กม. ๙+๙๐๐ มีค่าระดับ ๑๓๘.๙๓๗ เมตร
ค่าระดับหลังทาง ต่ำสุดอยู่ที่ กม. ๑๐+๒๐๐ มีค่าระดับ ๑๓๗.๖๖๙ เมตร
ค่าระดับดินเดิม สูงสุดอยู่ที่ กม. ๙+๗๗๕ มีค่าระดับ ๑๓๘.๗๗๗ เมตร
ค่าระดับดินเดิม ต่ำสุดอยู่ที่ กม. ๑๐+๒๐๐ มีค่าระดับ ๑๓๕.๗๙๔ เมตร

กำหนดให้ค่าตัวเลข ที่จะทำการ Plot ค่าเส้นระดับในทางแนวตั้งค่าอยู่ ระหว่าง ๑๓๕ ถึง ๑๓๙ ซึ่งอยู่ระหว่างกลางในส่วนที่จะเขียนเส้นระดับ ในทางแนวนอน เขียนค่าระดับของหลังทาง และค่าระดับดินเดิม ตามระยะทางที่ทำการสำรวจ จากนั้น Plot จุด และลากเส้นทึบไปตามแนวนอนใส่ลูกศรชี้ เป็นระดับหลังทาง ส่วนที่เป็นประ จะใส่ลูกศรชี้เป็นระดับดินเดิม หากในช่วงระยะนั้นๆ มีทางแยก สามารถแทรกลงในแผ่นได้หากพื้นที่เขียน Profile ไม่เพียงพอให้เขียนในแผ่นงานถัดไปเช่น แผ่นงานที่ ๕ ก็เพิ่มเป็น แผ่นงานที่ ๕/๑

การเขียน ท่อ คสล. , Box Culvert , สะพาน ลงในแบบ Profile ให้เป็นไปตามตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ ๒๗ และถ้าหากไม่พบท่อ คสล. หรือ Box Culvert และ/หรือ สะพาน อย่างใดอย่างหนึ่ง ให้ทำการเก็บค่าระดับน้ำขณะทำการสำรวจ โดยอย่างน้อย ๑ แผ่นงาน จะต้องมีค่าระดับน้ำระบุไว้ในแบบสำรวจด้วย



รูปที่ ๒๖ ตัวอย่างแบบ Profile



รูปที่ ๒๗ ตัวอย่างแบบ Profile

๓. การส่งข้อมูลและแผนที่

เมื่อทำการจัดทำแบบสำรวจทางและภูมิประเทศแล้วเสร็จ ควรดำเนินการจัดเตรียมจัดส่งข้อมูลให้ผู้ออกแบบดำเนินการต่อไป โดยมีรายละเอียดข้อมูลที่จะต้องจัดเตรียมทั้งหมด ดังนี้

๑) ข้อมูลสนาม จำนวน ๑ ชุด

๒) รายการรังวัด พร้อมทั้งรายงานแสดงความคลาดเคลื่อนในการเข้าบรรจบ (Loop Closure) รายงานการประมวลผลและปรับแก้โครงข่าย (Network Adjustment) ของการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS.

๓) แบบหมายหมุดหลักฐาน (Description) ภาพถ่ายหมุดหลักฐาน พร้อมทั้งแผนที่สังเขปแสดงที่ตั้งหมุด

๔) ข้อมูลสนามการรังวัดมุมและระยะ และรายการคำนวณ พร้อมรูปถ่าย รายการคำนวณวงรอบพิกัด และข้อมูลดิบในสนาม (Raw Data)

๕) ข้อมูลรายละเอียดที่ตั้งหมุดหลักฐานระดับ (BM.) พร้อมรูปถ่ายและรายการคำนวณระดับ

๖) ข้อมูลแนวทาง จุดเริ่มต้นโครงการ, จุดสิ้นสุดโครงการ, รายการโค้ง, ทางร่วมทางแยก พร้อมทั้งพิกัด ของจุดต่างๆ ในลักษณะ Text File หรือ Excel

๗) ข้อมูลรายละเอียดภูมิประเทศ ในลักษณะ Text File หรือ Excel โดยมีข้อมูล Station, Off Set, Elevation, Code หรือ Point No., N, E, Elevation, Description และ ข้อมูลดิบในสนาม (Raw Data) จากกล้อง Total Station และ/หรือ จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS รังวัดแบบ RTK.

๘) Drawing ของ แนวทางและภูมิประเทศ รูปตัดตามยาว (Profile) รูปตัดขวาง (Cross Section) แบบขยายรายละเอียดช่องน้ำ ตลอดสายทาง

๙) บัญชีเขตทาง บัญชีท่อกลม - ท่อเหลี่ยม บัญชีสะพาน

๑๐) แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการ (Location Map) ในระบบพิกัด UTM ประกอบด้วยแผนที่ ๑:๕๐,๐๐๐ แนวถนนโครงการ (Alignment) หลักกิโลเมตร พร้อมทั้งแสดงค่าพิกัดของจุดเริ่มต้นโครงการ และจุดสิ้นสุดโครงการ (N , E (พิกัด UTM. ทศนิยม ๓ ตำแหน่ง)) พร้อมทั้งระบุ Zone ด้วย และ ค่าพิกัดยีออเดติค (Latitude, Longitude) ทศนิยมของฟิลิปดา ๕ ตำแหน่ง))

เอกสารอ้างอิง

กรมทางหลวง. (๒๕๕๗). คู่มือการเขียนแบบวิศวกรรมงานทาง

รศ.ดร.ดีบุญ เมธากลุชาติ. (๒๕๖๑). เข้าใจแผนที่และการฉายแผนที่อย่างวิศวกร

ชินกฤต เสรีบุตร. (๒๕๕๕). การทำงานโปรแกรม Civil 3D สำหรับงานทาง

บุญฤทธิ์ ศรีวะรมย์. (๒๕๖๘). คู่มือประกอบการปฏิบัติงานสำรวจทาง หลักสูตรการสำรวจเพื่องานก่อสร้าง กรมทางหลวง

ประจวบ เรียบร้อย. การออกแบบเส้นโครงแผนที่ความเพี้ยนต่ำ (Low Distortion Projection). https://www.priabroy.name/archives/sdm_downloads/surveyor_pocket_tools-796

John, P. Snyder. (1987). Map Projections - A Working Manual

ภาคผนวก ก ระบบแผนที่

แผนที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ การเรียนการสอน การประกอบอาชีพสาขาต่างๆ และการนำไปใช้งานด้านต่างๆ เช่น ภูมิศาสตร์ การสำรวจ ธรณีวิทยา ป่าไม้ การคมนาคมขนส่ง กิจการทหารตำรวจ สาขาต่างๆ เหล่านี้ จะต้องอาศัยแผนที่เป็นเครื่องมือชี้นำเสมอ การทำแผนที่ในระบบสากลจะใช้วิธีการ Projection รายละเอียดต่างๆ บนผิวโลก ลงบนพื้นผิวรูปทรงต่างๆ โดยใช้เส้นโครงแผนที่เป็นพิกัดอ้างอิง โดยจะให้ความถูกต้องทางมาตราส่วนของแผนที่ แตกต่างกันไปตามผิวสัมผัสของรูปโลก

รูปทรงสัณฐานของโลก

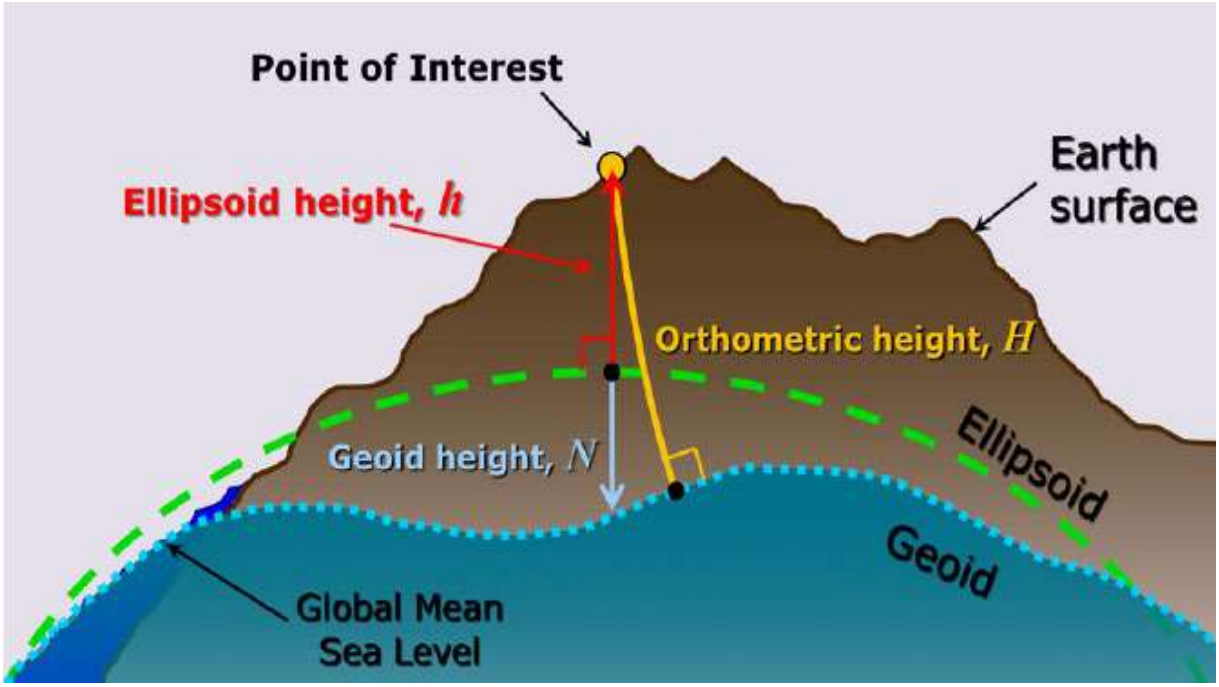
โลก (Earth) โลกของเรามีรูปร่างลักษณะเป็นรูปทรงรี (Oblate Ellipsoid) คือมีลักษณะป่องตรงกลาง ขั้วเหนือ-ใต้ แบนเล็กน้อย แต่พื้นผิวโลกที่แท้จริงมีลักษณะขรุขระสูง ต่ำ ไม่ราบเรียบ สม่ำเสมอ พื้นผิวโลกจะมีพื้นที่ประมาณ ๕๐๙,๔๕๐,๐๐๐ ตารางกิโลเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ศูนย์สูตรยาว ๑๒,๗๕๗ กิโลเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางจากขั้วโลกเหนือถึงขั้วโลกใต้ ๑๒,๗๑๔ กิโลเมตร จะเห็นว่าระยะทางระหว่างแนวนอน (เส้นศูนย์สูตร) ยาวกว่าแนวตั้ง (ขั้วโลกเหนือ-ใต้) จากลักษณะดังกล่าวนี้ ทำให้ไม่สามารถใช้รูปทรงเรขาคณิตอย่างง่ายแสดงขนาด และรูปร่างของโลกได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นเพื่อความสะดวกต่อการพิจารณารูปทรงสัณฐานของโลก และในกิจการของแผนที่ จึงมีการใช้รูปทรงสัณฐานของโลกอยู่ 3 แบบ คือทรงกลม (Spheroid) ทรงรี (Ellipsoid) และ ยีออยด์ (Geoid)

ทรงกลม หรือ สเฟียรอยด์ (Spheroid) เป็นรูปทรงที่ง่ายที่สุด จึงเหมาะเป็นสัณฐานของโลกโดยประมาณ ใช้กับแผนที่มาตราส่วนเล็กที่มีขอบเขตกว้างขวาง เช่น แผนที่โลก แผนที่ทวีป หรือ แผนที่อื่นๆที่ไม่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง

ทรงรี หรือ อิลิปซอยด์ (Ellipsoid) โดยทั่วไป คือ รูปที่แตกต่างกับรูปทรงกลมเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะมีลักษณะใกล้เคียงกับสัณฐานจริงโลกมาก จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นพื้นผิวการรังวัด และการแผนที่ที่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง เช่น แผนที่ระดับชุมชนเมือง แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนใหญ่ทั่วไป แผนที่นำร่อง เป็นต้น

ยีออยด์ (Geoid) เป็นรูปทรงที่เหมือนกับสัณฐานจริงของโลกมากที่สุด เกิดจากการสมมุติระดับน้ำในมหาสมุทรขณะทรงตัวอยู่นิ่ง เชื่อมโยงให้ทะลุไปถึงกันทั่วโลก จะเกิดเป็นพื้นผิวซึ่งไม่ราบเรียบตลอด มีบางส่วนที่ยุบต่ำลง บางส่วนสูงขึ้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและแรงโน้มถ่วงของโลกทุกๆ แนวดิ่ง (Plumb Line) จะตั้งฉากกับยีออยด์ ยีออยด์มีบทบาทสำคัญในงานรังวัดชั้นสูง (Geodesy) แต่กลับไม่มีบทบาทโดยตรงกับวิชาการแผนที่ นอกจากจะใช้ในการคำนวณแผนที่ประกอบกับรูปทรงรี





รูปที่ ๒๘ สัณฐานของโลก

พื้นหลักฐานทางยีออเดซี

พื้นหลักฐานทางยีออเดซี (Geodetic Datum) หรือพื้นหลักฐานแผนที่ ที่ใช้อ้างอิงสำหรับประเทศไทยมี ๒ พื้นหลักฐาน คือ พื้นหลักฐานอินเดียน พ.ศ. ๒๕๑๘ (Indian 1975) และ WGS 84

พื้นหลักฐานอินเดียน พ.ศ. ๒๕๑๘ (Indian 1975) เป็นพื้นหลักฐานท้องถิ่นของประเทศไทย ที่จัดทำ โดยการทำงานรังวัดภาคพื้นดินด้วยวิธีข่ายสามเหลี่ยมและงานวงรอบ

SPHEROID : "Everest 1830 (1937 Adjustment)"
Semi-major axis (a) = ๖,๓๗๗,๒๗๖.๓๔๕ meters
Flattening (f) = ๑ / ๓๐๐.๘๐๑๗
EPSG : 4240

WGS 84 เป็นพื้นหลักฐานสากลที่จัดทำขึ้นโดย Defense Mapping Agency (DMA) หรือปัจจุบัน คือ National Imagery and Mapping Agency (NIMA) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้เป็นพื้นหลักฐานของดาวเทียมระบบ GPS ใช้รูปทรงรีที่มีค่าพารามิเตอร์ดังนี้

Ellipsoid : "WGS 84"
Semi-major axis (a) = ๖,๓๗๘,๑๓๗.๐๐ meters
Flattening (f) = ๑ / ๒๙๘.๒๕๗๒๒๓๕๖๓
EPSG : 4326

เมื่อมีความจำเป็นต้องแปลงค่าพิกัดระหว่างพื้นหลักฐาน จะใช้รูปจำลองการแปลงที่ชื่อว่า Bursa-Wolf ประกอบด้วยพารามิเตอร์การแปลง ๗ ตัว เป็นค่าเลื่อนหรือระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของรูปทรงรี ในแนวแกน x, y และ z รวม ๓ ตัว ค่ามุมหมุนรอบแกน x, y และ z ที่ทำให้แกนพิกัดไม่ขนานกันรวมอีก ๓ ตัว และมีค่าต่างมาตราส่วนระหว่างพื้นหลักฐานอีก ๑ ตัว สำหรับพารามิเตอร์การแปลงจากพื้นหลักฐาน WGS 84 ไปเป็นพื้นหลักฐาน Indian 1975 มีเฉพาะค่าเลื่อน ๓ ตัวคือ

Δx = -๒๐๔.๕ เมตร
Δy = -๘๓๗.๙ เมตร
Δz = -๒๙๔.๘ เมตร

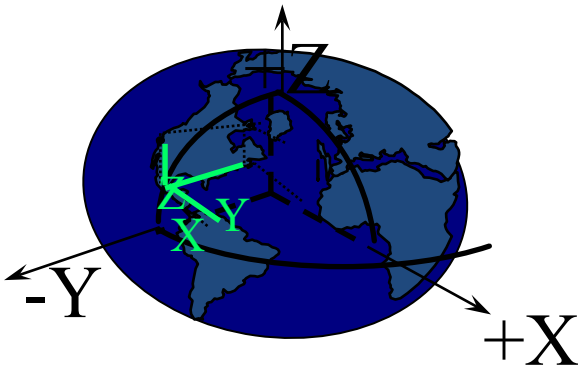
ในกรณีที่ต้องการแปลงจากพื้นหลักฐาน Indian 1975 ไปเป็นพื้นหลักฐาน WGS 84 ให้เปลี่ยนเครื่องหมายของพารามิเตอร์การแปลงเป็นเครื่องหมายตรงกันข้าม

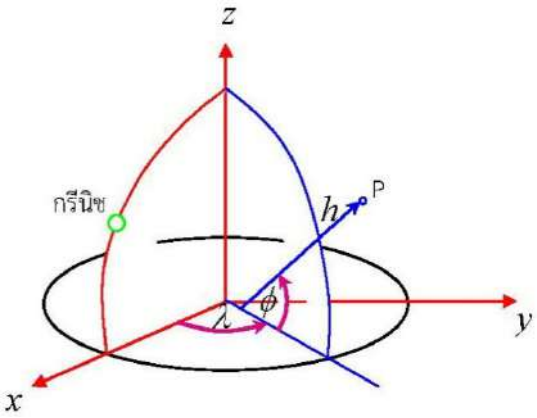
ระบบพิกัดทางยีออเดซี

การบอกตำแหน่งสัมบูรณ์ (Absolute Positioning) เป็นการบอกค่าพิกัดตำแหน่งในระบบพิกัดที่มีจุดกำเนิดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลก ได้แก่ ระบบพิกัดฉากยึดติดโลก (Earth Fixed Coordinate System) และระบบพิกัดทางยีออเดซีหรือระบบพิกัดรูปทรงรี

ระบบพิกัดฉากยึดติดโลก (Earth Fixed Coordinate System) เป็นกรอบของแกนพิกัดฉาก ที่ผูกติดอยู่กับพื้นผิวโลก แกนพิกัดของระบบยึดติดโลกจึงหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากับอัตราการหมุนรอบตัวเองของโลก ระบบพิกัดฉากยึดติดโลก (x,y,z) ที่ใช้เป็นกรอบอ้างอิงร่วมกันเป็นสากลมีนิยามดังนี้ คือ จุดกำเนิดของระบบอยู่ที่จุดมวลสารของโลก แกน z อยู่ในแนวแกนหมุนเฉลี่ยโลก โดยผ่านจุด CIO (Conventional International Origin) ระนาบศูนย์สูตร xy ตั้งฉากกับแกน z โดยมีแกน x อยู่ในแนว เมริเดียนกรีนิช ส่วนแกน y ตั้งฉากกับแกน x และแกน z ทำให้เกิดเป็นระบบพิกัดมือขวา

ระบบพิกัดทางยีออเดซีเลือกรูปทรงรีที่ใช้แทนสัณฐานของโลกเพื่อเป็นพื้นผิวอ้างอิงในการคำนวณ มุมที่เส้นตั้งฉากกับพื้นผิวรูปทรงรีที่จุดใดๆ P กระทำกับระนาบศูนย์สูตรคือค่าละติจูด ϕ ของจุด P มุมระหว่างระนาบเมริเดียนที่ผ่าน P กับระนาบเมริเดียนกรีนิช คือค่าลองจิจูด λ ของจุด P ส่วนระยะตามแนวเส้นตั้งฉากจากจุด P จนถึงพื้นผิวรูปทรงรี คือ ความสูงเหนือรูปทรงรี h ค่าพิกัดรูปทรงรี $(\phi, \lambda, \mathrm{h})$ ใช้บอกตำแหน่งสัมบูรณ์ของ จุด P ด้วยเช่นเดียวกัน ระบบพิกัดฉากยึดติดโลก และระบบพิกัดรูปทรงรีแสดงไว้ในรูป





ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพิกัดฉาก (x, y, z) และค่าพิกัดทางยีออเดซี $(\phi, \lambda, \mathrm{h})$ คือ

$$X = \left(N_\phi + h\right) \cos\phi \cos\lambda$$

$$y = \left(N_\phi + h\right) \cos\phi \sin\lambda$$

$$z = \left(N_\phi \left(l - e^2\right) + h\right) \sin\phi$$

ในสมการข้างบนนี้ N_ϕ คือรัศมีความโค้งของรูปทรงรีในแนวดิ่งหลัก ซึ่งคำนวณได้จาก

$$N_\phi = \frac{a}{\sqrt{l - e^2 \sin^2 \phi}}$$

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภูมิศาสตร์โลก

- เส้นวงกลมใหญ่ (Great Circle) คือ เส้นรอบวงที่เราลากผ่านไปรอบผิวโลกโดยผ่านที่ศูนย์กลางวงกลม แล้วบรรจบมาเป็นวงกลม เรียกว่า "วงกลมใหญ่" ตัวอย่าง เช่น เส้นศูนย์สูตร เส้นเมริเดียนที่อยู่ตรงข้ามกัน เส้นแบ่งเขตมืด-สว่าง

- เส้นวงกลมเล็ก (Small Circle) คือ เส้นรอบวงที่เราลากผ่านไปรอบผิวโลกโดยไม่ผ่านที่ศูนย์กลางวงกลม แล้วบรรจบมาเป็นวงกลม ตัวอย่าง เช่น เส้นขนาน

- เส้นศูนย์สูตร (Equator) คือ เส้นที่ลากผ่านศูนย์กลางวงกลมในแนวตะวันออกและตะวันตก โดยจุดเริ่มต้นของเส้นที่ 0 องศาทางตะวันออก ซึ่งเป็นวงกลมใหญ่วงหนึ่งเช่นกัน

- เส้นเมริเดียน (Meridians) คือ เส้นที่ลากผ่านศูนย์กลางวงกลมในแนวเหนือและใต้ โดยลากเชื่อมระหว่างจุดขั้วโลกเหนือ และขั้วโลกใต้

- เส้นเมริเดียน ปฐม (Prime Meridian) คือ เส้นเมริเดียนที่ลากผ่านหอดูดาวที่ตำบลกรีนิช (Greenwich) ประเทศอังกฤษใช้เป็นเส้นหลัก ซึ่งกำหนดให้มีลองติจูดเป็นศูนย์ ถ้าถือตามข้อตกลงนานาชาติ ค.ศ. 1884 จะเรียกว่าเส้นเมริเดียนกรีนิช ก็ได้

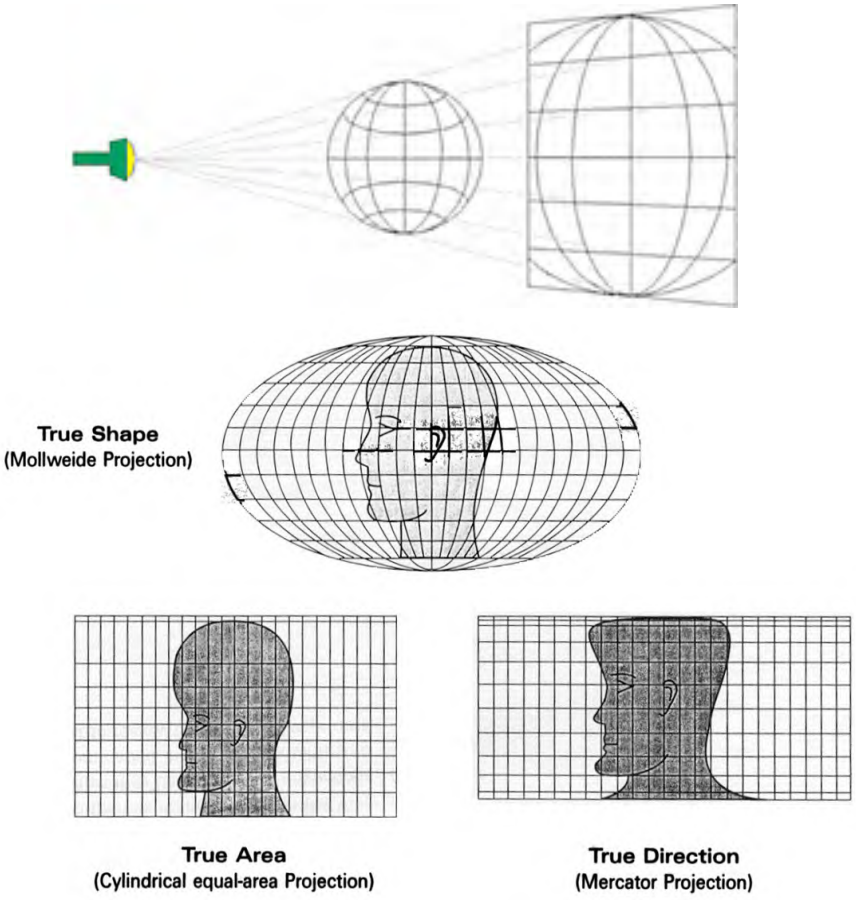
- เส้นขนาน (Parallels) คือ เส้นที่ลากขนานกับเส้นศูนย์สูตร หรือ วงกลมเล็ก

- ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง คือ ระยะทางเชิงมุมที่วัดไปทางเหนือและใต้ของเส้นศูนย์สูตร นับจาก 0 องศาไปทางเหนือและทางใต้ 90 องศา

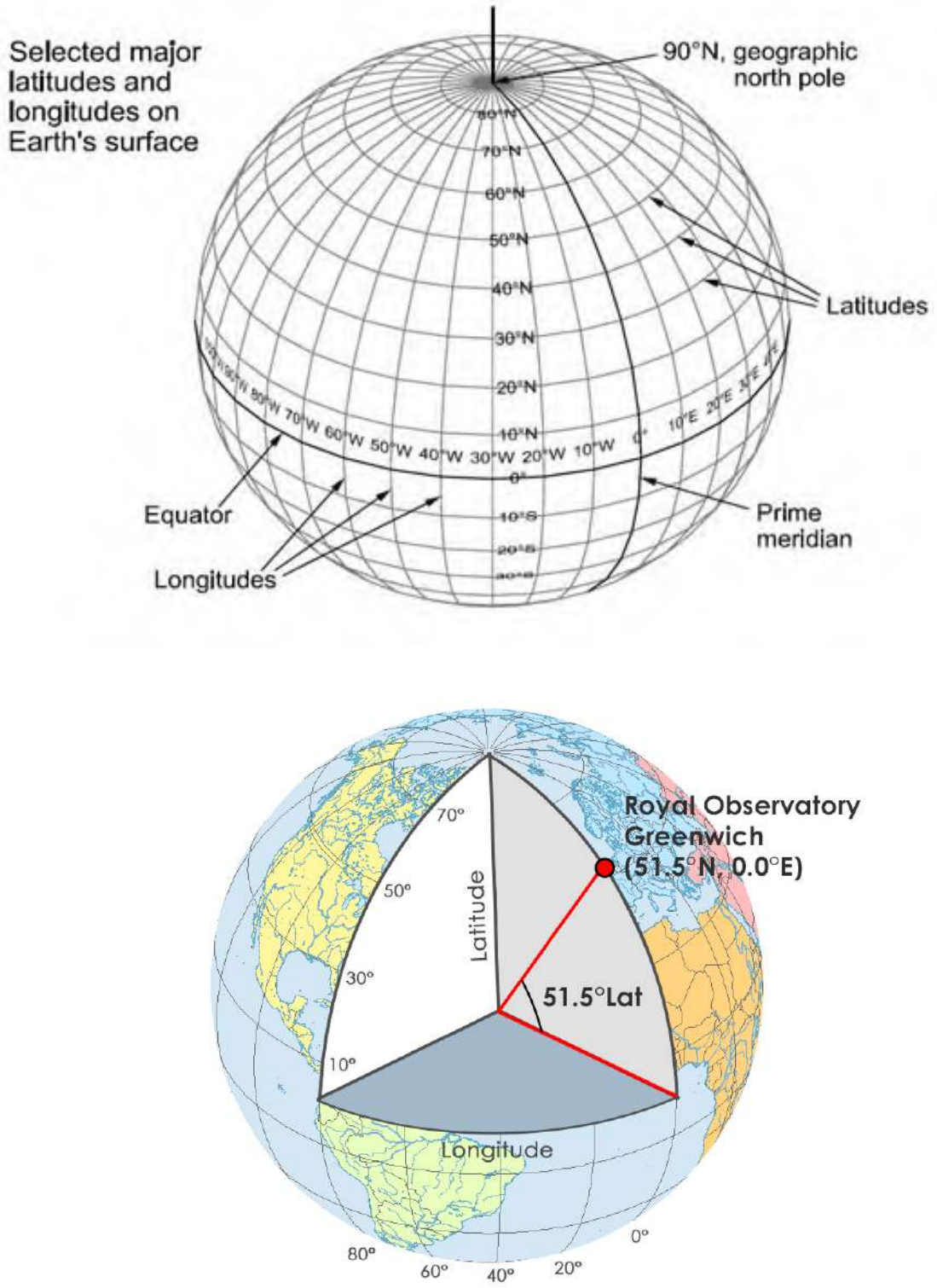
- ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง คือ ระยะทางเชิงมุมที่วัดจากเมริเดียนปฐมซึ่งถือที่ 0 องศา ตำบลกรีนิชเป็นหลัก วัดไปทางตะวันออก 180 องศาตะวันออกและทางตะวันตก 180 องศาตะวันตก

- เส้นโครงแผนที่ คือ ระบบของเส้นที่สร้างขึ้นในพื้นที่แบนราบ เพื่อแสดงลักษณะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนอันเป็นผลจากแบบและวิธีการสร้างรูปทรงเรขาคณิต และการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในการถ่ายทอดเส้นเหล่านั้นจากผิวโลก ซึ่งเป็นทรงกลมลงบนพื้นที่แบนราบ ซึ่งวิธีการนั้น เรียกว่าการฉายแผนที่ โดยการใช้พื้นผิวรูปทรงเรขาคณิต 3 ชนิด คือ รูประนาบ (Plane) รูปทรงกรวย (Cone) และรูปทรงกระบอก (Cylinder) ในการฉายเส้นโครงแผนที่

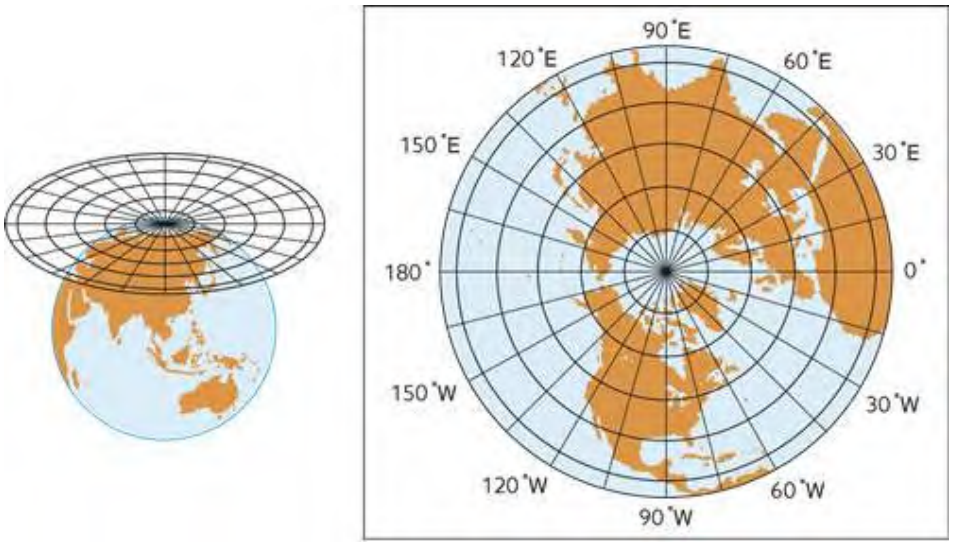
- โปรเจคชั่นของแผนที่ คือ ระบบการเขียนแนวเส้นที่แทนเส้นเมริเดียนและเส้นขนาน (Meridians and Parallels) ของพิภพทั้งหมด หรือ ส่วนใดส่วนหนึ่งลงบนพื้นแบนราบตามมาตราส่วน

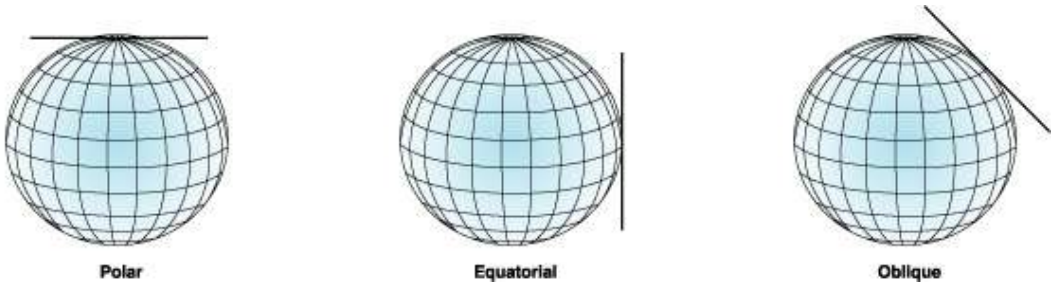


รูปที่ ๒๙ การฉายภาพแผนที่ในระบบค่าพิกัด (Map Projection)

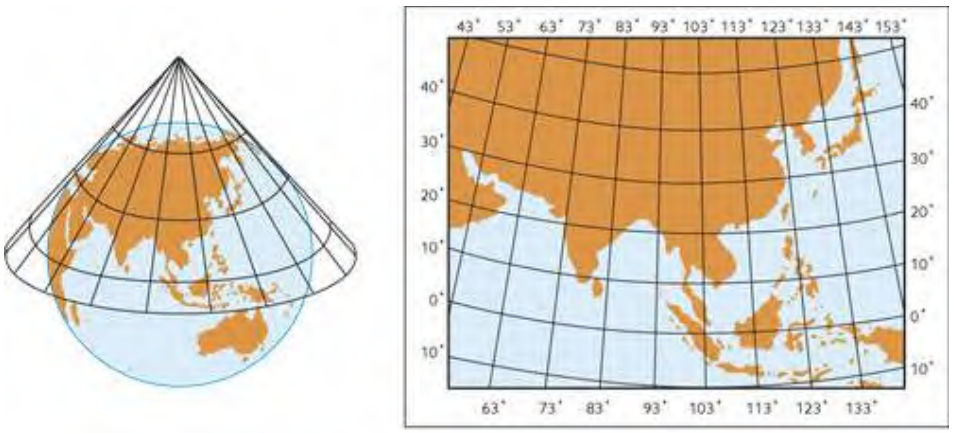


รูปที่ ๓๐ พิกัดภูมิศาสตร์



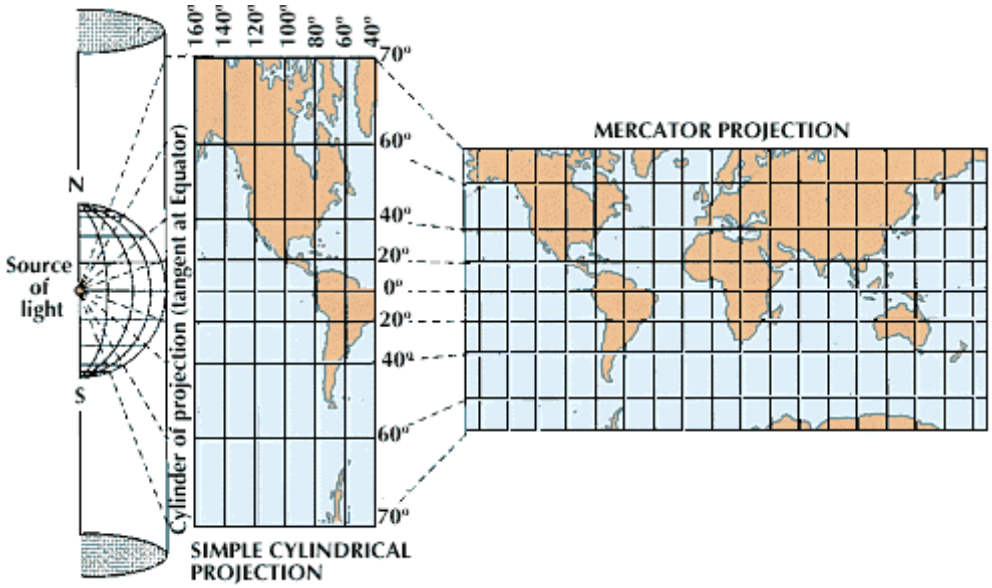


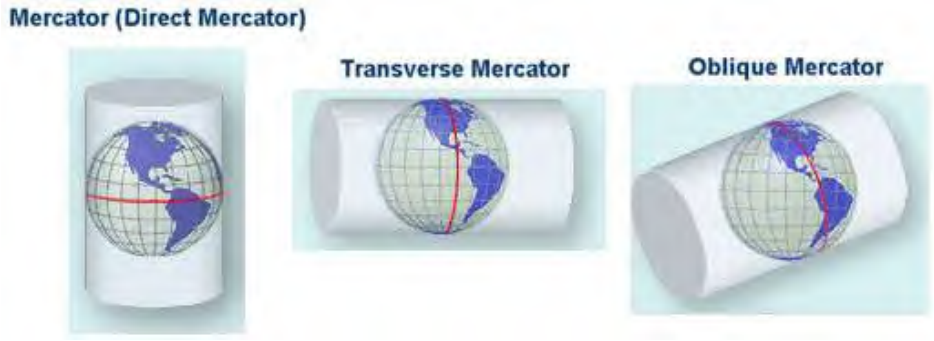
(ก) Plane Projection





(ข) Conic Projection





(ค) Cylindrical Projection

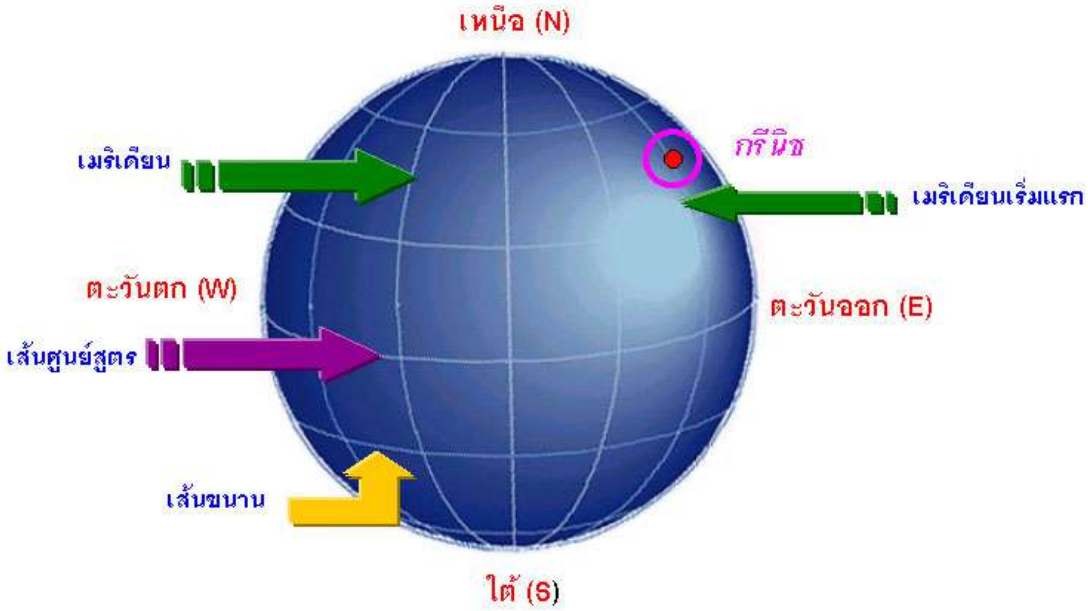
รูปที่ 31 โปรเจคชั่นของแผนที่

- **ทิศเหนือจริง (True North)** คือแนวที่นับจากตำบลใดๆ บนพิภพไปยังขั้วโลกเหนือจะเห็นว่าเส้น Longitude ทุกเส้น ก็คือแนวทิศเหนือจริง ตามปกติใช้สัญลักษณ์รูปดาวแทนทิศเหนือจริงโดยทั่วโปจะไม่ใช้ทิศเหนือจริงในการอ่านแผนที่

- **ทิศเหนือกริด (แผนที่) (Grid North)** คือแนวเส้นกริดใต้-เหนือบนแผนที่ ใช้สัญลักษณ์ GN ทิศเหนือกริดให้ประโยชน์ในการหาค่าพิกัดบนแผนที่และมุมภาคของทิศ

- **ทิศเหนือแม่เหล็ก (Magnetic North)** คือแนวตามปลายลูกศรที่แสดงทิศเหนือของเข็มทิศ ซึ่งโดยปกติเข็มทิศจะชี้ไปทางขั้วเหนือของแม่เหล็กโลกเสมอ ในแผนที่จะใช้สัญลักษณ์รูปลูกศรครึ่งซีก ทิศเหนือแม่เหล็กจะใช้ประโยชน์ในการหาทิศทางเมื่ออยู่ในภูมิประเทศจริง

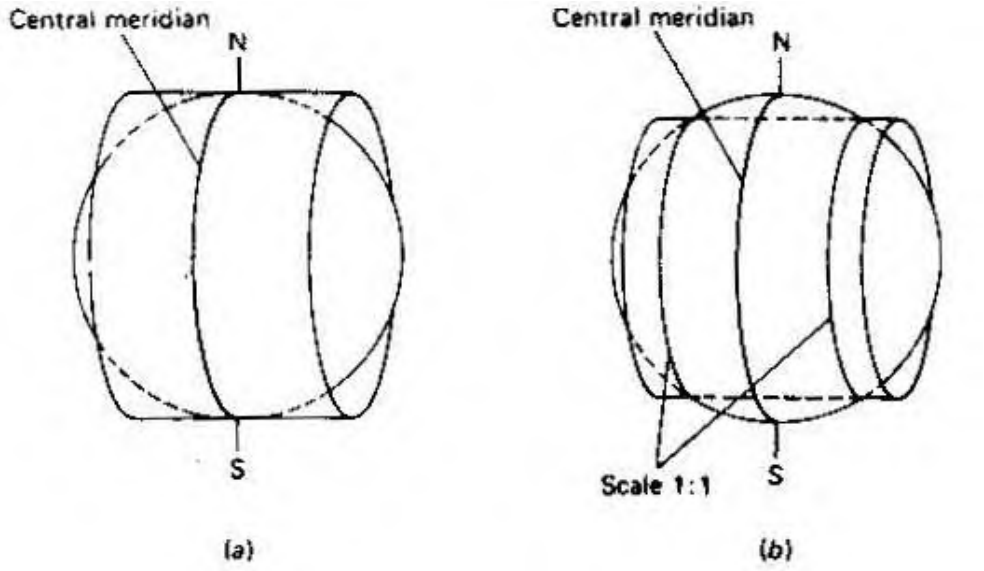
- **อะซิมุท (Azimuth)** เป็นวิธีการที่คิดขึ้นมาเพื่อใช้ในการบอกทิศทาง คือวัดขนาดของมุมทางราบที่วัดจากแนวทิศเหนือหลักเวียนตามเข็มนาฬิกามาบรรจบกับแนวเป้าหมายที่ต้องการ มุมทิศอะซิมุทนี้จะมีค่าตั้งแต่ 0 - 360 องศา และเมื่อวัดมุมจากเส้นฐานทิศเหนือหลักชนิดใด ก็จะเรียกตามทิศเหนือหลักนั้น เช่น อะซิมุทจริง อะซิมุทกริด อะซิมุทแม่เหล็ก



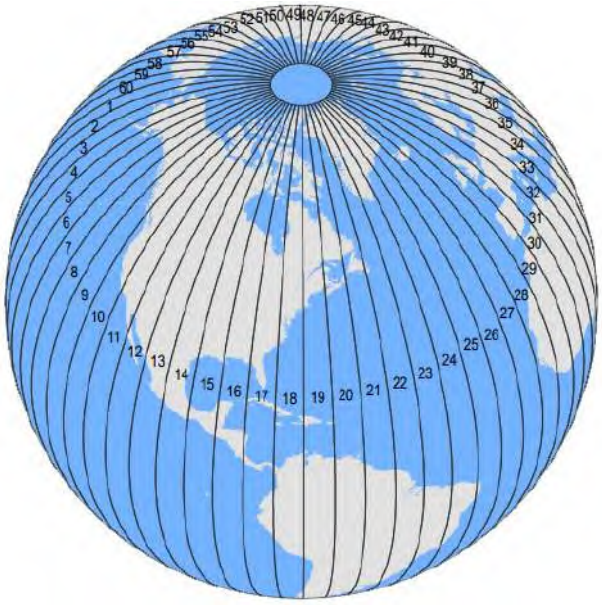
รูปที่ ๓๒ แนวทิศทางบนระบบพิกัดแผนที่

ระบบพิกัด UTM.

UTM. เป็นตัวย่อของ Universal Transverse Mercator เป็นวิธีการฉายแผนที่แบบหนึ่งที่ใช้รูปทรงกระบอกวางในแนวขวางเป็นพื้นผิวรองรับการฉาย ถ้าใช้สัณฐานของโลกเป็นรูปทรงกลมและเลือกใช้รูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของโลก ในการฉายแบบเมอร์เคเตอร์แนวขวาง (Transverse Mercator) นี้รูปทรงกระบอกจะสัมผัสกับลูกโลกตามแนวของเส้นเมริเดียน เรียกแนวที่สัมผัสนี้ว่า แนวเมริเดียนกลาง (Central meridian) มาตราส่วนของแผนที่ ตามแนวเมริเดียนกลางจะถูกต้อง (ตามรูป ๓๓a.) บริเวณที่อยู่ห่างจากแนวเมริเดียนกลางจะขยายใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จึงเห็นได้ว่าการฉายแบบนี้เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแถบลองจิจูดแคบๆ ดังเช่นประเทศไทย



รูปที่ ๓๓ แสดงการฉายแบบพิกัด UTM

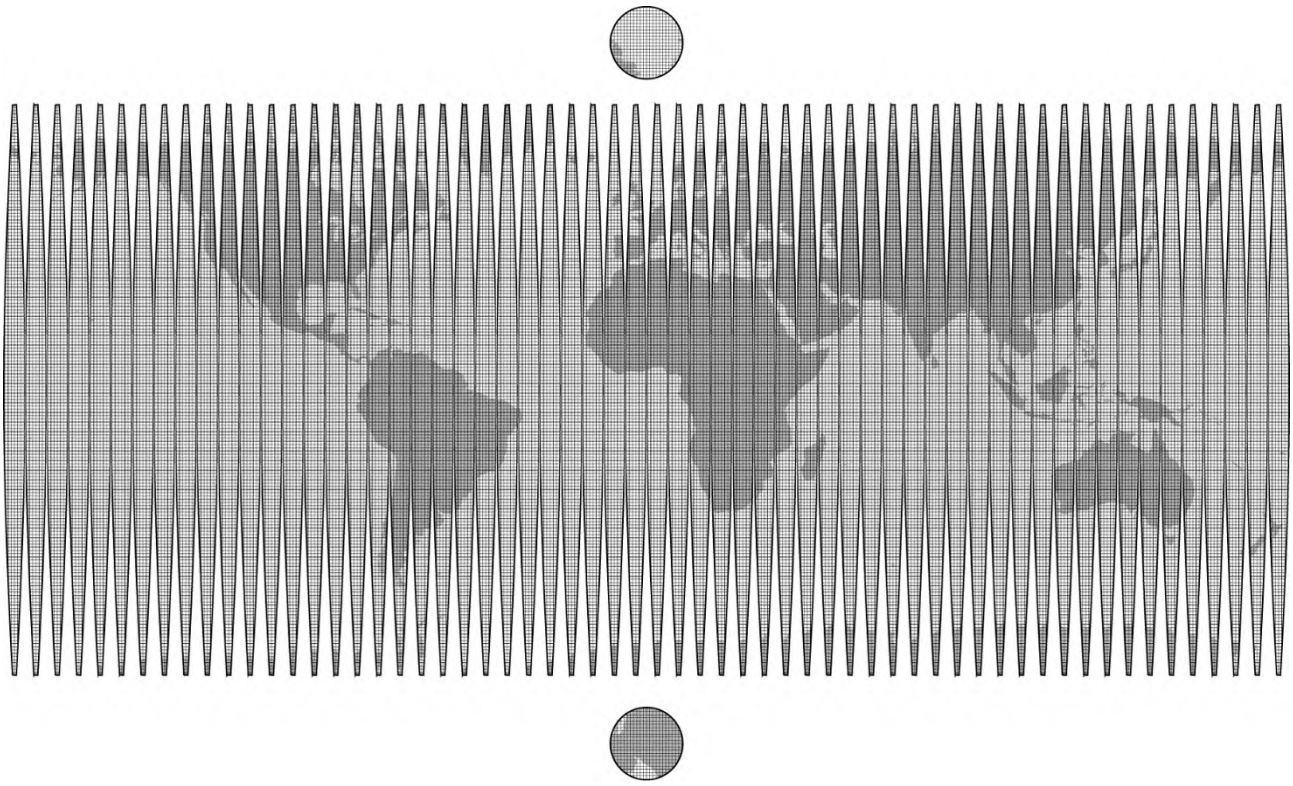


เพื่อให้การฉายแบบเมอร์เคเตอร์แนวขวางมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสากลหรือใช้ได้กับทุกๆ ส่วนของโลก โดยมีการบิดเบี้ยวเกิดขึ้นในเกณฑ์ที่ยอมรับได้จึงได้กำหนดให้การฉาย UTM. (Universal Transverse Mercator) ใช้กับพื้นที่ที่ขนาดกว้างของแถบลองจิจูดเท่ากับ ๖° เท่านั้น จากนั้น จึงทำการหมุนทรงกระบอกไป ๖° เพื่อสร้างแถบ (Zone) ของแผนที่อันใหม่ แต่ละแถบมีหมายเลขกำกับ เริ่มจากแถบที่ ๑ ที่อยู่ระหว่างแนวเมริเดียน ๑๘๐° กับแนวเมริเดียน ๑๗๔° ตะวันตก โดยมีแนวเมริเดียน ๑๗๗° ตะวันตกเป็นแนวเมริเดียนกลาง แล้วนับเรียงทีละ ๖° มาทางตะวันออก จนถึงแถบที่ ๖๐ ซึ่งอยู่ระหว่างแนวเมริเดียน ๑๗๔° ตะวันออก และแนวเมริเดียน ๑๘๐°

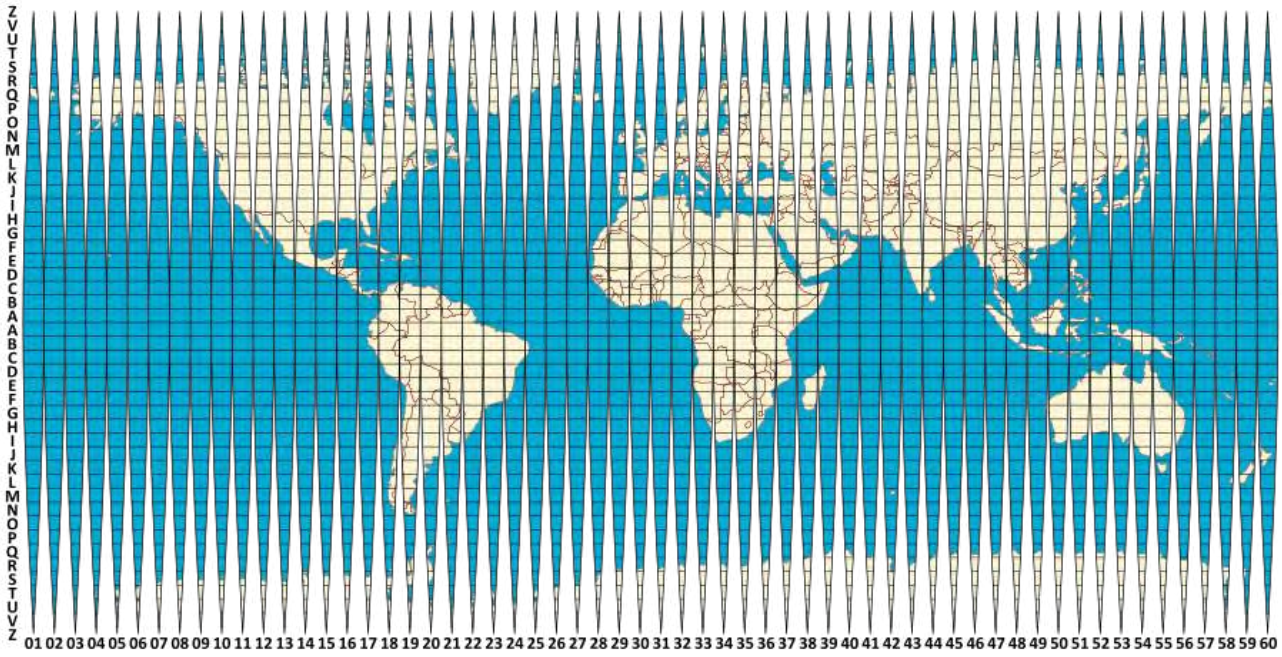
ขอบเขตของแต่ละโซน

ขอบเขตของแต่ละโซนจะอยู่ระหว่าง Latitude ๘๐° S และ ๘๔° N ความกว้าง Longtitude ๖° สำหรับประเทศไทย ตั้งอยู่ Latitude ๕° - ๒๐° N และ Longtitude ๙๖° - ๑๐๕° E จึงอยู่ในโซน ๔๗ , ๔๘



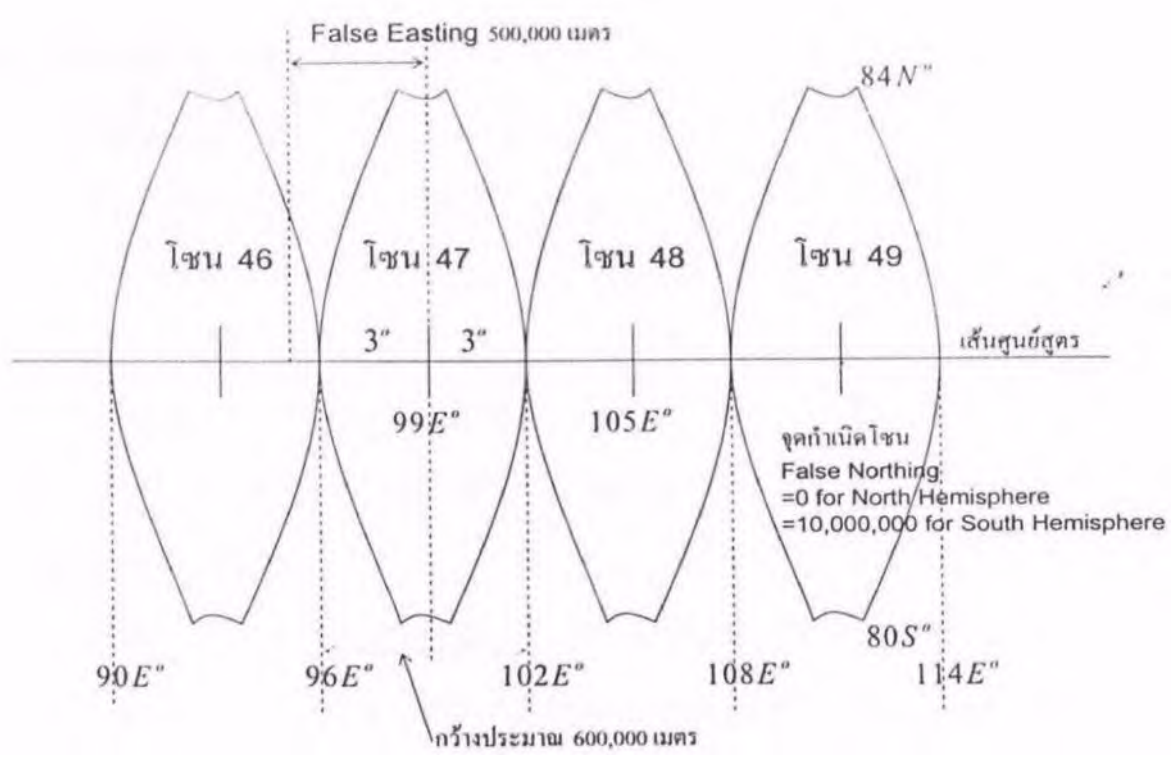


UTM & UPS Projection

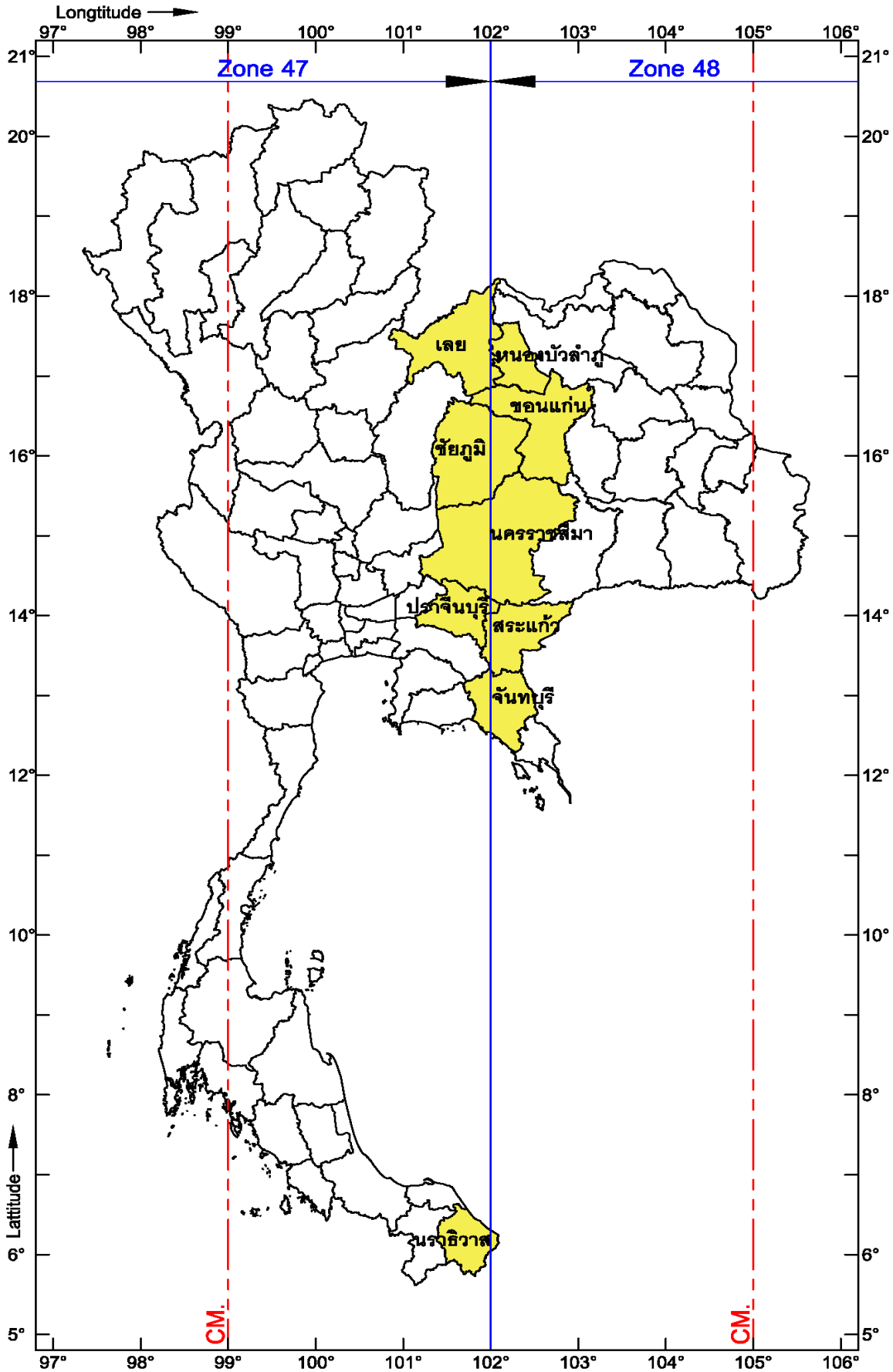


รูปที่ ๓๔ แสดงการแบ่งขอบเขตโซนแผนที่

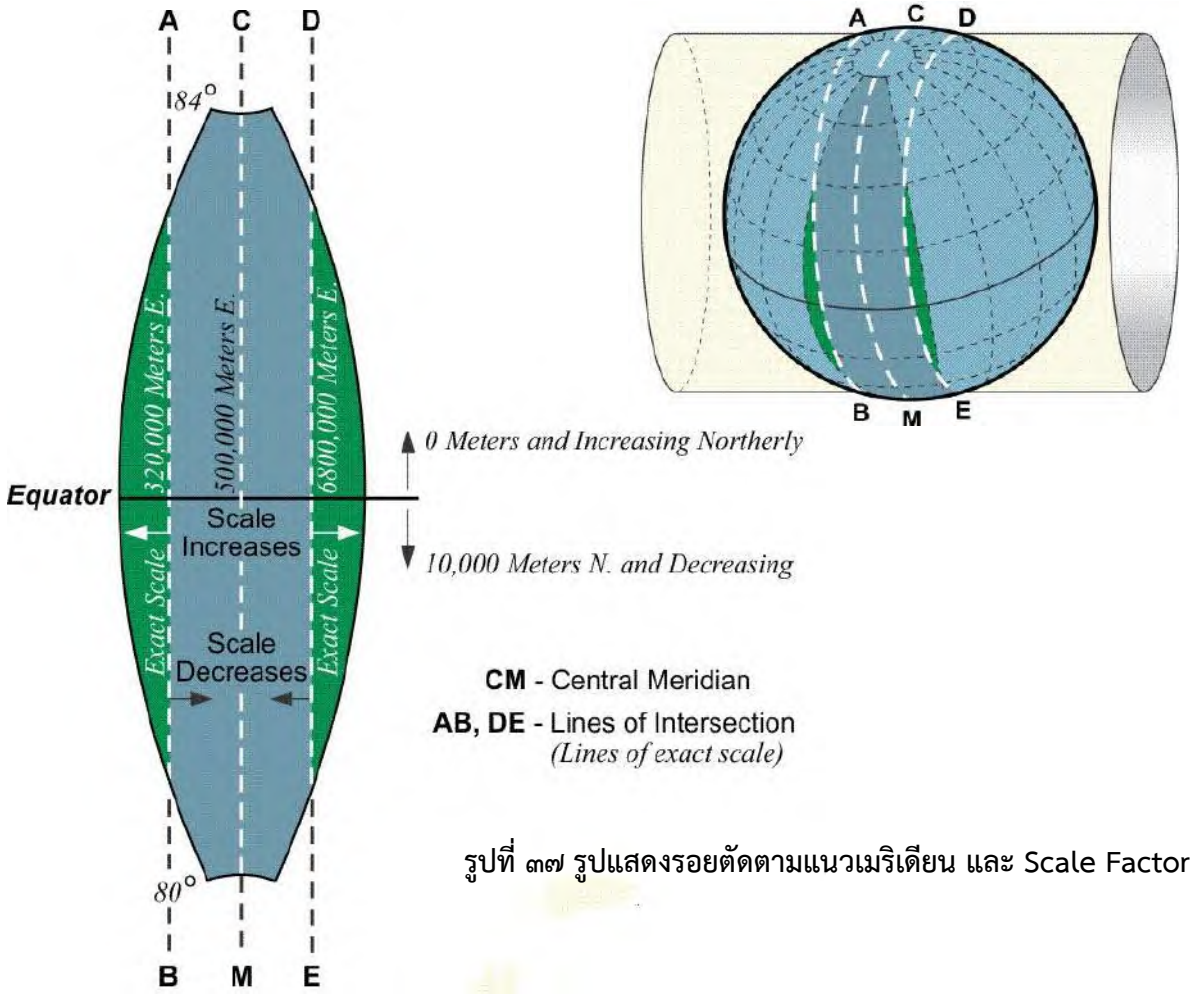




รูปที่ ๓๕ แสดงขอบเขต UTM Zone

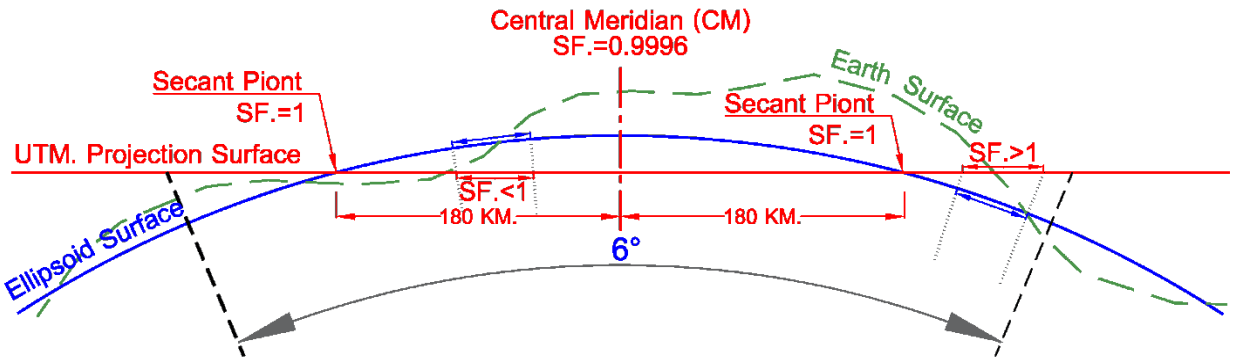


รูปที่ ๓๖ การแบ่งขอบเขต UTM Zone ของประเทศไทย



รูปที่ ๓๗ รูปแสดงรอยตัดตามแนวเมริเดียน และ Scale Factor

จากรูปรอยตัดที่ตัดตามแนว AB และ DE จะห่างจาก CM เท่ากับ ๑๘๐,๐๐๐ ม. มาตราส่วนของแผนที่ที่อยู่ระหว่างเส้น AB และ DE จะถูกลดลง เพราะระยะ Geodetic จะถูกลดลงโดยใช้ Scale factor ที่ CM จะมีค่าเท่ากับ ๐.๙๙๙๖ มาคูณจึงได้เป็นระยะกริดที่สั้นลง ที่เส้น AB และ DE จะมี Scale factor เท่ากับ ๑ เลยเส้น AB และ DE ออกไป จะมีค่ามากกว่า ๑ เมื่อนำไปคูณระยะ Geodetic ระยะกริดจึงมีค่ามากขึ้น ที่ขอบของโซนจะมีค่า Scale factor ที่ Equator ประมาณ ๑.๐๐๑๐ เส้น AB DE เรียกว่า Line of Scancy



รูปที่ ๓๘ ค่า Scale Factor

ข้อกำหนดต่างๆ ของ UTM Grid

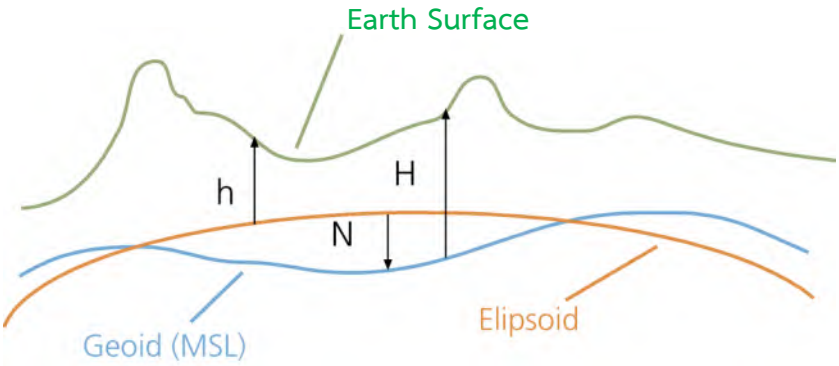
- Projection ชนิดนี้เป็นชนิด Transverse Mercator ความกว้างของโซน ๖°
- ค่า Latitude ของจุด Origin ไม่ว่าซีกโลกเหนือหรือซีกโลกใต้จะมีค่า = ๐° ยกเว้นพิกัดเหนือที่ไม่เท่ากัน
- ค่าระยะ , ค่าพิกัด จะมีหน่วยเป็นเมตร
- ค่าพิกัดตะวันออก (E) ที่ CM ตัดกับเส้นศูนย์สูตรของทุกโซน ให้มีค่าเท่ากับ ๕๐๐,๐๐๐ เมตร
- ค่าพิกัดเหนือ(N) ที่เส้นศูนย์สูตร (Equator) ทางซีกโลกเหนือ มีค่าเท่ากับ ๐ ทางซีกโลกใต้มีค่าเท่ากับ ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ เมตร
- ค่า Scale Factor ที่ CM ให้สัญญลักษณ์ = K_0 ซึ่ง K_0 มีค่า = ๐.๙๙๙๖
- ระยะเหลื่อมกัน (Overlap) ของแต่ละโซนทางตะวันออก/ตก จะมีระยะรวมประมาณ ๔๐ กม.

การที่ทุกโซน กำหนดให้จุดกำเนิดมีค่าพิกัดตะวันออก มีค่าเท่ากับ ๕๐๐,๐๐๐ เมตร จะทำให้ทุกๆ จุดบนแผนที่ UTM. ที่สร้างขึ้นมาไม่มีค่าเป็นลบ สำหรับการใช้แผนที่ที่มีระบบการฉายแผนที่จะต้องมีการแปลงค่าปริมาณที่วัดได้จากแผนที่เป็นปริมาณจริงบนพื้นผิวโลก เราจึงจำเป็นต้องรู้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- ระยะทางที่วัดได้เป็นระยะที่วัดไปตามพื้นผิวภูมิประเทศที่มีความลาดเอียง จะต้องทอนให้เป็นระยะราบที่ความสูงเฉลี่ยของเส้นรังวัด แล้วทอนต่อไปเป็นระยะทางบนผิวรูปทรงรี หรือ อิลิปซอยด์ (Sealevel Coefficient) แล้วใช้ตัวคูณมาตราส่วนทอนต่อไปเป็นระยะทางบนแผนที่ (Scale Factor)
- อะซิมุทที่รังวัดได้จากงานรังวัดเป็นอะซิมุททางยีออเดซี ซึ่งเป็นทิศทางอ้างอิงกับรูปทรงรี สำหรับ อะซิมุทจากแผนที่เป็นค่าที่วัดจากแนวเมริเดียนที่ขนานกับแนวเมริเดียนกลางของโซนนั้น ๆ หรือเรียกว่า อะซิมุทกริด ซึ่งต่างจาก อะซิมุททางยีออเดซีด้วยขนาดมุมของการลู่เข้าของแนวเมริเดียนที่จุดนั้น

  อะซิมุทกริด = อะซิมุททางยีออเดซี - C

  ค่ามุมของการลู่เข้า C มีเครื่องหมายเป็นบวกสำหรับจุดที่อยู่ทางตะวันออกของแนว เมริเดียนกลาง และมีเครื่องหมายเป็นลบเมื่ออยู่ทางตะวันตก
- ความสูงหรือค่าระดับที่ใช้อยู่โดยทั่วไปในงานรังวัดคือ ความสูงเหนือระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level, MSL) ถือได้ว่าเป็นตัวแทนของความสูงเหนือยีออยด์ H หรือความสูงออร์โทเมตริก (Orthometric Height) โดยเหตุที่ค่าพิกัดตำแหน่งทางราบใช้รูปทรงรีเป็นพื้นผิวอ้างอิงในการคำนวณ ดังนั้น ถ้าจะบอกพิกัดตำแหน่งสามมิติของจุดจุดหนึ่ง ค่าพิกัดตำแหน่งทางราบและความสูงของจุดนั้นก็จะต้องอ้างอิงอยู่กับพื้นผิวอันเดียวกัน เช่น **(N , E , Elevation)** ในกรณีอ้างอิงอยู่กับรูปทรงรี การใช้ค่าละติจูดและลองจิจูดทางยีออเดซี (ϕ, λ, h) เมื่อ h คือความสูงเหนือรูปทรงรี (Ellipsoidal Height)



h = H + N

h = Elipsoid Height
H = Orthometric Height (MSL.)
N = Geoid Height

รูปที่ 39 การอ้างอิงค่าระดับจากรูปทรงรี

การใช้ Scale Factor

- สำหรับงานสำรวจที่มีความละเอียดต่ำเช่น ๑ : ๑,๐๐๐ ไม่จำเป็นต้องใช้ Scale Factor
- สำหรับความละเอียด อยู่ระหว่าง ๑ : ๑,๐๐๐ ถึง ๑ : ๕,๐๐๐ Scale Factor เปิดได้จากกราฟ โดยใช้ค่าเฉลี่ยที่กึ่งกลางด้านนั้นๆ เช่น ϕ_m หรือพิกัดที่จุดกึ่งกลางด้านนั้น
- สำหรับความละเอียด มากกว่า ๑ : ๕,๐๐๐ Scale Factor ต้องคำนวณจากสูตร และใช้ดังนี้

- ถ้าวงรอบยาวไม่เกิน ๒๔ กม. หรือ ด้านของสามเหลี่ยมไม่เกิน ๘ กม.

1) ใช้ Scale Factor จากจุดปลายทั้งสอง คือ

$$K = (K_1+K_2)/2 \qquad \text{.....(๑)}$$

2) ใช้ Scale Factor ที่จุดกึ่งกลางด้านนั้น โดยใช้ ϕ_m หรือพิกัดเฉลี่ยที่จุดกึ่งกลางด้านนั้น

- ถ้าวงรอบยาวเกิน ๒๔ กม. หรือ ด้านของสามเหลี่ยม ยาวกว่า ๘ กม. การหาค่า Scale Factor ที่ละเอียดจะใช้ค่าเฉลี่ยของ q^{-2} แทนค่า q^2 , q^4 ในสูตร

$$q^{-2} = (q_1^2+q_1q_2+q_2^2)/3 \qquad \text{.....(๒)}$$

$$K = K_0[1+(XVIII)q^{-2}+0.0003q^{-4}] \qquad \text{.....(๓)}$$

การหา Scale Factor ของด้านสามเหลี่ยม Scale Factor จะคำนวณได้จาก

$$K = (K_1 + 4K_3 + K_2) / 6 \qquad \text{.....(๔)}$$

เมื่อ K_1 = Scale Factor ที่จุดแรก

K_2 = Scale Factor ที่จุดปลาย

K_3 = Scale Factor ที่จุดกึ่งกลาง

สูตรการหา Scale Factor จากพิกัดฉากของ NGS(1989)(National Geodetic Survey) แห่ง NOAA ,USA

$$Q = E' / R_1 \qquad \text{.....(a)}$$

$$\omega = (N+S_0)\, K_0 \gamma \qquad \text{.....(b)}$$

$$R_1 = K_0\, a / (1-e^2\sin^2\phi_1)^{1/2} \qquad \text{.....(c)}$$

$$\phi_1 = \omega+\sin\omega\cos\omega\,(V_0 + V_2\cos^2\omega + V_4\cos^4\omega + V_6\cos^6\omega) \qquad \text{.....(d)}$$

$$\eta_1^2 = e'^2\cos^2\phi_1 \qquad \text{.....(e)}$$

$$G_2 = (1 + \eta_1^2) / 2 \qquad \text{.....(f)}$$

$$G_4 = (1 + 5\eta_1^2) / 12 \qquad \text{.....(g)}$$

$$K = K_0\,[1 + G_2 Q^2(1 + G_4 Q^2)] \qquad \text{.....(h)}$$

NGS ได้มีการหาขนาดของ Spheroid ที่ถูกต้องและใกล้เคียงที่สุด เช่น GRS 1980 (WGS 84) ซึ่งอเมริกาได้ใช้เป็นมาตรฐานในการทำแผนที่ และมี สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในสูตรการคำนวณพิกัด UTM ดังนี้

ϕ = Geodetic Latitude , ทางเหนือมีค่าเป็นบวก

λ = Geodetic Longitude , ทางตะวันตกมีค่าเป็นบวก

ω = Rectifying latitude

N = พิกัดเหนือ (= Y)

E = พิกัดตะวันออก (= X)

λ_0 = Central Meridian (CM)

E_0 = พิกัดตะวันออก ที่ CM มีค่า = ๕๐๐,๐๐๐

E' = $E - E_0$

S = Meridianal distance ระยะตามเมริเดียน

S_0 = ระยะตามเมริเดียนที่คูณด้วยค่า Scale Factor ที่ CM ในซีกโลกใต้มีค่าเท่ากับ ๑๐ ล้าน เอาไปลบจากแกนเหนือ แต่สำหรับซีกโลกเหนือจะมีค่าเท่ากับ ๐

K_0 = Scale Factor ที่ CM มีค่า เท่ากับ ๐.๙๙๙๖

K = Scale Factor ที่จุดใดๆ

K = Line Scale Factor

ΔN = $N_2 - N_1$

ΔE = $E_2 - E_1$

C = มุมเยื้องกริด (Meridian Convergence)

δ = t –T = Arc to chord correction

a = กึ่งแกนยาว

b = กึ่งแกนสั้น

f = Flattening

R = $a/(1-e^2\sin^2\phi)^{1/2}$

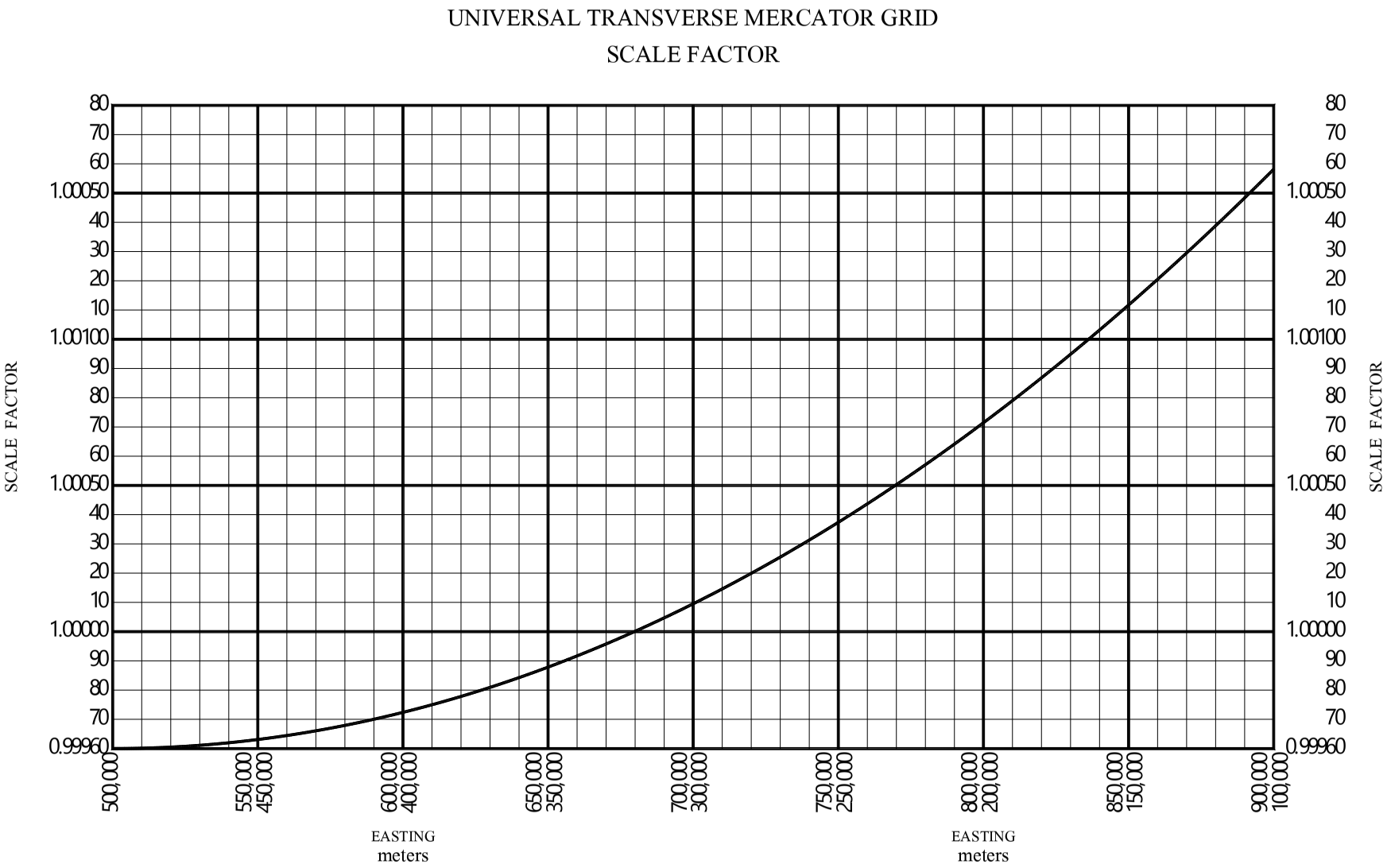
r = รัศมีของ Rectifying Sphere

t = $\tan\phi$

η^2 = $e'^2\cos^2\phi$

ตารางที่ 5 ค่าคงที่สำหรับการหาระยะทางตามเมริเดียนและอื่นๆ ของ Spheriod

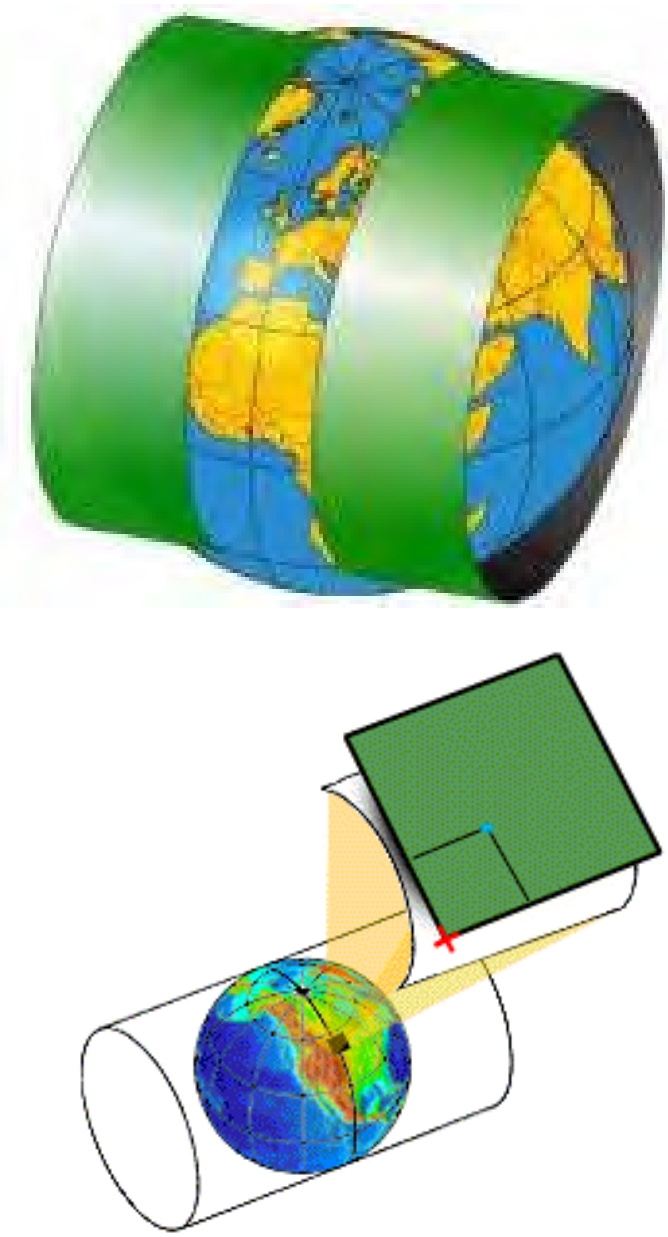
สัญลักษณ์	สูตร	Everest Spheroid 1830 (Indian1975)	GSR 1980 (WGS 84)
a		6,377,276.35418	6,378,137 (exact)
b		6,356,075.41332	6,356,752.300,000,000,000
f	(a - b) / a	0.003,324,450,703	0.003,352,812,898
1/f		300.8016	298.257024882
e^2	$(a^2 - b^2) / a^2 = 2f - f^2$	0.006,637,849,434	0.006,694,384,442
e'^2	$(a^2 - b^2) / b^2 = e^2 / (1 - e^2)$	0.006,682,204,904	0.006,739,501,254
n	$(a - b) / (a + b) = f / (2 - f)$	0.001,664,992,945	0.001,679,221,507
r	$a(1-n)(1-n^2)(1+9n^2/4+225n^4/64)$	6,366,680.29618	6,367,449.13871
U_1	$-3n/2 +9n^3/16$	-0.002,497,486,821	-0.002,518,829,597
U_3	$15n^2/16-15n^4/32$	0.000,002,598,935	0.000,002,643,545
U_5	$-35n^3/48$	-0.000,000,003,366	-0.000,000,003,453
U_7	$315n^4/512$	0.000,000,000,004,728	0.000,000,000,004,892
U_0	$2(U_1- 2U_3+ 3U_5- 4U_7)$	-0.005,005,389,615	-0.005,048,254,127
U_2	$8(U_3 - 4U_5+ 10U_7)$	0.000,020,899,560	0.000,021,259,232
U_4	$32(U_5 - 6U_7)$	-0.000,000,108,607	-0.000,000,111,424
U_6	$128U_7$	0.000,000,000,605,202	0.000,000,000,626,156
V1	$3n/2 - 37n^3/32$	0.002,495,150,373	0.002,516,453,067
V3	$21n^2/16 - 55n^4/32$	0.000,003,638,501	0.000,003,700,954
V5	$151n^3/96$	0.000,000,007,260	0.000,000,007,448
V7	$1097n^4/512$	0.000,000,000,016,4659	0.000,000,000,017,0360
V0	$2(V_1- 2V_3+ 3V_5- 4V_7)$	0.004,975,790,169	0.005,018,146,868
V2	$8(V_3 - 4V_5+ 10V_7)$	0.000,028,877,004	0.000,029,370,664
V4	$32(V_5 - 6V_7)$	0.000,000,229,162	0.000,000,235,060
V6	$128V_7$	0.000,000,002,107,639	0.000,000,002,180,613



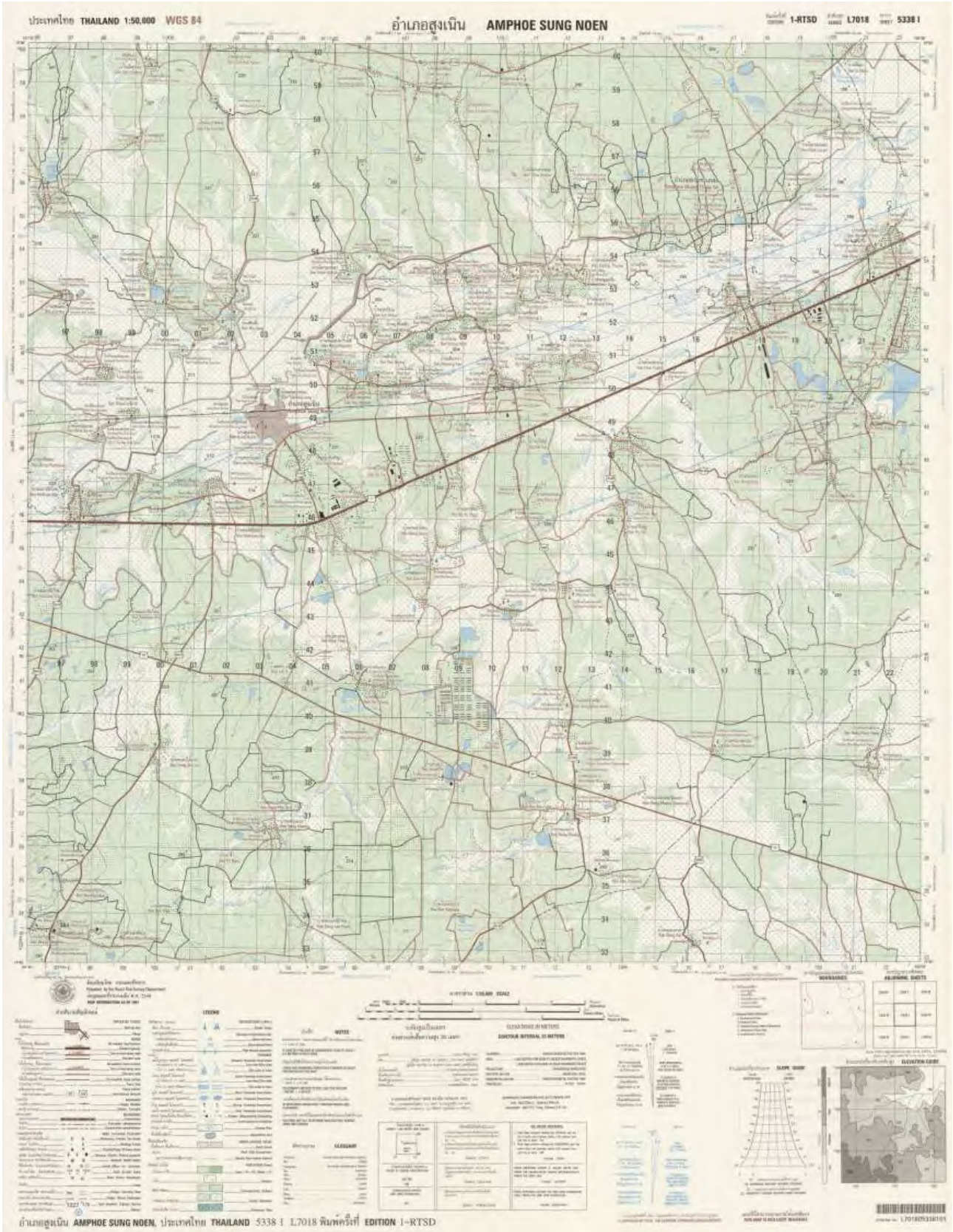
รูปที่ ๔๐ การหา Scale Factor จากกราฟโดยใช้ค่าพิกัด E

การหา Scale Factor จากกราฟโดยใช้ค่าพิกัด E

การสำรวจทำแผนที่ในระบบ UTM. จะต้องดำเนินการเป็นระบบเดียวกันโดยจะทำการรังวัด โยงยึดกับหมุดที่รู้ค่าพิกัด UTM. เท่านั้น ซึ่งในประเทศไทยมี กรมแผนที่ทหารซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการทำแผนที่มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐ และวางโครงข่ายหมุดหลักฐานหลัก ทั้งประเทศ ในการปฏิบัติงานจะทำการรังวัดโยงยึดออกจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร ด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS. เพื่อเป็นการขยายโครงข่ายสร้างหมุดหลักฐานหลัก ให้อยู่ใกล้กับบริเวณที่จะทำการสำรวจ หรือถ้าในบริเวณที่จะทำการสำรวจ มีหน่วยงานอื่น เช่น กรมที่ดิน กรมชลประทาน กรมเจ้าท่า ฯลฯ ได้ขยายโครงข่ายสร้างหมุดหลักฐานรองไว้แล้ว ก็สามารถดำเนินงานสำรวจวงรอบด้วยกล้อง Total Station หรือ กล้อง Theodolite ได้



รูปที่ ๔๑ โปรเจคชั่นของแผนที่ ๑:๕๐,๐๐๐



รูปที่ ๔๒ ตัวอย่างแผนที่ ๑:๕๐,๐๐๐ ของกรมแผนที่ทหาร

การนำพิกัด UTM. ไปใช้ในงานทาง

- เนื่องจากหมุด Control Point ต่างๆ อาจถูกทำลายหรือสูญหายได้ ถ้าหากทราบค่าพิกัดก็สามารถสร้างขึ้นใหม่ทดแทนได้ โดยหลักวิชาการสำรวจ

- เพื่อให้จุดก่อสร้างต่างๆ เป็นระบบพิกัดเดียวกัน ซึ่งจะสามารถเพิ่มเติมรายละเอียด แก้ไขดัดแปลงได้ง่ายในอนาคต

- ในการพิจารณาแนวทางใหม่ ถ้าหากมีโครงการสำคัญของหน่วยงานอื่นที่สร้างแผนที่ในระบบ UTM. ก็สามารถนำข้อมูลแผนที่มารวมกันได้โดยไม่ต้องออกไปทำการสำรวจใหม่ ทำให้การออกแบบแนวทางเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

- ในการออกแบบแก้ไขแนวทาง ในภูเขา , ในย่านชุมชนหนาแน่น หรือในพื้นที่อยากลำบากอื่นๆสามารถนำภาพถ่ายดาวเทียม , ภาพถ่ายทางอากาศ หรือเทคโนโลยีอื่นๆ มาพิจารณาร่วมกันได้

- ใช้เป็นฐานข้อมูลนำเข้าในระบบ GIS. เพื่อใช้ในงานบำรุงรักษาทาง งานจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน งานวางแผน

ตัวอย่าง การคำนวณองค์ประกอบของแนวทางจาก พิกัด UTM. กำหนดให้ จุดเริ่มต้นการสำรวจ กม. 10+000 รัศมีโค้งไม่น้อยกว่า 1,500 เมตร พื้นที่อยู่ใน โซน 47 โดยมีค่าพิกัดดังนี้

Point	N	E	Elev.	GF.	Remark
POT.1	1,957,534.249000	809,673.478425	398.415	1.000723171524	GF. = SF. X SL.
PI.1	1,960,163.820770	813,720.086360	412.354	1.000752173688	
PI.2	1,964,257.320408	812,921.918872	378.617	1.000751289528	
POT.2	1,968,089.662616	813,669.164804	356.178	1.000760604884	

ขั้นตอนที่ ๑ คำนวณระยะกริดของ Tangent ทั้งโครงการ

$$\textbf{Grid Distance} = \sqrt{((N_2 - N_1)^2 + (E_2 - E_1)^2)}$$

- Grid Dist Tangent 1 $_{POT.1 \rightarrow PI.1}$ $= \sqrt{((1960163.821-1957534.249)^2+(813720.086-809673.478)^2)}$
  $= 4{,}825.939$ ม.
- Grid Dist Tangent 2 $_{PI.1 \rightarrow PI.2}$ $= \sqrt{((1964257.320-1960163.821)^2+(812921.919-813720.086)^2)}$
  $= 4{,}170.589$ ม.
- Grid Dist Tangent 3 $_{PI.2 \rightarrow POT.2}$ $= \sqrt{((1968089.663-1960163.821)^2+(813669.165-812921.919)^2)}$
  $= 3{,}904.513$ ม.

ขั้นตอนที่ ๒ คำนวณระยะทางในพื้นที่ ของ Tangent ทั้งโครงการ

$$\textbf{Ground Distance} = \textbf{Grid Distance} / \textbf{Grid Factor}_{เฉลี่ย}$$

- Ground Dist Tangent 1 $_{POT.1 \rightarrow PI.1}$ $= 4825.939 / ((1.000723171524+1.000752173688)/2)$
  $= 4{,}822.381$ ม.
- Ground Dist Tangent 1 $_{PI.1 \rightarrow PI.2}$ $= 4170.589 / ((1.000752173688+1.000751289528)/2)$
  $= 4{,}167.456$ ม.

- Ground Dist Tangent 1 $_{PI.2 \rightarrow POT.2}$ = 4825.939 / ((1.000751289528+1.000760604884)/2)

= 3,901.564 ม.

ขั้นตอนที่ ๓ คำนวณ Grid Azimuth ของ Tangent ทั้งโครงการ

$$\mathbf{AZ = Tan^{-1}(\Delta E/\Delta N)}$$

- $AZ_{POT.1 \rightarrow PI.1} = Tan^{-1}(\Delta E_{POT.1 \rightarrow PI.1} / \Delta N_{POT.1 \rightarrow PI.1})$

$\Delta N_{POT.1 \rightarrow PI.1} = N_{PI.1} - N_{POT.1}$

$\Delta E_{POT.1 \rightarrow PI.1} = E_{PI.1} - E_{POT.1}$

$AZ_{POT.1 \rightarrow PI.1} = Tan^{-1}((813720.086-809673.478)/ (1960163.821-1957534.249))$

$= Tan^{-1}(4,046.607935 / 2,629.571770)$

$= Tan^{-1}(1.538884765)$

$AZ_{POT.1 \rightarrow PI.1}$ = 56° -59’

$AZ_{PI.1 \rightarrow PI.2} = Tan^{-1}((812921.919-813720.086)/ (1964257.320-1960163.821))$

$= Tan^{-1}(-0.19498413557467400)$

$AZ_{PI.1 \rightarrow PI.2}$ = -11° -02’ (+360)

= 348° -58’

$AZ_{PI.2 \rightarrow POT.2} = Tan^{-1}((813669.165-812921.919)/ (1968089.663-1960163.821))$

$= Tan^{-1}(0.19498413557657500)$

$AZ_{PI.2 \rightarrow POT.2}$ = 11° -02’

ขั้นตอนที่ ๔ คำนวณองค์ประกอบทางเรขาคณิตของแนวทาง ทั้งโครงการตามลำดับ ดังนี้

- มุมเบน (Deflection Angle) ที่จุดตัด (Point of Intersection) ต่างๆ

$\Delta = AZ_{หลัง} - AZ_{หน้า}$ (ถ้ามุมเป็นลบ (-) แสดงว่ามุมเบนทางซ้าย)

- เลือกรัศมีโค้งให้สอดคล้องกับมาตรฐานชั้นทาง (Design Speed)
- คำนวณข้อมูลโค้ง (Curve Data)
- คำนวณ Station ต่างๆ บน Alignment

ที่ PI.1 $\Delta_{PI.1} = AZ_{PI.1 \rightarrow PI.2} - AZ_{POT.1 \rightarrow PI.1}$ => 348° 58' - 56° 59'

= 68° 01' LT.

เลือก Degree of Curve = 3° => $R_{PI.1}$ = 1,909.859 m. **OK.**

$T_{PI.1} = R_{PI.1} \times \text{Tan}(\Delta_{PI.1})/2$

= 1909.859 x Tan (68° 01')/2

= 1,288.621 m.

$E_{PI.1} = T_{PI.1} \times \text{Tan}(\Delta_{PI.1})/4$

= 1288.621 x Tan (68° 01')/4

= 394.073 m.

$Lc_{PI.1} = 100 \times \Delta_{PI.1} / D_{PI.1}$

= 100 x (68° 01') / 3°

= 2,267.222 m.

PI.1 STA. = POT.1 STA. + Dist Tangent 1 $_{POT.1 \rightarrow PI.1}$

= 10000 + 4822.381

PI.1 STA. = 14+822.381

PC.1 STA. = PI.1 STA. - $T_{PI.1}$

= 14822.381 - 1288.621

PC.1 STA. = 13+533.760

PT.1 STA. = PC.1 STA. + $Lc_{PI.1}$

= 13533.760 + 2267.222

PT.1 STA. = 15+800.982

ที่ PI.2 $\Delta_{PI.2} = AZ_{PI.2 \rightarrow POT.2} - AZ_{PI.1 \rightarrow PI.2}$ => 11° 02' - 348° 58'

= 22° 04' RT.

เลือก Degree of Curve = 2° => $R_{PI.2}$ = 2,864.789 m. **OK.**

$T_{PI.2} = R_{PI.2} \times \text{Tan}(\Delta_{PI.2})/2$

= 2864.789 x Tan (22° 04')/2

= 558.588 m.

$E_{PI.2} = T_{PI.2} \times \text{Tan}(\Delta_{PI.2})/4$

= 558.588 x Tan (22° 04')/4

= 53.950 m.

$Lc_{PI.2} = 100 \times \Delta_{PI.2} / D_{PI.2}$

= 100 x (22° 04') / 2°

= 1,103.333 m.

PI.2 STA. = PT.1 STA. + Dist Tangent 1 $_{PI.1 \rightarrow PI.2}$ - T $_{PI.1}$

= 15800.982 + 4167.456 - 1288.621

PI.2 STA. = 18+679.818

PC.2 STA. = PI.2 STA. - T $_{PI.2}$

= 18679.818 - 558.588

PC.2 STA. = 18+121.230

PT.2 STA. = PC.2 STA. + Lc $_{PI.2}$

= 18121.230 + 1103.333

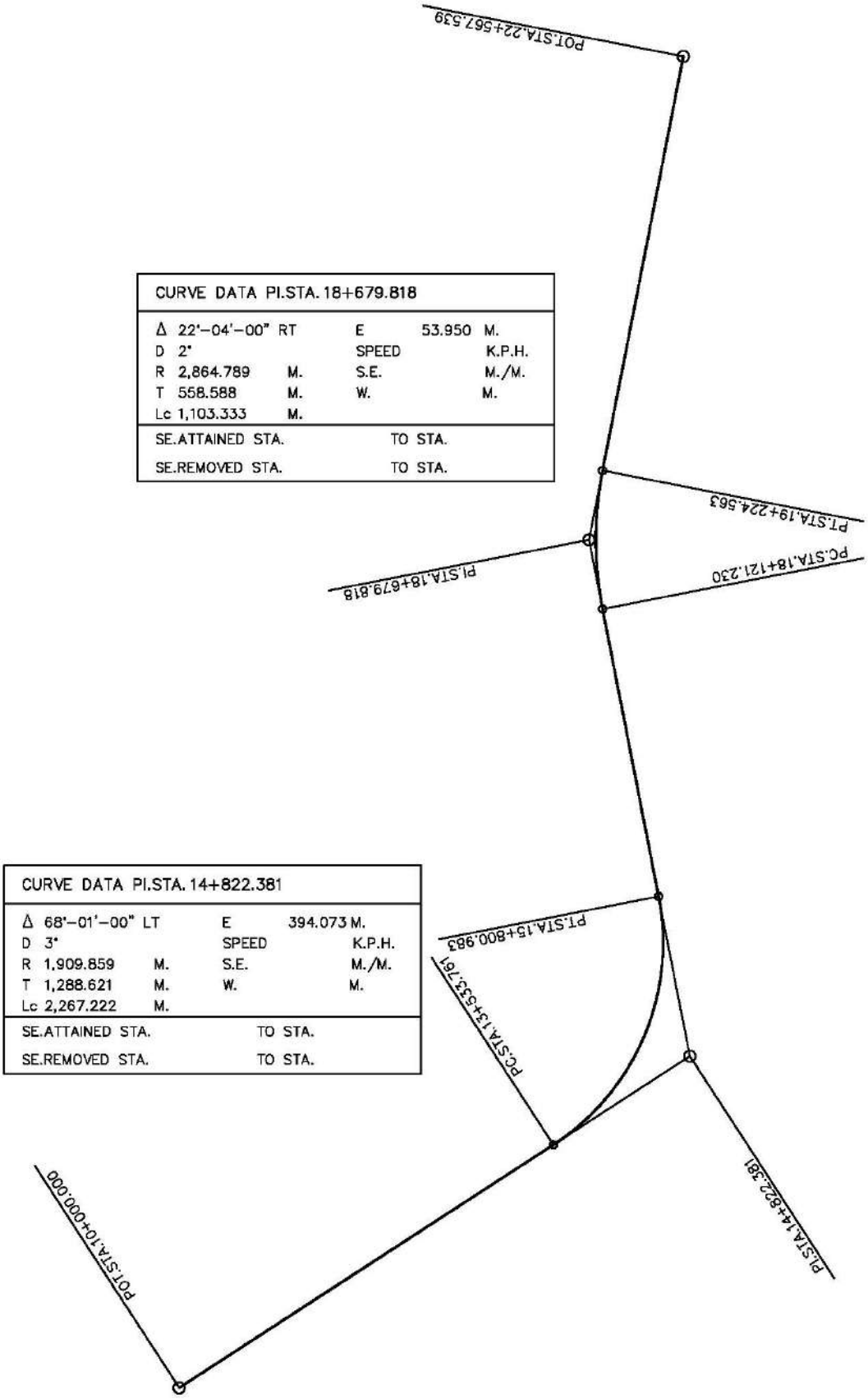
PT.2 STA. = 19+224.563

POT.2 STA. = PT.2 STA. + Dist Tangent 1 $_{PI.2 \rightarrow POT.2}$ - T $_{PI.2}$

= 19224.563 + 3901.564 - 558.588

POT.2 STA. = 22+567.539

หมายเหตุ *** กรณีที่คำนวณเส้นทางบนแผนที่ระบบพิกัด UTM. ต้องคำนึงถึงค่า Grid Factor (GF.) ด้วยทุกครั้ง ตามตัวอย่างระยะทางโครงการ 12+567.539 ม. หากคำนวณระยะทางโดยไม่คำนึงถึง GF. ระยะทางโครงการจะได้ 12+577.422 ม. ซึ่งจะต่างกันประมาณ 10 ม. ทั้งนี้ความต่างที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่า GF. ของแต่ละพื้นที่ ***



รูปที่ ๔๓ ตัวอย่างการคำนวณองค์ประกอบแนวทางราบ

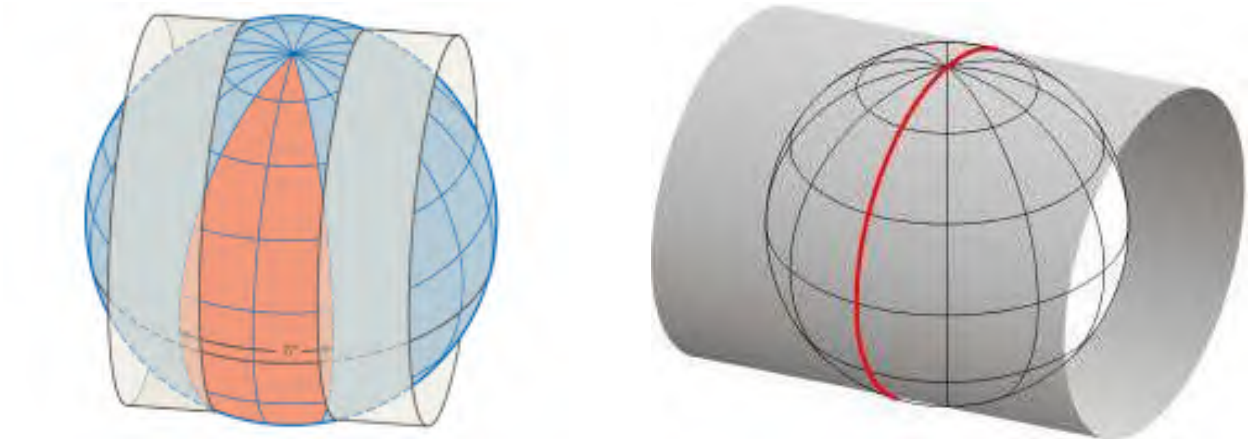
เส้นโครงแผนที่ความเพี้ยนต่ำ (Low Distortion Projection)

การใช้แผนที่ระบบพิกัดยูทีเอ็ม (UTM) ที่ค่าระยะทางบนพื้นโลก (Ground Distance) กับระยะทางบนแผนที่ (Grid Distance) ต่างกันมาก (ตัวอย่างระยะทางประมาณ ๑๒ กม. สองระยะทางนี้อาจจะต่างกันประมาณ ๑๐ ม. แล้วแต่พื้นที่) ซึ่งเกิดจากคุณสมบัติการฉาย (Projection) ระยะทางบนภูมิประเทศลงบนแผนที่

การทำแผนที่แนวทางและภูมิประเทศ (Plan&Profile) ใช้ Program ออกแบบงานทาง ซึ่งออกแบบแนวทางและคำนวณปริมาณงาน จากข้อมูลแผนที่ และ Surface ที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูลของ Program เท่านั้น เมื่อจัดทำข้อมูลแผนที่บนระบบ UTM. จึงเกิดความคลาดเคลื่อนของปริมาณงาน ของงานออกแบบ จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและความสูง ของพื้นที่โครงการ

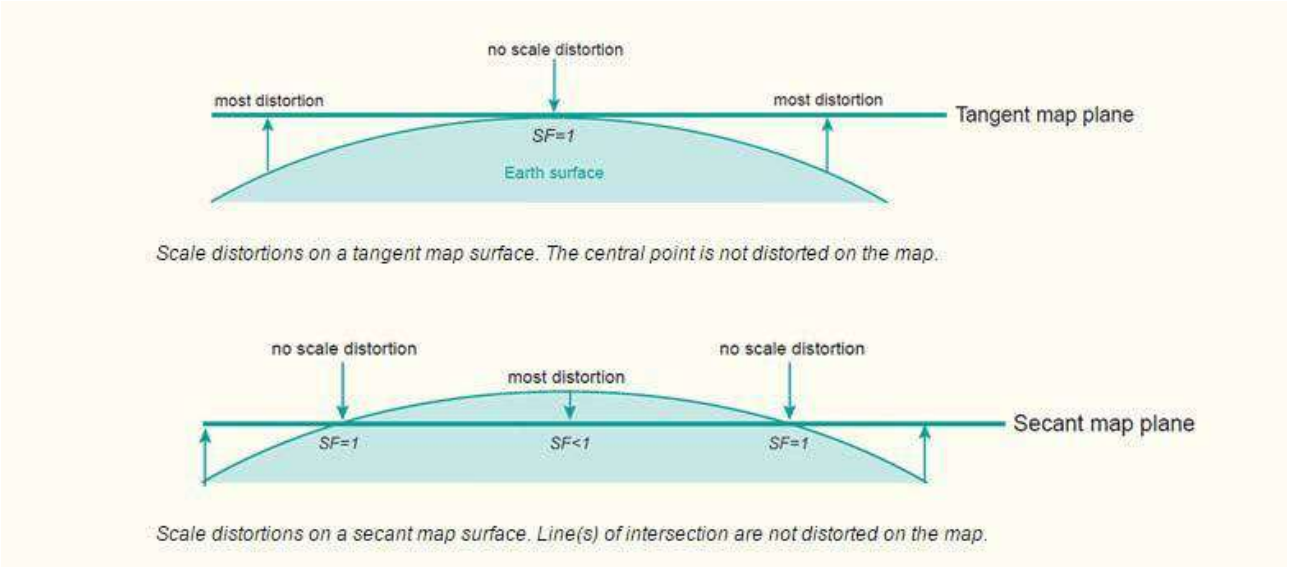
ในอดีตการจัดทำแผนที่แนวทางและภูมิประเทศ (Plan&Profile) ทำโดยใช้การทอนสเกลแฟคเตอร์ออก (Grid factor = 1) โดยใช้พิกัด (N , E : UTM.) ของจุดเริ่มต้นโครงการ เป็นจุดอ้างอิง ค่าพิกัดของแนวถนน โครงการจึงใกล้เคียงกับ ค่าพิกัด UTM. ในช่วงแรก และมีความแตกต่างเพิ่มมากขึ้นในช่วงปลายของโครงการ อีกทั้งเมื่อมีงานสำรวจหรืองานก่อสร้าง ที่แบ่งงานออกเป็นหลายๆ ตอน และหลายช่วงเวลา จะเกิดปัญหาการเยื้องของแนวทางบริเวณรอยต่อของโครงการฯ อันเกิดจากการทอนสเกลแฟคเตอร์ ที่ไม่เท่ากัน หรือเข้าใจผิดว่าเป็นค่าพิกัด UTM. เมื่อใช้เครื่องมือรังวัดสมัยใหม่ ก็ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

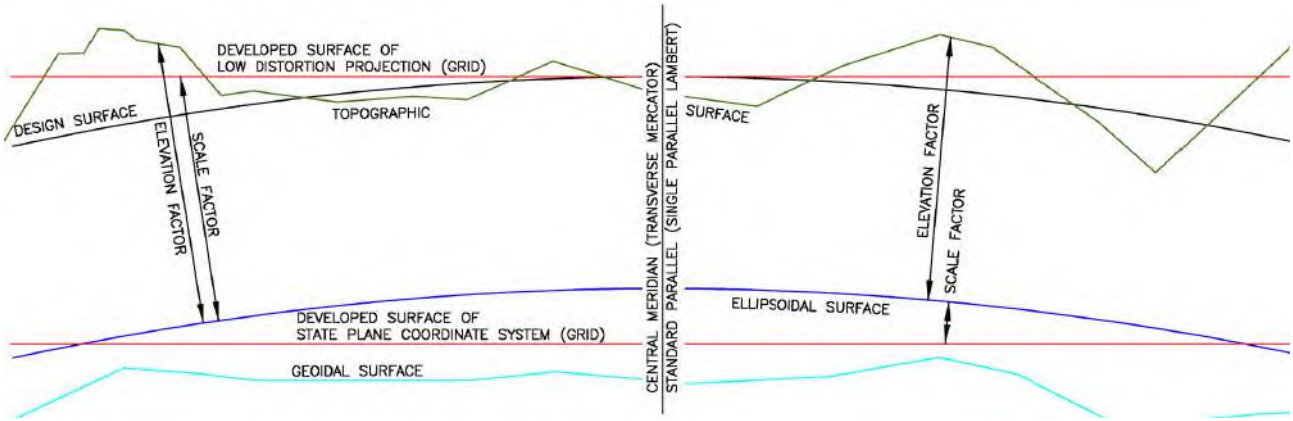
เพื่อแก้ปัญหาความเพี้ยนในการทำแผนที่แนวทางและภูมิประเทศ (Plan&Profile) โดยอาศัยหลักวิชาวิศวกรรมสำรวจ ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ สำนักสำรวจและออกแบบ จึงได้พิจารณาใช้ Low Distortion Projection (LDP) ซึ่งเป็นเส้นโครงแผนที่รักษามุม (Conformal Projection) และนำมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่กว้างใหญ่ โดยที่ค่าความเพี้ยนนั้นน้อยจนสามารถที่จะยอมรับได้ ทำให้งานสำรวจภาคสนามได้รับความสะดวกมากขึ้น เช่น งานสำรวจเก็บพื้นที่ภูมิประเทศ งานสำรวจวางผัง ที่ไม่ต้องกังวลกับค่าสเกลแฟคเตอร์ และสุดท้ายสามารถแปลงค่าพิกัดบน LDP เหล่านี้ไปหาระบบพิกัด UTM. ได้ทำให้ไม่มีปัญหาสำหรับการเชื่อมต่อกับหน่วยงานราชการอื่นที่ทำแผนที่ในระบบ UTM. และแปลงข้อมูลในงาน GIS ได้



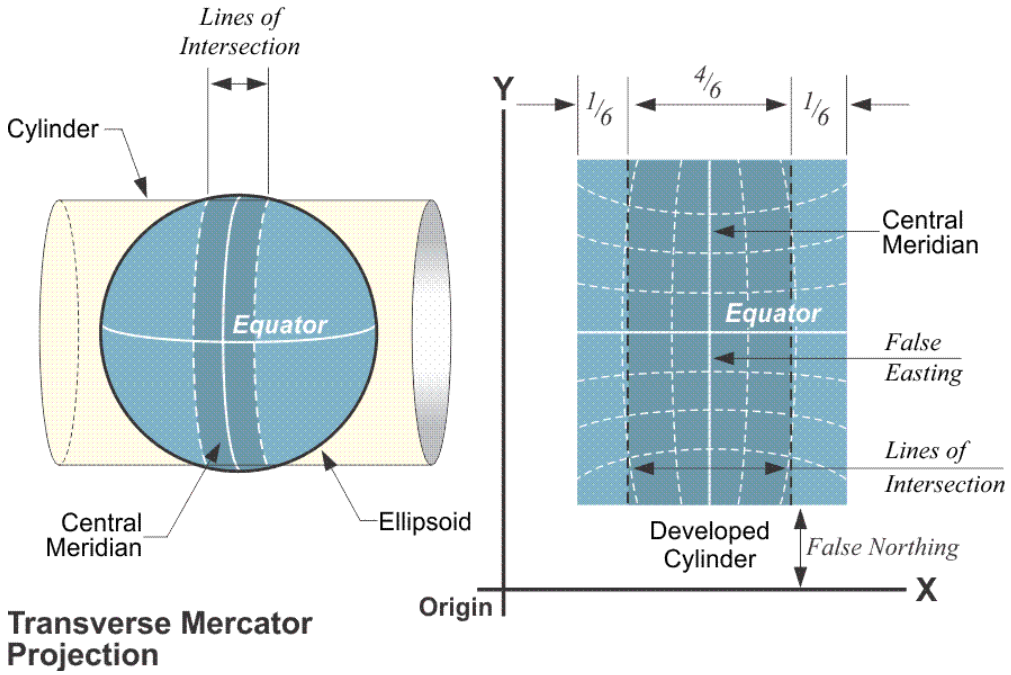
Universal Transverse Mercator ; UTM *Transverse Mercator ; TM*

รูปที่ 44 ระบบพิกัด UTM และ TM





รูปที่ ๔๕ แสดงความเพี้ยน (Distortion) ของ TM และ UTM



รูปที่ ๔๖ ระบบพิกัด TM

ชนิดของความเพี้ยน

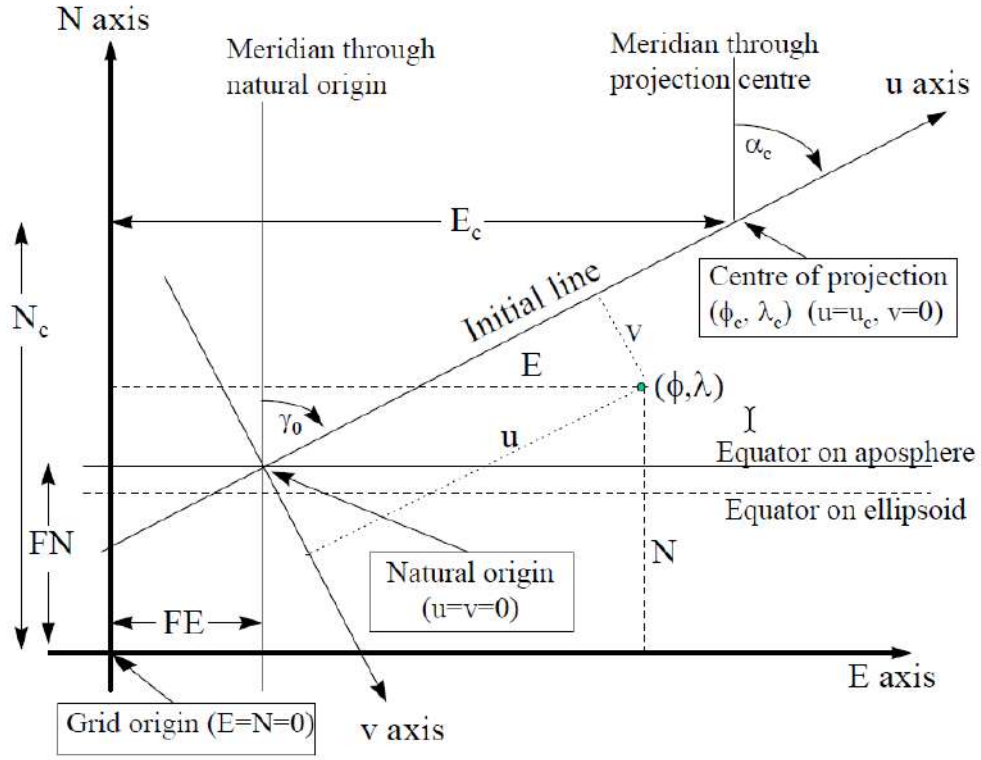
ความเพี้ยน (distortion) เป็นผลจากการที่นำลักษณะของวัตถุบนพื้นโลกที่โค้งไปแสดงผลบนระนาบราบบนกระดาษ ไม่สามารถกำจัดได้ แต่ทำให้มันน้อยลงได้ ความเพี้ยนมี ๒ ประเภทคือ

ความเพี้ยนเชิงเส้น (Linear distortion) คือระยะทางที่ต่างกันระหว่างวัดจริงๆของค่าพิกัดของจุดสองจุดบนพื้นผิวภูมิประเทศของโลกกับระยะทางจากค่าพิกัดบนระบบพิกัดฉาก ใช้สัญลักษณ์ δ

การแสดงความเพี้ยนจะนิยมใช้อัตราส่วน ppm (part per million) คือหนึ่งล้านต่อล้านส่วน ลองมาดูที่ไปที่มา ระยะทาง ๑ กม. ถ้าทำเป็นหน่วยมิลลิเมตร จะได้ ๑ กม. = ๑๐๐๐ ม. = ๑๐๐๐ x ๑๐๐๐ =๑,๐๐๐,๐๐๐ มิลลิเมตร ดังนั้นถ้า ๒๐ ppm จะหมายถึง ๒๐ ม.ม. ต่อ ๑ กม. (ต่อหนึ่งล้านมิลลิเมตร)

เครื่องหมาย δ สามารถเป็นได้ทั้งบวกและลบ ถ้าเป็นลบจะหมายถึงว่าระยะทางบนระบบพิกัดฉากจะสั้นกว่าระยะทางจริงบนพื้นโลก ถ้าเครื่องหมายเป็นบวกแสดงว่า ระยะทางบนระบบพิกัดฉากจะยาวกว่าระยะทางจริงๆ ที่วัดบนพื้นโลก

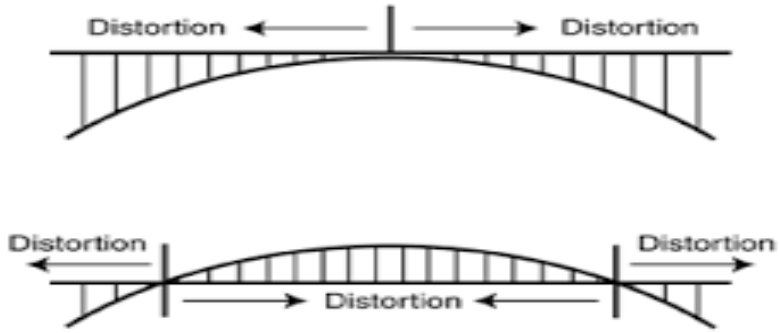
ความเพี้ยนเชิงมุม (Angular Distortion) ความเพี้ยนของมุมทิศเหนือของระบบพิกัดฉาก (Grid North) กับทิศเหนือจริง (Geodetic North) เรียกความต่างของมุมนี้อีกชื่อหนึ่งว่า Convergence แทนด้วยสัญลักษณ์ γ มุม Convergence จะเป็นศูนย์ถ้าจุดนั้นอยู่บนเส้น Central Meridian (CM) ของ TM หรือ Standard Parallel ของ LCC และค่ามุมนี้จะมากขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะทางที่ไกลออกมาจาก CM ความสำคัญของความเพี้ยนเชิงมุมนี้จะไม่สำคัญมากเท่ากับ ความเพี้ยนเชิงเส้น ความเพี้ยนเชิงมุมสามารถจำกัดมันได้ ด้วยจำกัดพื้นที่ของโครงการไม่ให้ใหญ่มากเกินไป (ระยะทางจาก CM ไม่มากเกินไป)



รูปที่ ๔๗ Coordinate System for Mercator Projection

พฤติกรรมความเพี้ยนเชิงเส้นของเส้นโครงแผนที่

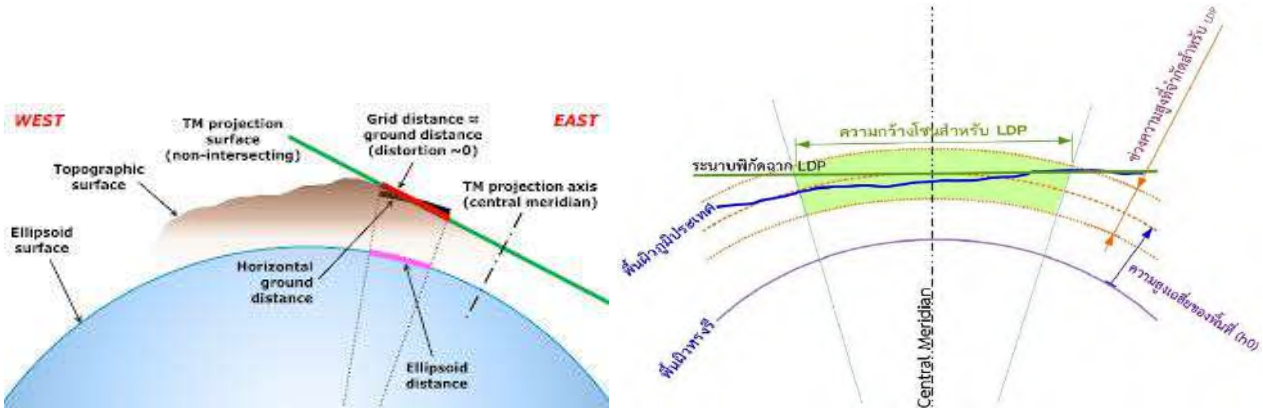
ความเพี้ยนเชิงเส้นเกิดจากตัวแปรสองตัวแปรคือความโค้งของผิวโลกและความสูงเหนือทรงรี เวลาคิดความเพี้ยนเชิงเส้นรวมจะเอาสองตัวแปรนี้มาคูนกัน



รูปที่ ๔๘ ความเพี้ยนเชิงเส้น

ตารางที่ ๖ ตารางแสดงความเพี้ยนเชิงเส้นจากความโค้งของผิวโลก

ความกว้างสูงสุดของโซนเส้นโครงแผนที่แบบมีรอยตัด (กม.)	ความเพี้ยนเชิงเส้นทางราบ (δ)	
	หนึ่งส่วนต่อล้านส่วน (mm/km)	อัตราส่วน
25 กม.	± 1	1 : 1,000,000
57 กม.	± 5	1 : 200,000
81 กม.	± 10	1 : 100,000
114 กม.	± 20	1 : 50,000
180 กม.	± 50	1 : 20,000
650 กม. (UTM*)	± 910	1 : 1,100
UTM - คำนวณที่ latitude 13°*		



รูปที่ ๔๙ ความเพี้ยนเชิงเส้นจากความสูงเหนือทรงรี

ตารางที่ ๗ ตารางแสดงความเพี้ยนเชิงเส้นจากความสูงเหนือทรงรี

ความสูงเหนือ (+) และต่ำ (-) กว่าระนาบพิกัดฉาก (m.)	ความเพี้ยนเชิงเส้นทางราบ (δ)	
	หนึ่งส่วนต่อล้านส่วน (mm/km)	อัตราส่วน
± 30 ม.	± 4.7	1 : 212,800
± 50 ม.	± 7.9	1 : 126,500
± 100 ม.	± 15.7	1 : 63,700
± 200 ม.	± 31.4	1 : 31,800
± 500 ม.	± 78.6	1 : 12,700
± 1000 ม.	± 157	1 : 6,400

การออกแบบเส้นโครงแผนที่ความเพี้ยนต่ำ (Low Distortion Projection)

การออกแบบเส้นโครงแผนที่ความเพี้ยนต่ำ ในงานทางเพื่อให้ผู้ที่ออกแบบโครงการก่อสร้าง ดำเนินการออกแบบ ด้วยโปรแกรมออกแบบ บนระนาบพิกัดฉาก ไม่ต้องกังวลกับเรื่องสเกลแฟคเตอร์ เมื่อนำค่าพิกัดขององค์ประกอบโค้ง ไปกำหนดจุดรังวัดในสนาม (Setting Out) ต้องได้ระยะ เกือบเท่ากัน (แต่ต่างกันน้อยมากๆ) ไม่ว่าจะรังวัดด้วย กล้องวัดมุม ประกอบกับเทปวัดระยะ หรือ กล้อง Total Station หรือ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมรังวัดแบบ RTK. (ใส่ค่า Parameter ให้ครบถ้วนและตรงกับที่กำหนดในแบบสำรวจ)

ภูมิประเทศของประเทศไทยมีลักษณะยาวตามแนว เหนือ-ใต้ ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ สำนักสำรวจและออกแบบ จึงเลือกใช้ เส้นโครงแผนที่ Transverse Mercator (TM) ในการจัดทำ แผนที่แนวทางและภูมิประเทศ

ขั้นตอนการออกแบบค่าพารามิเตอร์

๑. กำหนดขอบเขตพื้นที่โครงการ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมโครงการและถนนโครงข่ายที่เกี่ยวข้อง

๒. หาจุดกึ่งกลางของโครงการเพื่อกำหนด Central Meridian และ Origin Latitude

๓. หาค่าเฉลี่ยของโครงการ เป็นความสูงเหนือทรงรี เฉลี่ยของพื้นที่ (Average ellipsoidal height) ถ้าได้ค่าระดับค่าเฉลี่ยเป็น **ค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง ต้องทอนลงเป็นความสูงเหนือทรงรี** ก่อน ดังแสดงในรูปที่ ๓๙

๔. คำนวณหาค่าสเกลแฟคเตอร์ k_0 ที่แกน Central Meridian จากความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ (Average ellipsoidal height) หรือ h_0 ที่แกนสัมผัสของเส้นโครงแผนที่ (Central Meridian) โดยคำนวณจากสูตร

$$Axis\ Scale\ Factor\ (k_0) = 1 + \frac{h_0}{R_G}$$

$$Mean\ Radius\ of\ Curvature\ (R_G) = \frac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2\sin^2\phi}$$

๕. ตรวจสอบความเพี้ยนของพื้นที่ ใช้สัญลักษณ์ δ คำนวณค่าความเพี้ยนหาได้ดังสูตรด้านล่าง ค่า k คือ grid scale factor ของจุดที่คำนวณค่าได้ตามเส้นโครงแผนที่ที่เลือก

$$distortion(\delta) = k\frac{R_G}{(R_G + h_0)} - 1$$

๖. กำหนดค่าพารามิเตอร์ ให้ง่ายสะดวกต่อการใช้งาน ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ สำนักสำรวจและออกแบบ จึงกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังนี้

Scale Factor at CM	=	คำนวณได้ในแต่ละพื้นที่ ใช้ทศนิยมไม่น้อยกว่า ๗ ตำแหน่ง
Origin Latitude	=	0° – 00”
Central Meridian (CM.)	=	ค่า Longitude เฉลี่ย โดยใช้ค่า ลิปดา เป็นจำนวนเต็ม และหารด้วย ๖ ลงตัว
	=	101° – 24”
False Northing	=	0.000 m.
False Easting	=	100,000.000 m.

การคำนวณค่าพารามิเตอร์ ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ ใช้โปรแกรม Surveyor Pocket Tools ของ นายประจวบ เรียบร้อย ผู้เขียน และพัฒนาโปรแกรม ให้ศึกษาและใช้งานได้ฟรี โดยสามารถโหลดโปรแกรมได้ที่ ***https://www.priabroy.name/surveyingapps/pages_surveyorpockettools***

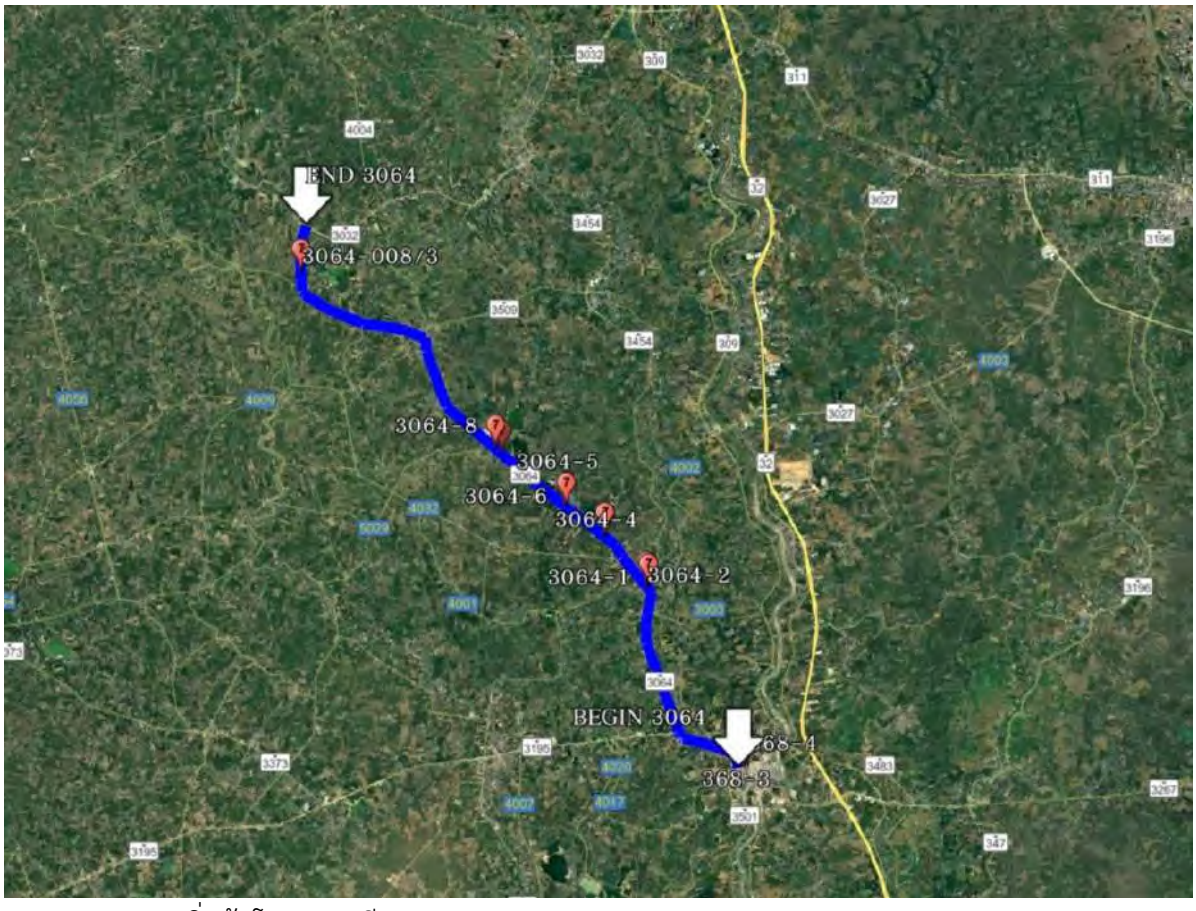
ภาคผนวก ข การกำหนดค่าพารามิเตอร์

เส้นโครงแผนที่ความเพี้ยนต่ำ (Low Distortion Projection, TM)

การคำนวณ ค่าพารามิเตอร์ ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ สำนักสำรวจและออกแบบ พิจารณาให้มีค่าสะดวกต่อการใช้งาน ยอมให้มีค่าความเพี้ยน (Distortion) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีลำดับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

- Origin Latitude จะนับจากเส้นศูนย์สูตร (0° – 00”)
- False Northing = 0.000 m.
- Central Meridian (CM.) = ค่า Longitude เฉลี่ย โดยใช้ค่า ลิปดา เป็นจำนวนเต็ม และหารด้วย ๖ ลงตัว
- False Easting = 100,000.000 m.
- หาความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ (Average ellipsoidal height : h_0)
- คำนวณค่า Scale Factor at CM ตามสูตรในบทที่ ๑ หรือ ใช้โปรแกรม Surveyor Pocket Tools **(นายประจวบ เรียบร้อย ผู้เขียน และพัฒนาโปรแกรม ให้ศึกษาและใช้งานได้ฟรี)**

ตัวอย่างการกำหนดค่าพารามิเตอร์



จุดเริ่มต้นโครงการ มี Latitude = 14°35'33.75" N , Longitude = 100°26'41.80" E
พิกัด UTM. N = 1,613,773.00 m. , E = 655,647.00 m.
จุดสิ้นสุดโครงการ มี Latitude = 14°47'29.67" N , Longitude = 100°16'51.28" E
พิกัด UTM. N = 1,635,667.00 m. , E = 637,850.00 m.

- หา Central Meridian (CM.)

พิจารณาเรขาคณิตของแนวทาง ค่า E_{MIN}=จุดสิ้นสุดโครงการ E_{MAX}=จุดเริ่มต้นโครงการ

ความกว้างของพื้นที่โครงการ = E_{MAX} - E_{MIN}

= 655,647.00 - 637,850.00

= 17,797 m. < 80 KM.

Central Meridian = ($Longitude_{MAX}$+ $Longitude_{MIN}$)/2

= (100°26'41.80" + 100°16'51.28")/2

= 100°21'46.54" ใช้ค่าลงตัว ***100°24'***

ทางหลวง หมายเลข	หมายเลข หมุด	ละติจูด (Latitude)			ลองติจูด (Longtitude)			h	UTM. Coordinate		ELEVA
		°	'	"	°	'	"		N	E	(MSL.)
3064	001	14	39	32.1835100	100	24	38.7938600	-21.525	1,621,077.176	651,920.165	11.275
3064	002	14	39	35.3209400	100	24	36.3777200	-20.076	1,621,173.142	651,847.278	12.728
3064	003	14	40	39.0104800	100	23	40.2865900	-24.615	1,623,119.960	650,157.093	8.252
3064	004	14	40	40.0846900	100	23	39.3482000	-24.613	1,623,152.798	650,128.818	8.256
3064	005	14	41	19.3790800	100	22	46.6572100	-24.744	1,624,350.661	648,545.189	8.179
3064	006	14	41	19.8615800	100	22	45.5102900	-24.735	1,624,365.279	648,510.789	8.189
3064	007	14	42	28.0705100	100	21	19.0925600	-24.763	1,626,445.707	645,913.159	8.248
3064	008	14	42	35.8525800	100	21	10.1065800	-24.785	1,626,683.239	645,642.948	8.236
3064	008/3	14	46	28.0582800	100	16	43.9664300	-23.197	1,633,772.368	637,642.166	10.090

- หาความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ (Average Ellipsoidal Height : h)

ค่าของหมุดหลักฐานแสดงผลของการสำรวจ ดังตาราง ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ ใช้ค่าเฉลี่ยของ h โดยตัดค่าของหมุดหมายเลข 3064-001 , 3064-002 และ 3064-008/3 ออกเนื่องจากอยู่บนสะพานสูง

ค่าเฉลี่ยของ พท. = ***-24.709***

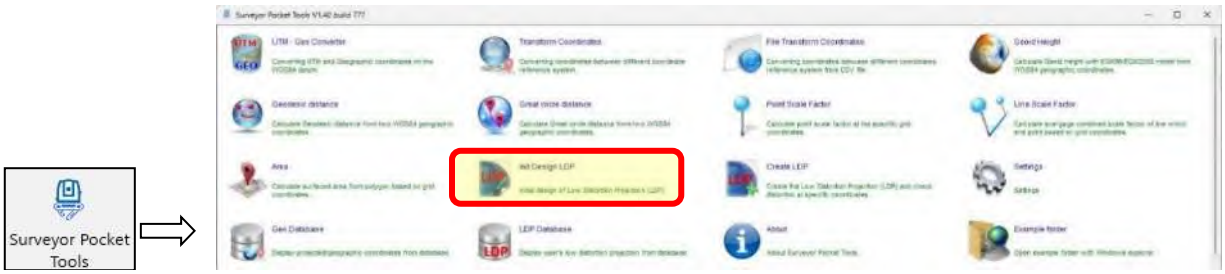
คำนวณค่า Scale Factor at CM โดยใช้ โปรแกรม Surveyor Pocket Tools

CM = 100°24'

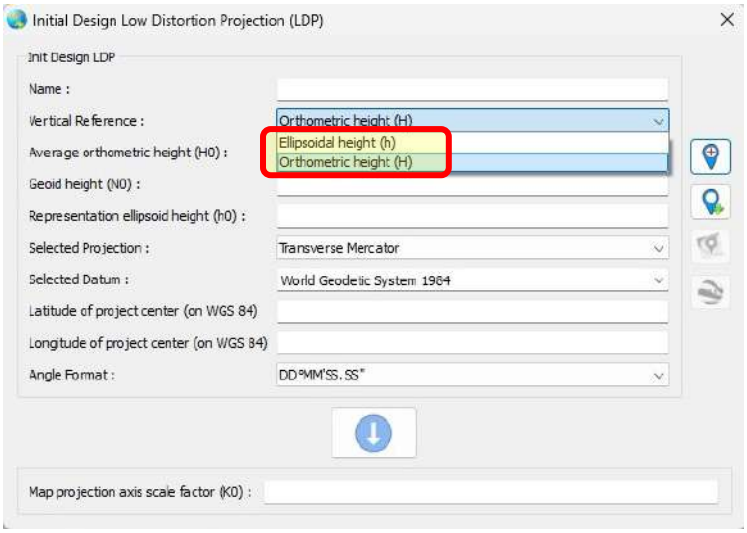
Latitude = 0°00'

False Easting = 100,000.000 m.

False Northing = 0.000 m.

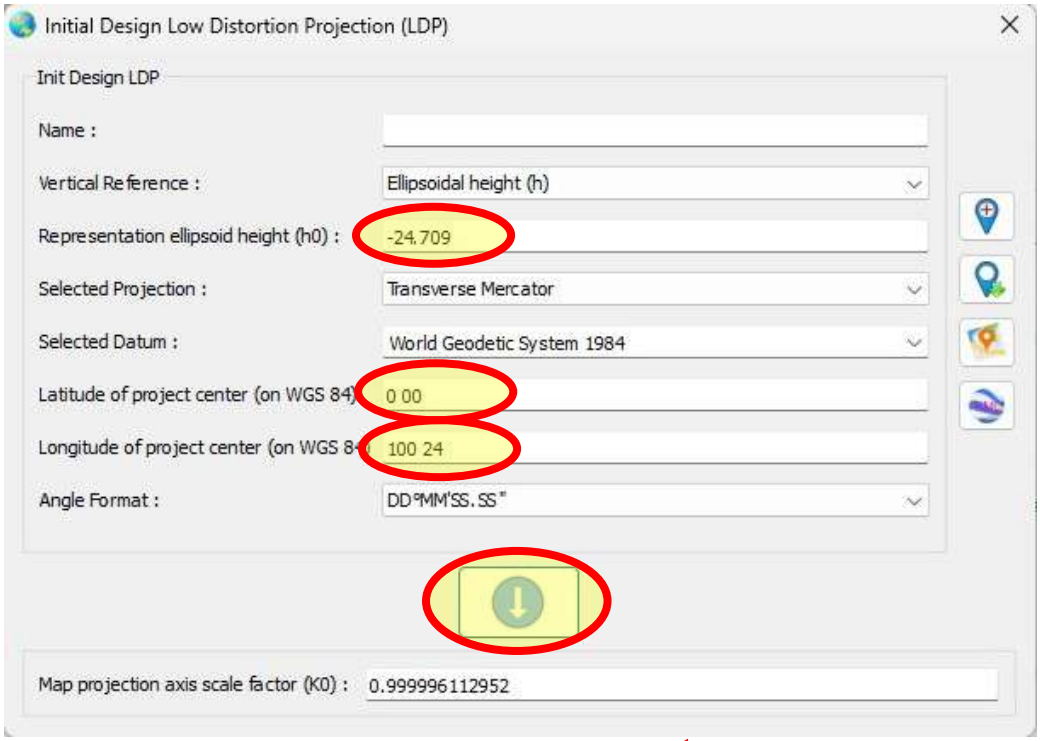


เลือก INT Design LDP => เลือก Ellipsoidal height



ใส่ค่า Pararmeter ต่างๆ ที่เตรียมไว้ ในกรณีที่เป็นมุม องศา ลิปดา ให้ใช้ Space bar กั้น

เช่น 100°24' => 100 24



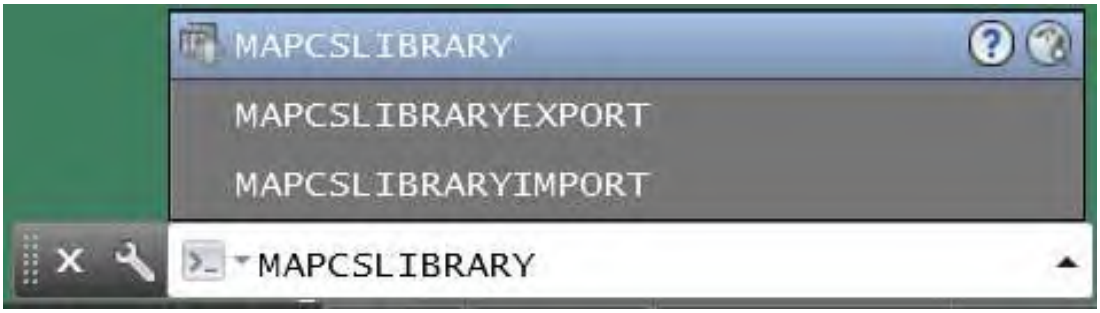
ค่า Scale Factor at CM = ***0.999996112952***

๒. การตั้งค่าพารามิเตอร์ Low Distortion Projection : TM ใน Program Autocad Civil 3D

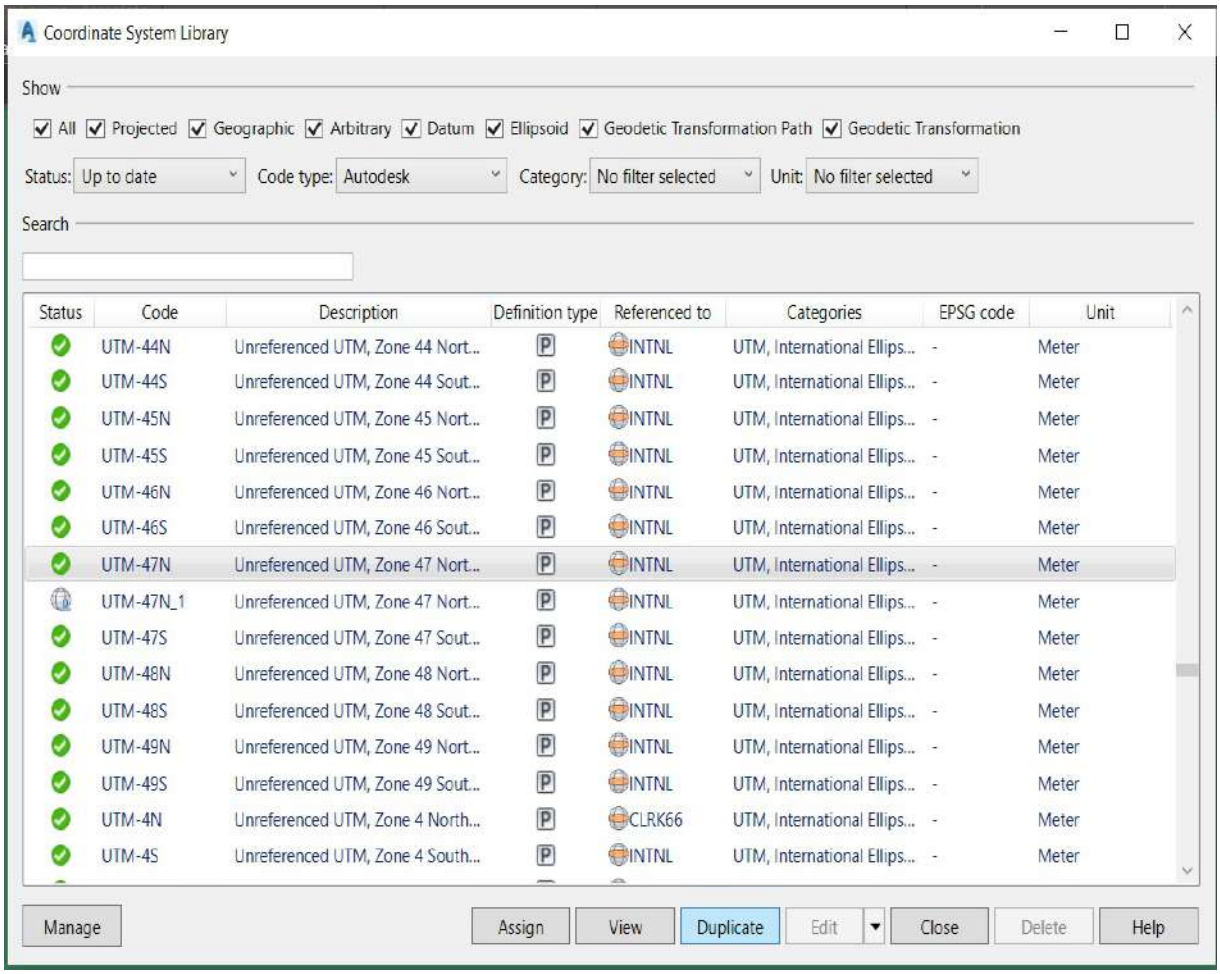
๒.๑ การตั้งค่า File เป็นระบบ พิกัด TM

1. Open file Acad Civil 3D

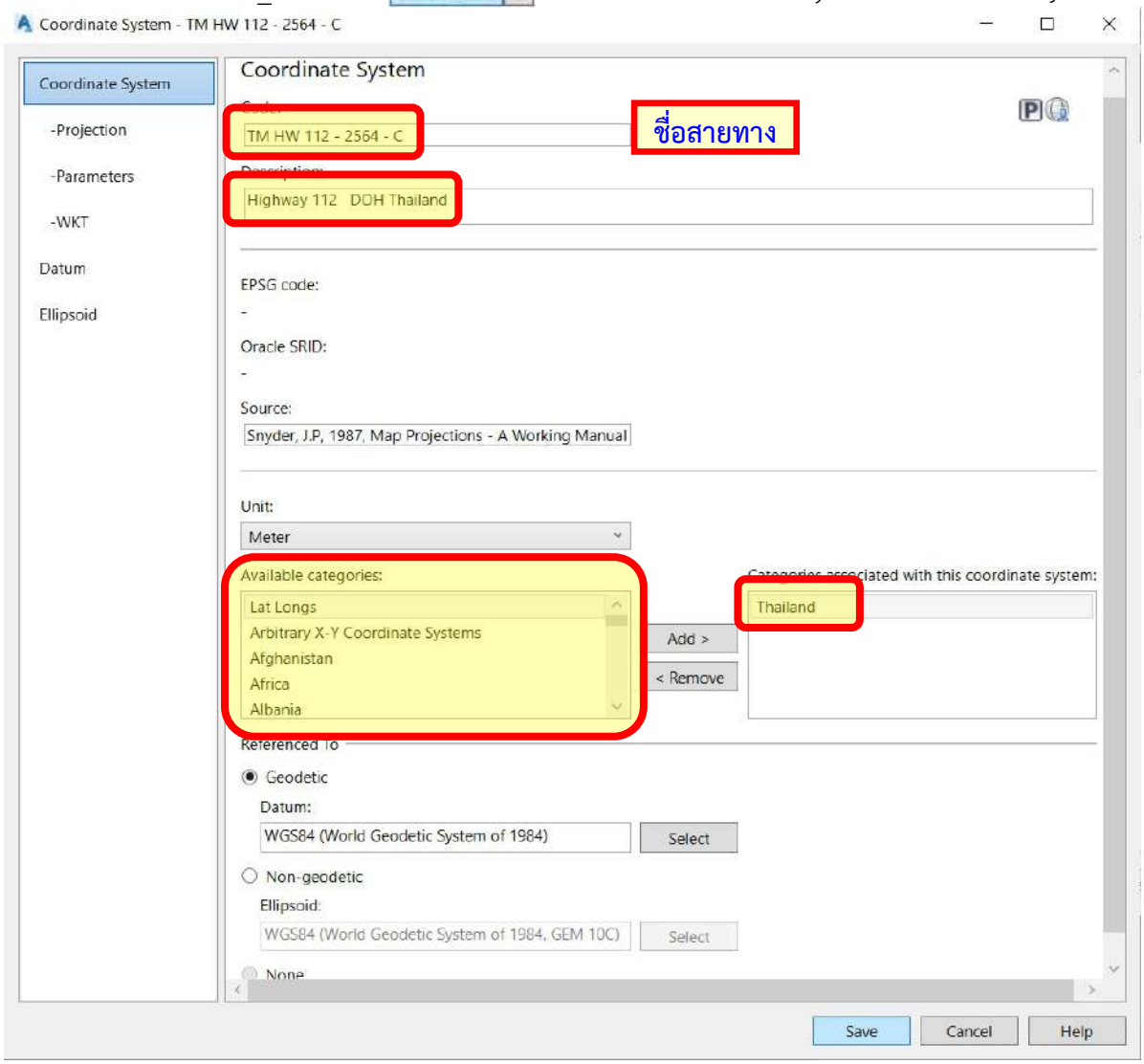
2. พิมพ์ Mapcslibrary กด ↵

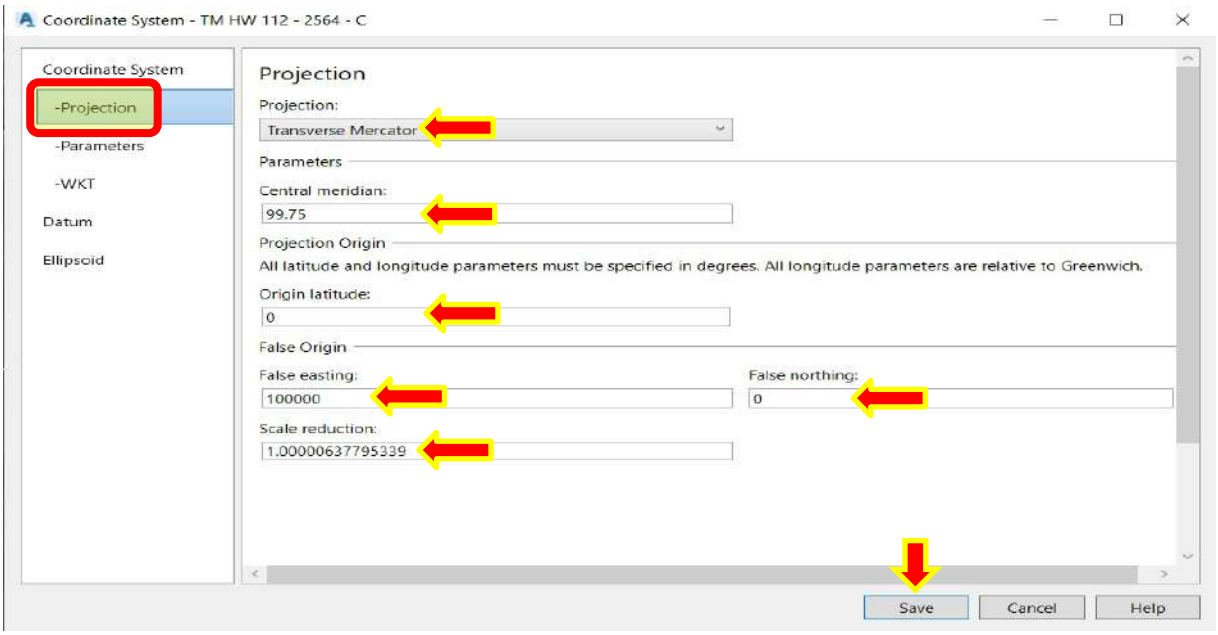


3. เลือก UTM-47N → กด Duplicate (ถ้าอยู่ Zone 48 เลือก UTM-48N)



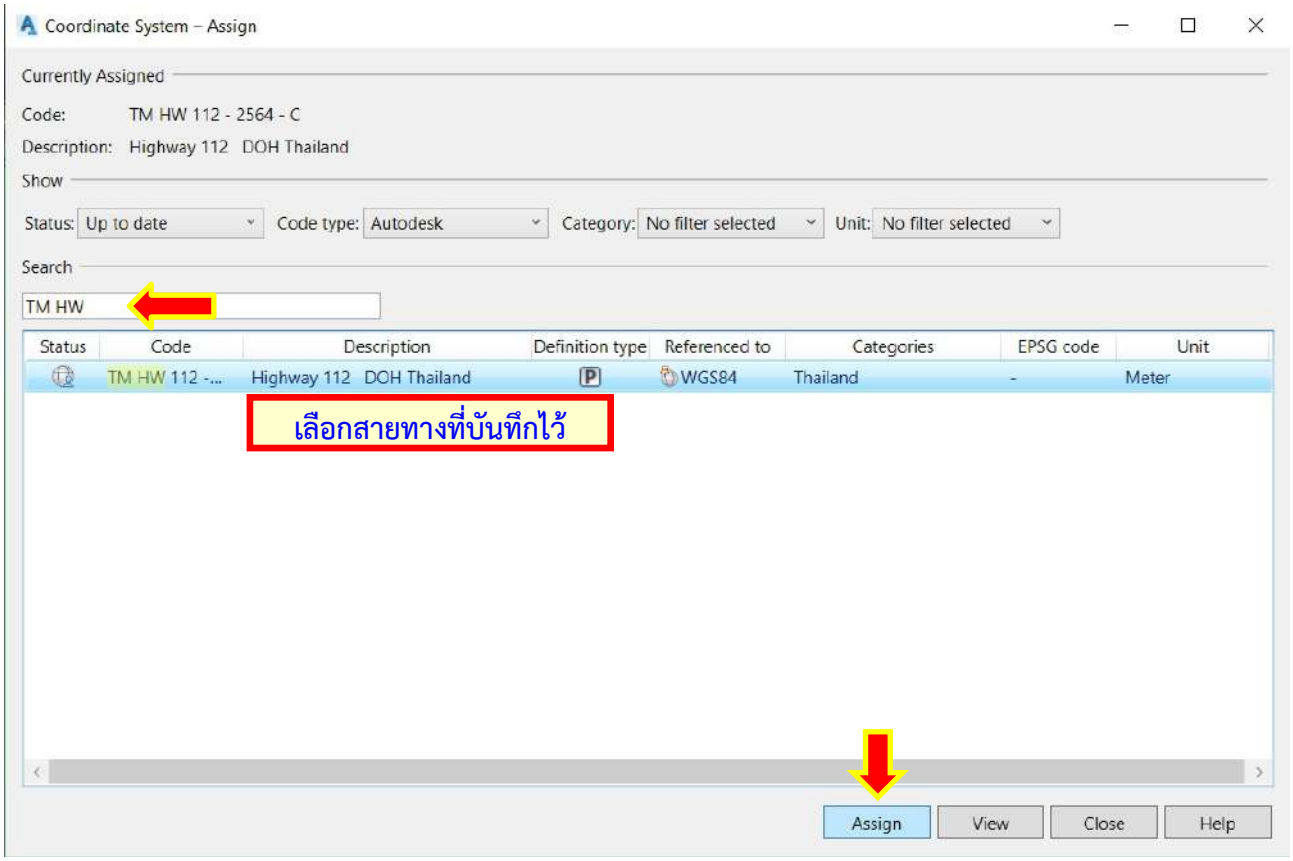
4. เลือก UTM-47N_1 → กด Edit → เลือก Coordinate System → เลือก Projection





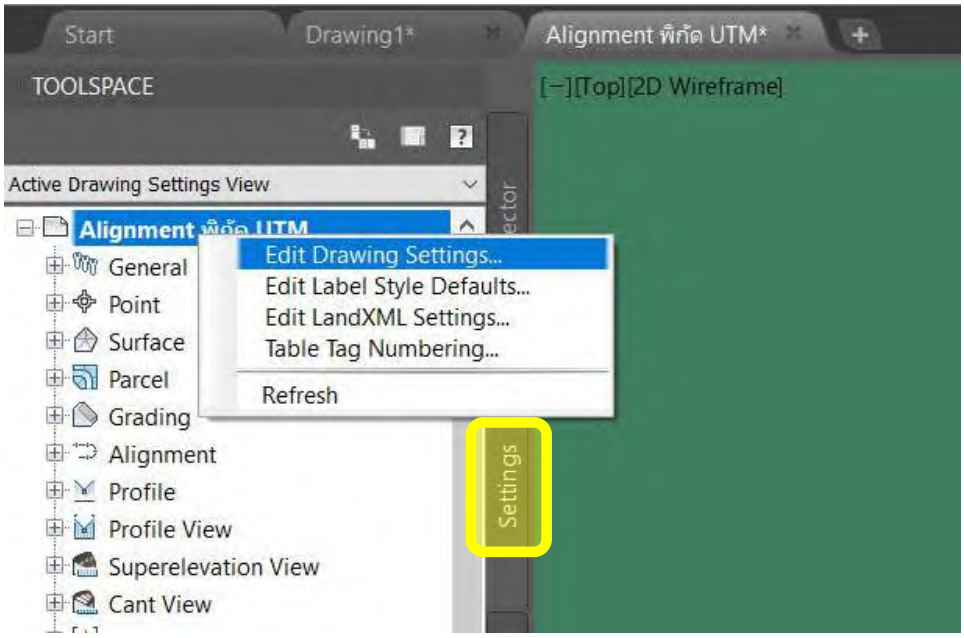
5. ตั้งค่าแบบให้มี Parameter TM พิมพ์ Mapcsassign กด ↵

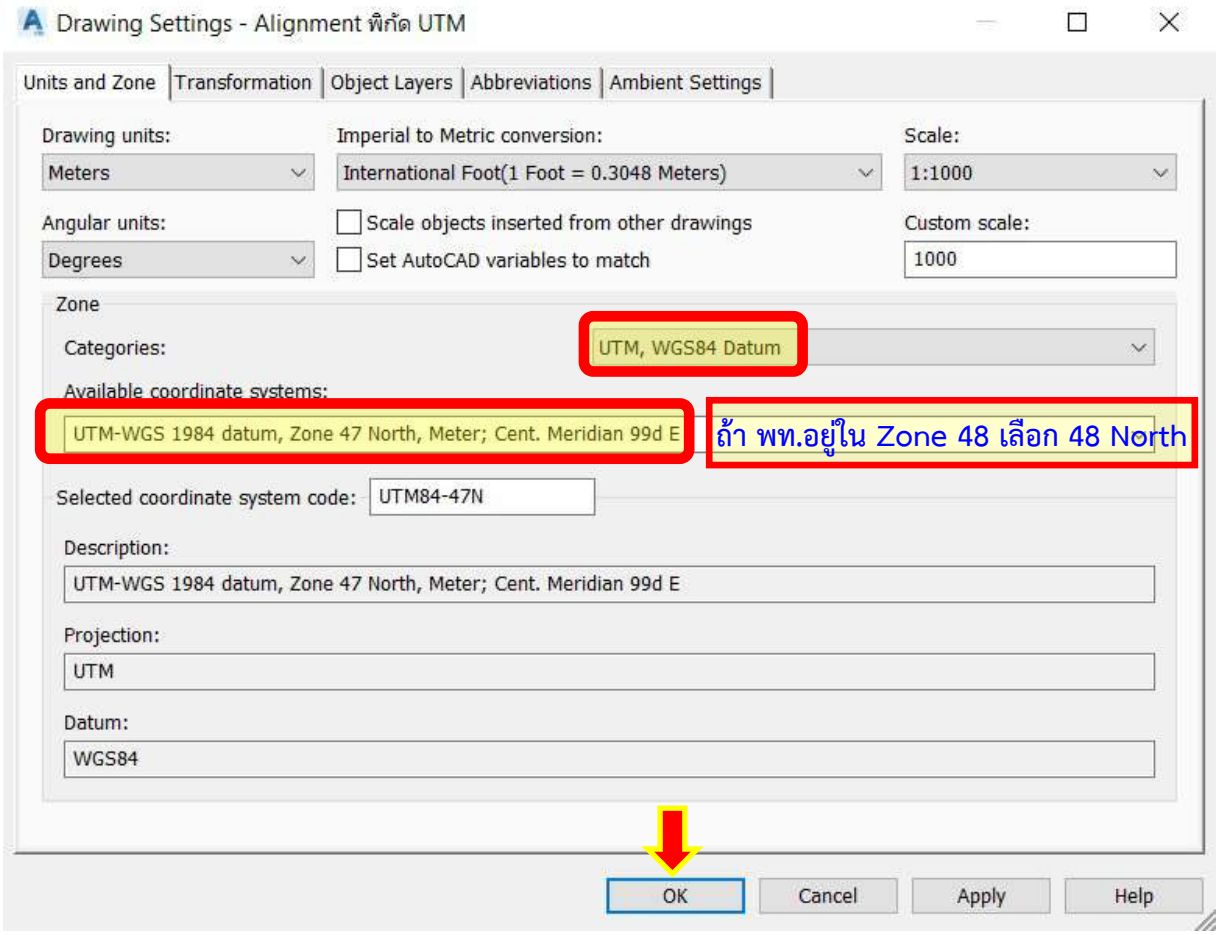




กด **Save** File

๒.๒ การตั้งค่า File เป็นระบบพิกัด UTM.





กด **Save** File

๓. การแปลง File Autocad ระหว่าง ระบบ พิกัด TM. กับ UTM.

การแปลงพิกัดจะทำในกรณี นำแนวศูนย์กลางทางไปใช้งานสิ่งแวดล้อม หรือ นำแนวเขตทางใหม่ที่ออกแบบแล้ว ใช้ลงระวางที่ดินในงานจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน

การแปลงพิกัด มีข้อควรระวัง ไม่ควรแปลง File ที่มีใช้ออกแบบแนวทาง Plan & Profile บน Surface เพราะ File มีขนาดใหญ่ มีฐานข้อมูล และ มีการสร้าง Object มาก ทำการแปลงได้ยาก และ มีข้อจำกัดในการแปลงข้อมูล ควรใช้ข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวข้อง เช่น Poly line ของแนวศูนย์กลางทาง , Poly line ของแนวเขตทางใหม่ หรือ Poly line หรือ Line ของข้อมูล ถ้าเป็น Block หรือ Object อาจมีความผิดพลาดในการแปลงพิกัดได้

**** File ข้อมูล และ File ที่จะทำการแปลง จะต้อง Set Parameter ตามข้อ ๒. ให้ครบถ้วนถูกต้อง****

๓.๑ แปลงจาก พิกัด UTM เป็น TM

1. Save File ออกแบบ และ ตั้ง Parameter ตามข้อ ๒.๒ ไว้ใน Folder งาน (ห้ามเก็บไว้ที่ C:\Documents) และ ปิด File

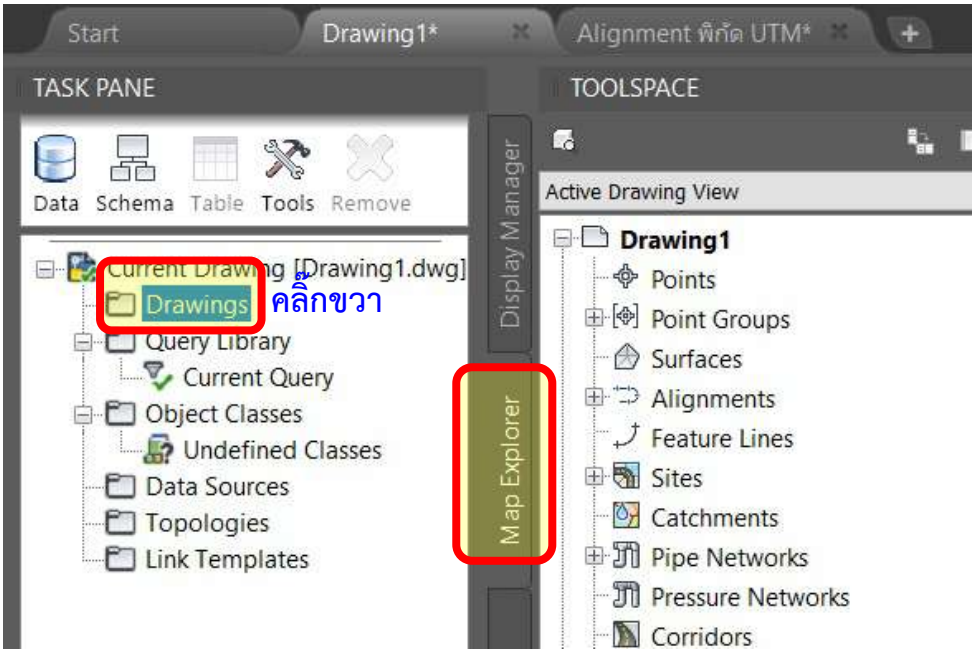
2. เปิด File และ ตั้ง Parameter ตามข้อ ๒.๑ พิมพ์ Mapwspace

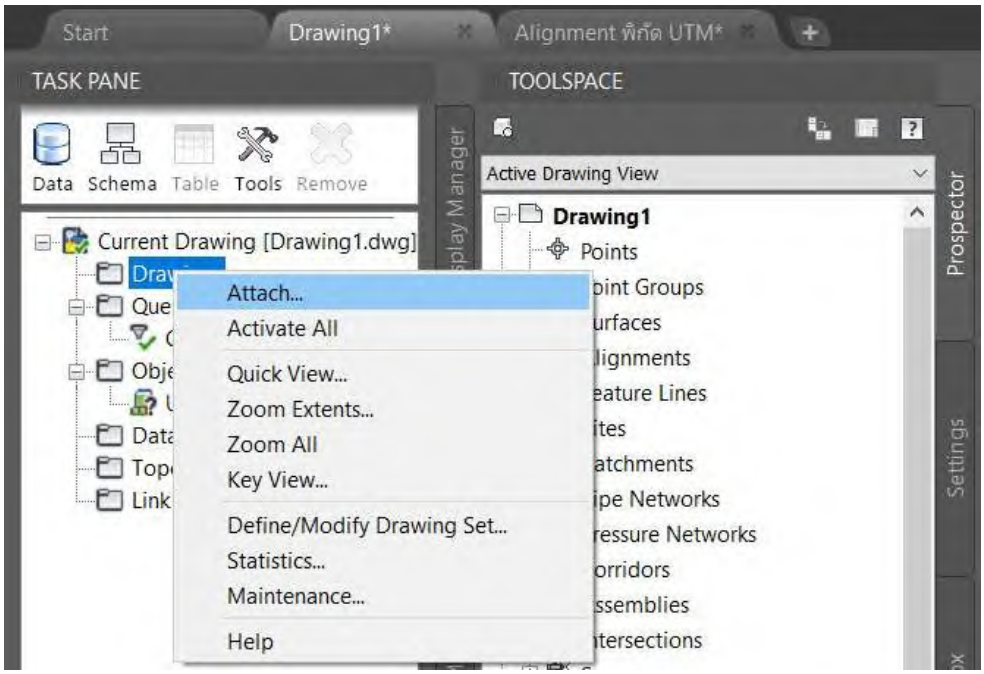


กด

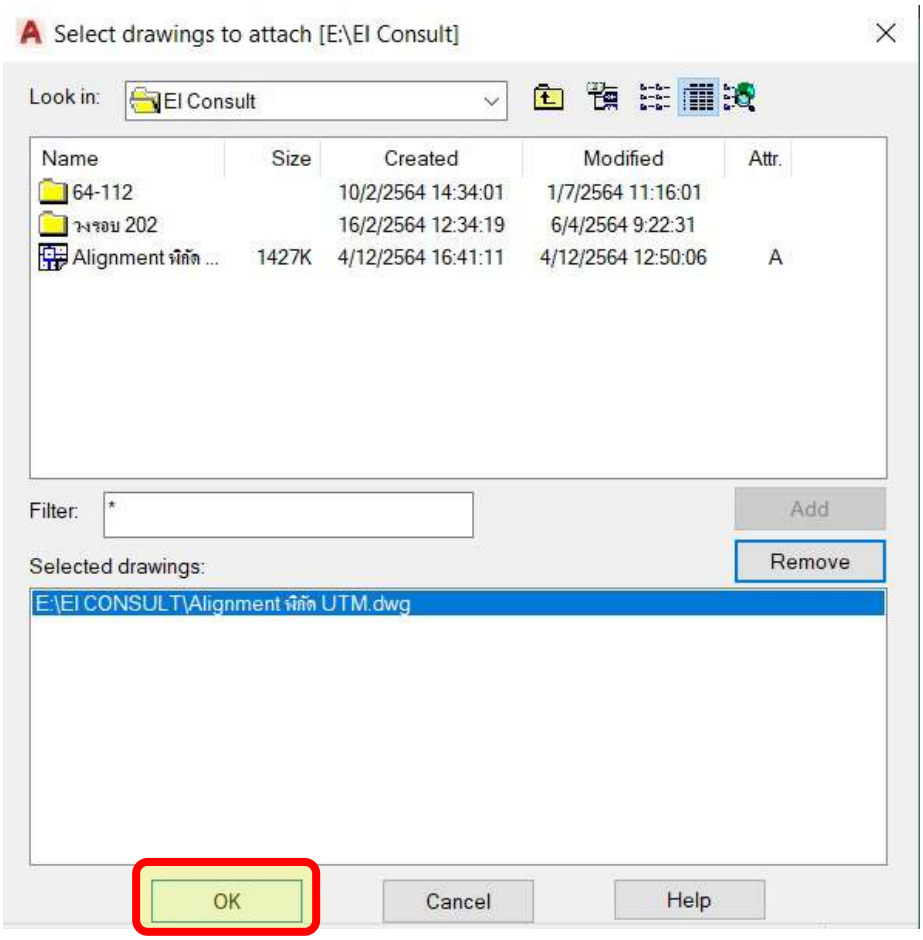


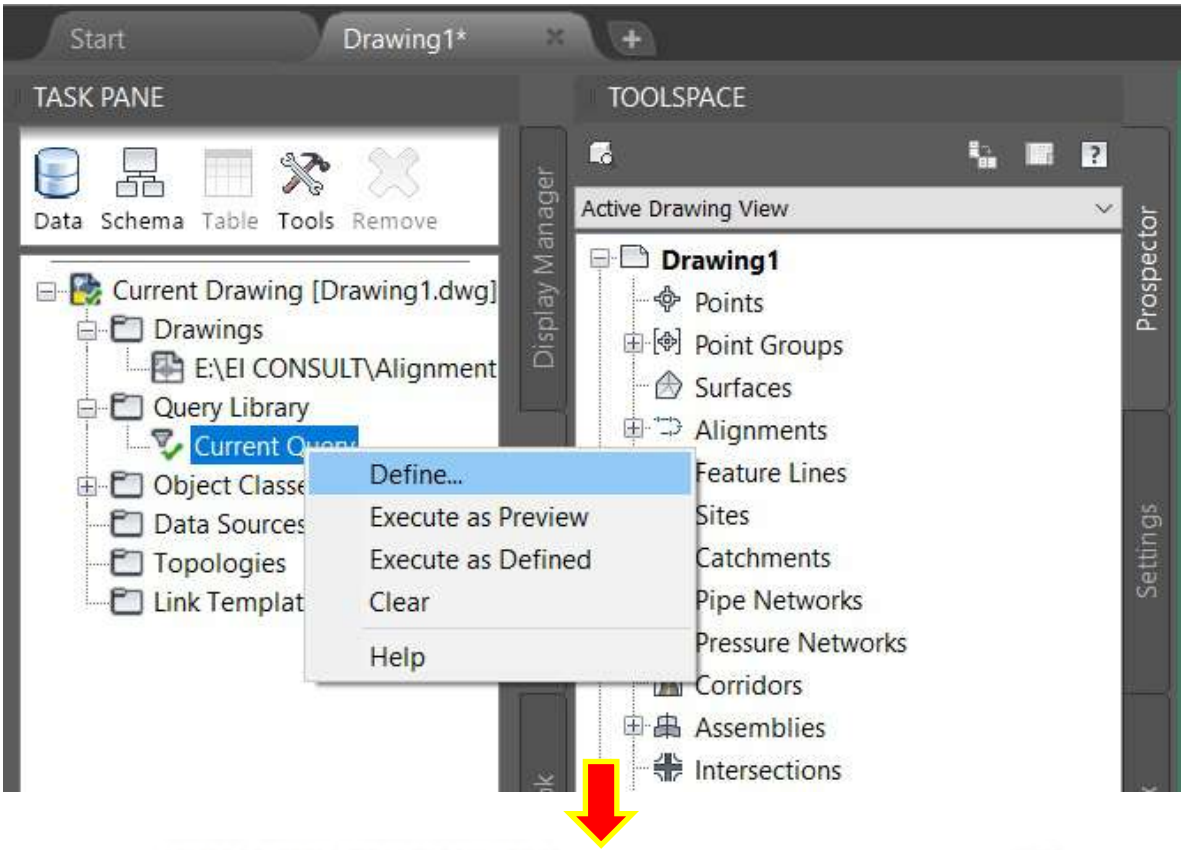
กด

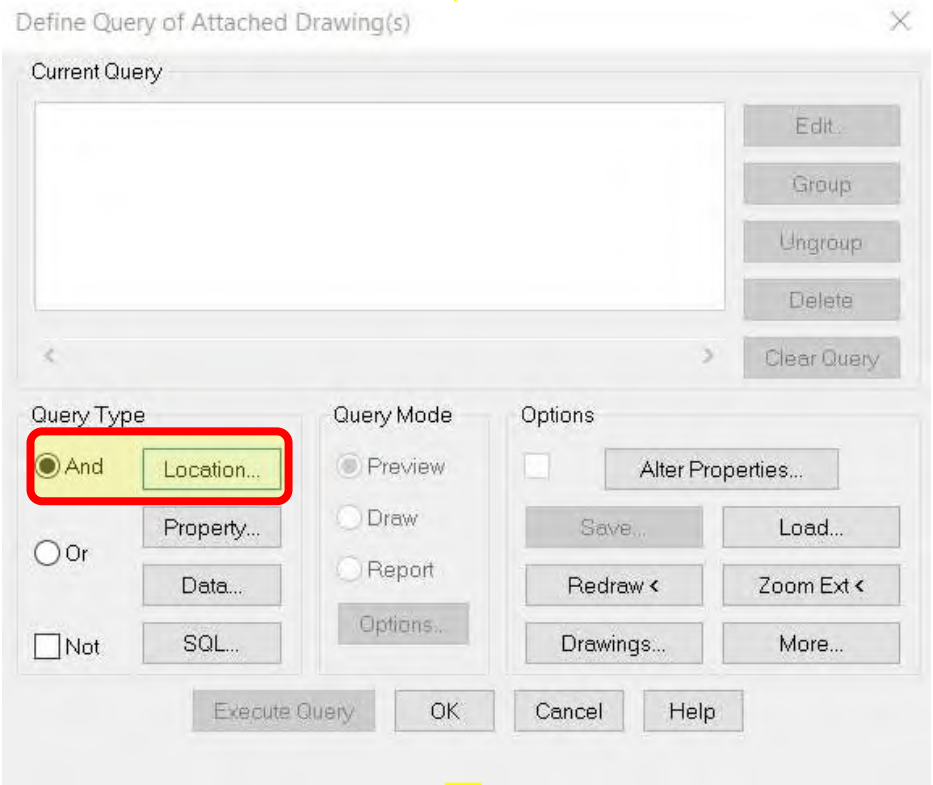


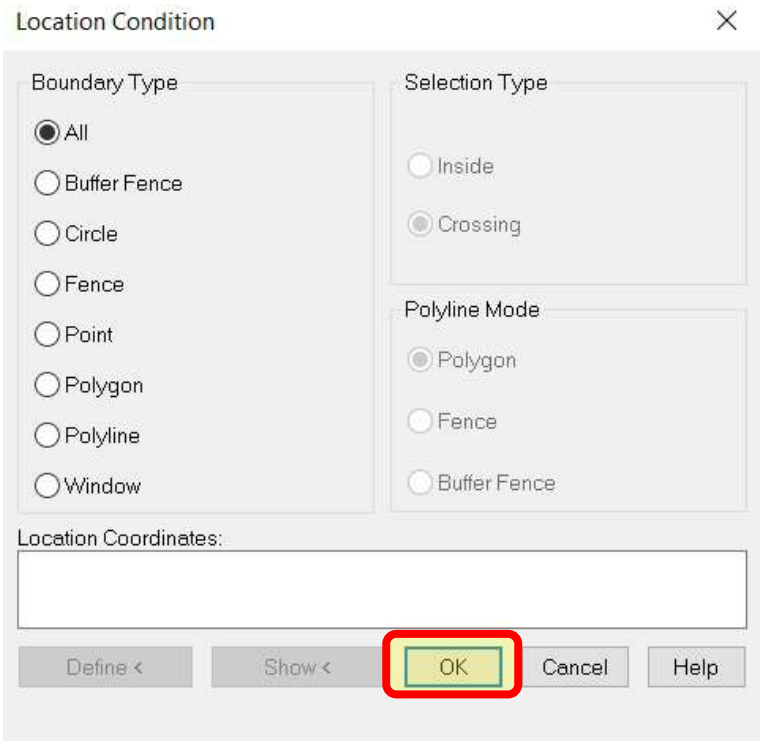


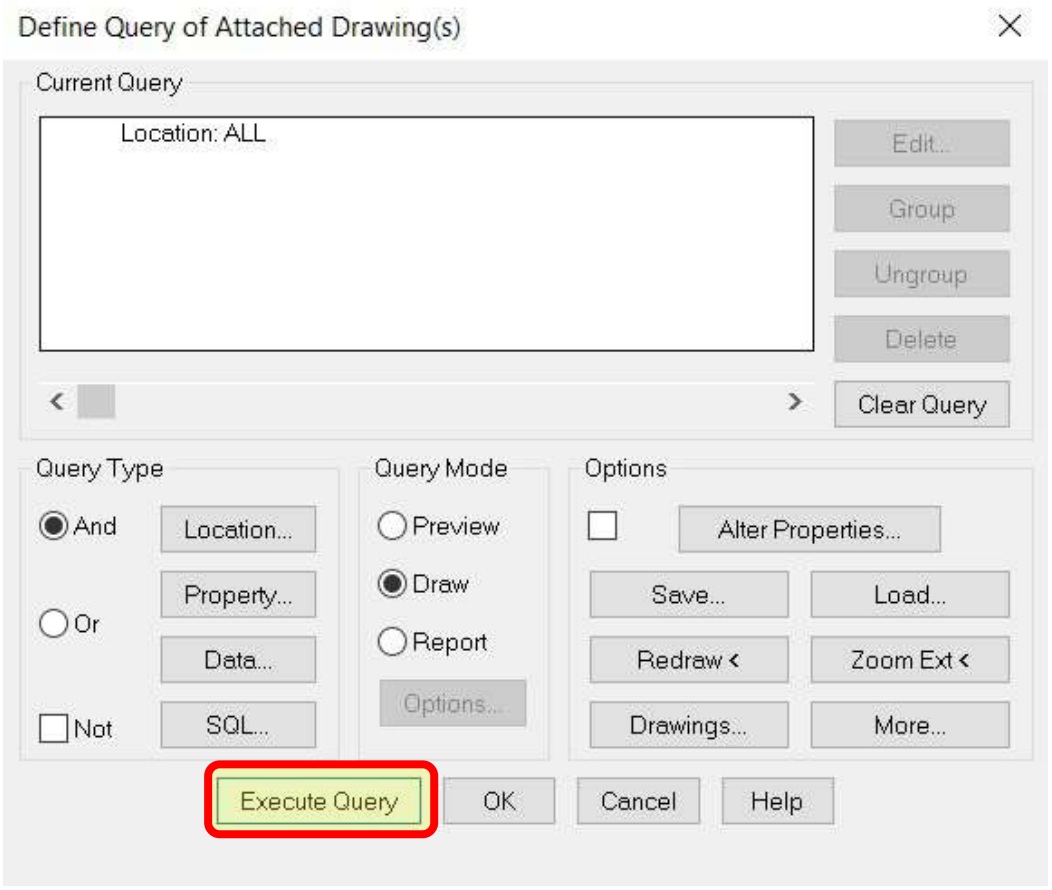
3. เลือก Folder ที่เก็บ File ต้นแบบไว้ → Select → OK



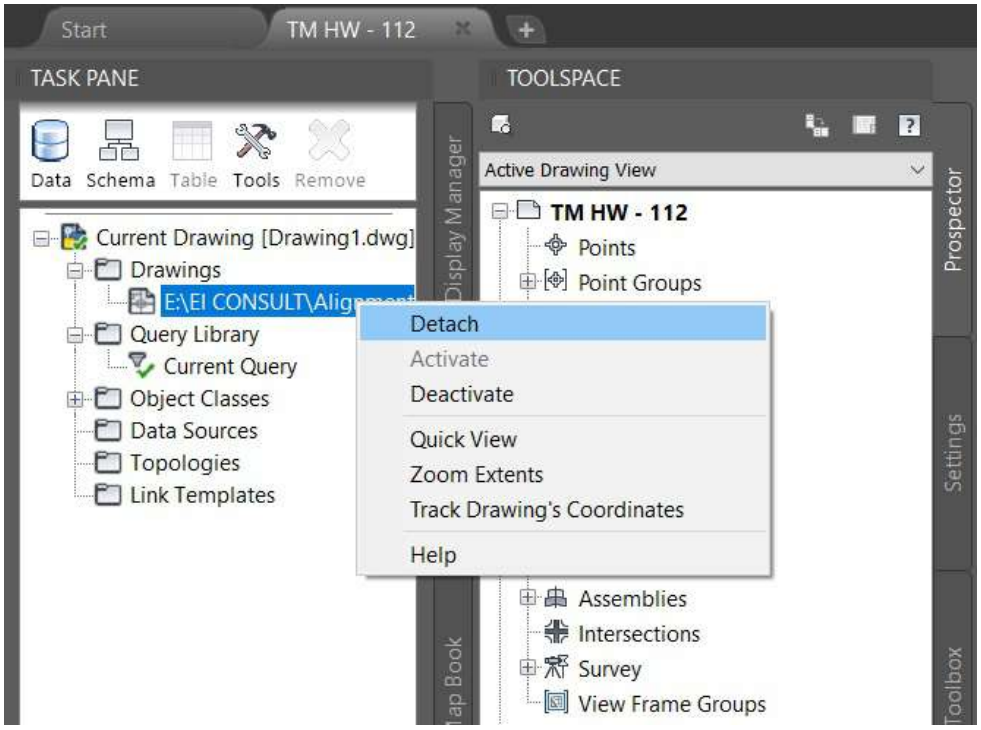

Start
Drawing1*
TASK PANE
TOOLSPACE
Data
Schema
Table
Tools
Remove
Display Manager
Active Drawing View
Prospector
Settings
Current Drawing [Drawing1.dwg]
Drawings
E:\EI CONSULT\Alignment
Query Library
Current Query
Object Classe
Data Sources
Topologies
Link Templat
Define...
Execute as Preview
Execute as Defined
Clear
Help
Drawing1
Points
Point Groups
Surfaces
Alignments
Feature Lines
Sites
Catchments
Pipe Networks
Pressure Networks
Corridors
Assemblies
Intersections


Define Query of Attached Drawing(s)
Current Query
Edit...
Group
Ungroup
Delete
Clear Query
Query Type
And
Location...
Property...
Or
Data...
Not
SQL...
Query Mode
Preview
Draw
Report
Options...
Options
Alter Properties...
Save...
Load...
Redraw <
Zoom Ext <
Drawings...
More...
Execute Query
OK
Cancel
Help


Location Condition
Boundary Type
All
Buffer Fence
Circle
Fence
Point
Polygon
Polyline
Window
Selection Type
Inside
Crossing
Polyline Mode
Polygon
Fence
Buffer Fence
Location Coordinates:
Define <
Show <
OK
Cancel
Help


Define Query of Attached Drawing(s)
Current Query
Location: ALL
Edit...
Group
Ungroup
Delete
Clear Query
Query Type
And
Or
Not
Location...
Property...
Data...
SQL...
Query Mode
Preview
Draw
Report
Options...
Options
Alter Properties...
Save...
Load...
Redraw <
Zoom Ext <
Drawings...
More...
Execute Query
OK
Cancel
Help

4. Save เปลี่ยนชื่อ แล้วนำ File Back UP ออก



๓.๒ แปลงจาก พิกัด TM เป็น UTM

1. Save File ออกแบบ และ ตั้ง Parameter ตาม**ข้อ ๒.๑** ไว้ใน Folder งาน (ห้ามเก็บไว้ที่ C:\ Documents) และ ปิด File

2. เปิด File และ ตั้ง Parameter **ตามข้อ ๒.๒**

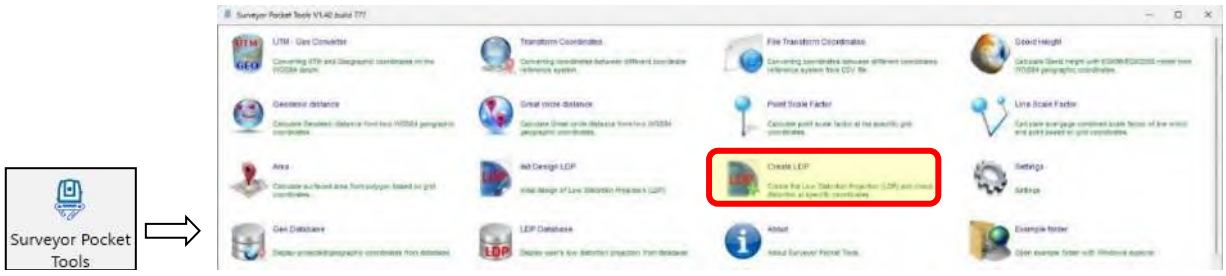
ขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกัน

๔. การแปลง Point File ระหว่าง ระบบ พิกัด TM. กับ UTM. ด้วย Program

การแปลง Point File (Point No. , N , E) สามารถทำได้หลาย Program เช่น Program ที่มาพร้อมกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ในที่นี้จะแสดงการแปลงพิกัดด้วย Program Surveyor Pocket Tools การจัดเตรียม File ข้อมูล ให้จัดในรูปแบบ P , N , E ชนิด File *.CSV พร้อมทั้งจัดเตรียม ค่า Parameter

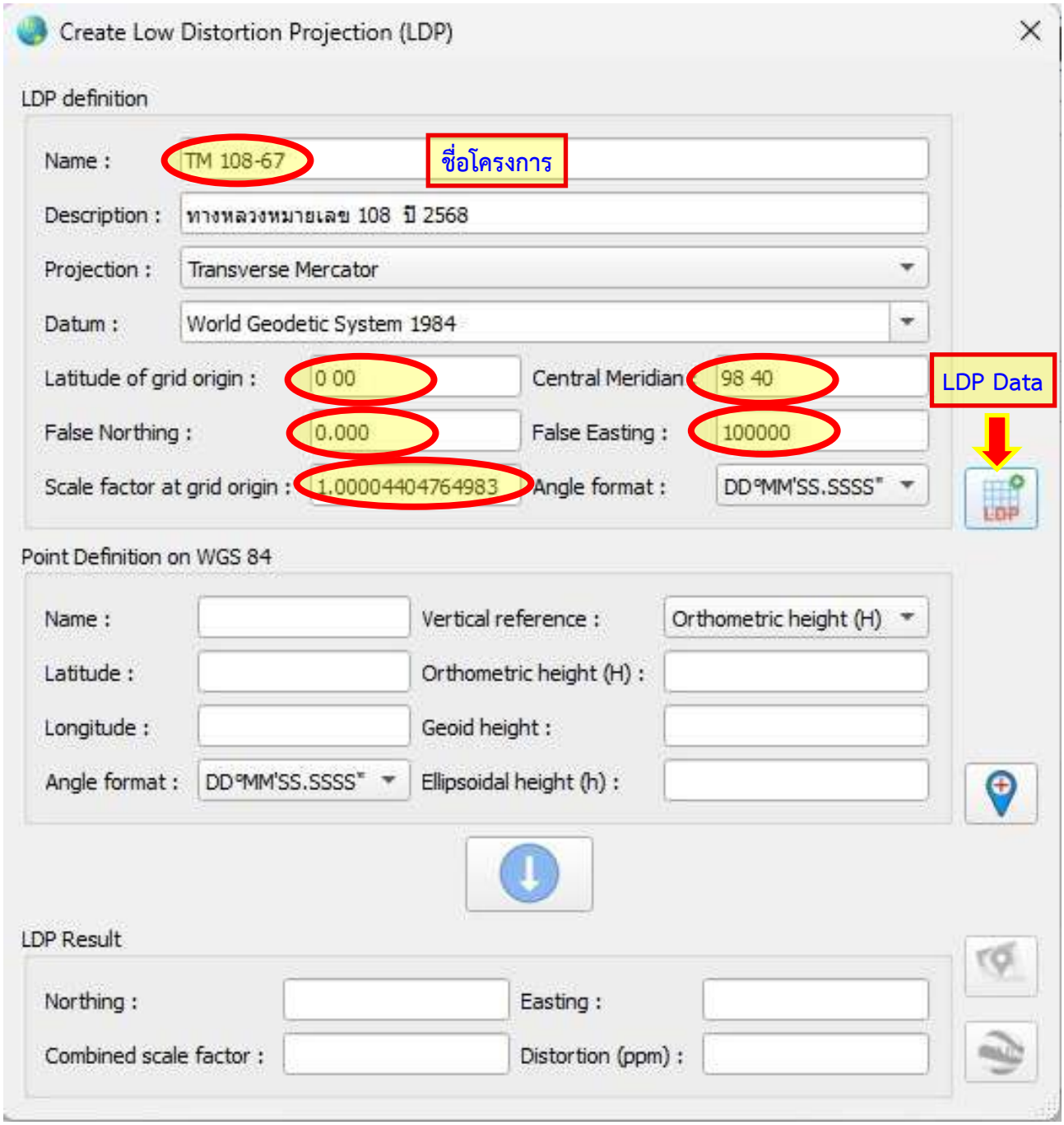
๔.๑ แปลงข้อมูลจาก ระบบพิกัด UTM. เป็น ระบบพิกัด TM.

Origin Latitude	False Northing (m.)	Central Meridian	False Easting (m.)	Scale factor at grid origin
0 ° - 00 '	0	98°- 40'	100,000	1.00004404764983



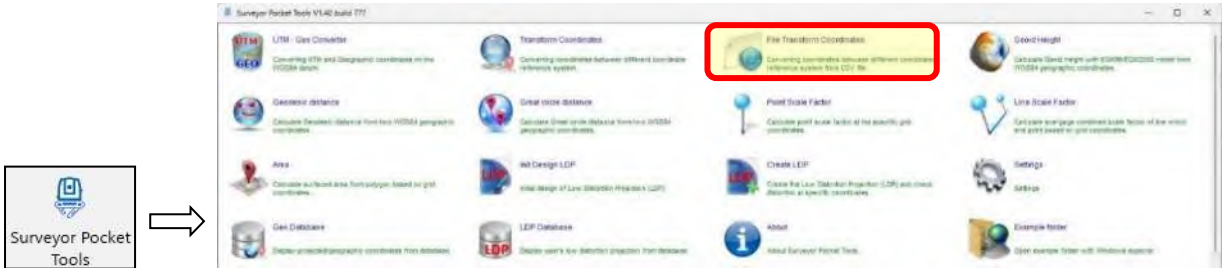
กด 

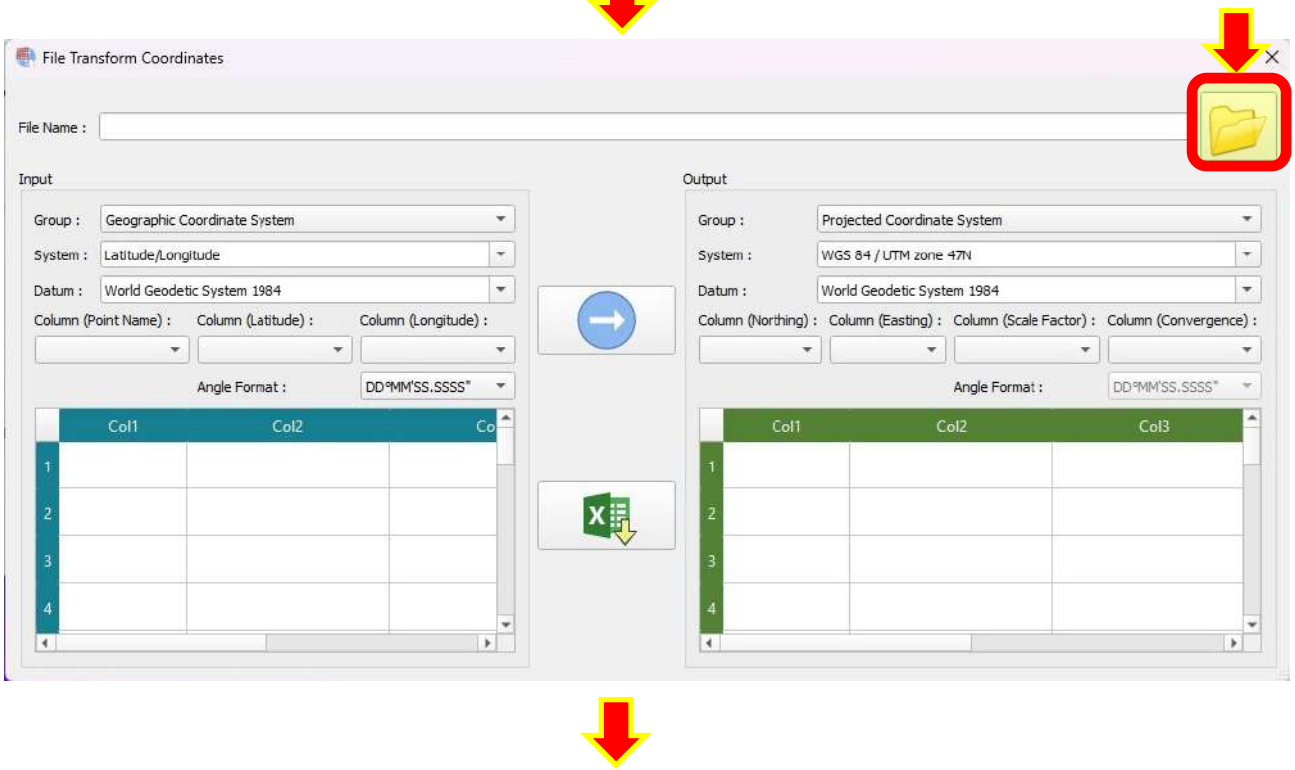
=> ตั้งชื่อโครงการ => ใส่ค่า Parameter => บันทึก LDP Data

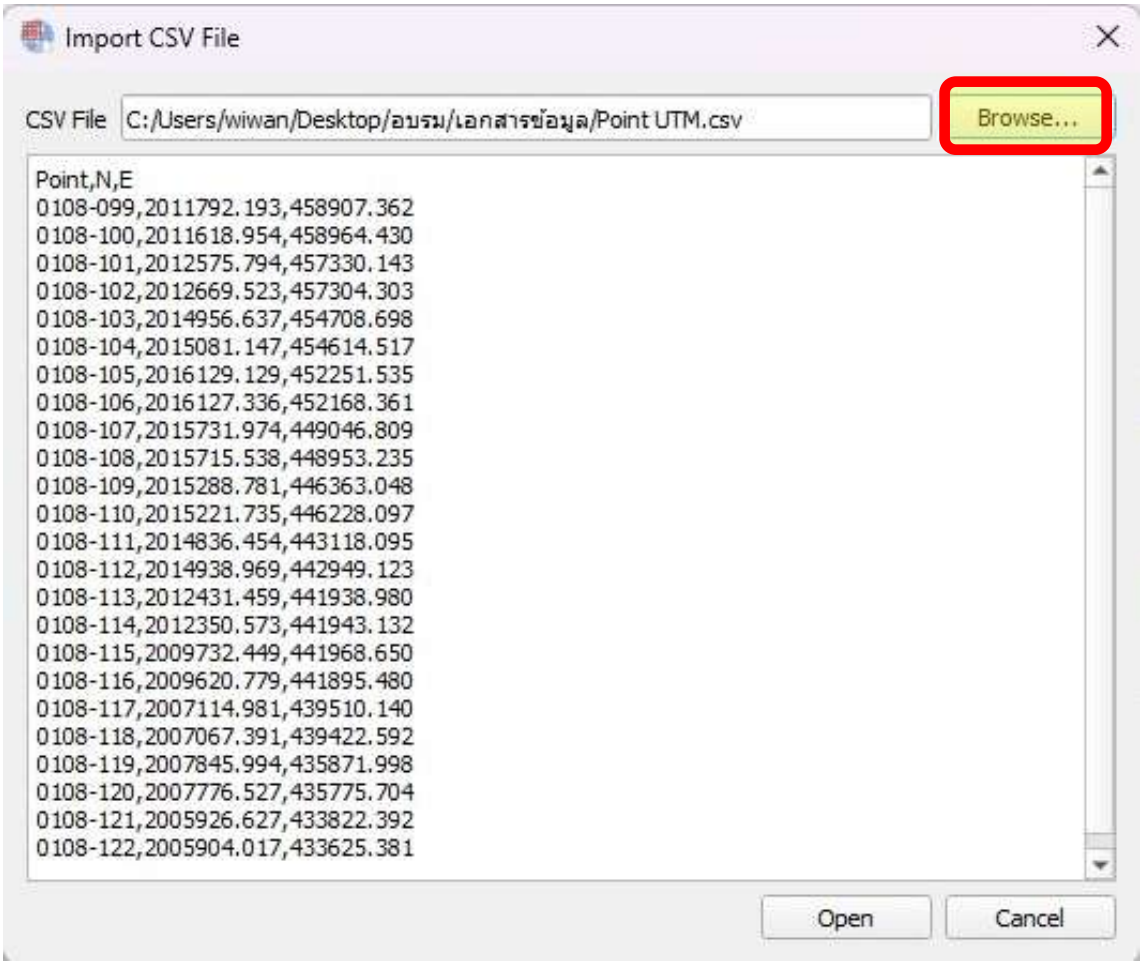


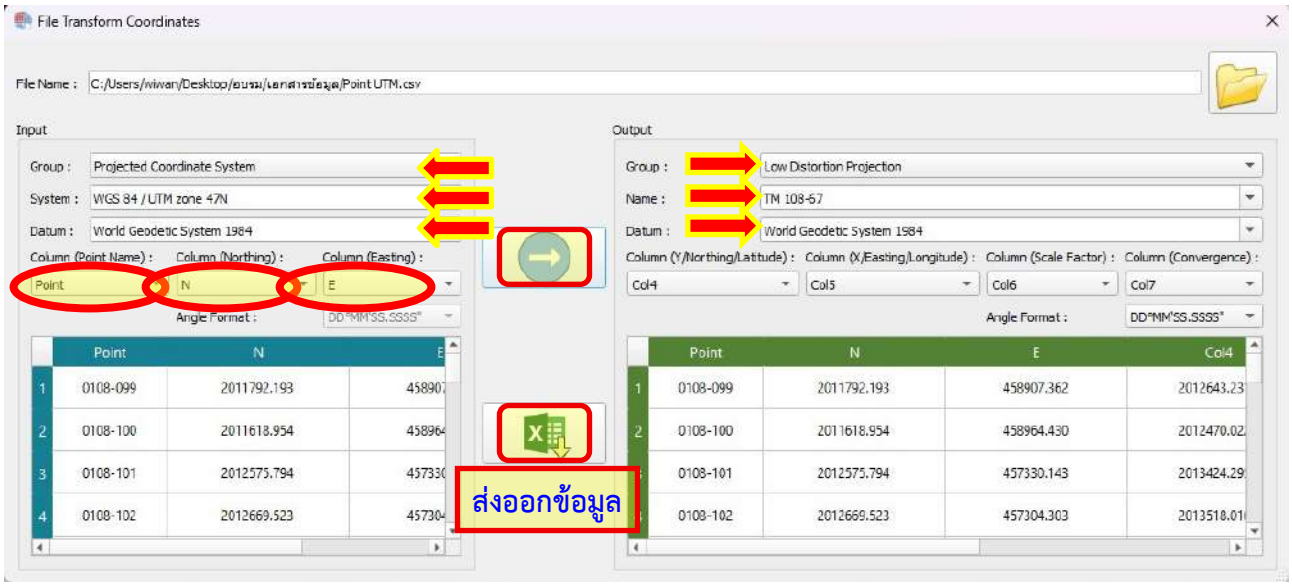
จัดเตรียมข้อมูลเพื่อ แปลงพิกัด

Point	N	E
0108-099	2,011,792.193	458,907.362
0108-100	2,011,618.954	458,964.430
0108-101	2,012,575.794	457,330.143
0108-102	2,012,669.523	457,304.303









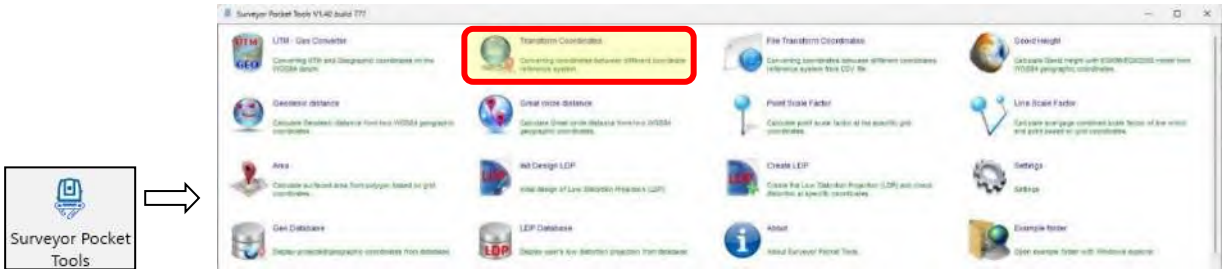
๔.๒ แปลงข้อมูลจาก ระบบพิกัด TM. เป็น ระบบพิกัด UTM.

ดำเนินการเช่นเดียวกับ ข้อ ๔.๑ ต่างกันที่ขั้นตอน File Transform Coordinate ฝั่ง **Input** *Group* เลือก low Distortion Projection ฝั่ง **Output** *Group* เลือก Projected Coordinate System

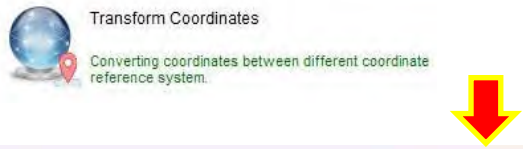
๔.๓ แปลงข้อมูลในระบบพิกัด ต่างๆ

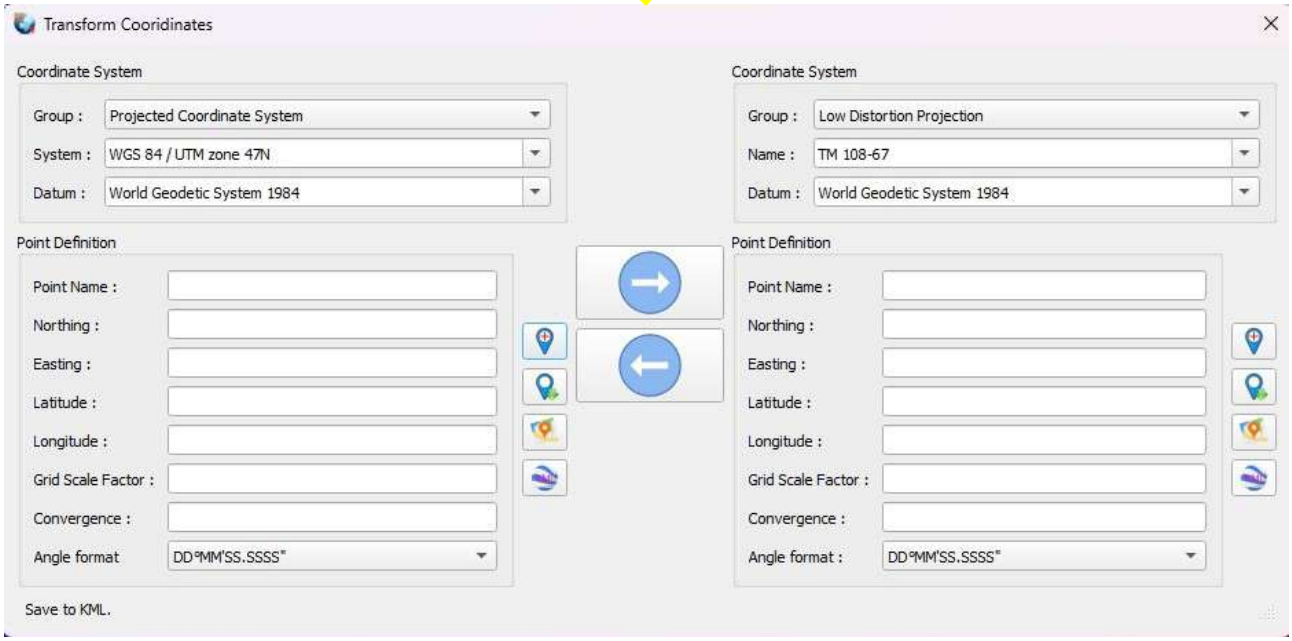
เมื่อต้องการแปลงพิกัดจุดเริ่มต้นโครงการ หรือจุดสิ้นสุดโครงการ จากพิกัดงานออกแบบ (TM.) เป็นพิกัด UTM. หริอ พิกัดยีออเดติค เพื่อเป็นข้อมูลส่งสำนักงบประมาณ เราสามารถใช้โปรแกรมสารสนเทศต่างๆ แปลงพิกัดได้ ในที่นี้จะแน่ะนำ การแปลงพิกัดจากโปรแกรม Surveyor Pocket Tools มีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดค่า Parameter เช่น เดียวกับ ข้อ ๔.๑

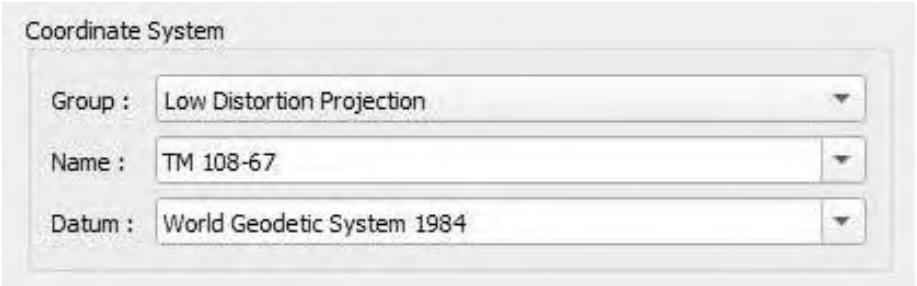


กด

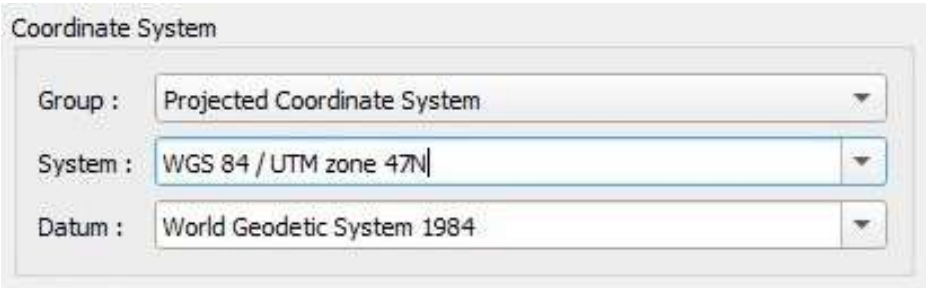




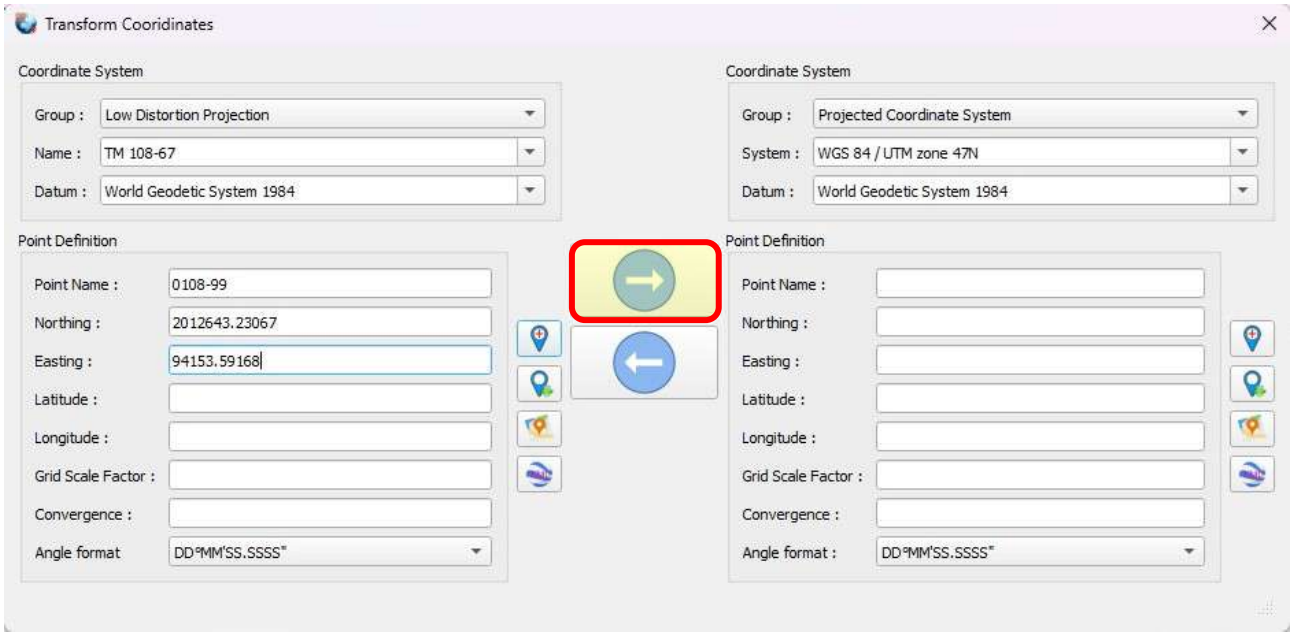
ข้อมูลด้านซ้ายใช้ข้อมูล LDP แต่ละโครงการ

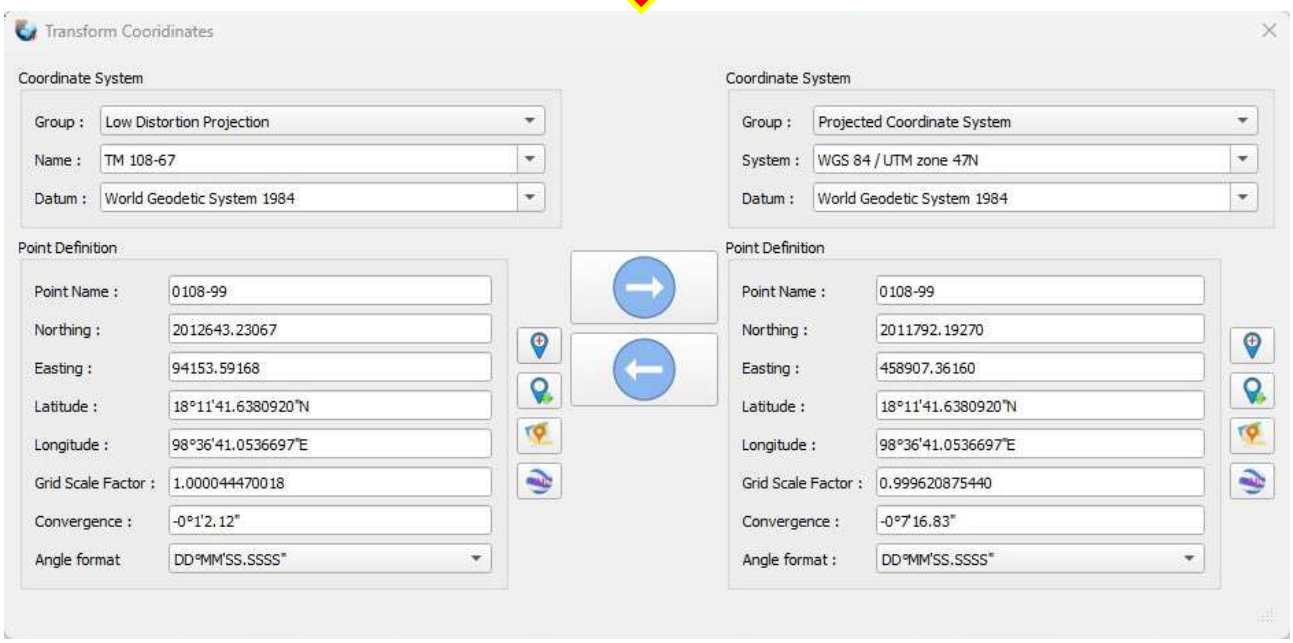


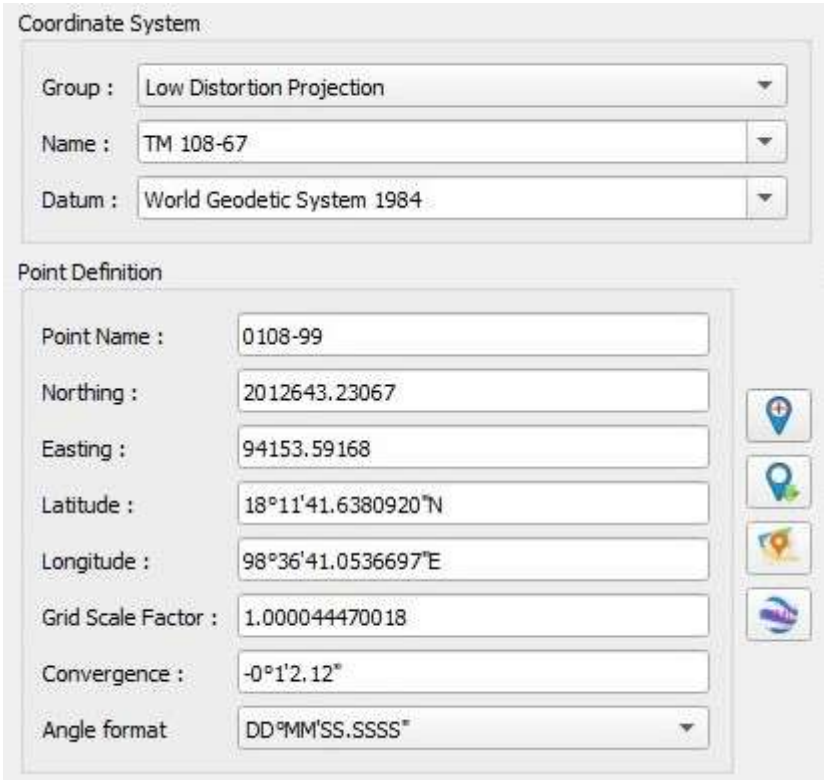
ข้อมูลด้านขวาใช้ข้อมูล UTM. Zone 47 N หรือ 48 N

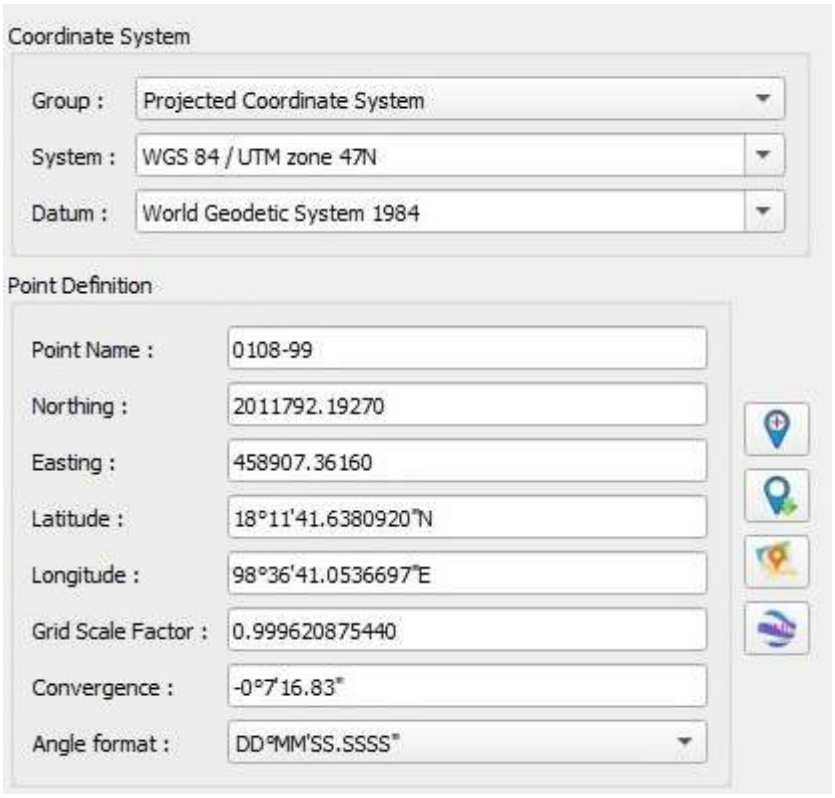


ในกรณีที่ แปลง พิกัด TM เป็น UTM. ใส่ข้อมูล ชื่อ Point , N , E ในช่องข้อมูลด้านซ้าย กด ⇨






Coordinate System
Group : Low Distortion Projection
Name : TM 108-67
Datum : World Geodetic System 1984
Point Definition
Point Name : 0108-99
Northing : 2012643.23067
Easting : 94153.59168
Latitude : 18°11'41.6380920"N
Longitude : 98°36'41.0536697"E
Grid Scale Factor : 1.000044470018
Convergence : -0°1'2.12"
Angle format DD°MM'SS.SSSS"


Coordinate System
Group : Projected Coordinate System
System : WGS 84 / UTM zone 47N
Datum : World Geodetic System 1984
Point Definition
Point Name : 0108-99
Northing : 2011792.19270
Easting : 458907.36160
Latitude : 18°11'41.6380920"N
Longitude : 98°36'41.0536697"E
Grid Scale Factor : 0.999620875440
Convergence : -0°7'16.83"
Angle format : DD°MM'SS.SSSS"

ภาคผนวก ค การใช้งานกล้อง Total Station สำรวจทาง

กล้องสำรวจแบบสถานีรวม (Total Station) เป็นเครื่องมือที่รวม กล้องวัดมุม (Theodolite) กับ เครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Distance Meter ; EDM) เข้าด้วยกัน ได้ถูกนำมาใช้ในงานสำรวจทำแผนที่แนวทางและภูมิประเทศ เพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภาคสนามมีความสะดวก ปลอดภัย มีความละเอียด ถูกต้องสอดคล้องกับเทคโนโลยีการสำรวจสมัยใหม่ สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS และโปรแกรมประมวลผลทางวิศวกรรมสำรวจ (Survey Software)

ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง ดำเนินการสำรวจด้วยกล้อง Total Station ยี่ห้อ NIKON Nivo M+ มีกระบวนการทำงาน ดังนี้

๑. สำรวจทำวงรอบ (Traverse)

๒. สำรวจเก็บรายละเอียดภูมิประเทศ (Topographic Survey)

๓. สำรวจกำหนดตำแหน่งในภูมิประเทศ (Setting out)

๑. การสำรวจทำวงรอบ (Traverse)

งานวงรอบเป็นงานสำรวจเพื่อขยายโครงข่ายหมุดหลักฐานเพื่อใช้อ้างอิงใน งานสำรวจเก็บรายละเอียดของภูมิประเทศ และงานสำรวจเพื่อการก่อสร้าง โดยจะทำการสำรวจโยงยึดออกจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร กรมทางหลวง กรมที่ดิน กรมชลประทาน หรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง หมุดหลักฐานที่ใช้ออกงานและเข้าบรรจบจะต้องเป็นหมุดคู่ ที่ทราบค่าพิกัด UTM.

การดำเนินการสำรวจมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

๑.๑ สร้าง Job สำหรับทำงานวงรอบ ตั้งชื่อ Job ให้สอดคล้องกับสายทาง เช่น การสำรวจทางหลวงหมายเลข 107 วงรอบวงที่ 1 ควรสร้าง Job ชื่อ TV107-1

กด 





- หากมี Job เดิมอยู่ในกล้องเลือก 



- ตั้งชื่อ Job หากชื่อมีตัวอักษรให้ กด 

ก่อน

เมื่อตั้งชื่อเสร็จแล้ว กด 













- เลือก HA เป็น 0 to BS





- ตั้งค่าการวัดระยะทางสำหรับงานวงรอบ กด 

ค้างไว้ 3 วินาที

ใช้ 

เลื่อน ขึ้น-ลง , ซ้าย-ขวา

เมื่อได้ค่าแล้ว กด 



๑.๒ เริ่มทำการรังวัด จับเป้าธงหลังด้วยกล้องหน้าซ้าย กด 7





ST = ชื่อหมุดตั้งกล้อง (ชื่อเป็นตัวอักษร กด 

)

HI = ความสูงกล้อง

BS = ชื่อหมุดธงหลัง

AZ = มุมที่ SET ธงหลัง

เมื่อตั้งค่าครบแล้ว กด 



๑.๒.๑ รังวัดมุมที่เป้าหลัง หน้าซ้าย

กด 





PT = ชื่อหมุดธงหลัง
HT = ความสูงเป้าหลัง
CD = รหัสหมุดวงรอบ ใช้ CP





๑.๒.๒ รังวัดมุมที่เป้าหน้าหน้าซ้าย หมุนกล้องหน้าซ้ายจับที่เป้าธงหน้า

กด







PT = ชื่อหมุดธงหน้า
HT = ความสูงเป้าหน้า
CD = รหัสหมุดวงรอบ ใช้ CP





๑.๒.๓ รังวัดมุมที่เป้าหน้าหน้าขวา กระดกเป็นกล้องหน้าขวาจับที่เป้าธงหน้า

กด







PT = ชื่อหมุดธงหน้า
HT = ความสูงเป้าหน้า
CD = รหัสหมุดวงรอบ ใช้ CP







กด 

[RAW]

๑.๒.๔ รังวัดมุมที่เป้าหลังหน้าขวา หมุนกล้องหน้าขวาจับที่เป้าธงหลัง

กด 





PT = ชื่อหมุดธงหลัง
HT = ความสูงเป้าหลัง
CD = รหัสหมุดวงรอบ ใช้ CP







กด 

[RAW]

**** ดำเนินการ ข้อ ๑.๒.๑ ถึง ๑.๒.๔ ซ้ำอีก ๑ รอบ จะได้ข้อมูลรังวัดจำนวน ๒ ชุด ****

****** ย้ายกล้องไปตั้งที่ที่หมุดหน้าแล้วดำเนินการในข้อ ๑.๒ (๑.๒.๑ – ๑.๒.๔) ทุกหมุดวงรอบ ******

๑.๓ การถ่ายโอนข้อมูลรังวัด ดำเนินการถ่ายโอนข้อมูลที่บันทึกในกล้อง Total Station เพื่อคำนวณค่าพิกัด

นำ USB Flash Drive ที่มี Floder " NTTS " เสียบที่ช่อง USB กด 8



หลังจากที่ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลรายละเอียดภูมิประเทศ (Field Survey) ด้วยกล้อง Total Station ในสายทางที่ได้กำหนดไว้ในโครงการ ขั้นตอนต่อไปคือการถ่ายโอนข้อมูลจากกล้องสำรวจลงในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการ Process ข้อมูลก่อนที่จะนำเข้าข้อมูล (Input Data) ในการเขียนแผนที่ในขั้นต่อไป การถ่ายโอนข้อมูลจากกล้องสำรวจอาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเครื่องมือแต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อ โดยทั่วไปการถ่ายโอนข้อมูลจากกล้องสำรวจลงในคอมพิวเตอร์ที่ยังคงใช้ทั่วไปคือ การส่งผ่านข้อมูลทาง Memory Card หรือผ่านสายเคเบิ้ล RS323 และในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของการส่งผ่านข้อมูลจากระยะไกลเพื่อความสะดวก รวดเร็ว โดยการ Download ผ่านโมเด็มจากระยะไกลส่งข้อมูลเป็นแบบ 2 ทิศทาง (Bi-Directional) หรือการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย internet

การถ่ายข้อมูลในเอกสารนี้จะกล่าวถึงวิธีการถ่ายข้อมูลผ่านสาย Cable RS323 เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของ ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ สำนักสำรวจและออกแบบ เป็น Total Station ยี่ห้อ Nikon Model DTM-522 บันทึกข้อมูลภายในตัวกล้องการถ่ายข้อมูลเป็นแบบผ่านสาย Cable RS323 ส่วน Software ที่ใช้รองรับข้อมูลและประมวลผลคือ Program Transit v2.35 ซึ่งถ้าเป็นกล้องรุ่นอื่นๆก็สามารถดูวิธีการ Download และ Upload จากคู่มือของกล้องรุ่นนั้นๆได้เช่นกัน

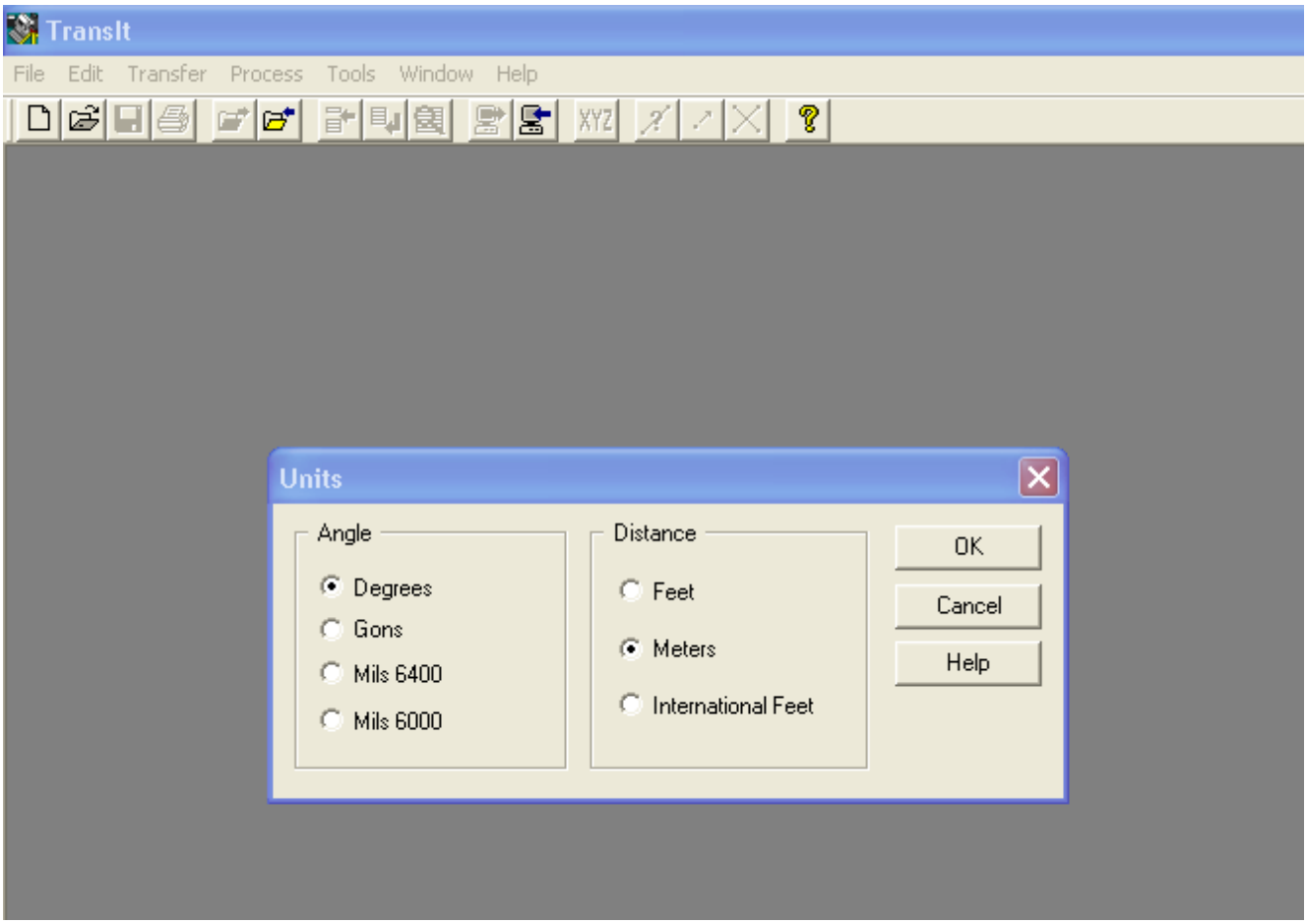


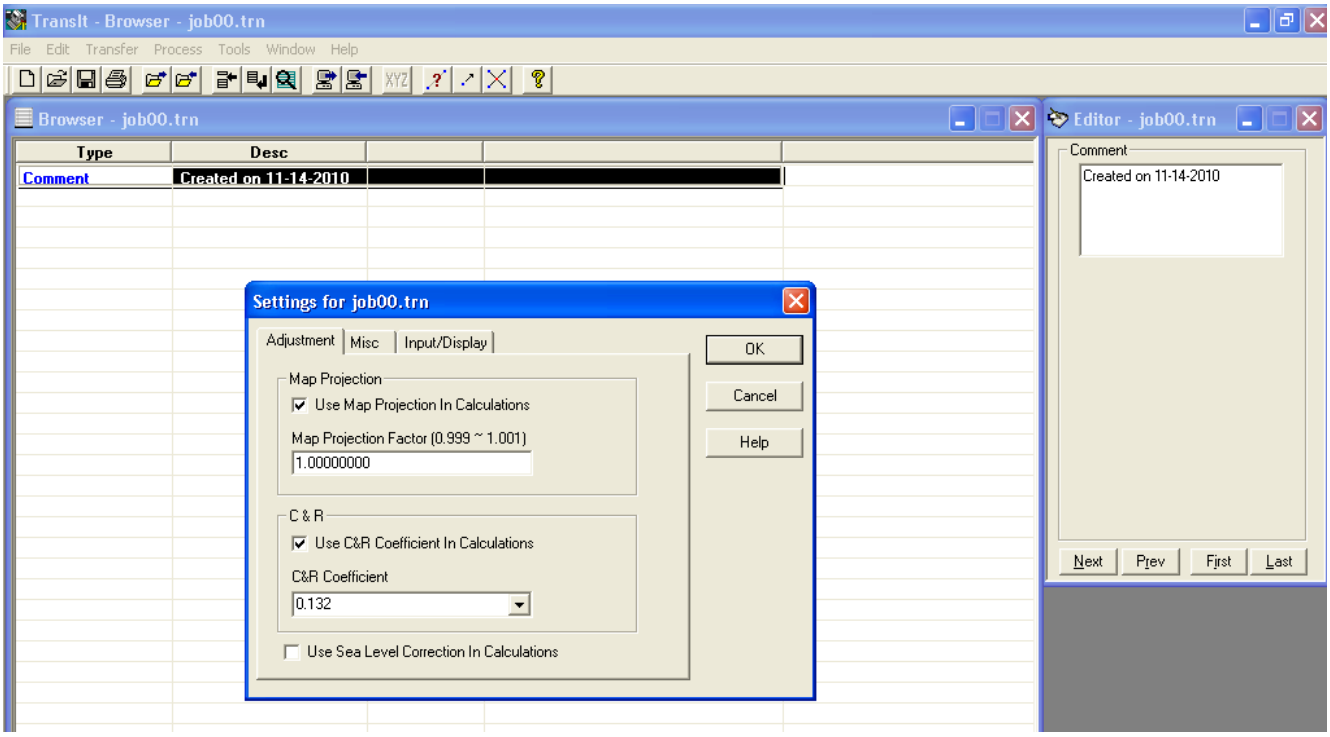
รูปที่ ๕๐ Total Station และ Cable RS๓๒๓

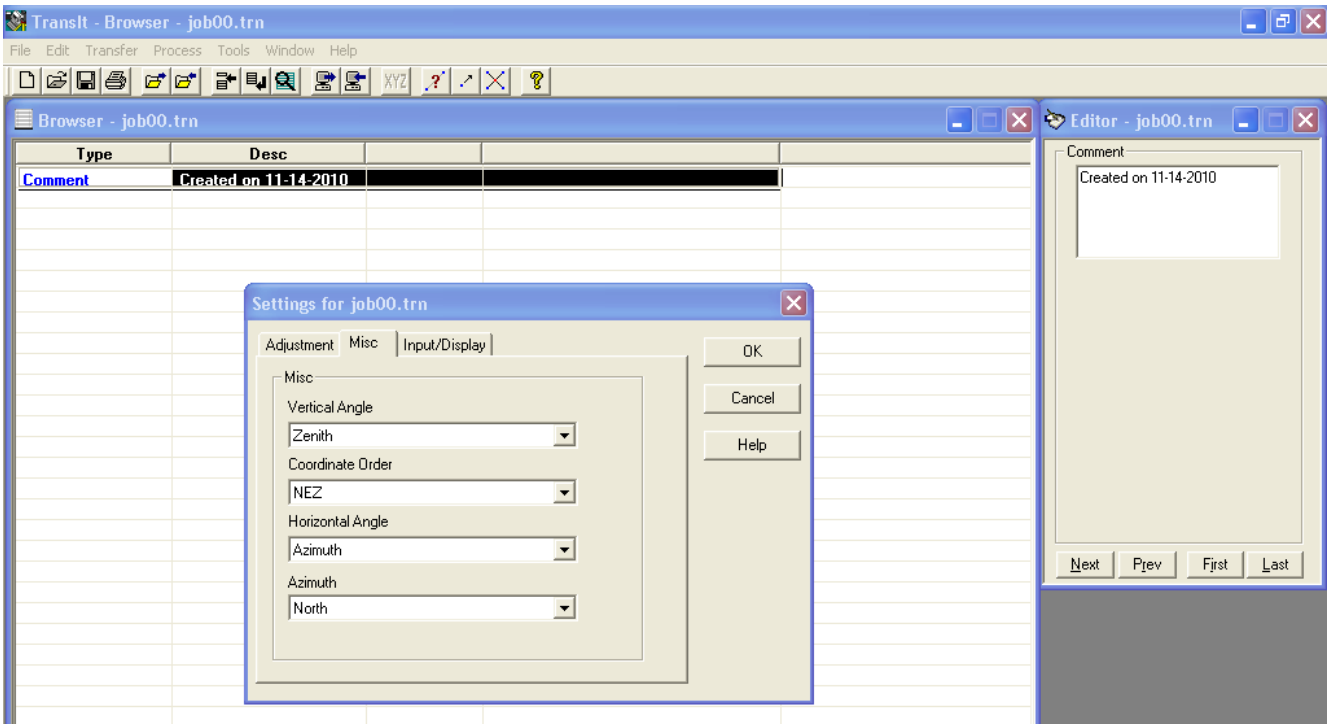
ในการถ่ายโอนข้อมูลสำรวจจากการปฏิบัติงานสนามควรทำการถ่ายข้อมูลทุกวันหลังจากการปฏิบัติงานเสร็จและควร Download ข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลดิบ(Law data) Format ข้อมูลสามารถเลือกได้คือ Nikon , SDR33 , SDR2x ซึ่งจะแสดงข้อมูลที่เป็น มุม ระยะและข้อมูลระกอบการรังวัดอื่นๆ เช่น จุดตั้งกล้อง , จุด Back Sight และCoding เพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการฏิบัติงานสนาม (ที่ได้ทำการบันทึกไว้ใน *Field* Book) เช่น ค่าความสูงกล้อง , ค่าความสูง Reflector และ Coding เป็นต้น ก่อนทำการ Process ข้อมูลเป็นระบบพิกัด

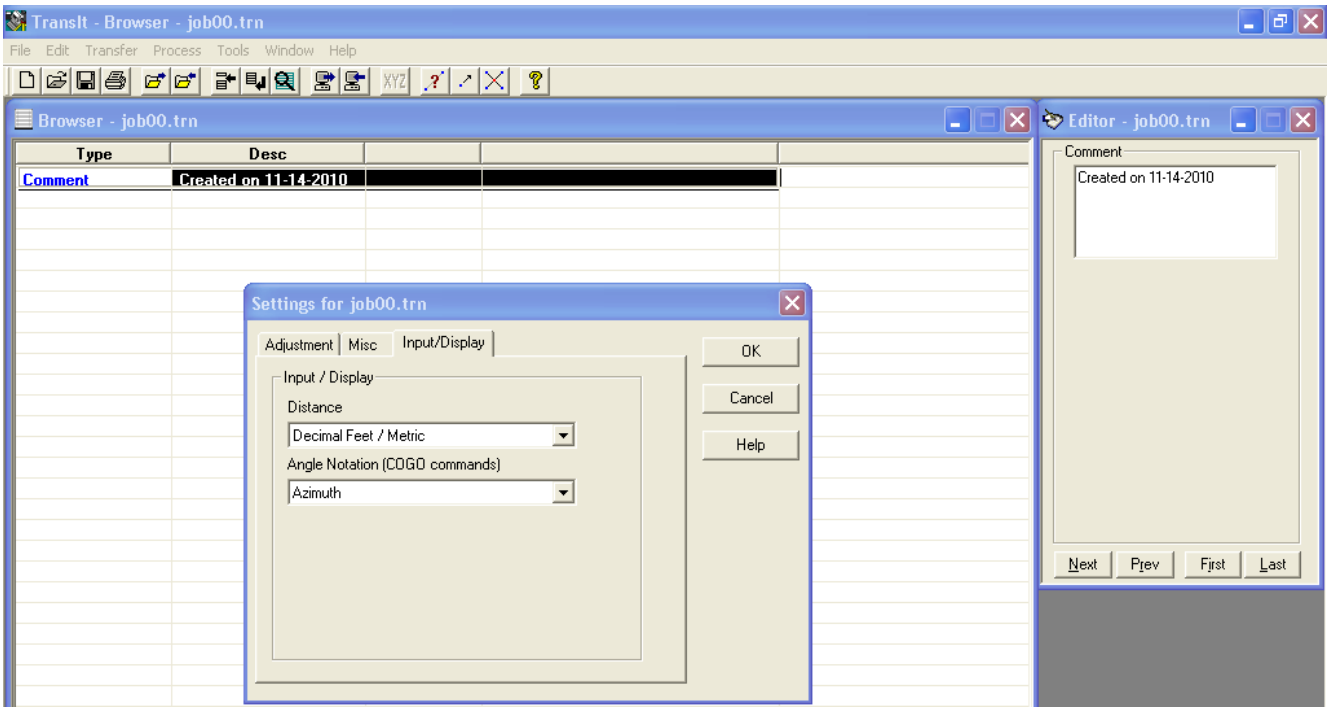
<u>ขั้นตอนการถ่ายข้อมูลจากกล้องสำรวจ</u>

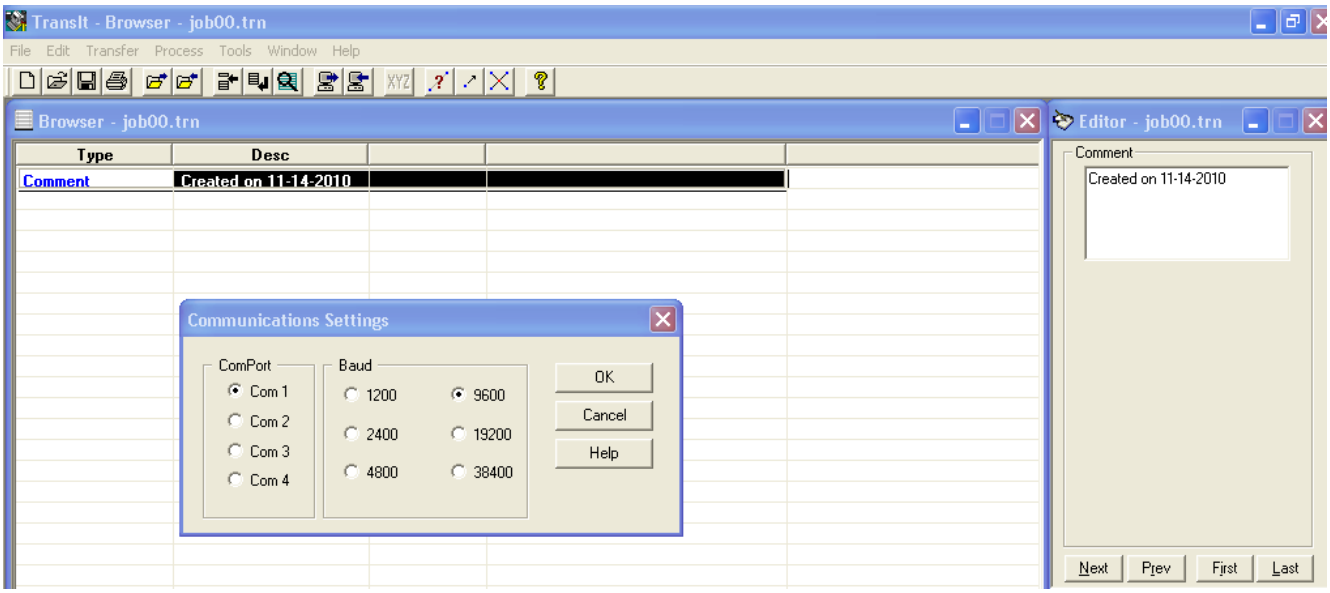
๑. ทำการ Setup Program ที่ใช้ในการ Download ข้อมูลคือ Transit v2.35 ที่ C:\Programfile\Nikon\Transit
๒. ทำการเชื่อมต่อสาย Cable RS323 เข้ากับตัวกล้อง Total Station และ Computer
๓. เปิด Program Transit v2.35 ถ้าเป็นการใช้ Program ครั้งแรกต้องทำการตั้งค่า Parameter ต่างๆ ดังนี้ ที่ Menu Bar เลือก File > New Job
   3.1 ตั้งค่า Unit 3.2 Job Setting 3.3 Comm. Setting


TransIt
File Edit Transfer Process Tools Window Help
Units
Angle
Degrees
Gons
Mils 6400
Mils 6000
Distance
Feet
Meters
International Feet
OK
Cancel
Help

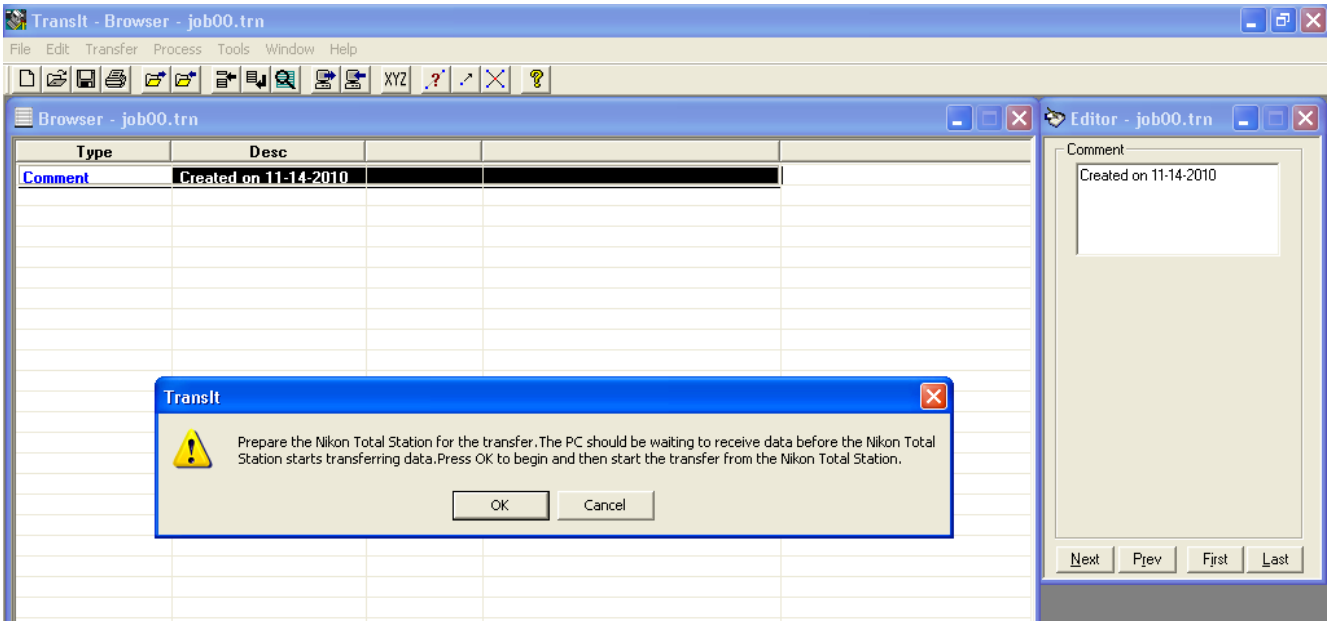

TransIt - Browser - job00.trn
File Edit Transfer Process Tools Window Help
Browser - job00.trn
Type
Desc
Comment
Created on 11-14-2010
Editor - job00.trn
Comment
Created on 11-14-2010
Next
Prev
First
Last
Settings for job00.trn
Adjustment
Misc
Input/Display
OK
Cancel
Help
Map Projection
Use Map Projection In Calculations
Map Projection Factor (0.999 ~ 1.001)
1.00000000
C & R
Use C&R Coefficient In Calculations
C&R Coefficient
0.132
Use Sea Level Correction In Calculations

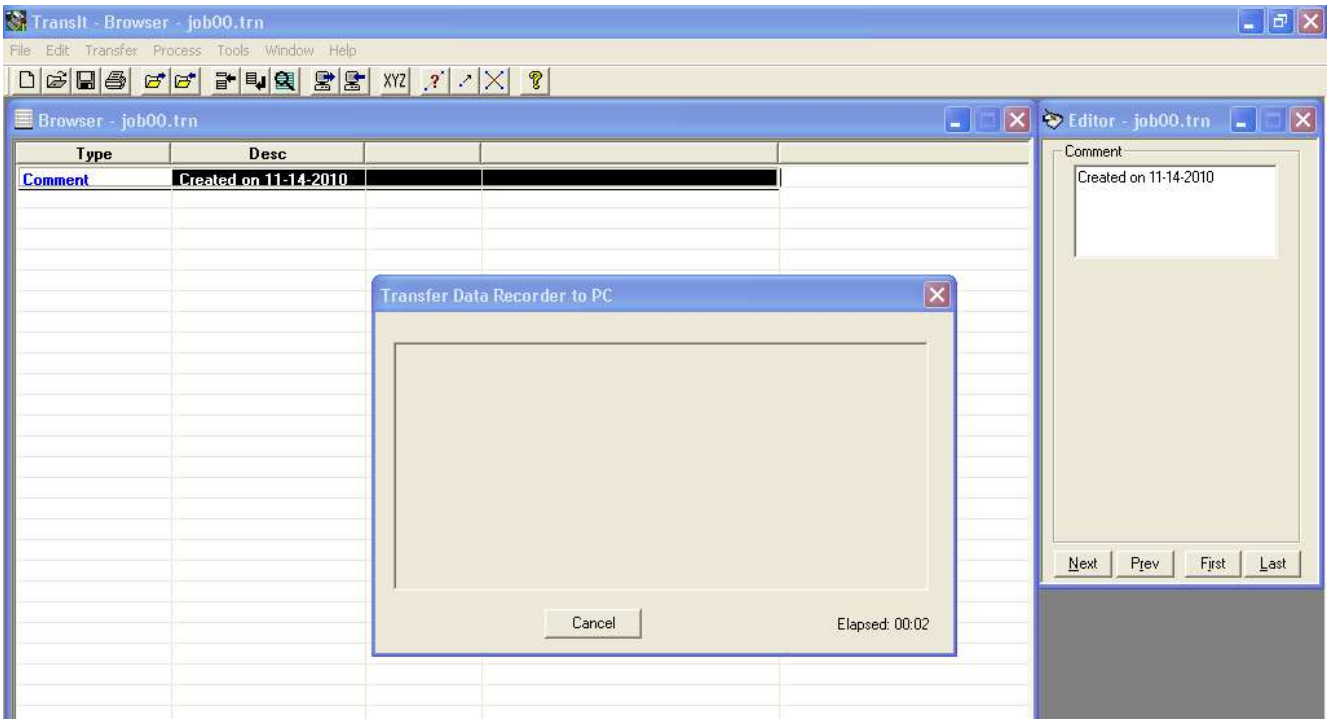

TransIt - Browser - job00.trn
File Edit Transfer Process Tools Window Help
Browser - job00.trn
Type
Desc
Comment
Created on 11-14-2010
Editor - job00.trn
Comment
Created on 11-14-2010
Next
Prev
First
Last
Settings for job00.trn
Adjustment
Misc
Input/Display
OK
Cancel
Help
Misc
Vertical Angle
Zenith
Coordinate Order
NEZ
Horizontal Angle
Azimuth
Azimuth
North


TransIt - Browser - job00.trn
File Edit Transfer Process Tools Window Help
Browser - job00.trn
Type
Desc
Comment
Created on 11-14-2010
Editor - job00.trn
Comment
Created on 11-14-2010
Next
Prev
First
Last
Settings for job00.trn
Adjustment
Misc
Input/Display
OK
Cancel
Help
Input / Display
Distance
Decimal Feet / Metric
Angle Notation (COGO commands)
Azimuth



๔. Menu Bar เลือก Transfer > Data Recorder to PC กำหนด Path ตั้งชื่อ File . raw กด OK ที่ Program จะขึ้น Window ที่มุมบนด้านซ้ายเขียนว่า Transit กด OK

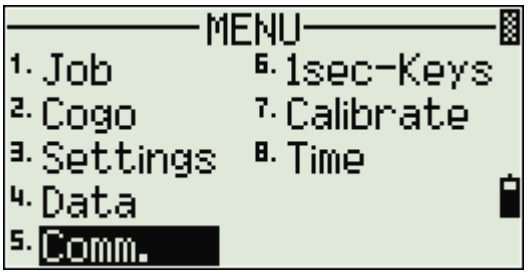


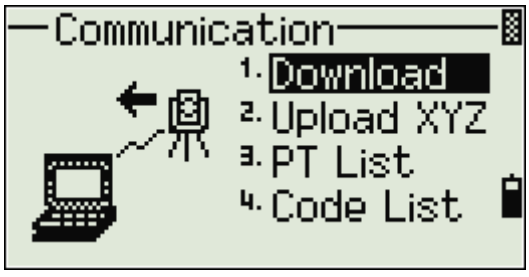


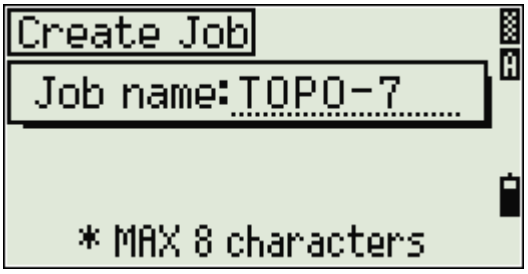
๕. ที่ตัวกล้องทำการตั้งค่าเชื่อมต่อให้ตรงกับ Software ดังนี้ จากหน้าปกติกด Menu > Setting กด [5]

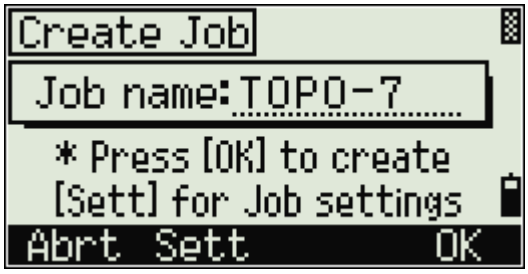
5.1 Ext.comm : Nikon 5.2 Baud : 9600 5.3 Length : 8 5.4 Parity : Non 5.5 Stop bit : 1

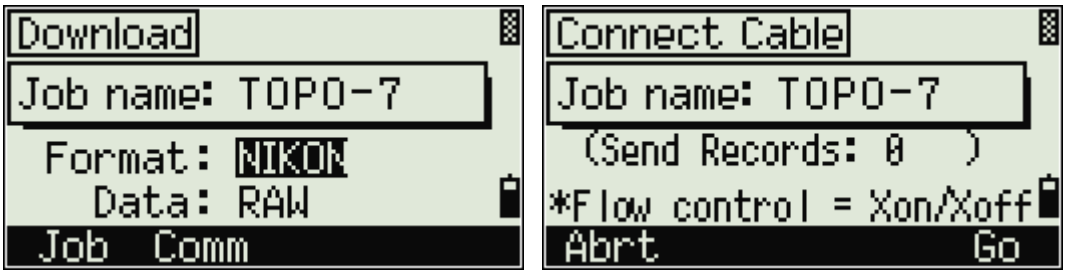
๖. กด Esc กลับไปที่หน้า Menu กด เลือก [5] Download เลือก Job ตั้ง Format เป็น Nikon เลือก Data เป็น Law กด Enter



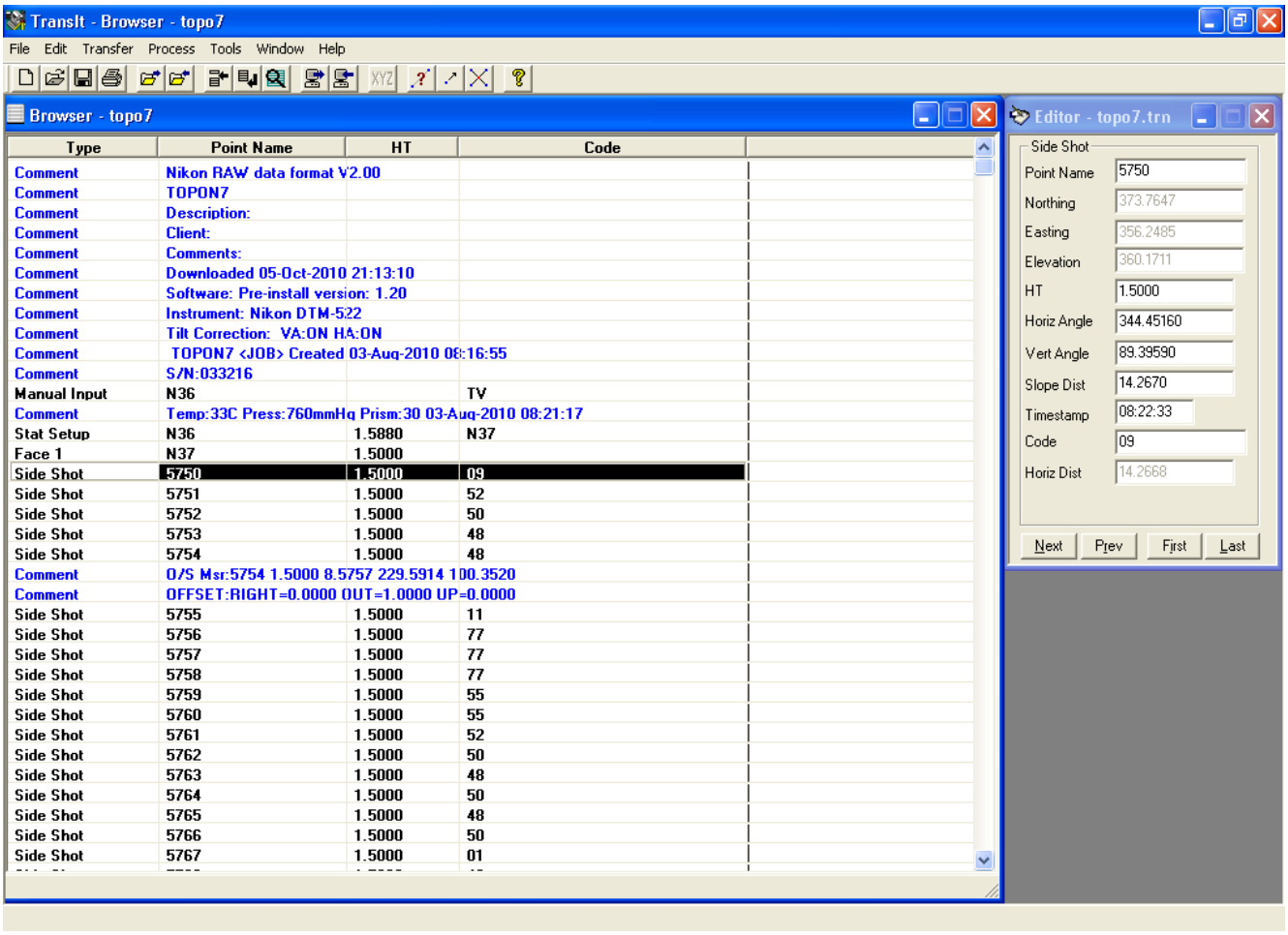




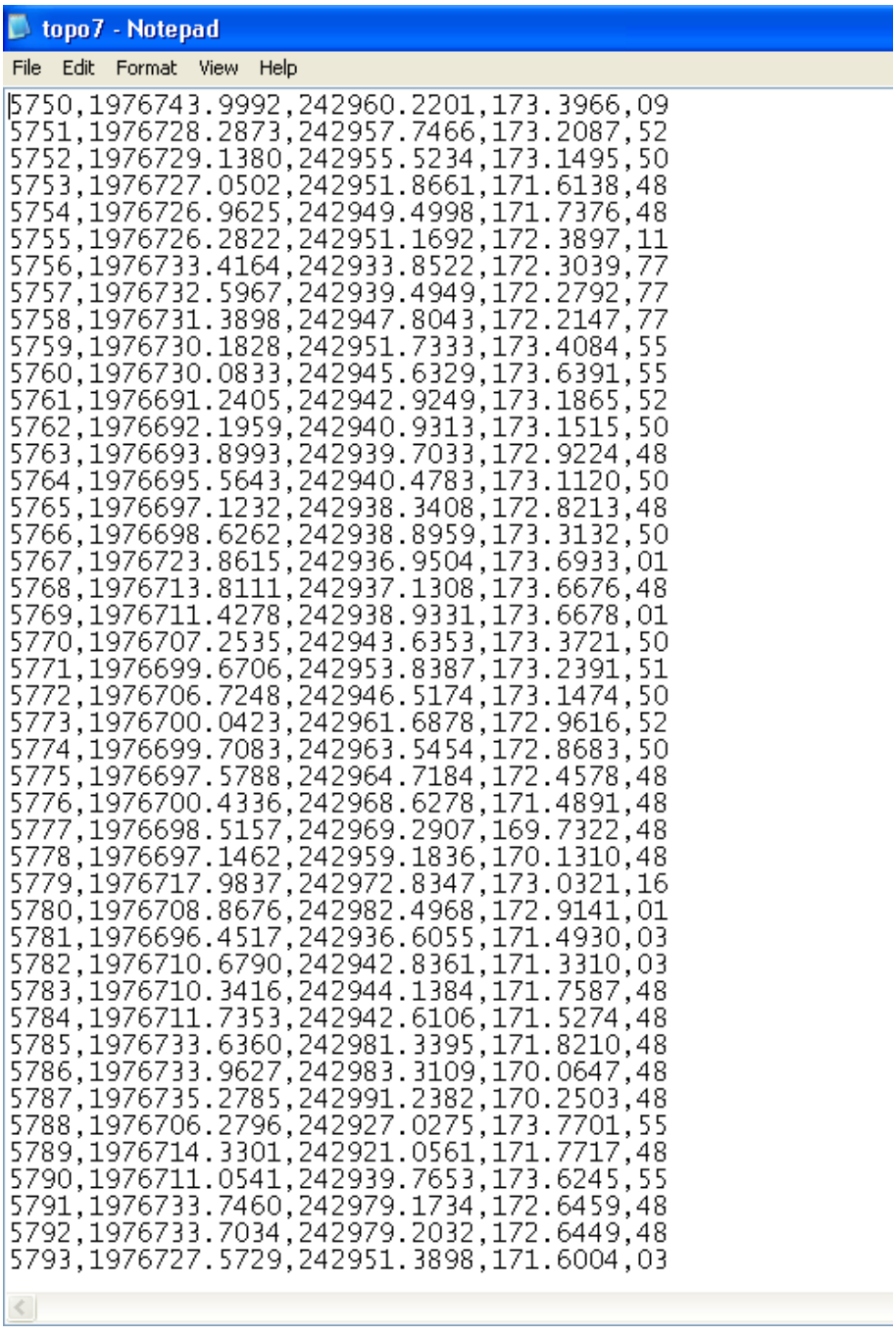




๗. หลังจาก Download File ข้อมูลจนเสร็จแล้ว Program จะเปลี่ยนหน้าวินโดว์เป็นข้อมูล Raw data ดังรูปที่ 5 ในขั้นตอนนี้สามารถตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดและทำการ Process โดย กด PROCESS > Calculate Coordinate โปรแกรมจะทำการคำนวณคาพิกัดจนเสร็จ



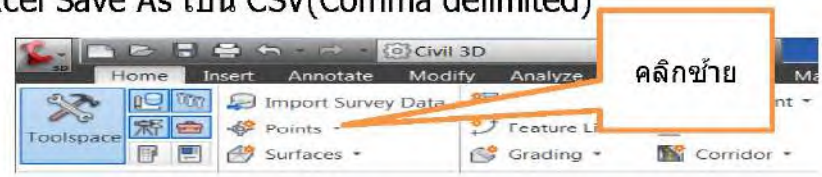
๘. ทำการ Export Data ที่ Menu Bar กด File > Export Job กำหนด Path : ตั้งชื่อ File กด OK การ Export ข้อมูลสามารถทำได้ทั้งข้อมูลพิกัดและข้อมูลดิบ Format Data สามารถกำหนดได้หลายรูปแบบแล้วแต่การใช้งานเพื่อให้เหมาะสมแก่การจัดการข้อมูลและนำเข้าข้อมูลในการเขียนแผนที่ต่อไป ตัวอย่างในเอกสารชุดนี้เป็นการส่งออกข้อมูลในรูปแบบของ ASCII File มี Format type เป็น Point , Northing , Easting , Height and Description



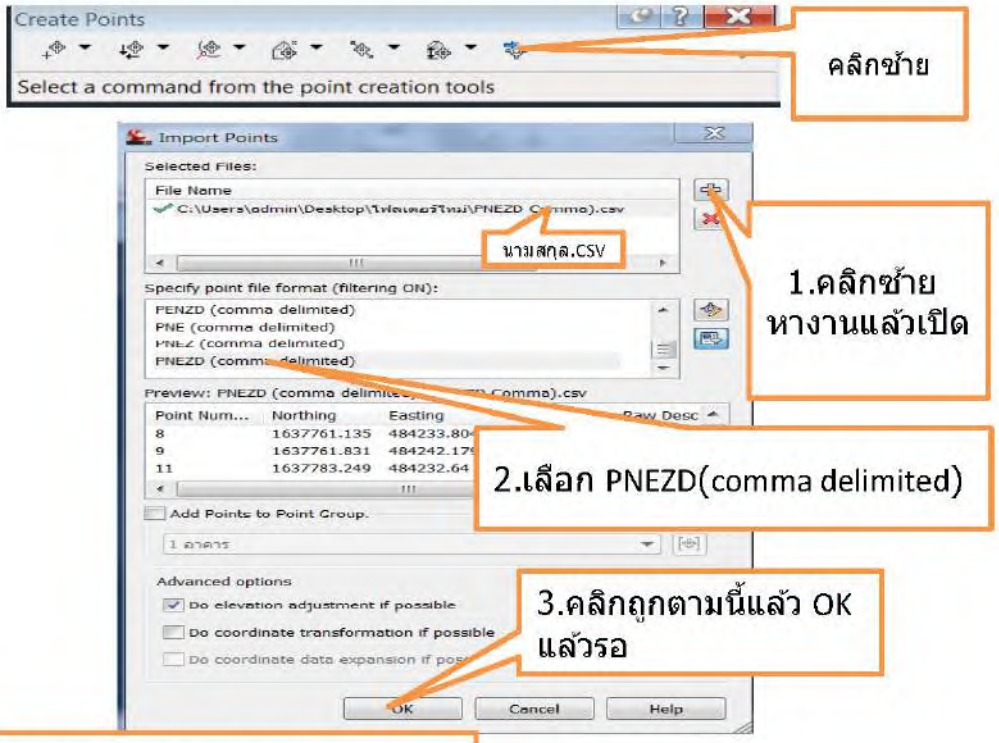
การนำ Point ลง Cad

1

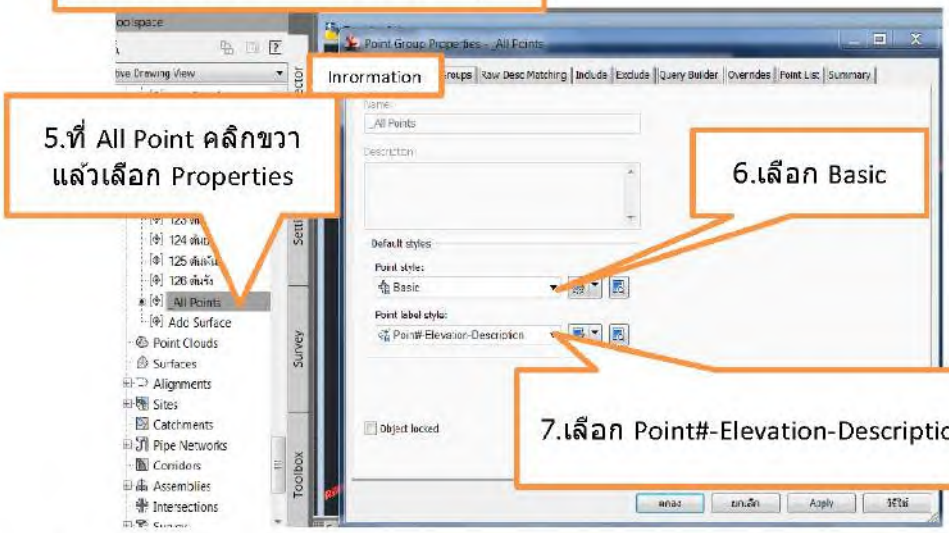
ที่ Excel Save As เป็น CSV(Comma delimited)



เลือก Create Point-Aliment >> Import From File

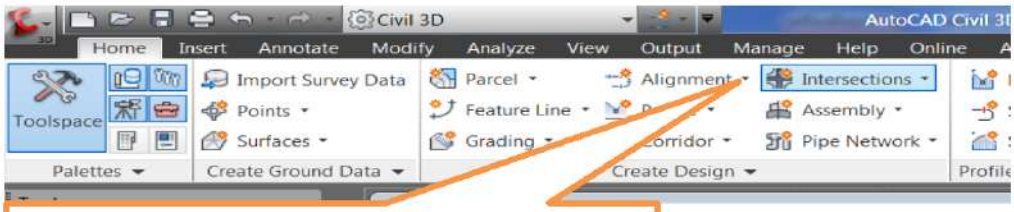


4.คลิก + หน้า Point Group



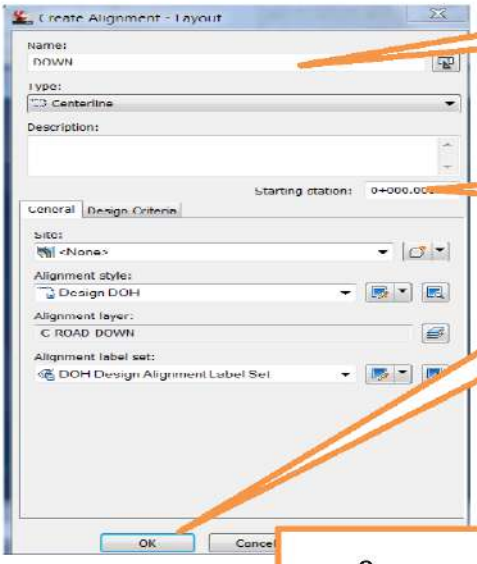
Apply >> OK

Aliment (วิธีที่ 1 กรณีคำนวณโค้งไว้ก่อน)



คลิก Lt แล้วเลือก Aliment Creation Tool

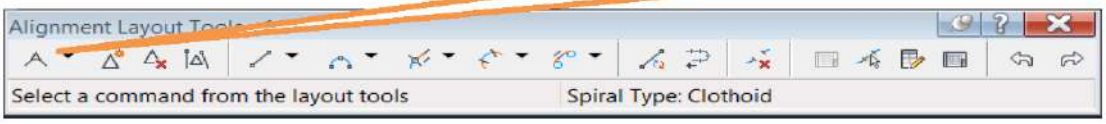
1.ตั้งชื่อ



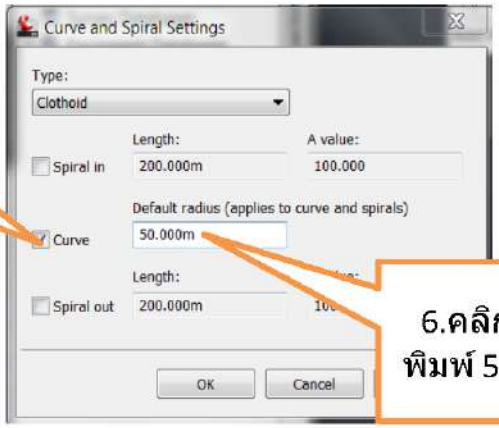
2.ใส่ Sta เริ่มต้น

3.OK

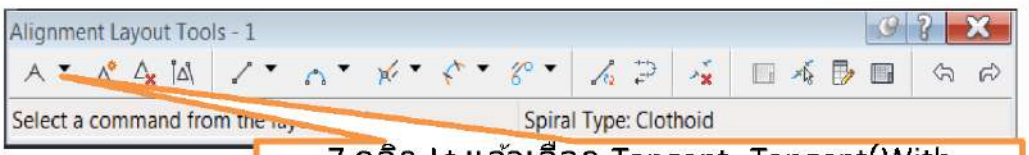
4. คลิก Lt แล้วเลือก Curve and Spiral Setting...



5.คลิก Lt เครื่องหมายถูก



6.คลิก Lt แล้ว พิมพ์ 50 แล้ว OK

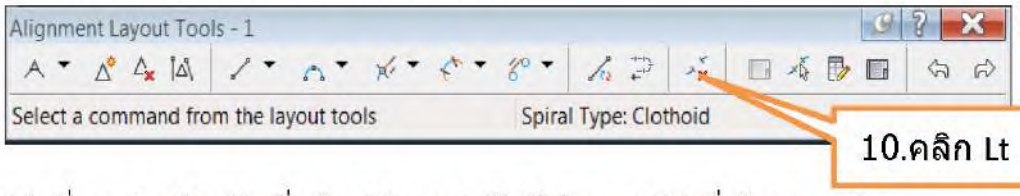


7.คลิก Lt แล้วเลือก Tangent -Tangent(With Curve)

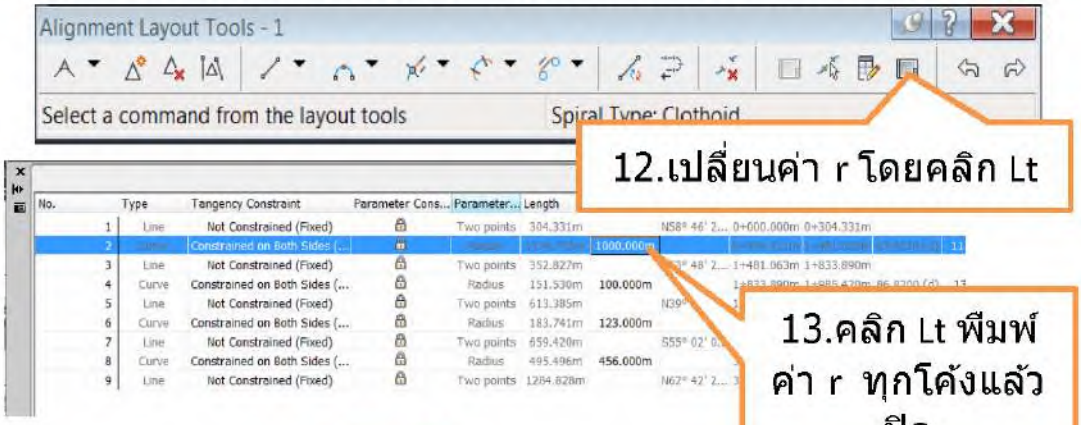
8.ลากเส้นตาม Pi ทุก Pi แล้ว Ent จะได้แนวที่มี sta ตลอดแนว 3

หมายเหตุการแก้ sta ดูหน้า 9

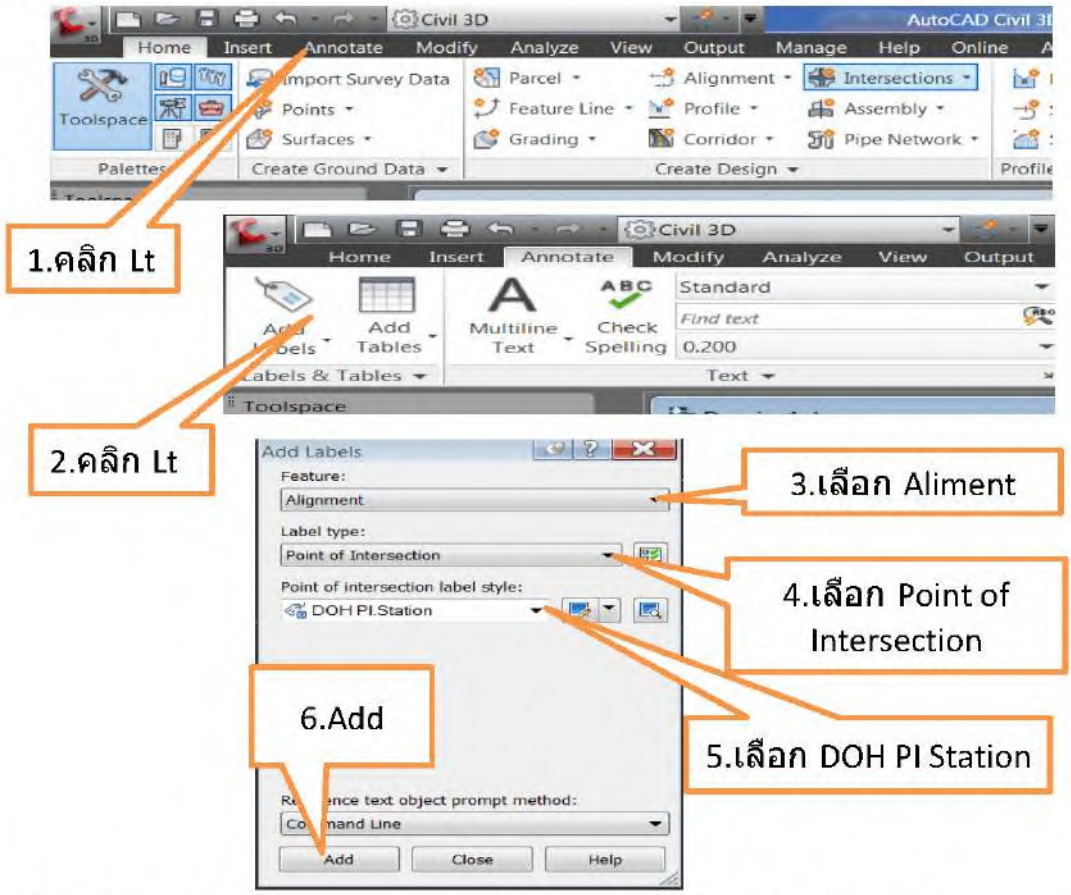
9.ยกเลิกโค้งที่ PI NO CURVE โดย



11.ที่ cad คลิก Lt ที่เส้น Aliment ในโค้งของ PI ที่ต้องการทำ



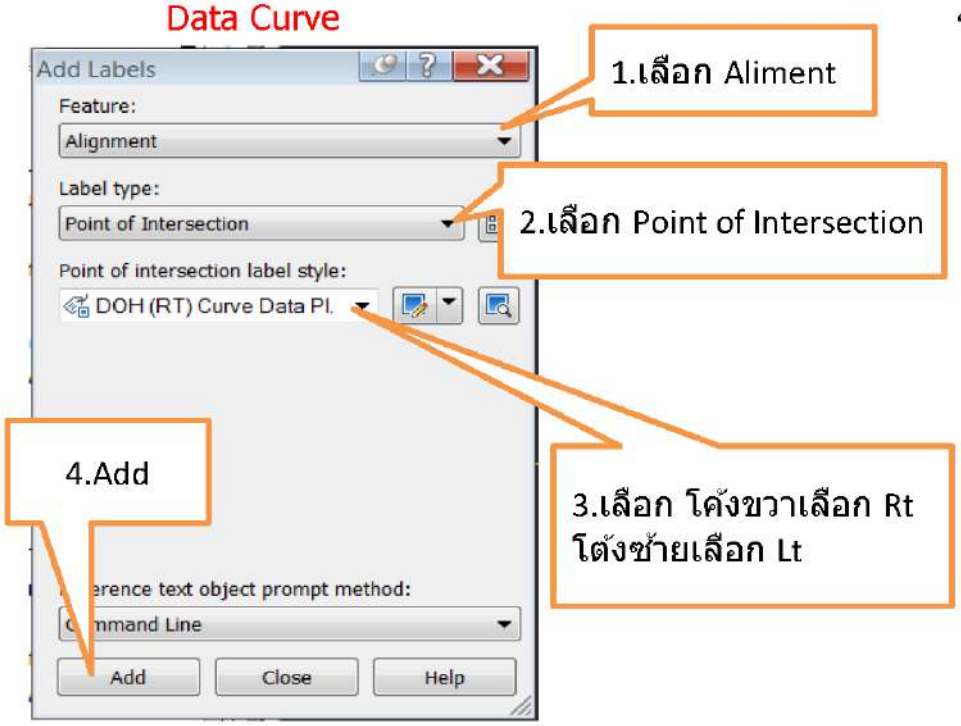
หา Sta PI



ที่ cad คลิกซ้ายที่ tengent แรกก่อนทุกโค้งเสร็จแล้ว Ent เสร็จ

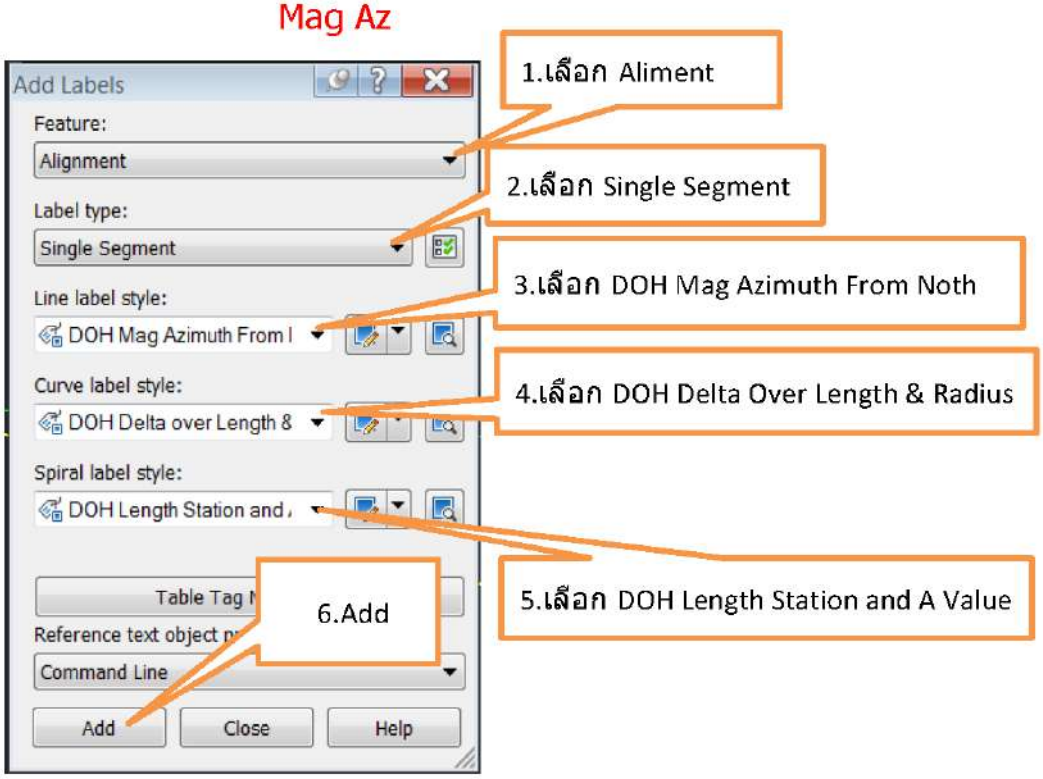
4

Data Curve

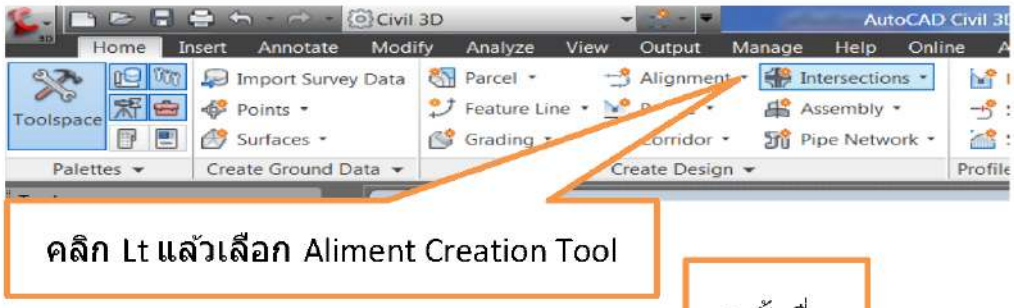


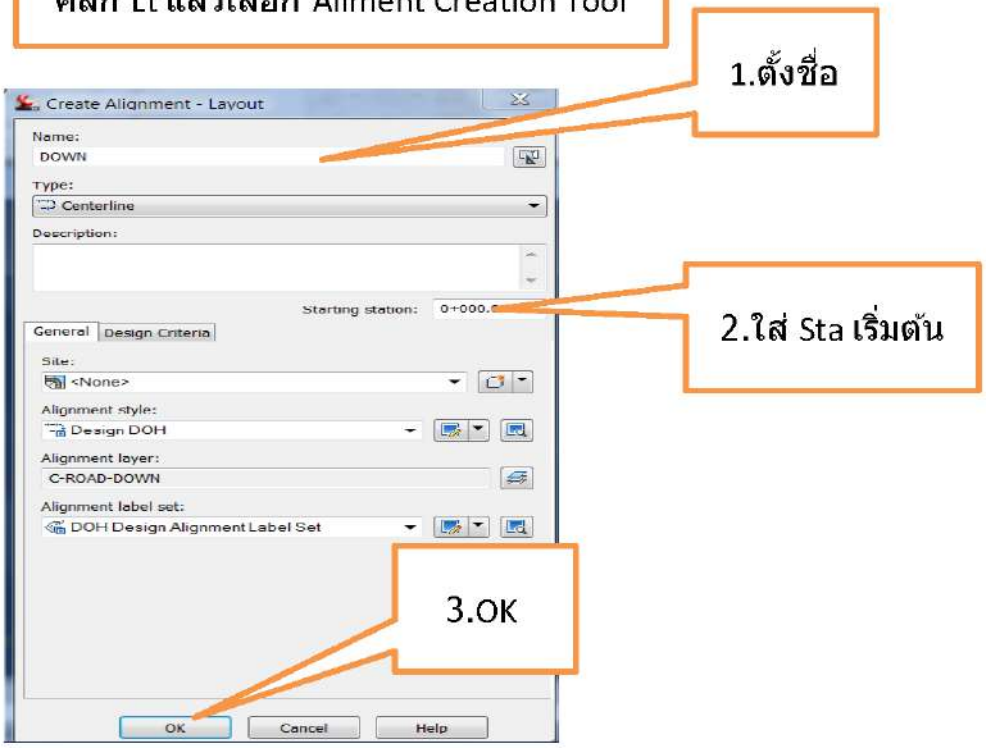
ที่ cad คลิกซ้ายที่ Aliment ในโค้ง เสร็จ

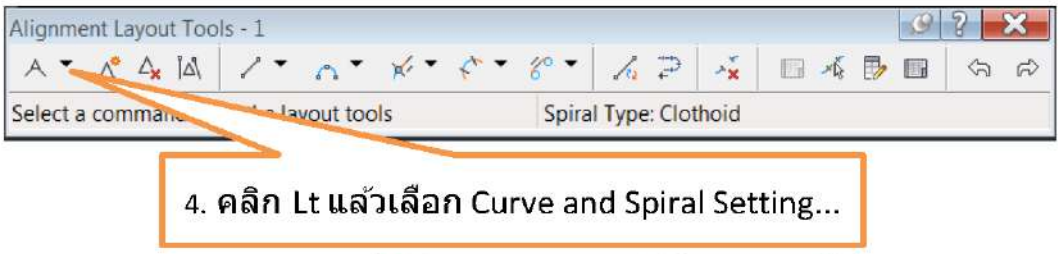
Mag Az

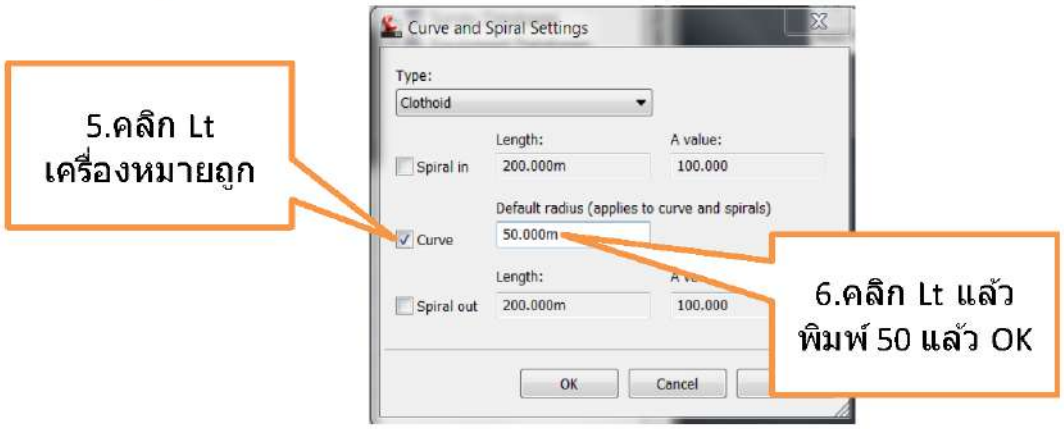


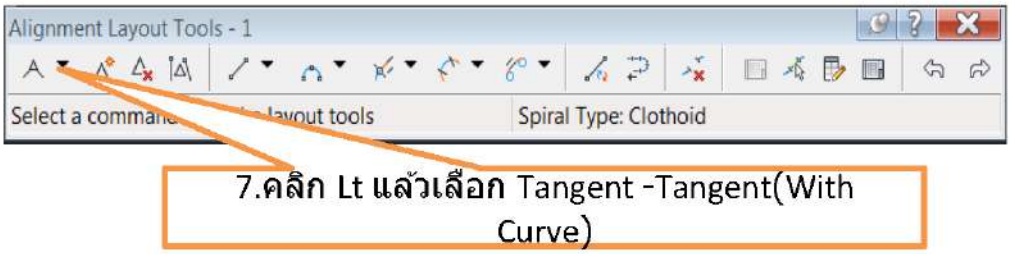
ที่ cad คลิกซ้ายที่ Aliment ในที่ต้องการ เสร็จ


Civil 3D
Home
Insert
Annotate
Modify
Analyze
View
Output
Manage
Help
Online
Toolspace
Import Survey Data
Points
Surfaces
Parcel
Feature Line
Grading
Alignment
Intersections
Assembly
Pipe Network
Palettes
Create Ground Data
Create Design
คลิก Lt แล้วเลือก Aliment Creation Tool

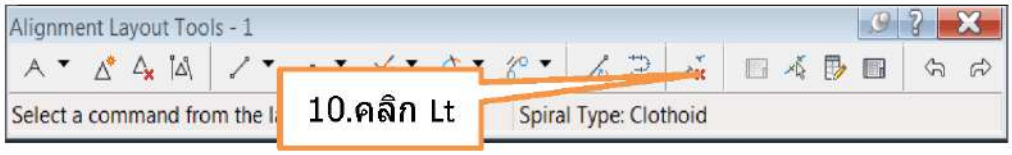

1.ตั้งชื่อ
Create Alignment - Layout
Name:
DOWN
Type:
Centerline
Description:
Starting station:
General
Design Criteria
Site:
<None>
Alignment style:
Design DOH
Alignment layer:
C-ROAD-DOWN
Alignment label set:
DOH Design Alignment Label Set
2.ใส่ Sta เริ่มต้น
3.OK
OK
Cancel
Help


Alignment Layout Tools - 1
Spiral Type: Clothoid
4. คลิก Lt แล้วเลือก Curve and Spiral Setting...


5.คลิก Lt
เครื่องหมายถูก
Curve and Spiral Settings
Type:
Clothoid
Length:
A value:
Spiral in
200.000m
100.000
Default radius (applies to curve and spirals)
Curve
50.000m
Length:
Spiral out
200.000m
100.000
6.คลิก Lt แล้ว
พิมพ์ 50 แล้ว OK
OK
Cancel

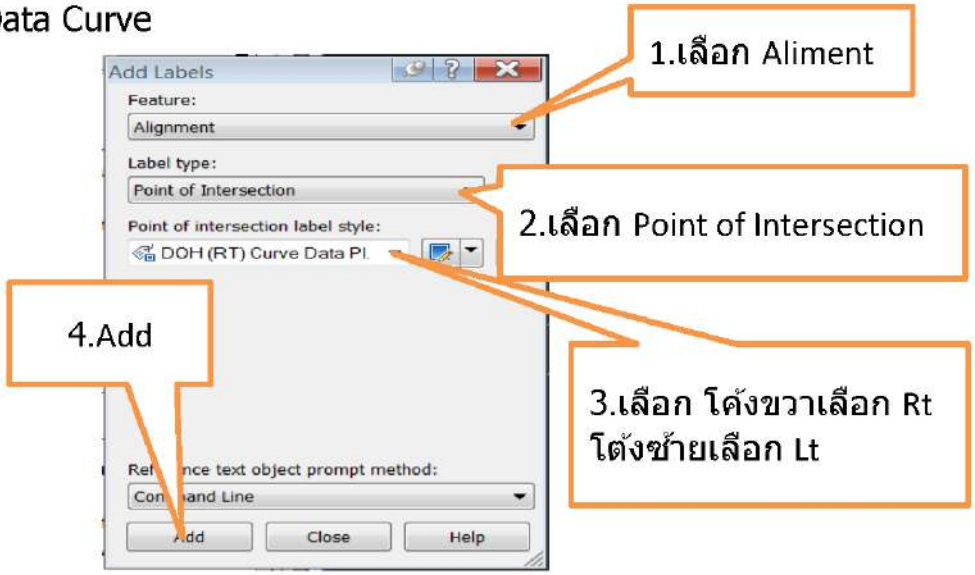


8.ลากเส้นตาม Pi ทุก Pi แล้ว Ent จะได้แนวที่มี sta ตลอดแนว
หมายเหตุการแก้ sta ดูหน้า 9
9.ยกเลิกโค้งที่ PI NO CURVE โดย

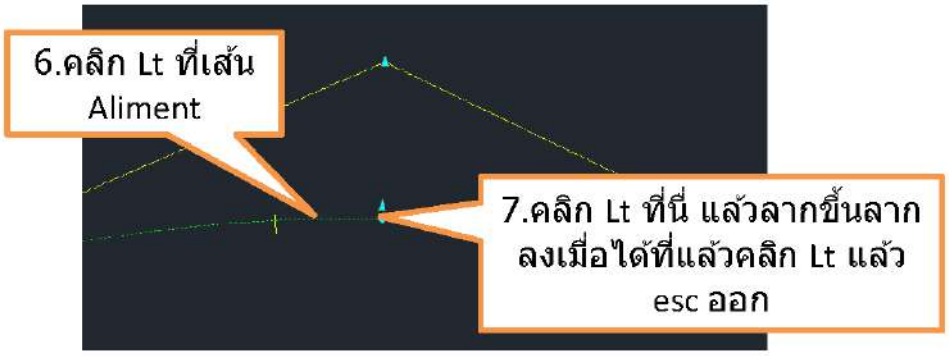


11.ที่ cad คลิก Lt ที่เส้น Aliment ในโค้งของ PI ที่ต้องการทำ

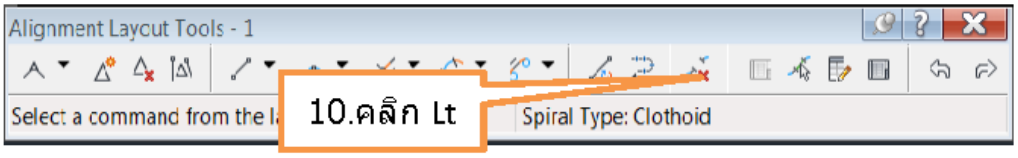
คำนวณหารายการโค้ง
ทำ Data Curve



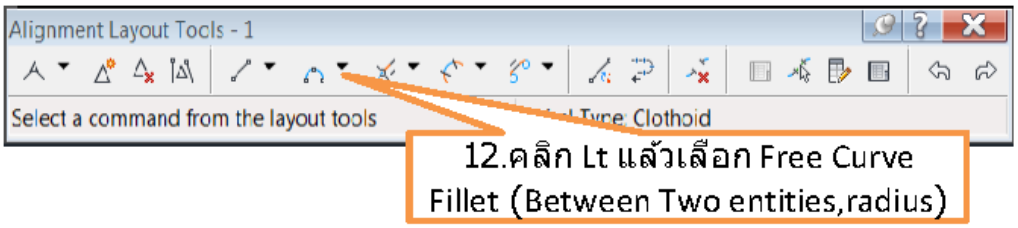
5.ที่ cad คลิกซ้ายที่ Aliment ในโค้ง



8.คำนวณโค้งใหม่โดยให้ D เต็ม 7
9.ทำการยกเลิกโค้ง โดย

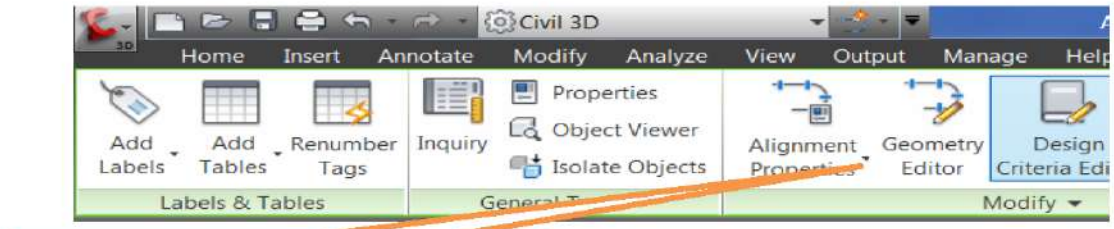


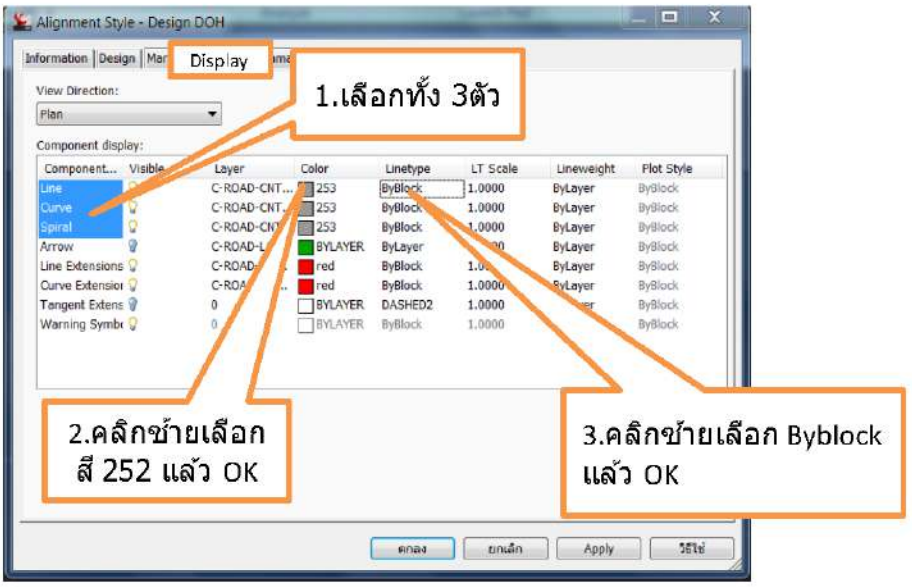
11.ที่ cad คลิก Lt ที่เส้น Aliment ในโค้งของ PI ที่ต้องการทำ

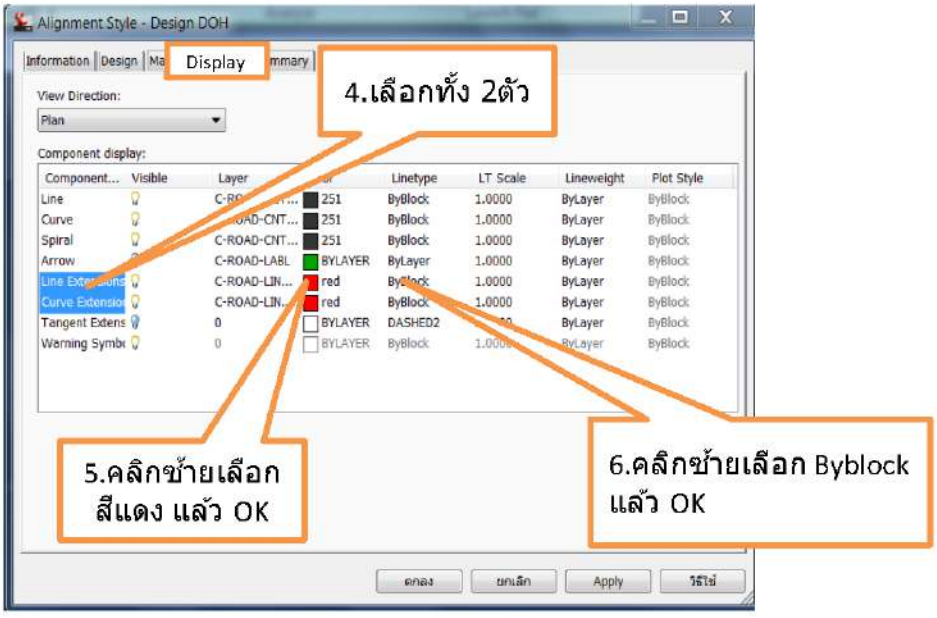


ที่ cad คลิกซ้ายที่ tengent แรกก่อนแล้วคลิกซ้าย tengent หลังแล้ว Ent
พิมพ์ r ที่ comman กด Ent พิมพ์ค่า r (คำนวณแล้ว)
แล้ว Ent แล้ว Ent จะได้โค้งที่มี sta อยู่ในโค้ง
ทำทุกโค้งเสร็จแล้วใส Sta Pi , Azimuth

คลิกซ้ายที่ Aliment

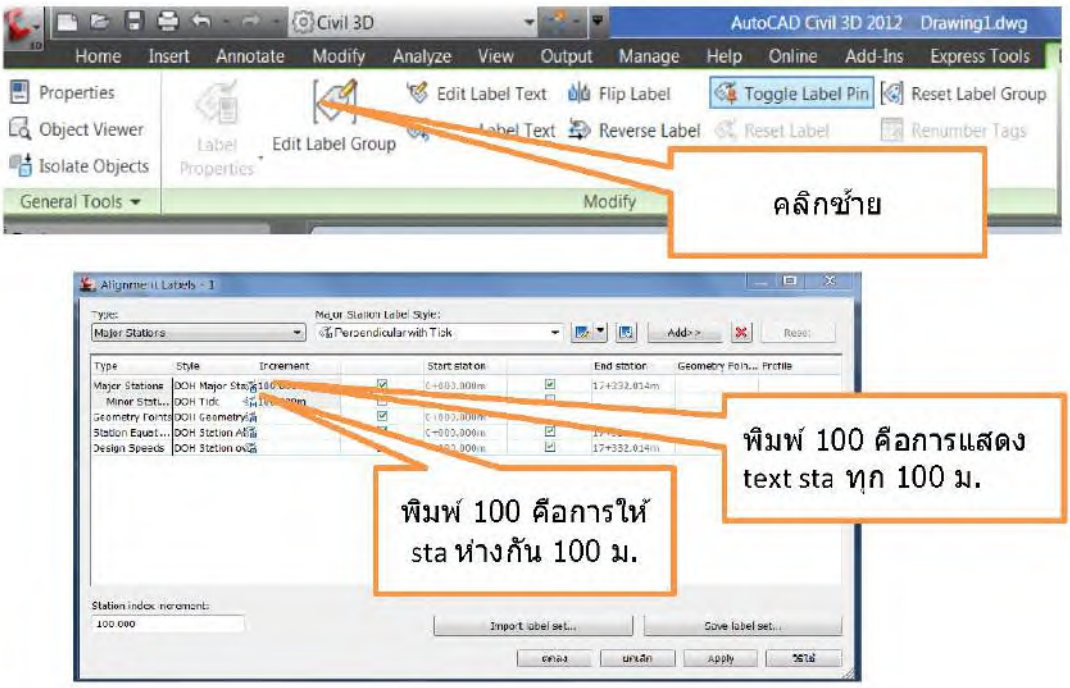






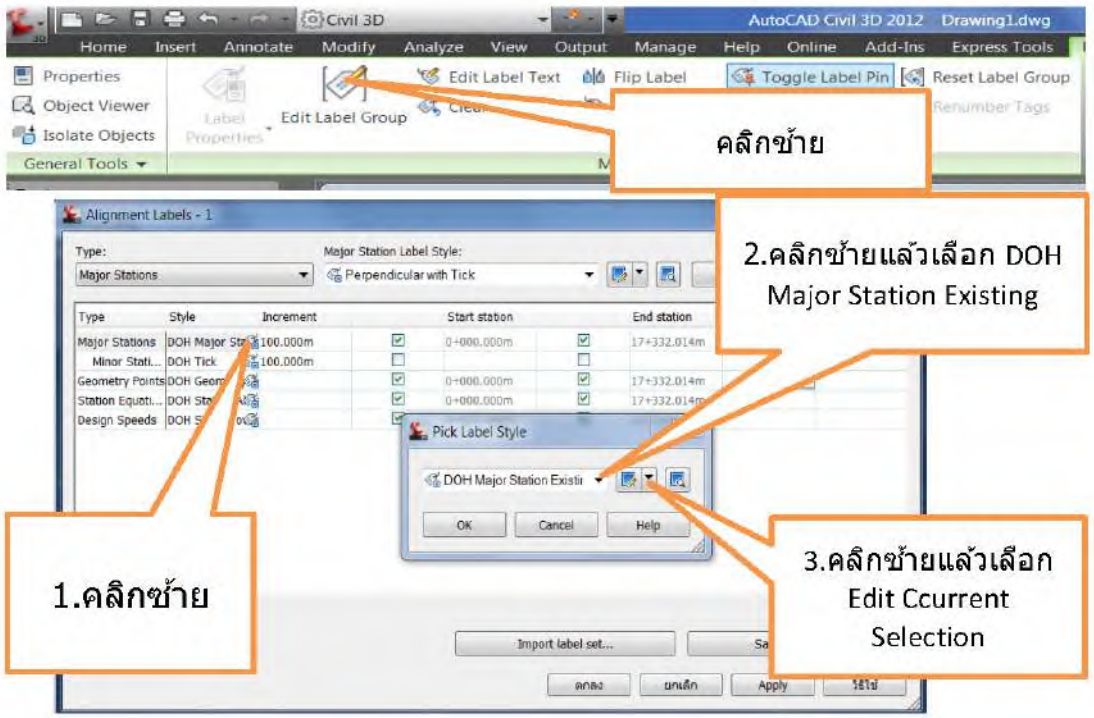
Apply >> OK

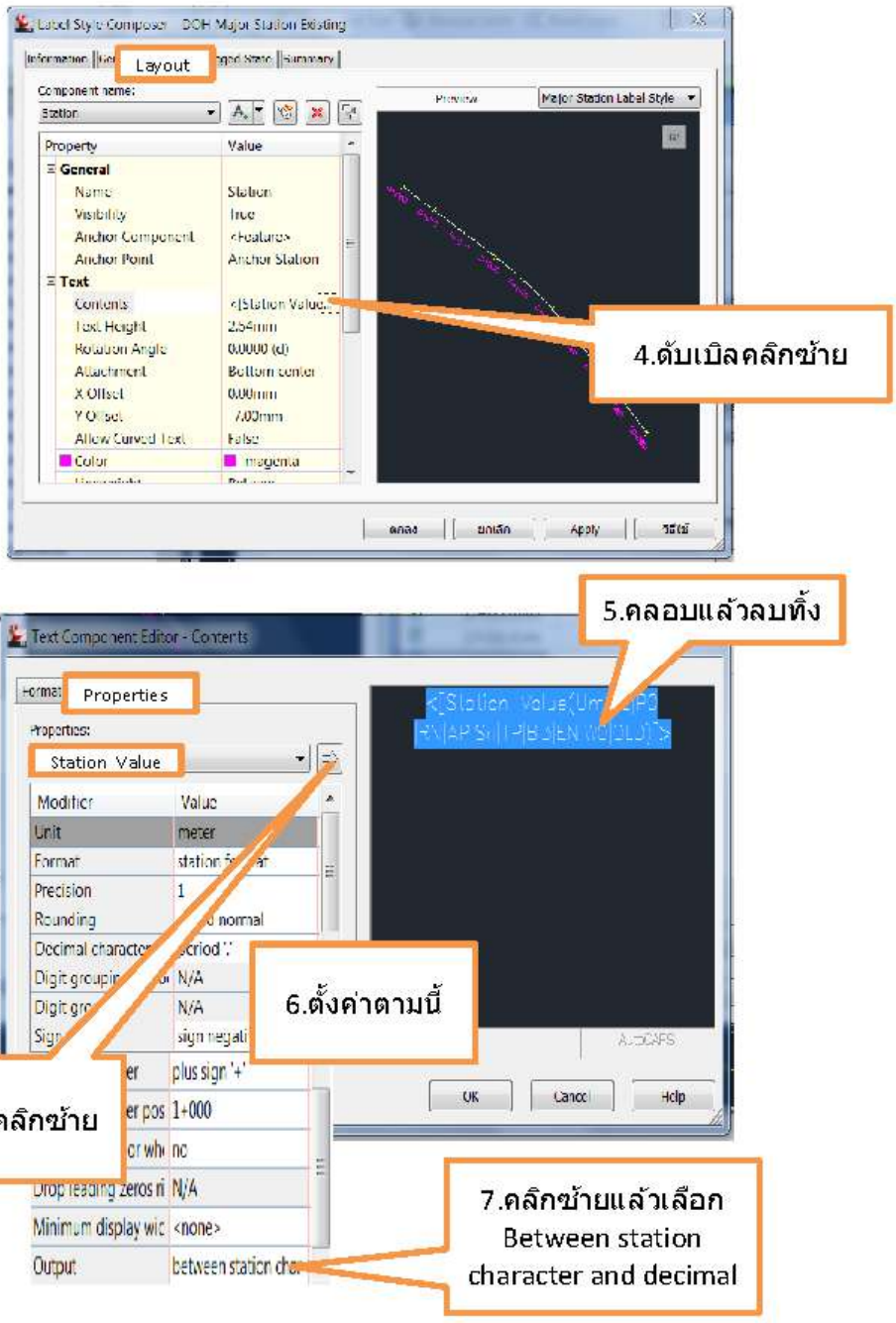
คลิกซ้ายที่ Sta



Apply >> OK

การเปลี่ยน text sta (+100)





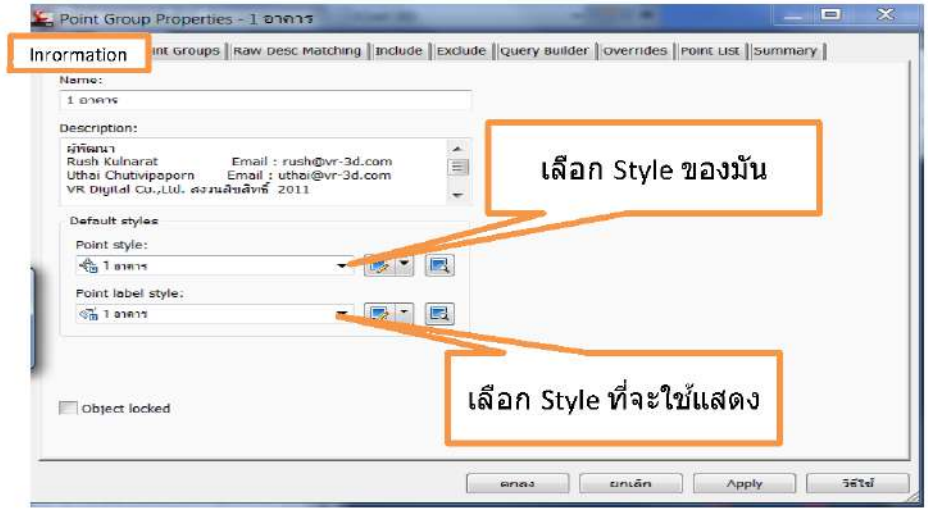
Ok >> OK >> OK >>Apply >> OK เสร็จ

Save

ที่ Point Group เลือก Style ที่ Import From File มา 11
แล้วคลิก Rt เลือก Updatr ทุก Style

การทำ Point 2D

คลิก Rt ที่ Style (เฉพาะที่จะทำ 2D) เลือก Porperties

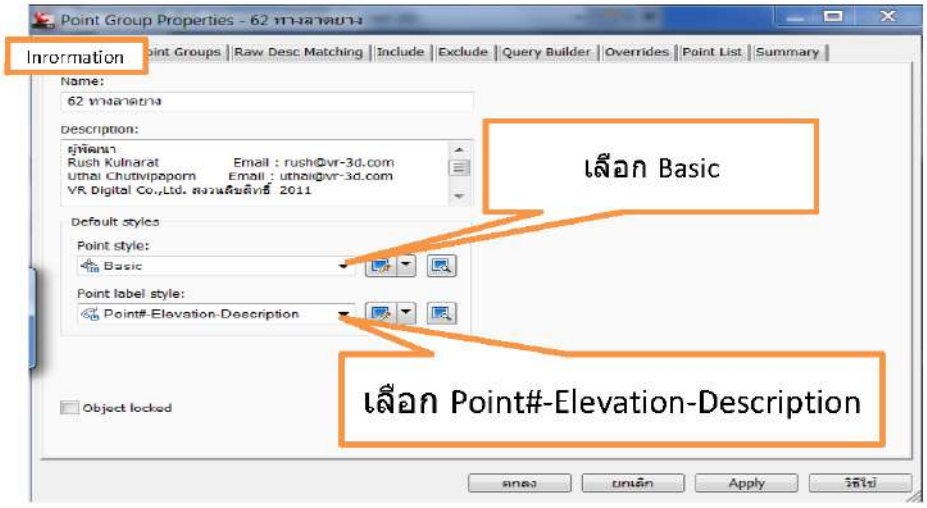


Apply >> OK Save As เป็น 2D

(เฉพาะส่วนที่จะทำ 3D ใช้ none ทั้ง Point Style และ Point Label Style)

การทำ Point 3D

คลิก Rt ที่ Style (เฉพาะที่จะทำ 3D) เลือก Porperties

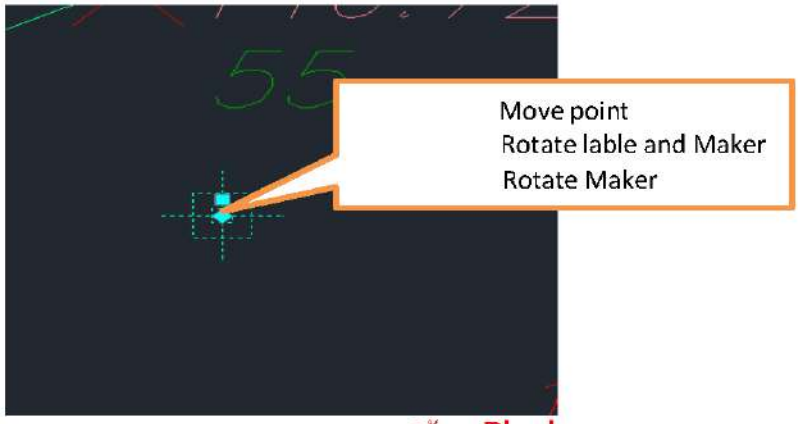


Apply >> OK Save As เป็น 3D

(เฉพาะส่วนที่จะทำ 2D ใช้ none ทั้ง Point Style และ Point Label Style)

การหมุน Style,Text

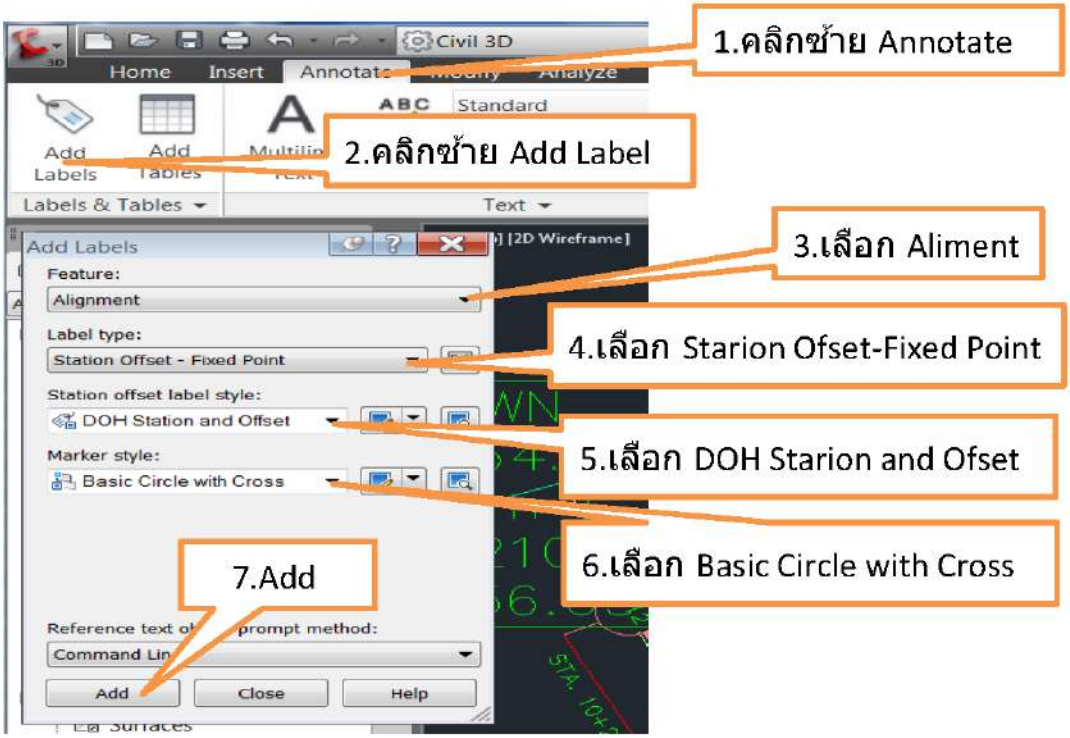
คลิกซ้ายที่ Style , Text แล้วเอาเมาส์ไปตรงกลางของ Style , Text แล้วเลือก Rotate lable and Maker



สร้าง Block

สร้างรูป>> คลอบรูป >> คลิก Lt Propertis >> แก้เป็น Byblock >> ปิด พิมพ์ Block ที่ Comman คลิก Lt Select Object >> คลอบรูป >> Ent คลิก Lt Pick Point >> เลือกจุดศูนย์กลาง >> Ent >>ตั้งชื่อ >> OK จะขึ้นหน้า Layout คลิก Lt Close Block Editor
คลิก Lt Save the Changs >> OK เสร็จ

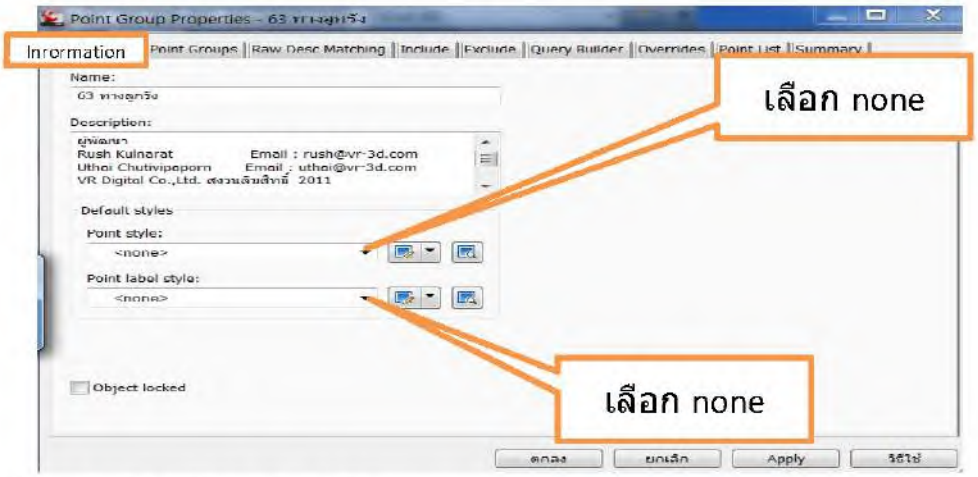
การหา Sta และระยะ Ofset



คลิกซ้ายที่ Aliment แล้วคลิกซ้ายที่ที่ต้องการ

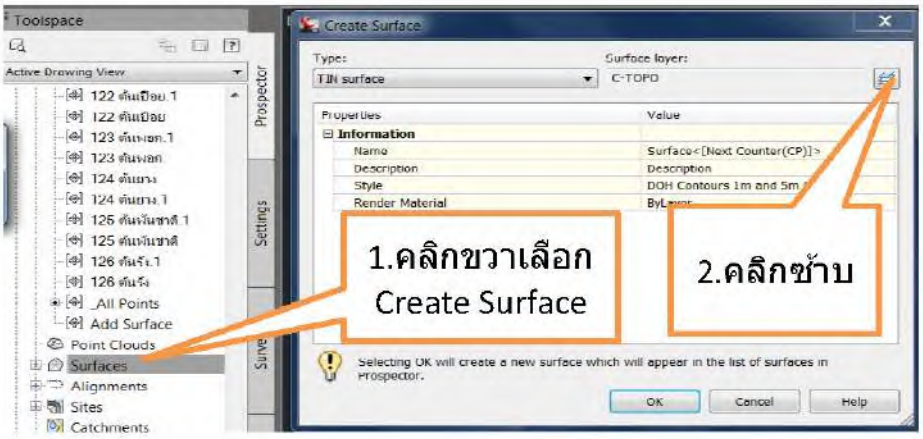
วิธีที่ 1

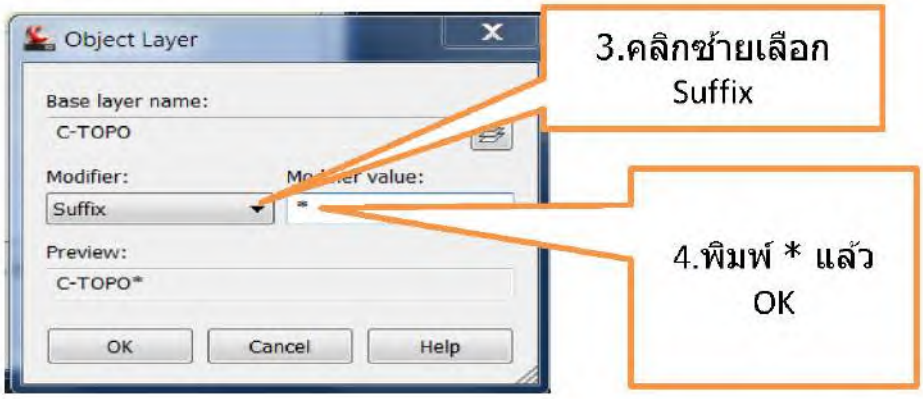
เปิดไฟล์ 3D Save As เป็น Surface
คลิก Rt ที่ Style (เฉพาะที่จะทำ 2D) เลือก Porperties

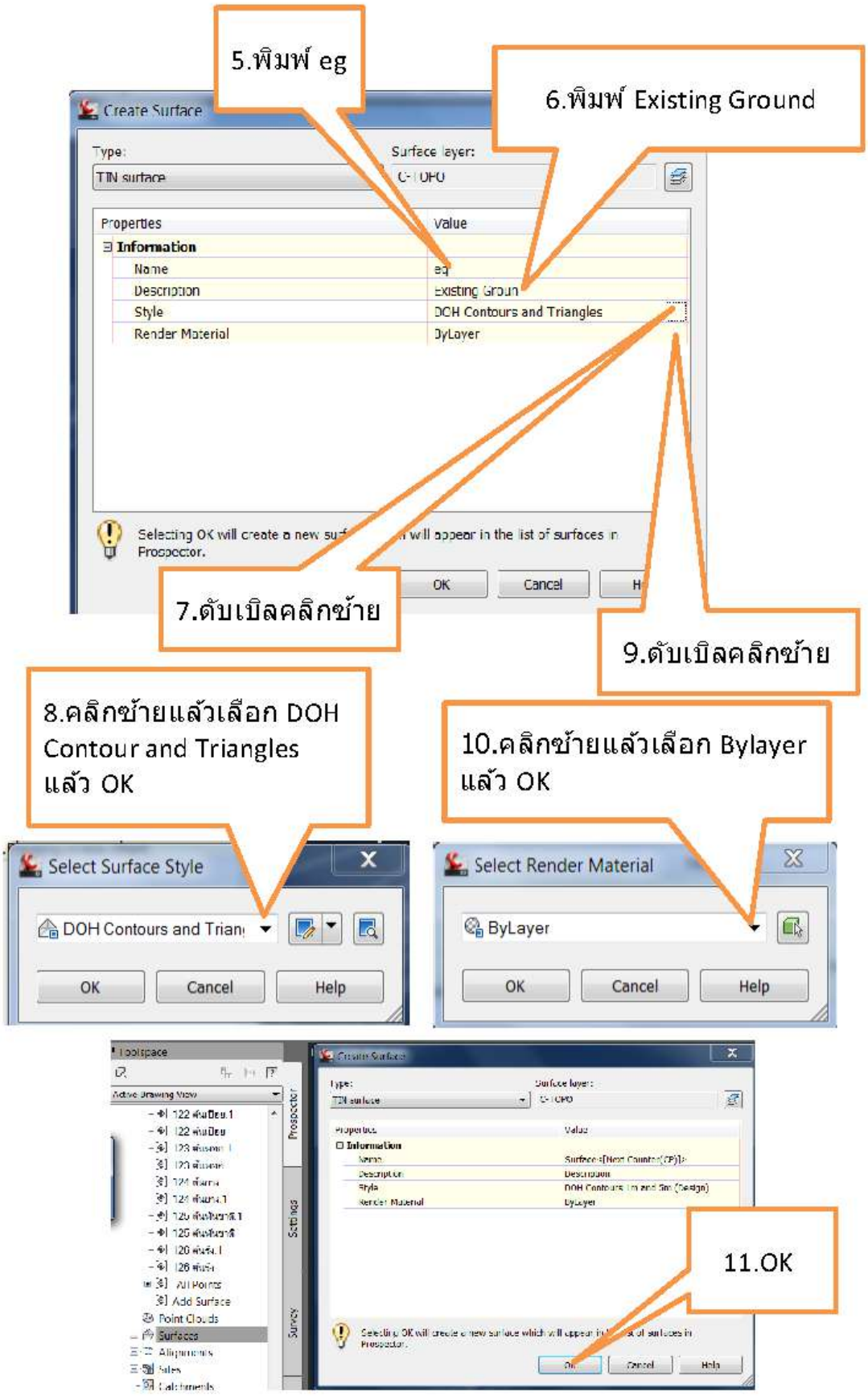


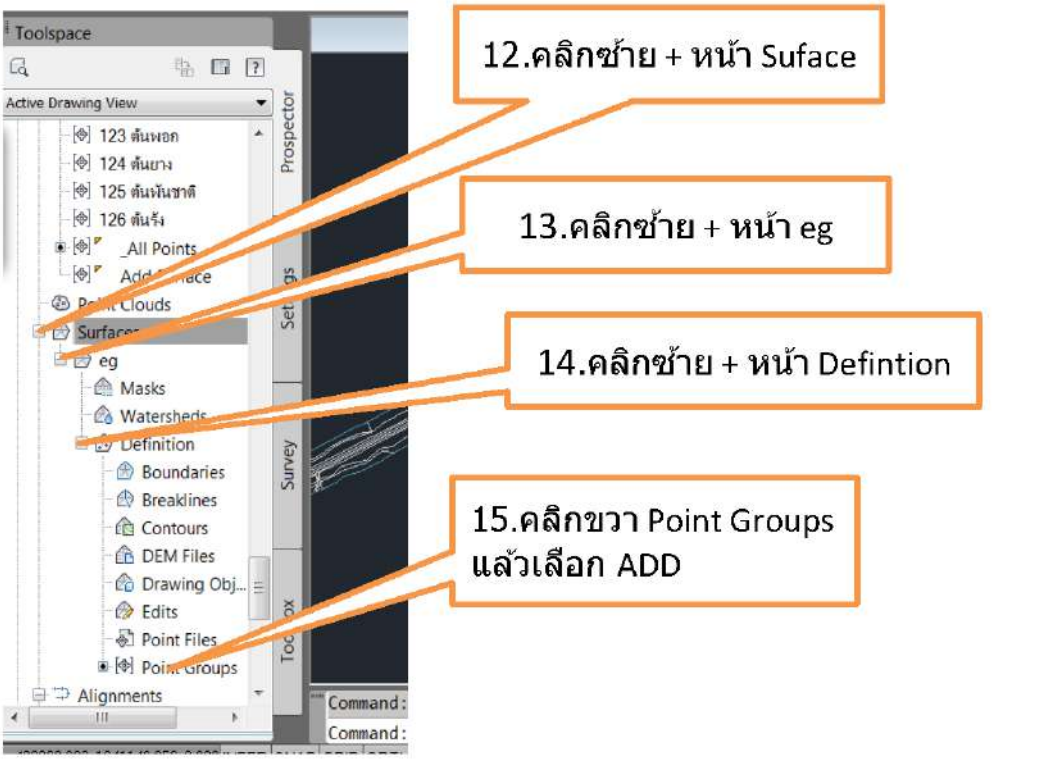
Apply >> OK (ทุก Style)

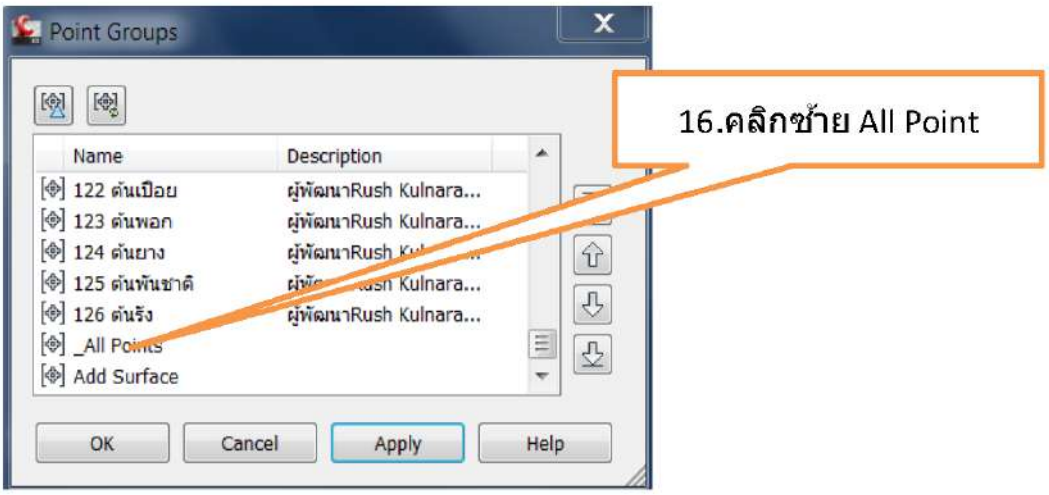
ที่ Layers Panel เลือก Layers C-PROP-LINE
ที่ Command พิมพ์ 3P แล้ว Ent
ลากเส้น 3D เสร็จแล้ว






5.พิมพ์ eg
6.พิมพ์ Existing Ground
Create Surface
Type:
TIN surface
Surface layer:
Properties
Value
Information
Name
eg
Description
Existing Ground
Style
DOH Contours and Triangles
Render Material
ByLayer
OK
Cancel
7.ดับเบิลคลิกซ้าย
9.ดับเบิลคลิกซ้าย
8.คลิกซ้ายแล้วเลือก DOH Contour and Triangles แล้ว OK
10.คลิกซ้ายแล้วเลือก Bylayer แล้ว OK
Select Surface Style
DOH Contours and Trian
OK
Cancel
Help
Select Render Material
ByLayer
OK
Cancel
Help
Prospector
Settings
Survey
Point Clouds
Surfaces
Alignments
Sites
Add Surface
11.OK





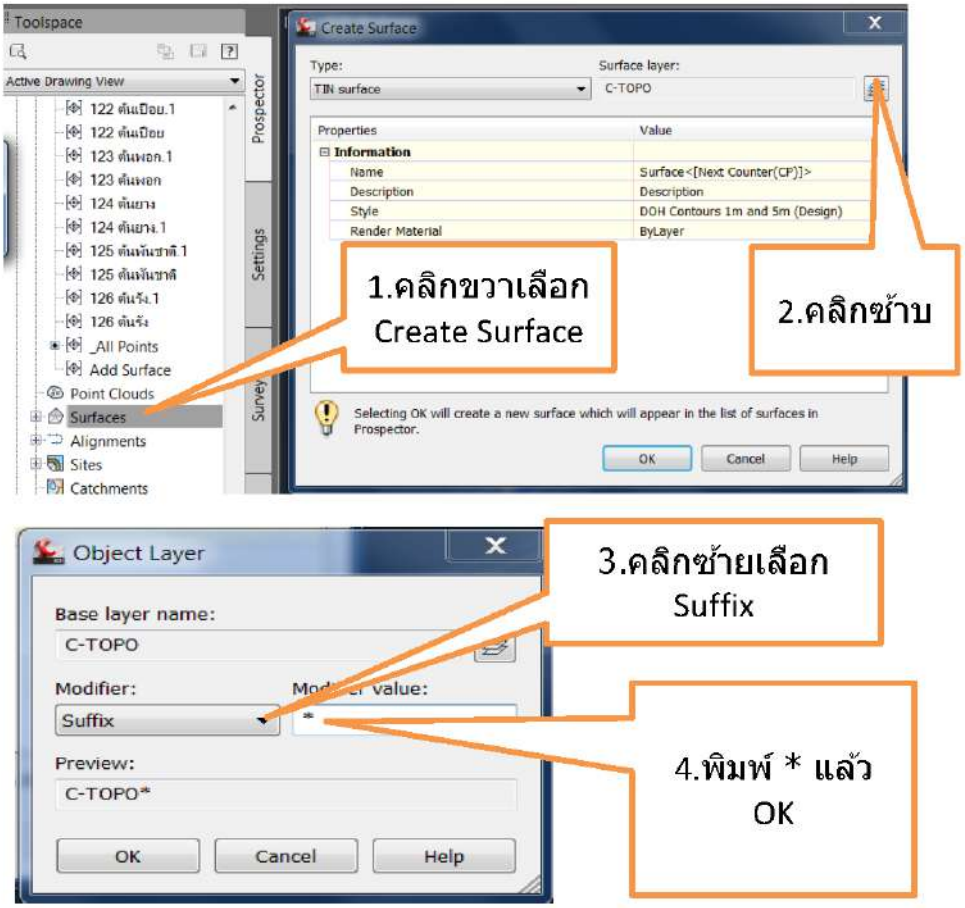
17.Apply >> OK

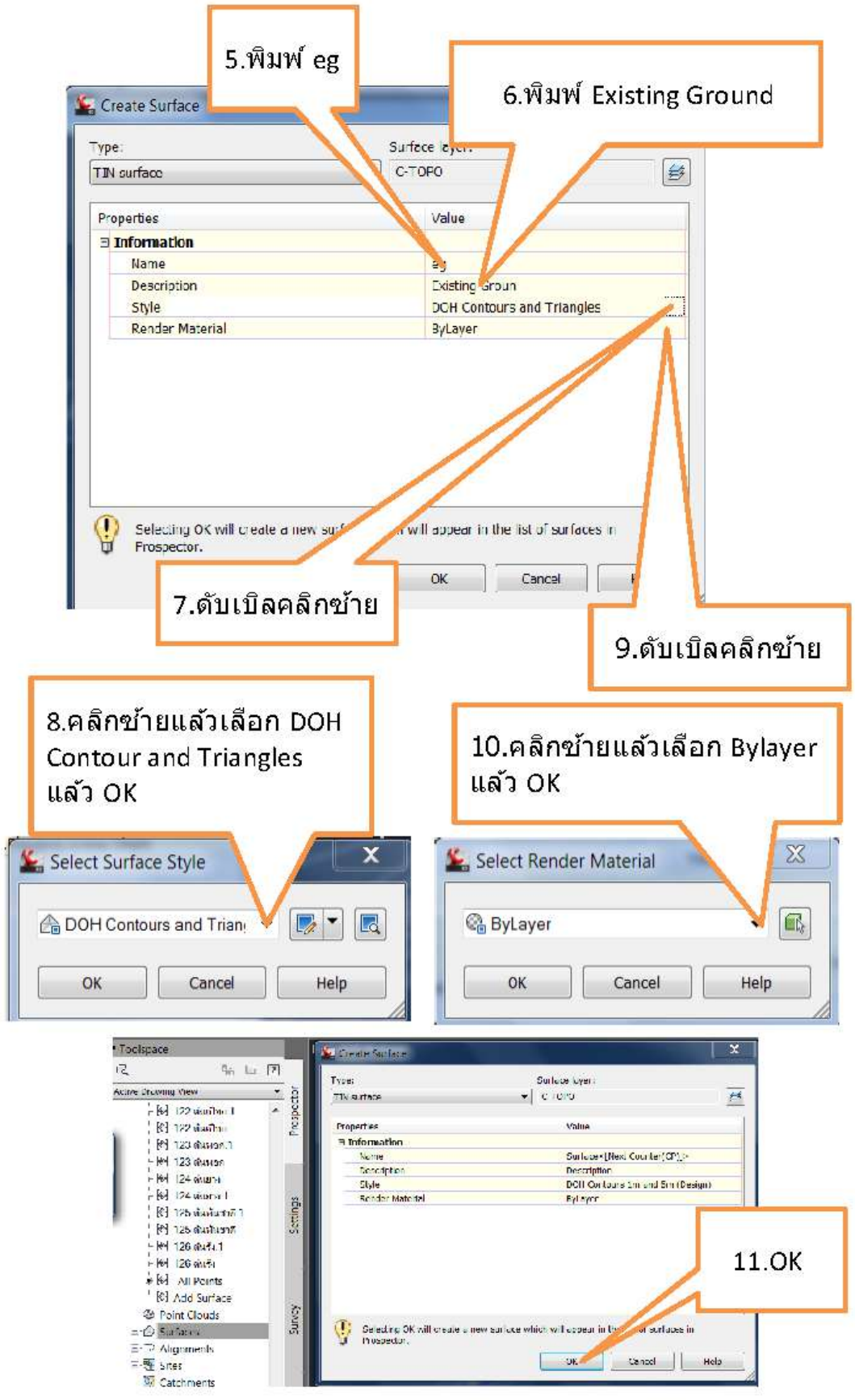
18.คลิก Rt ที่ Bounddary เลือก Add กด OK
ที่ Cad คลิก Lt ที่ Bounddary เก่า

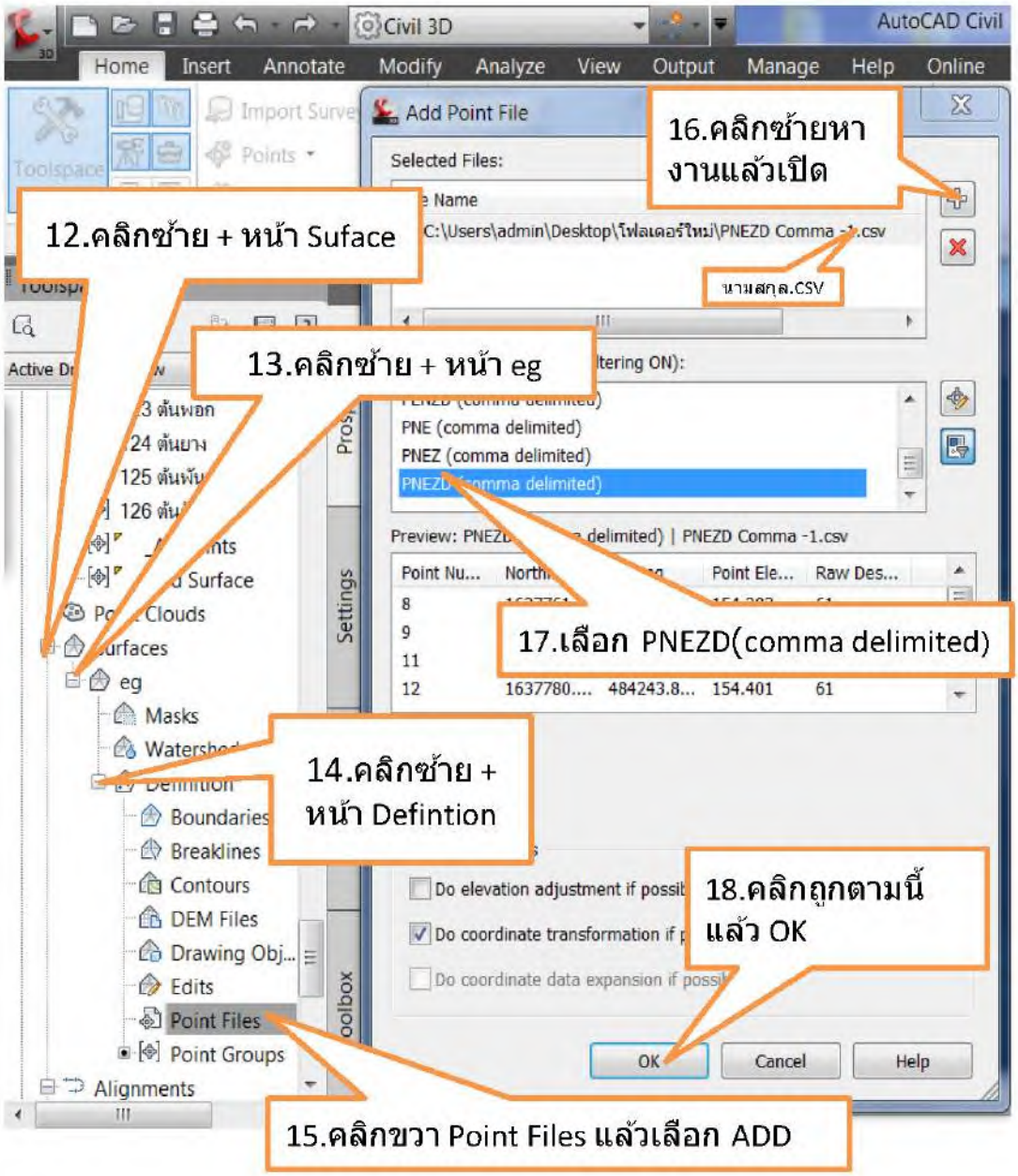
19.คลิก Rt ที่ Breaklines เลือก Add กด OK
ที่ Cad คลิก Lt แล้วคลอบทั้งหมดกด Ent แล้วปิด Action View
เส้นทุกเส้นจะเป็นสีเทาถ้ามีสีอื่นแสดงว่าลากเส้นไม่ตรงจุด
20.Save 1 ครั้งแล้วSave As เป็น Contour

วิธีที่ 2 (ในกรณีทำ 3D ใน cad 2004 แล้วมาเปิด cad 2012)

ทำ Wblock เส้น 3D และ Bounddary
ให้เปลี่ยน Layers 3D ทุก Layers เป็น Layers C-PROP-LINE




5.พิมพ์ eg
6.พิมพ์ Existing Ground
Create Surface
Type:
TIN surface
C-TOPO
Properties
Value
Information
Name
eg
Description
Existing Ground
Style
DOH Contours and Triangles
Render Material
ByLayer
OK
Cancel
7.ดับเบิลคลิกซ้าย
9.ดับเบิลคลิกซ้าย
8.คลิกซ้ายแล้วเลือก DOH Contour and Triangles แล้ว OK
10.คลิกซ้ายแล้วเลือก Bylayer แล้ว OK
Select Surface Style
DOH Contours and Trian
OK
Cancel
Help
Select Render Material
ByLayer
OK
Cancel
Help
Toolspace
Prospector
Settings
Survey
Point Clouds
Surfaces
Alignments
Sites
Catchments
11.OK



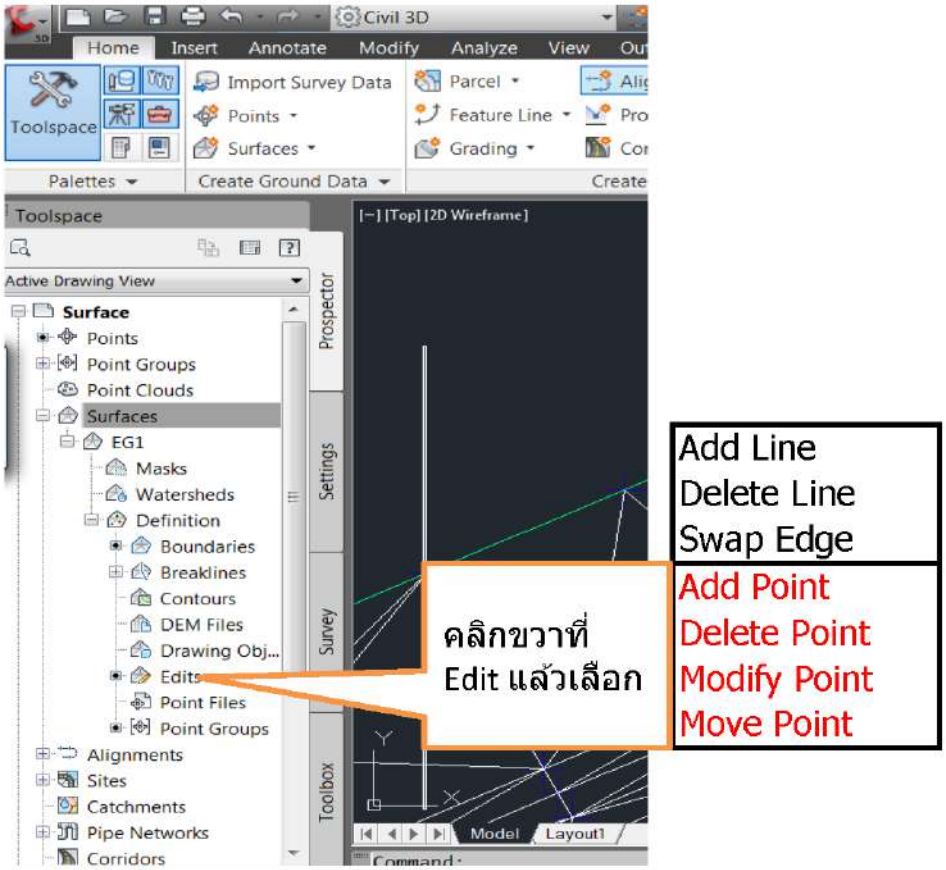
19.คลิก Rt ที่ Bounddary เลือก Add กด OK
ที่ Cad คลิก Lt ที่ Bounddary เก่า

20.คลิก Rt ที่ Breaklines เลือก Add กด OK
ที่ Cad คลิก Lt แล้วคลอบทั้งหมดกด Ent แล้วปิด Action View
เส้นทุกเส้นจะเป็นสีเทาถ้ามีสีอื่นแสดงว่าลากเส้นไม่ตรงจุด
21.Save As เป็น Surface

22.Save As เป็น Contour

ให้โชว์ Point ที่ Surface

คลิก Lt Surface แล้วคลิก Rt เลือก Edite Surface Style
เปิดไฟที่ Point แล้ว Apply >> OK



Add Point คือการเพิ่ม Point และระดับใหม่

คลิก Lt ที่ cad พิมพ์ระดับที่ command แล้ว คลิก Rt แล้ว คลิก Rt ออก

Delete Point คือการลบ Point ทิ้ง

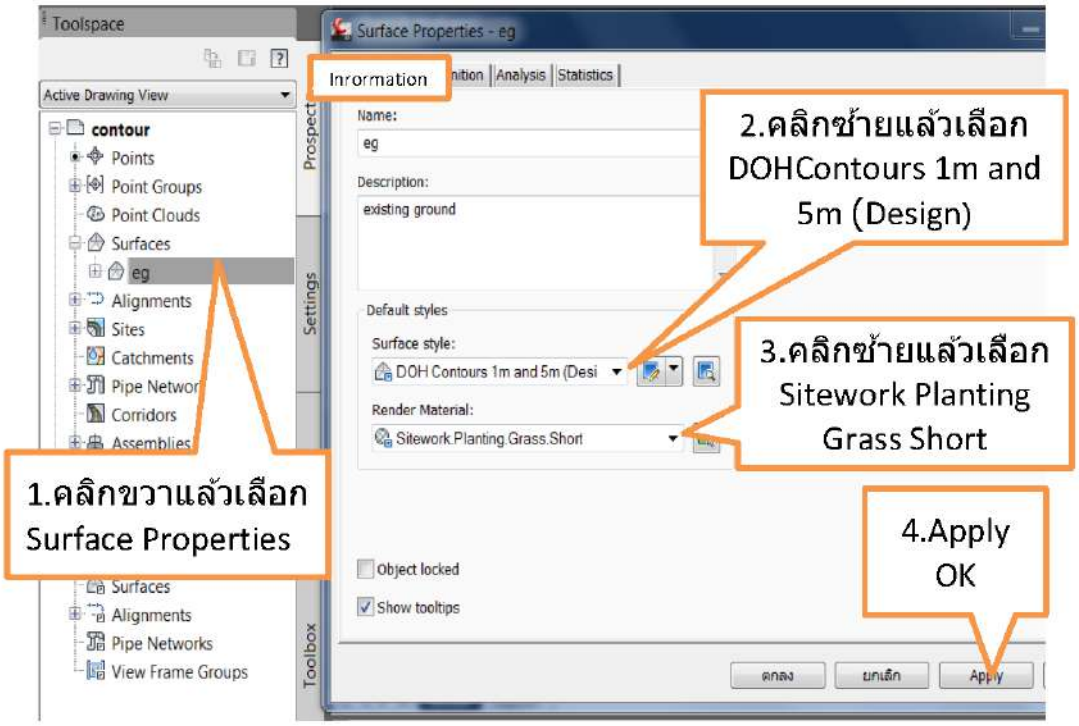
คลิก Lt ที่ Point แล้ว คลิก Rt แล้ว คลิก Rt ออก

Modify Point คือการเปลี่ยนค่าระดับที่ Point

คลิก Lt ที่ Point แล้ว คลิก Rt
พิมพ์ระดับที่ command แล้ว คลิก Rt แล้ว คลิก Rt ออก

Move Point คือการย้าย Point ไปที่ต้องการ

คลิก Lt Point ที่ต้องการย้ายแล้วคลิก Lt ในที่ต้องการแล้ว คลิก Rt ออก
ลบเส้น 3D เก่าทิ้ง



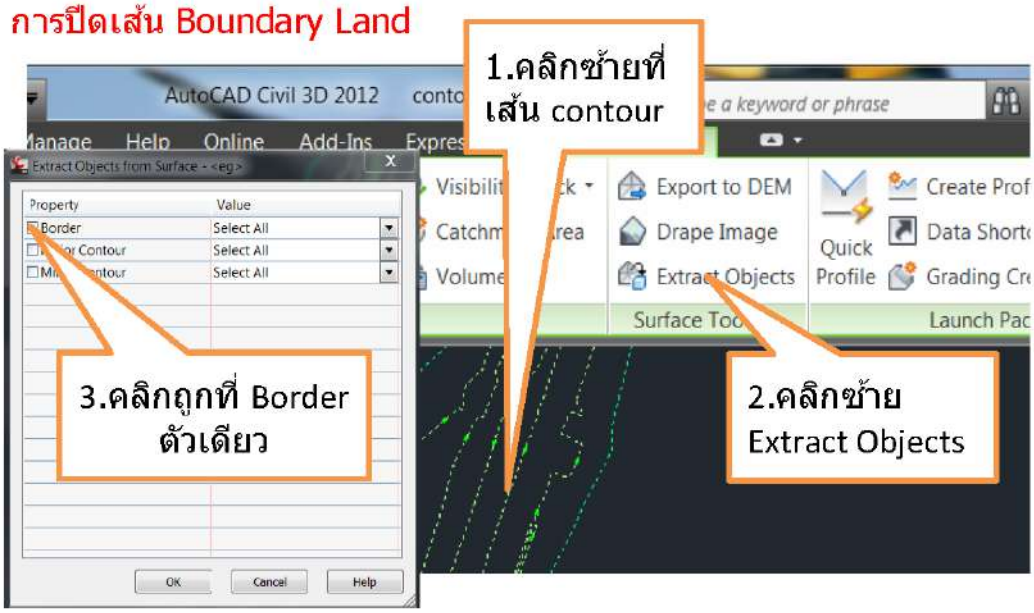
หมายเหตุ ถ้าเส้น contour ผิดก็ปรับแก้ดูหน้า 19

วิธีทำ

คลิกขวา eg แล้วเลือก Surface Properties ที่ Surface Style เลือก DOH Contour and Triangles แล้ว OK

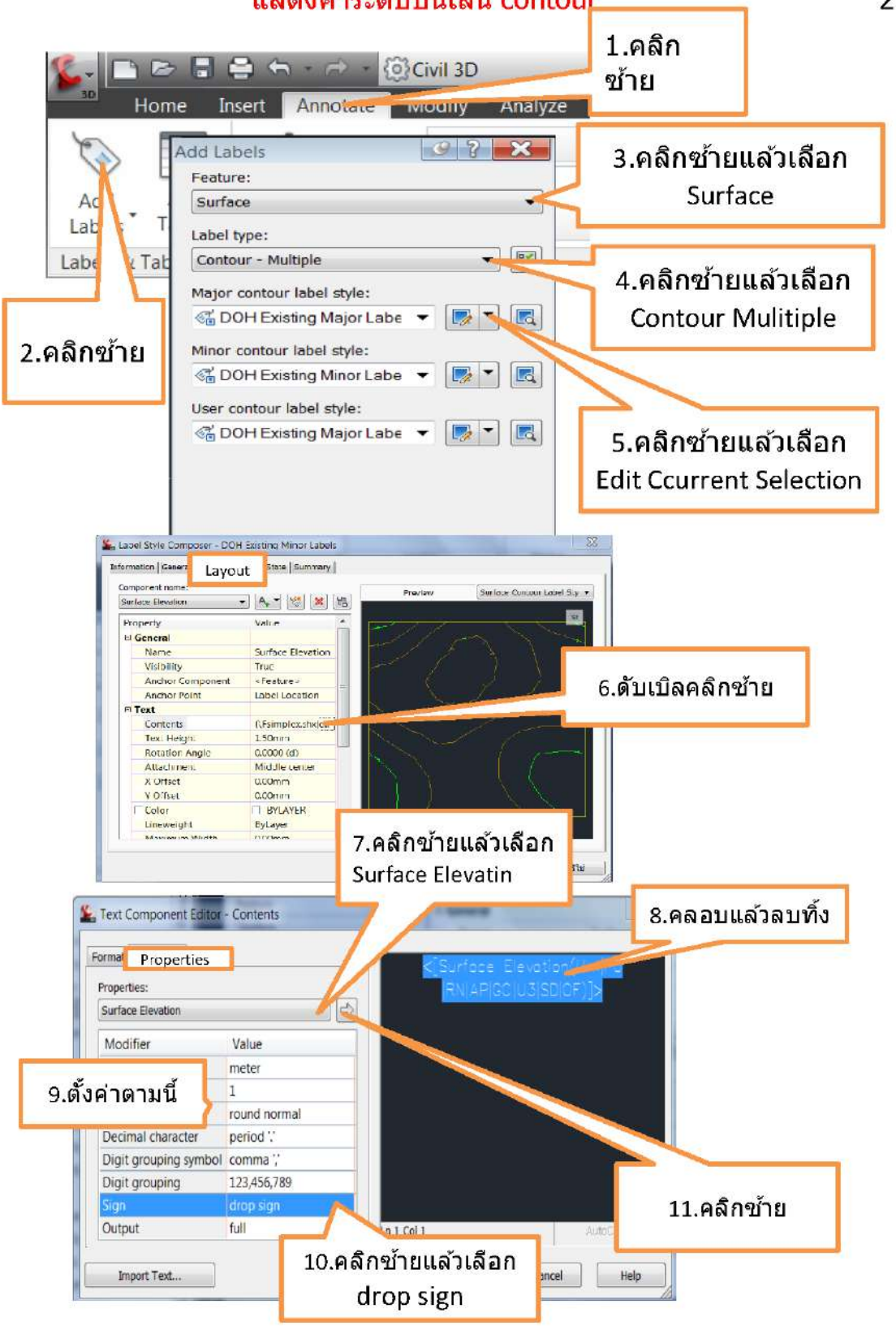
แล้วทำการปรับแก้

การปิดเส้น Boundary Land



OK >> esc ปิดไฟ C-TINN BNDY และ Boundary Land

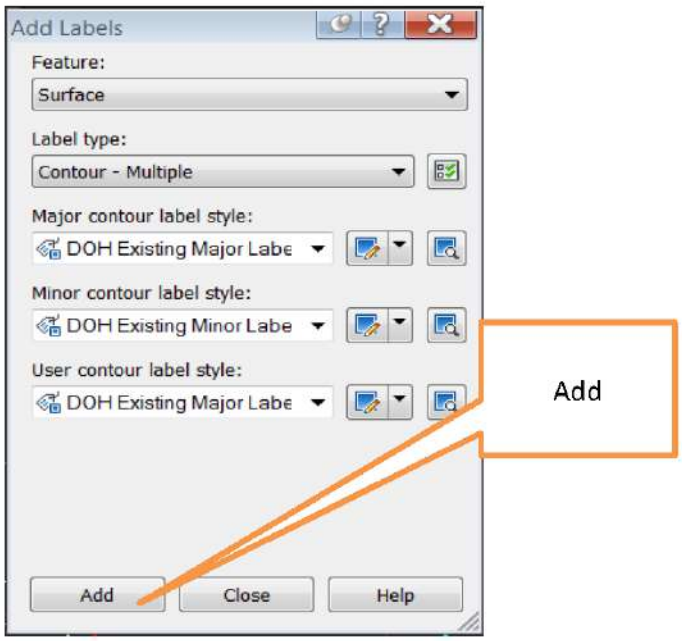
แสดงค่าระดับบนเส้น contour



OK >>Apply >> OK เสร็จ

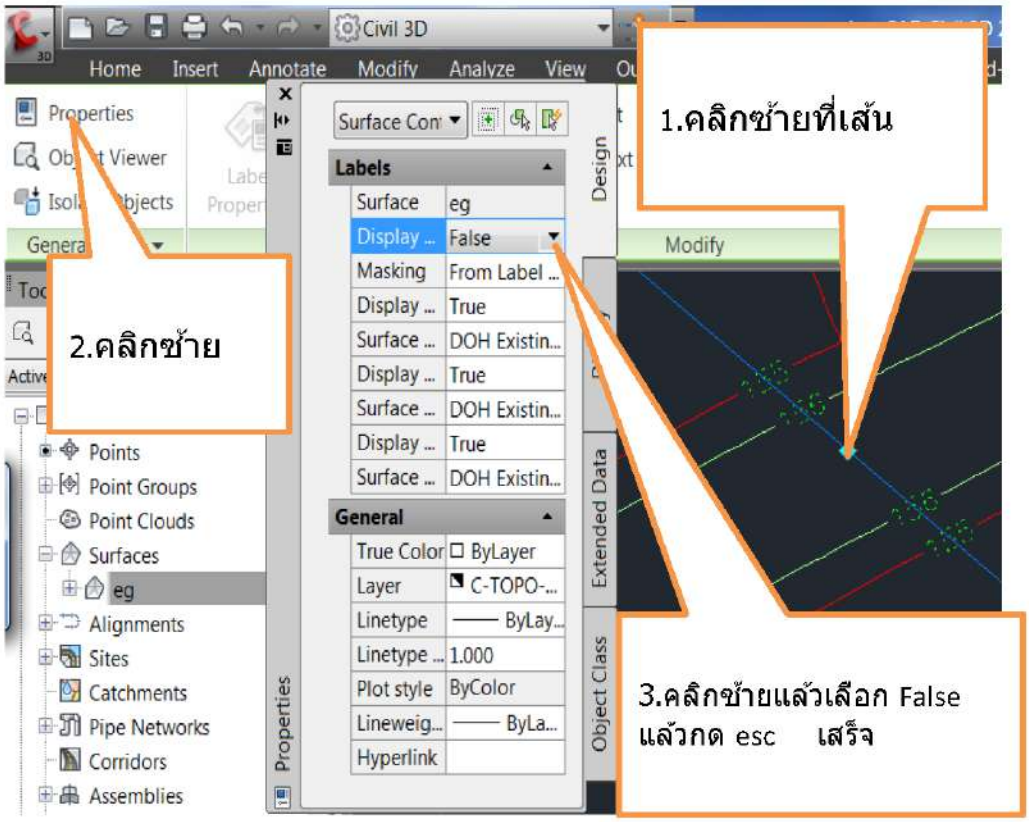
ที่ Minor contour label style ทำเหมือน Major contour label style

---

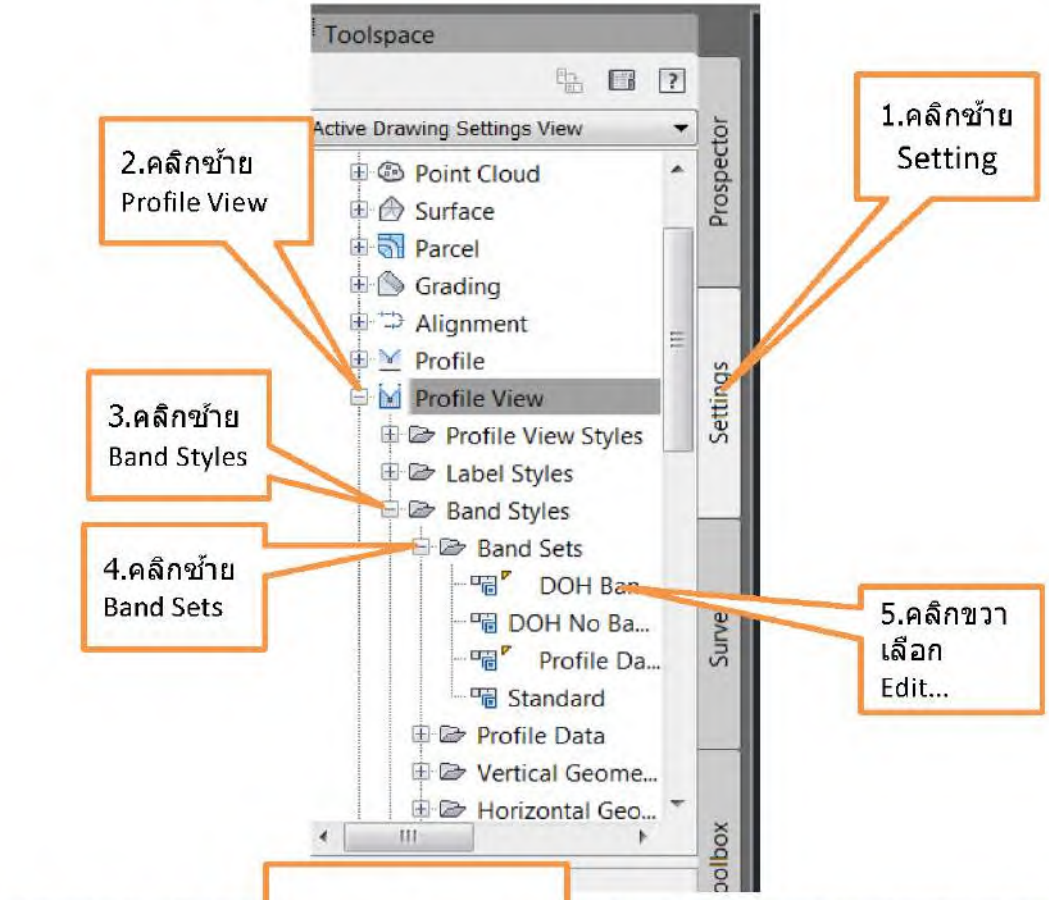


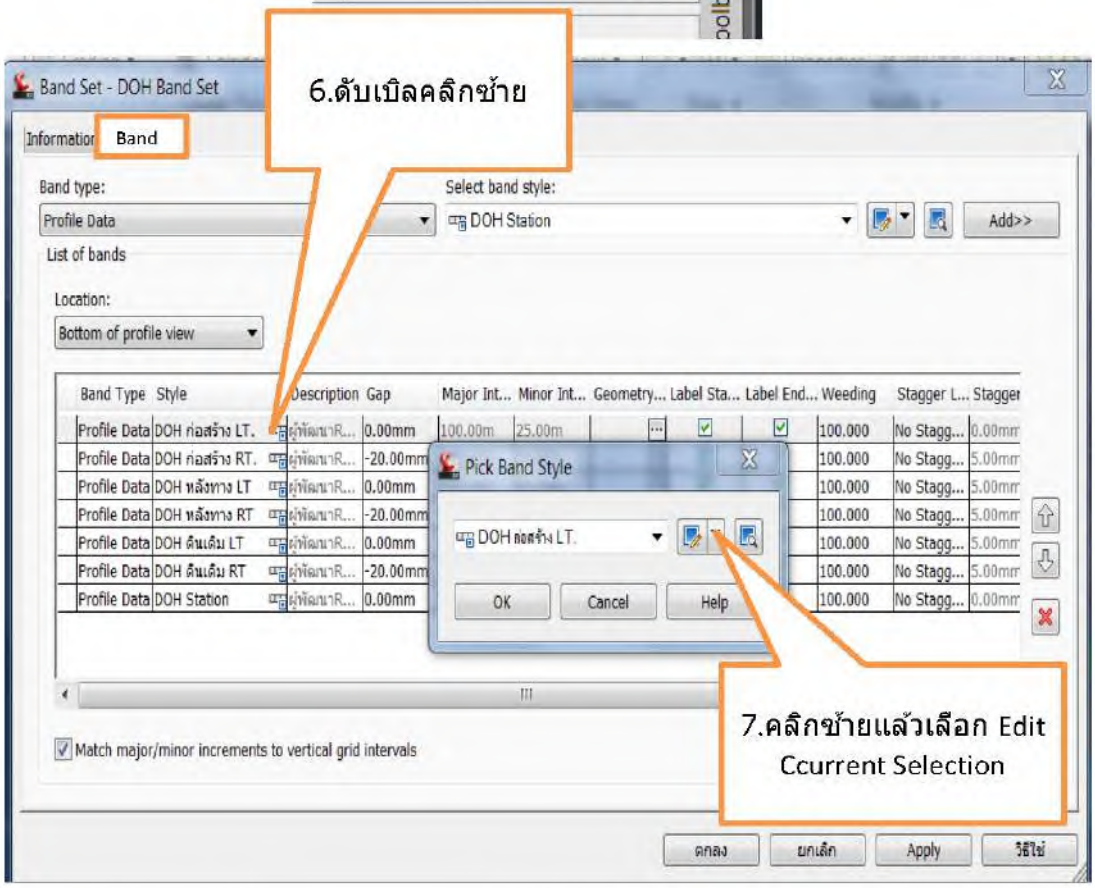
ลากตัดเส้น contour ให้ยาวมากที่สุด

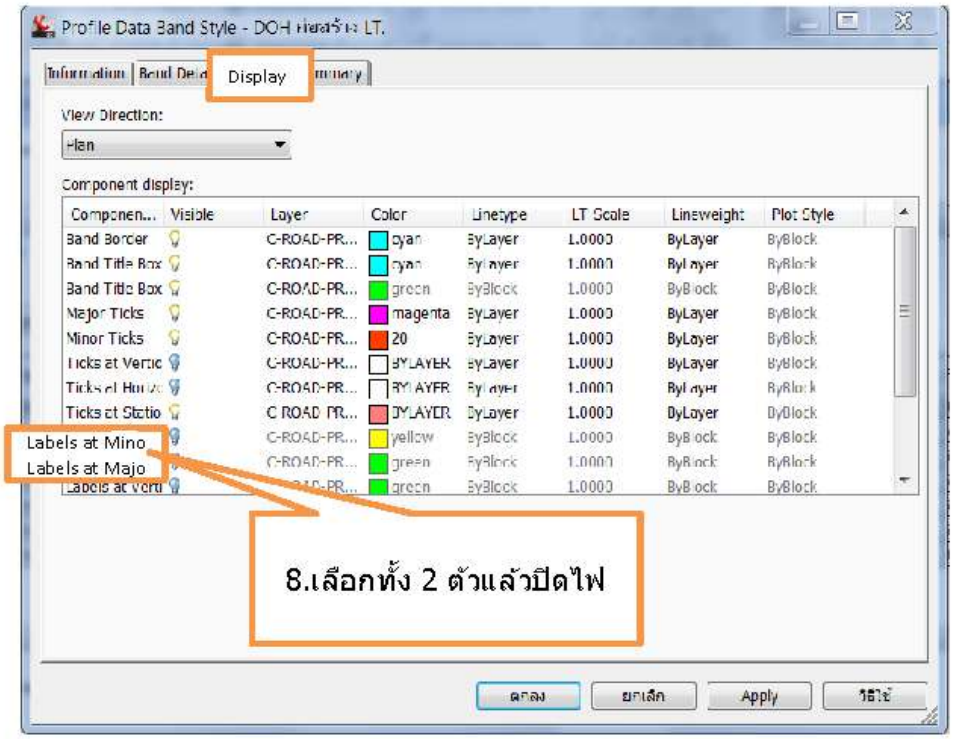
การเอาเส้นที่บอกระดับบน contour ออก



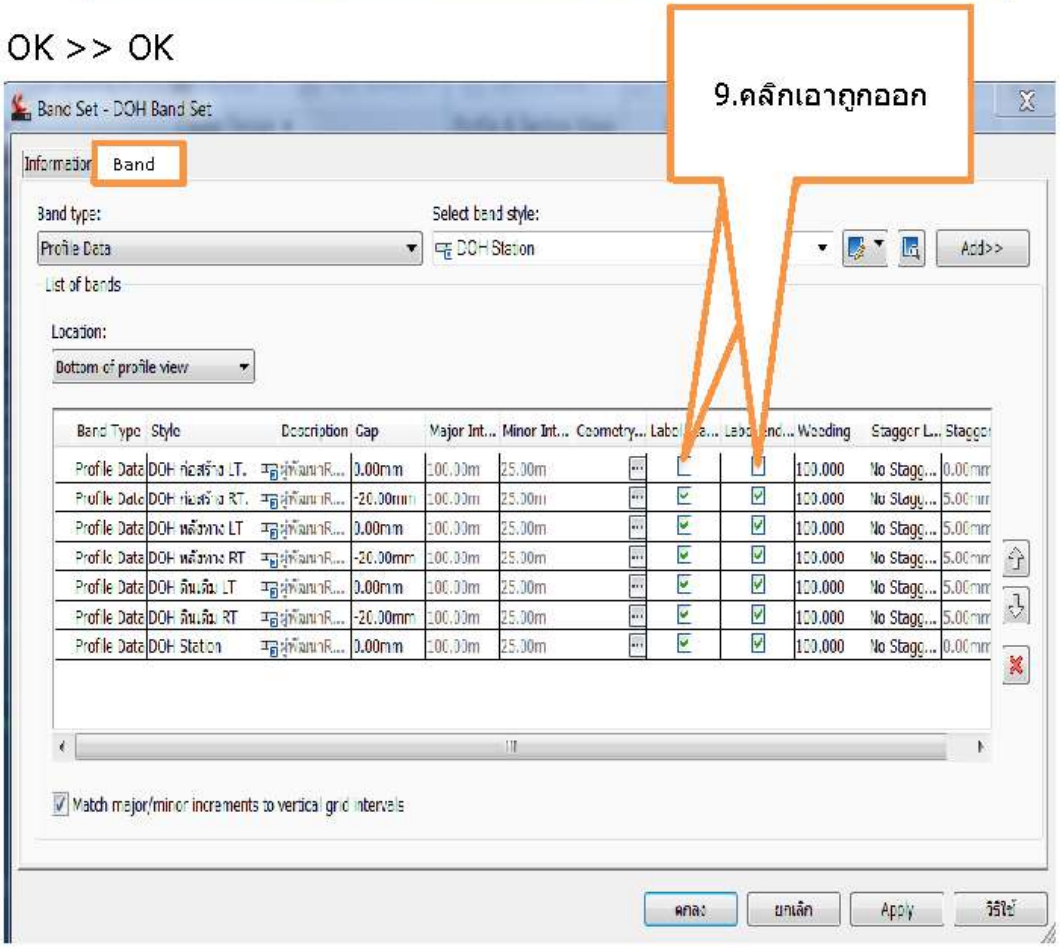
Save 1 ครั้งแล้ว Save As เป็น Profile


Toolspace
Active Drawing Settings View
Point Cloud
Surface
Parcel
Grading
Alignment
Profile
Profile View
Profile View Styles
Label Styles
Band Styles
Band Sets
DOH Ban...
DOH No Ba...
Profile Da...
Standard
Profile Data
Vertical Geome...
Horizontal Geo...
Prospector
Settings
Survey
Toolbox
1.คลิกซ้าย Setting
2.คลิกซ้าย Profile View
3.คลิกซ้าย Band Styles
4.คลิกซ้าย Band Sets
5.คลิกขวา เลือก Edit...

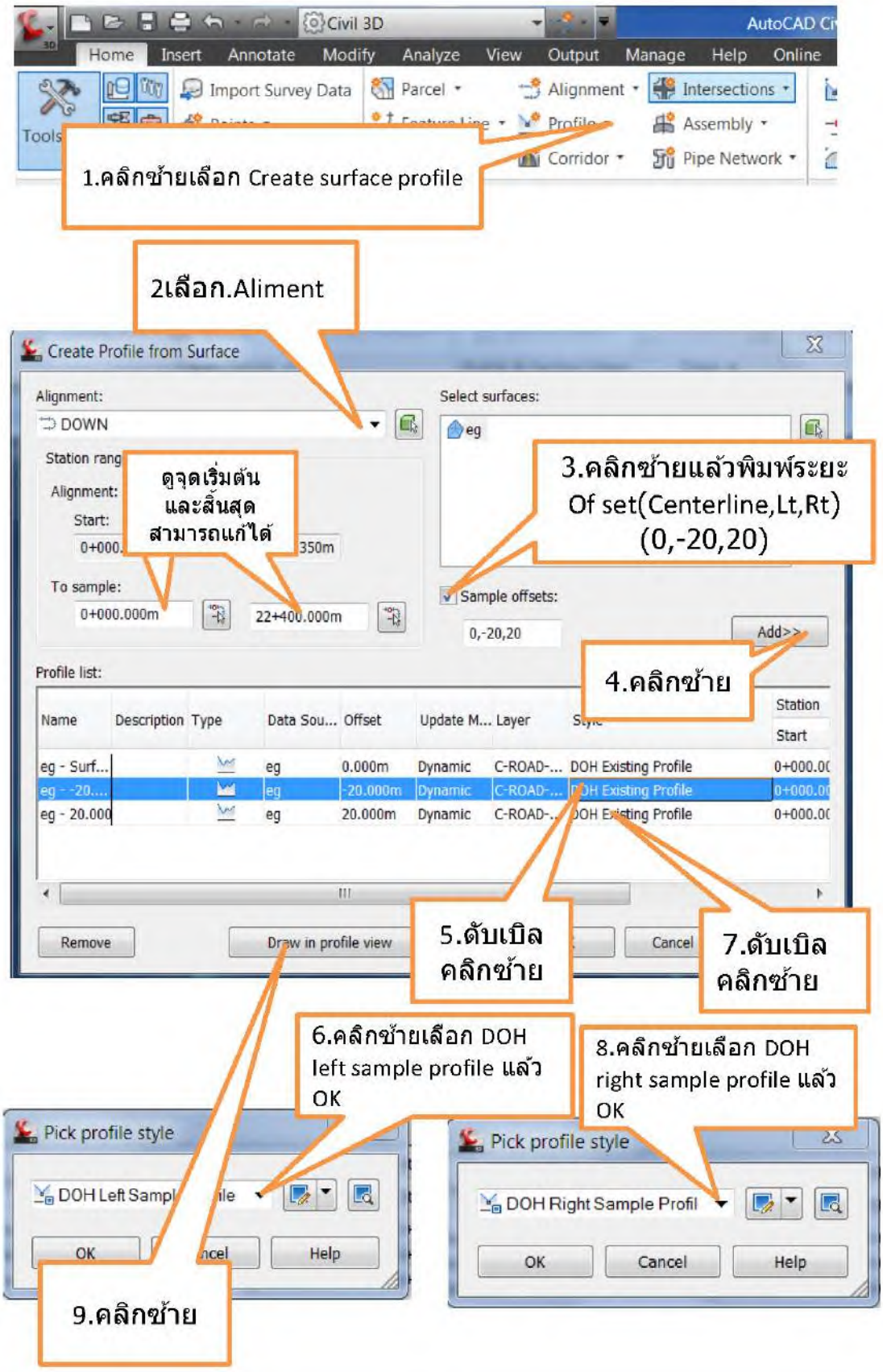

6.ดับเบิลคลิกซ้าย
Band Set - DOH Band Set
Information
Band
Band type:
Profile Data
Select band style:
DOH Station
Add>>
List of bands
Location:
Bottom of profile view
Band Type Style Description Gap Major Int... Minor Int... Geometry... Label Sta... Label End... Weeding Stagger L... Stagger
Profile Data DOH ก่อสร้าง LT. 0.00mm 100.00m 25.00m 100.000 No Stagg... 0.00mm
Profile Data DOH ก่อสร้าง RT. -20.00mm 100.000 No Stagg... 5.00mm
Profile Data DOH หลังทาง LT 0.00mm 100.000 No Stagg... 5.00mm
Profile Data DOH หลังทาง RT -20.00mm 100.000 No Stagg... 5.00mm
Profile Data DOH ดินเดิม LT 0.00mm 100.000 No Stagg... 5.00mm
Profile Data DOH ดินเดิม RT -20.00mm 100.000 No Stagg... 5.00mm
Profile Data DOH Station 0.00mm 100.000 No Stagg... 0.00mm
Pick Band Style
DOH ก่อสร้าง LT.
OK
Cancel
Help
Match major/minor increments to vertical grid intervals
7.คลิกซ้ายแล้วเลือก Edit Ccurrent Selection
ตกลง
ยกเลิก
Apply
วิธีใช้

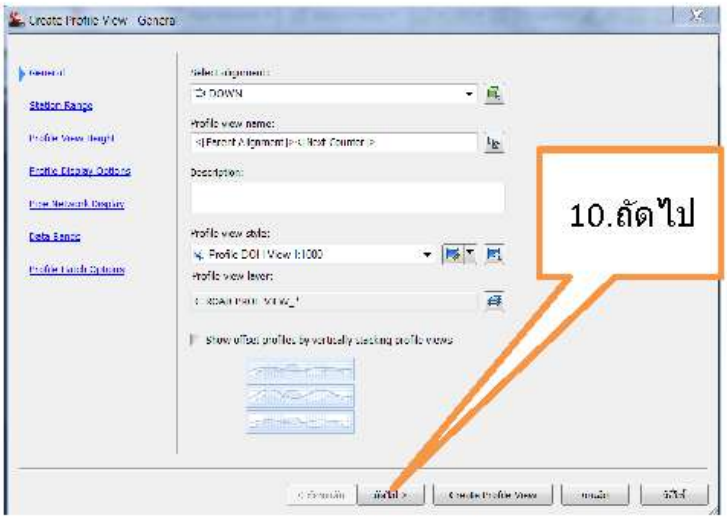


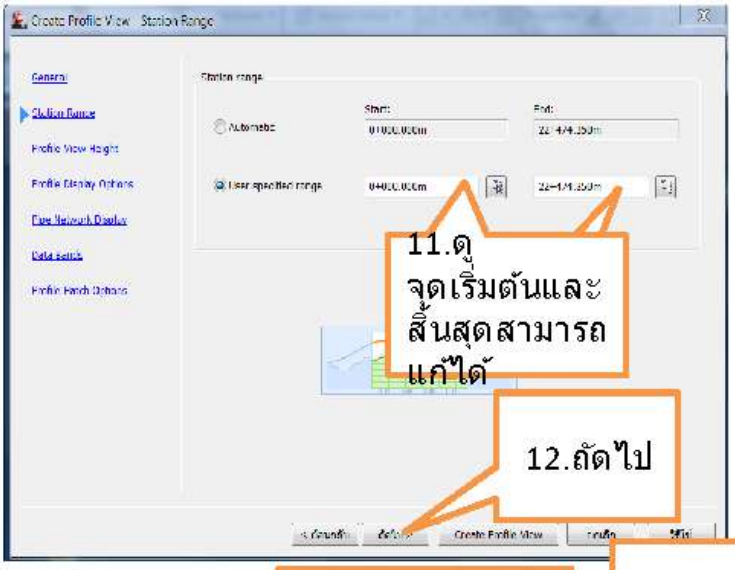
OK >> OK

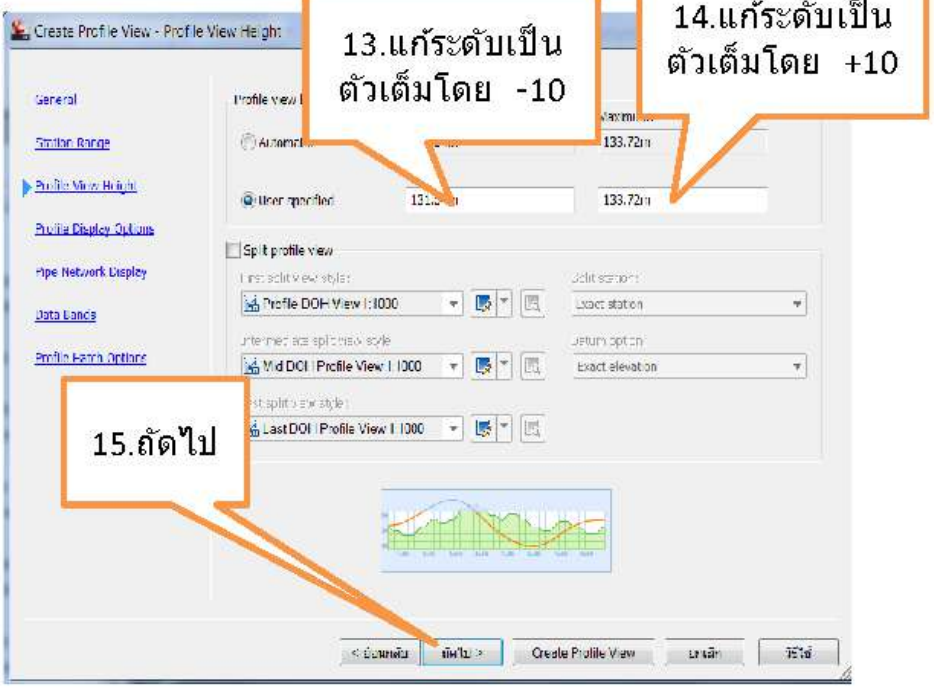


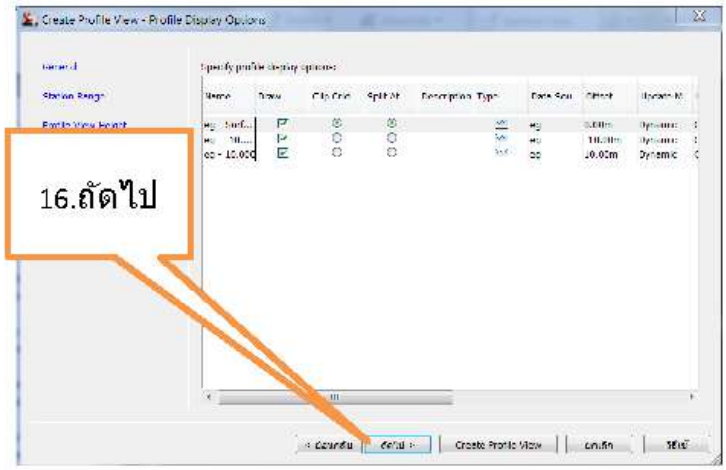
Apply >> OK เสร็จ

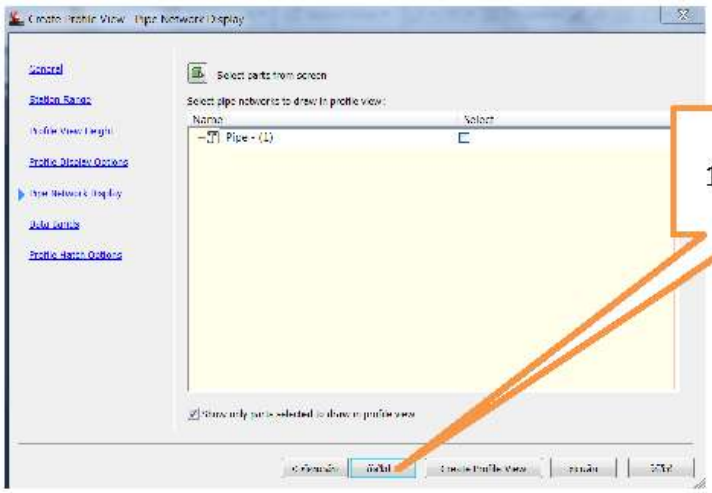

Civil 3D
Home
Insert
Annotate
Modify
Analyze
View
Output
Manage
Help
Online
Import Survey Data
Parcel
Alignment
Intersections
Profile
Assembly
Corridor
Pipe Network
Tools
1.คลิกซ้ายเลือก Create surface profile
2เลือก.Aliment
Create Profile from Surface
Alignment:
DOWN
Select surfaces:
eg
Station rang
Alignment:
Start:
0+000.
350m
To sample:
0+000.000m
22+400.000m
ดูจุดเริ่มต้น
และสิ้นสุด
สามารถแก้ได้
3.คลิกซ้ายแล้วพิมพ์ระยะ
Of set(Centerline,Lt,Rt)
(0,-20,20)
Sample offsets:
0,-20,20
Add>>
4.คลิกซ้าย
Profile list:
Name
Description
Type
Data Sou...
Offset
Update M...
Layer
Station
Start
eg - Surf...
eg
0.000m
Dynamic
C-ROAD-...
DOH Existing Profile
0+000.0
eg - -20....
-20.000m
0+000.0
eg - 20.000
20.000m
Remove
Draw in profile view
Cancel
5.ดับเบิล
คลิกซ้าย
7.ดับเบิล
คลิกซ้าย
6.คลิกซ้ายเลือก DOH
left sample profile แล้ว
OK
8.คลิกซ้ายเลือก DOH
right sample profile แล้ว
OK
Pick profile style
DOH Left Sampl
OK
Help
Pick profile style
DOH Right Sample Profil
OK
Cancel
Help
9.คลิกซ้าย

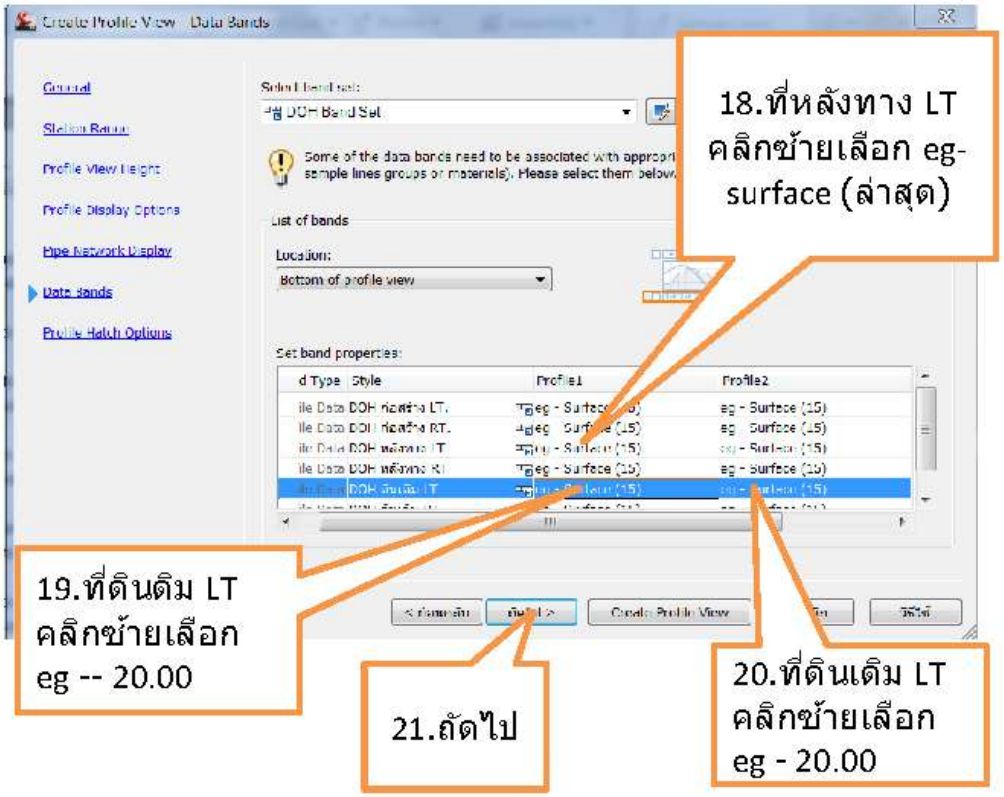

10.ถัดไป

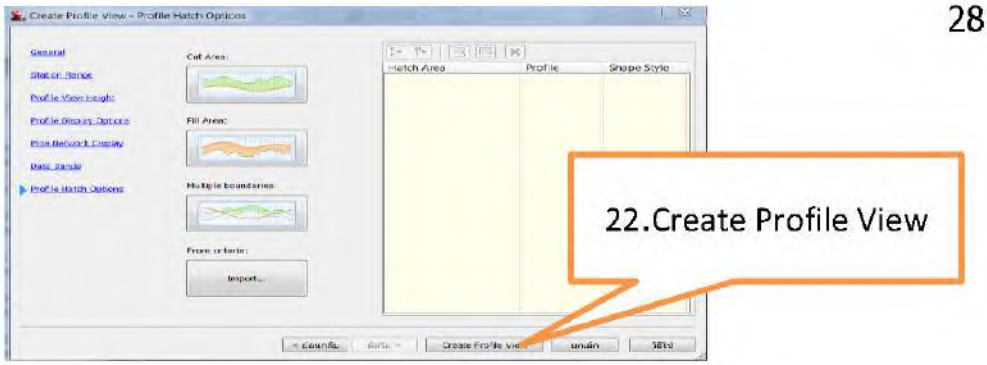

11.ดู
จุดเริ่มต้นและ
สิ้นสุดสามารถ
แก้ได้
12.ถัดไป


13.แก้ระดับเป็น
ตัวเต็มโดย -10
14.แก้ระดับเป็น
ตัวเต็มโดย +10
15.ถัดไป


16.ถัดไป

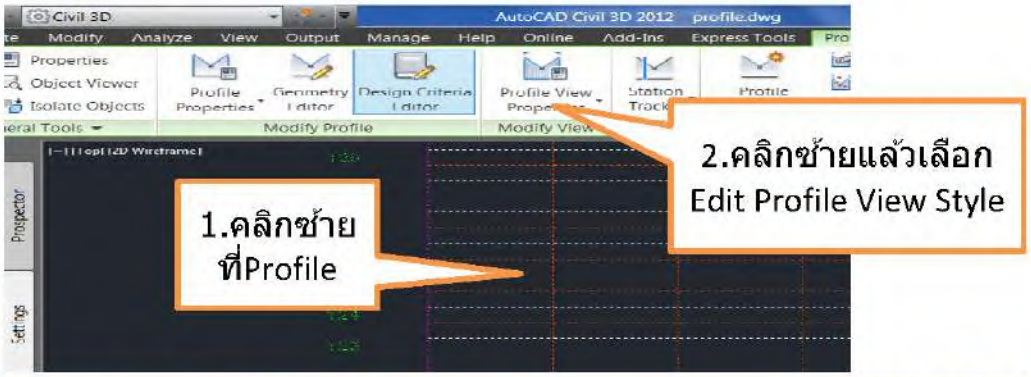

17.ถัดไป

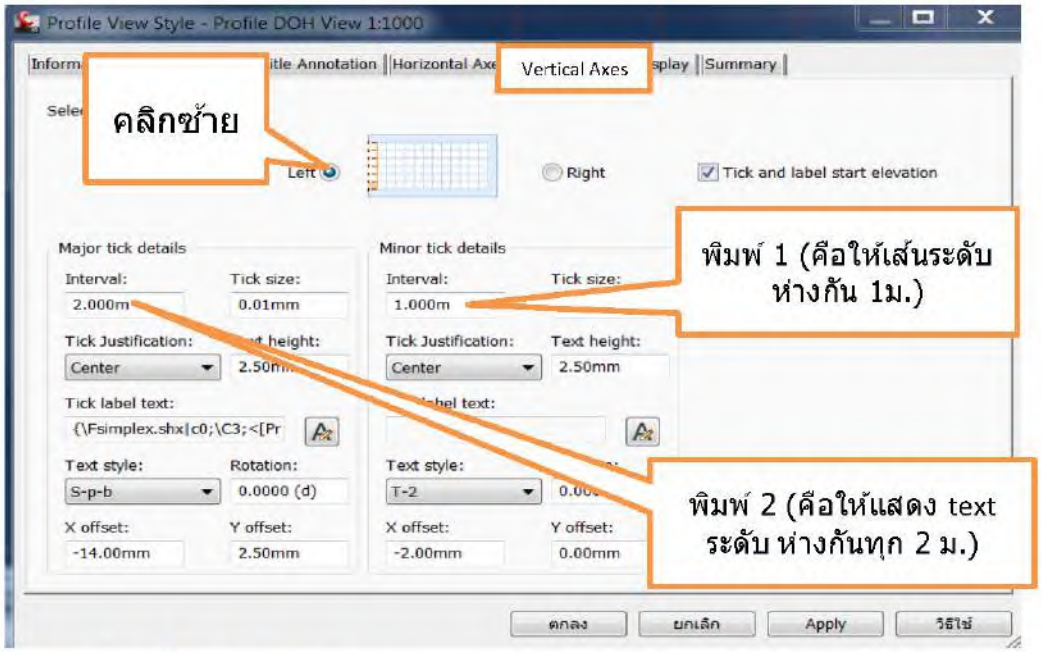

18.ที่หลังทาง LT
คลิกซ้ายเลือก eg-surface (ล่าสุด)
19.ที่ดินดิม LT
คลิกซ้ายเลือก
eg -- 20.00
21.ถัดไป
20.ที่ดินเดิม LT
คลิกซ้ายเลือก
eg - 20.00



ที่ cad คลิกซ้ายที่ว่าง เสร็จ

แก้ระดับซ้ายขวา

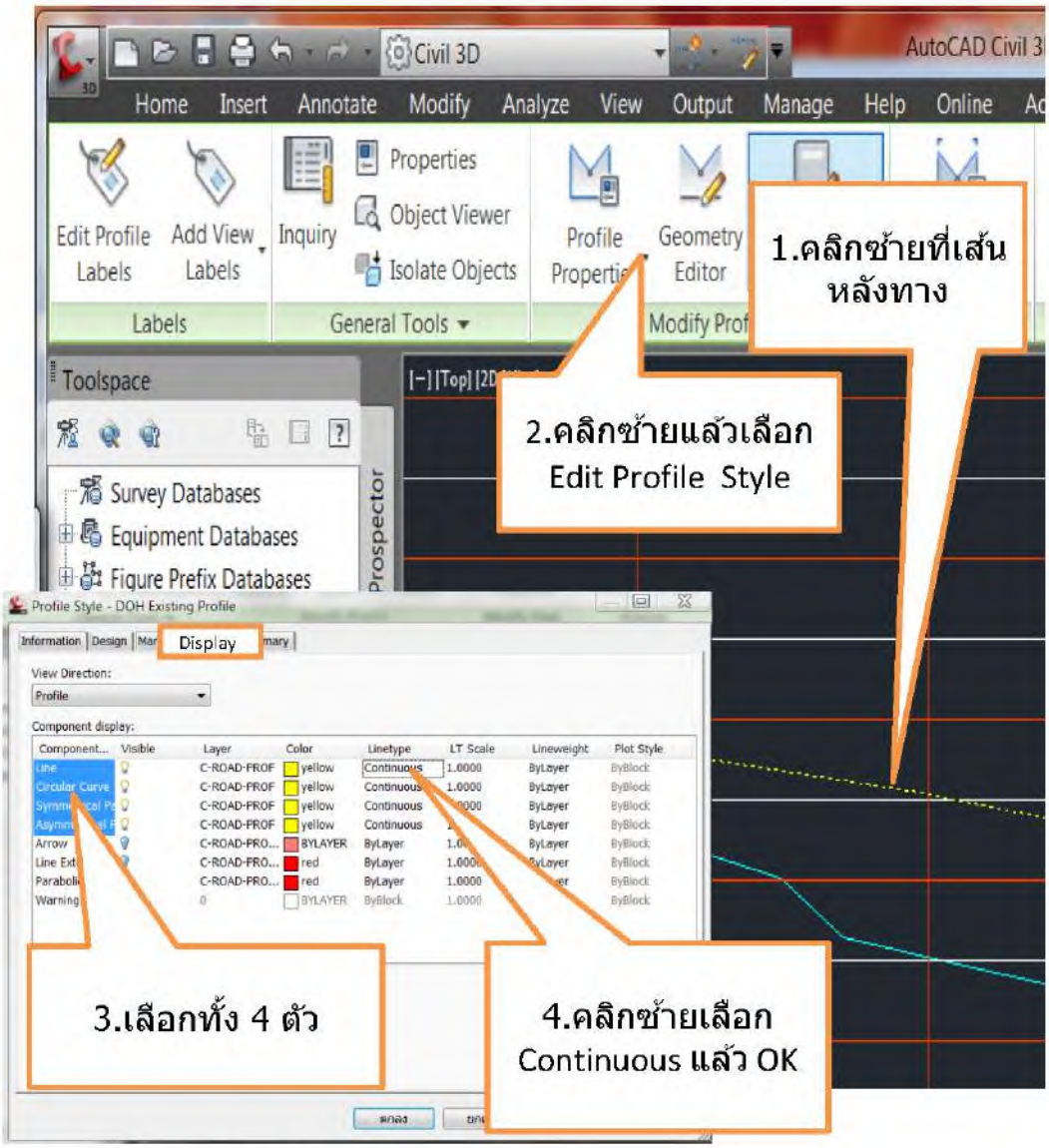




ด้านขวาก็เปลี่ยนเหมือนกัน

Apply >> OK เสร็จ

ด้านขวาก็ทำเหมือนด้านซ้าย



Apply >> OK >> esc เสร็จ

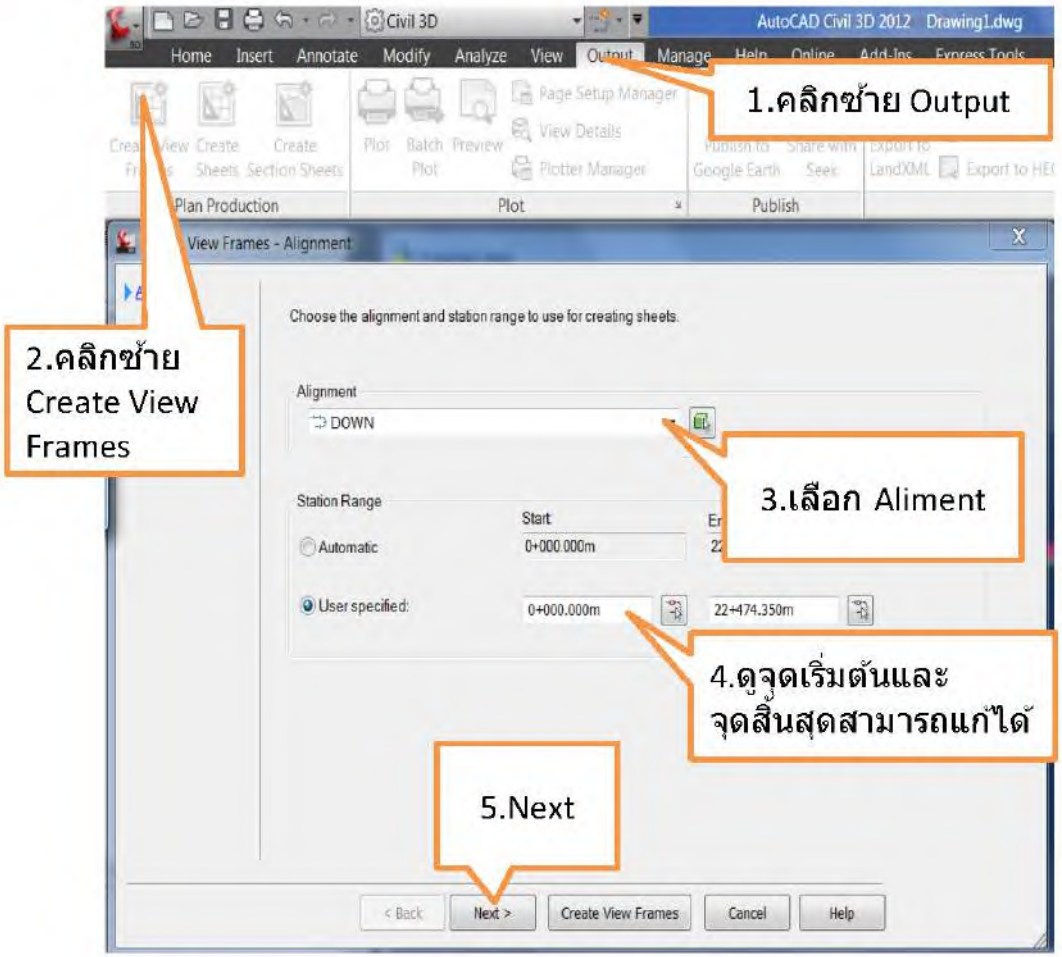
เส้นดินเดิมซ้ายขวาทำเหมือนเส้นหลังทางแต่เลือก Existing Line

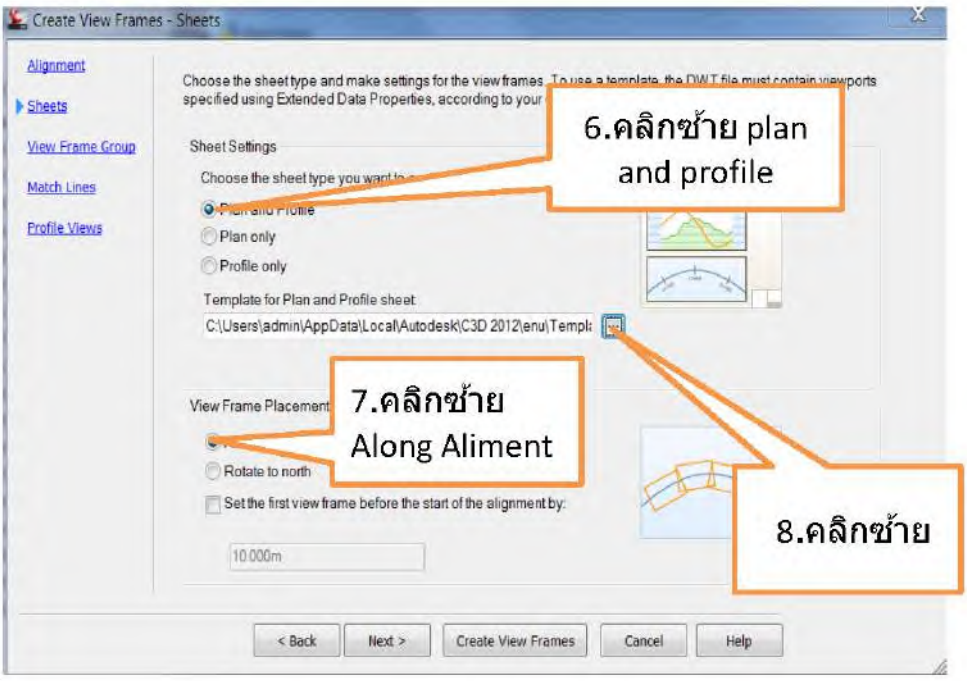
Insert ท่อมาลง Save 1 ครั้งแล้ว Save As เป็น ตัดแผ่น Sheet

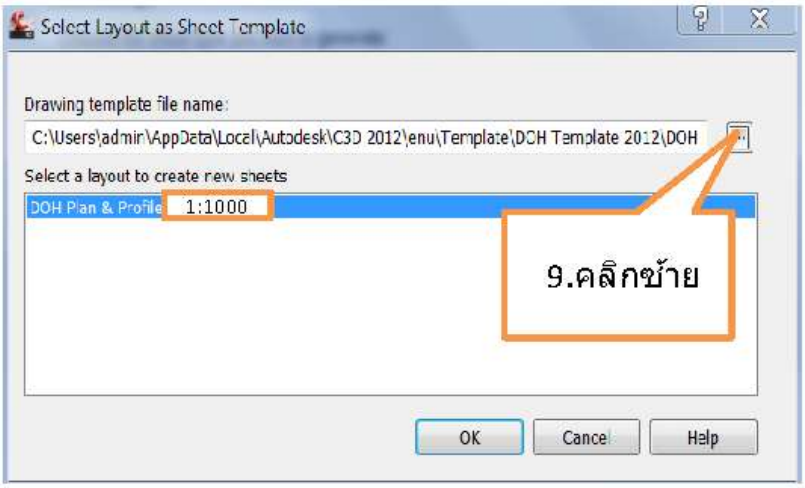
หมายเหตุ การระเบิด (เรียงตามลำดับ)

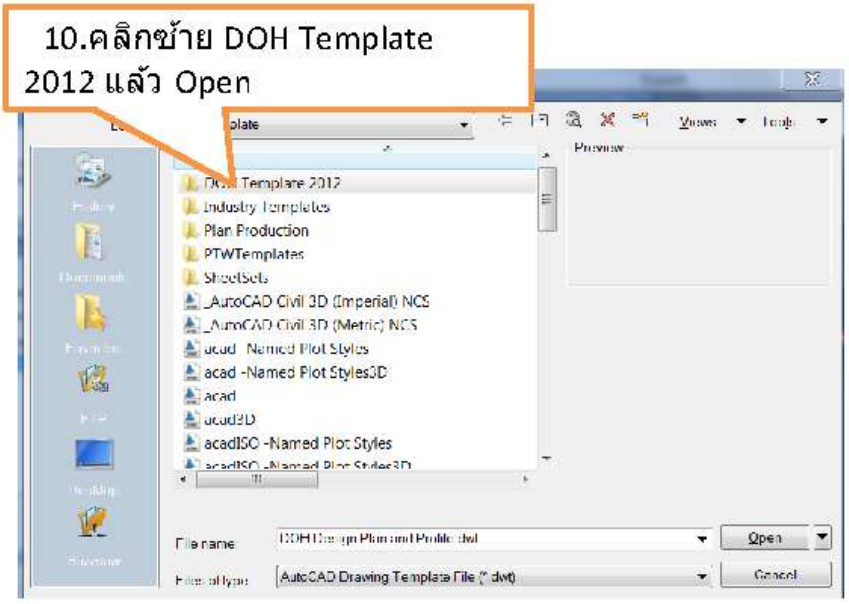
1.ระเบิด sta (1ครั้ง)
2.ระเบิดระดับหลังทาง-ดินเดิมซ้ายขวา (1ครั้ง)
3.ระเบิดเส้นหลังทาง-เส้นดินเดิมซ้ายขวา (1ครั้ง)
4.ระเบิดระดับซ้ายขวา (1ครั้ง)

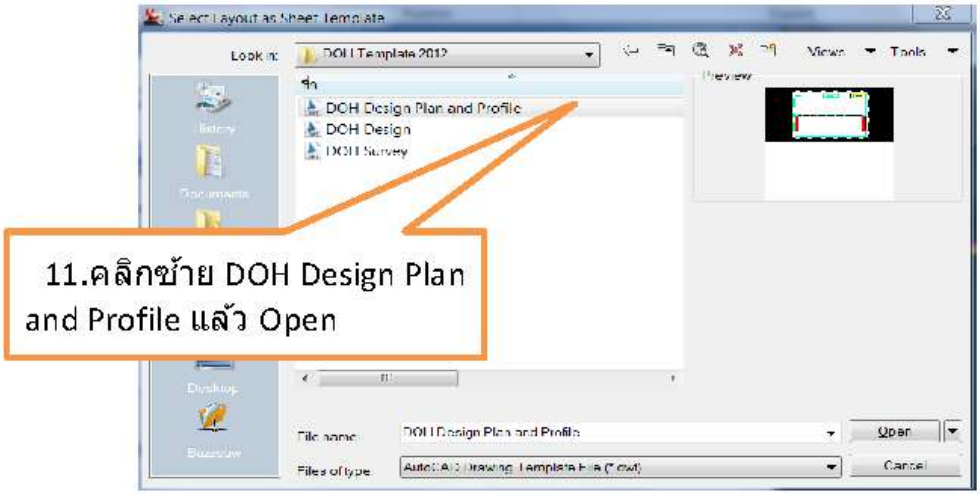
1.ตัดแผ่น Plan

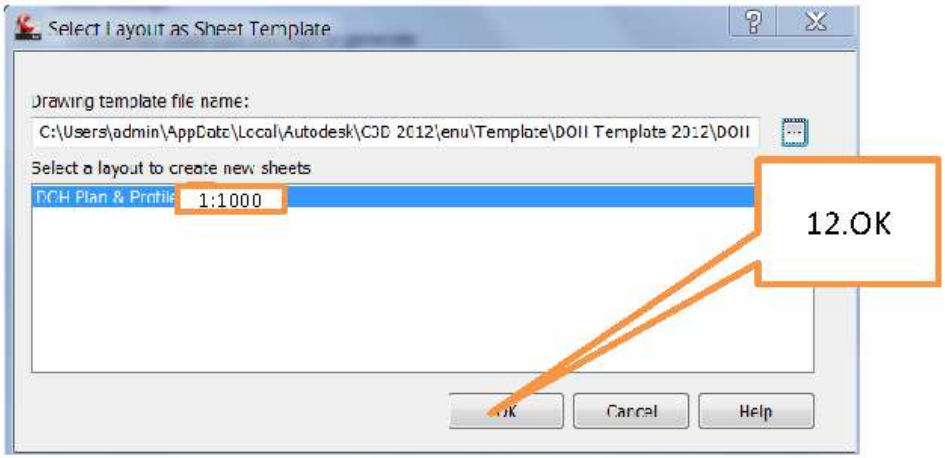

Civil 3D
AutoCAD Civil 3D 2012 Drawing1.dwg
Home Insert Annotate Modify Analyze View Output Manage Help Online Add-Ins Express Tools
1.คลิกซ้าย Output
Page Setup Manager
View Details
Plotter Manager
Plan Production
Plot
Publish
2.คลิกซ้าย Create View Frames
View Frames - Alignment
Choose the alignment and station range to use for creating sheets.
Alignment
DOWN
3.เลือก Aliment
Station Range
Start
Automatic
0+000.000m
User specified:
0+000.000m
22+474.350m
4.ดูจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดสามารถแก้ได้
5.Next
< Back
Next >
Create View Frames
Cancel
Help

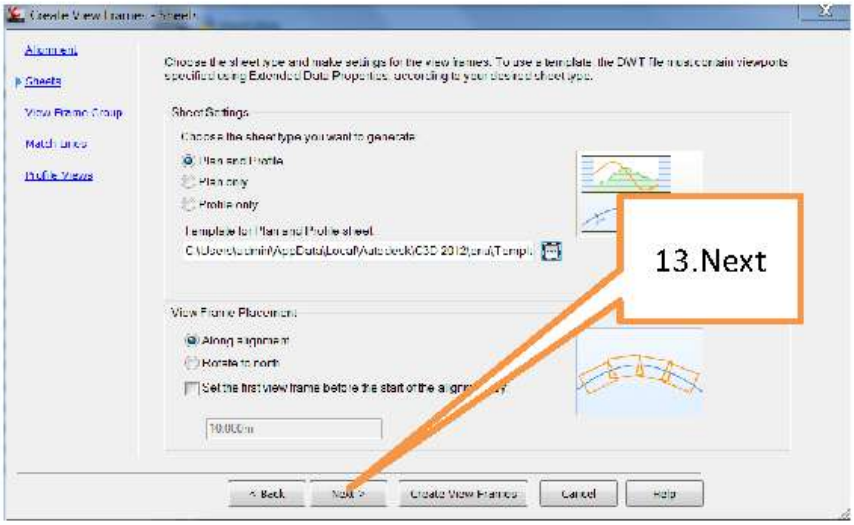

Create View Frames - Sheets
Alignment
Sheets
View Frame Group
Match Lines
Profile Views
Choose the sheet type and make settings for the view frames
6.คลิกซ้าย plan and profile
Sheet Settings
Plan only
Profile only
Template for Plan and Profile sheet
View Frame Placement
7.คลิกซ้าย Along Aliment
Rotate to north
Set the first view frame before the start of the alignment by:
10.000m
8.คลิกซ้าย
< Back
Next >
Create View Frames
Cancel
Help

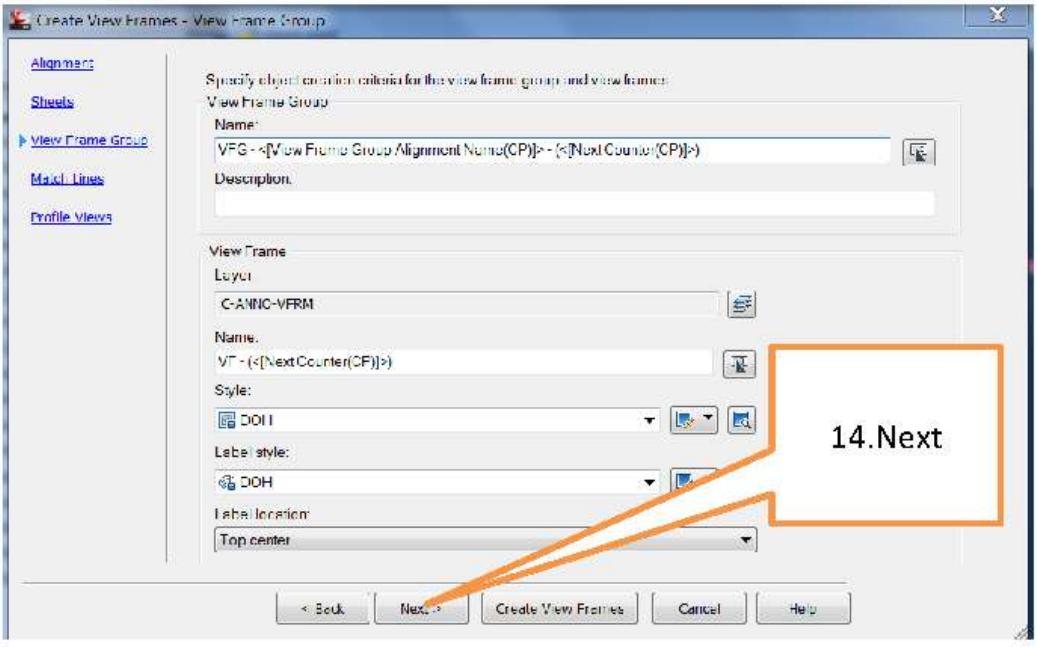

Select Layout as Sheet Template
Drawing template file name:
C:\Users\admin\AppData\Local\Autodesk\C3D 2012\enu\Template\DOH Template 2012\DOH
Select a layout to create new sheets
DOH Plan & Profile 1:1000
9.คลิกซ้าย
OK
Cancel
Help

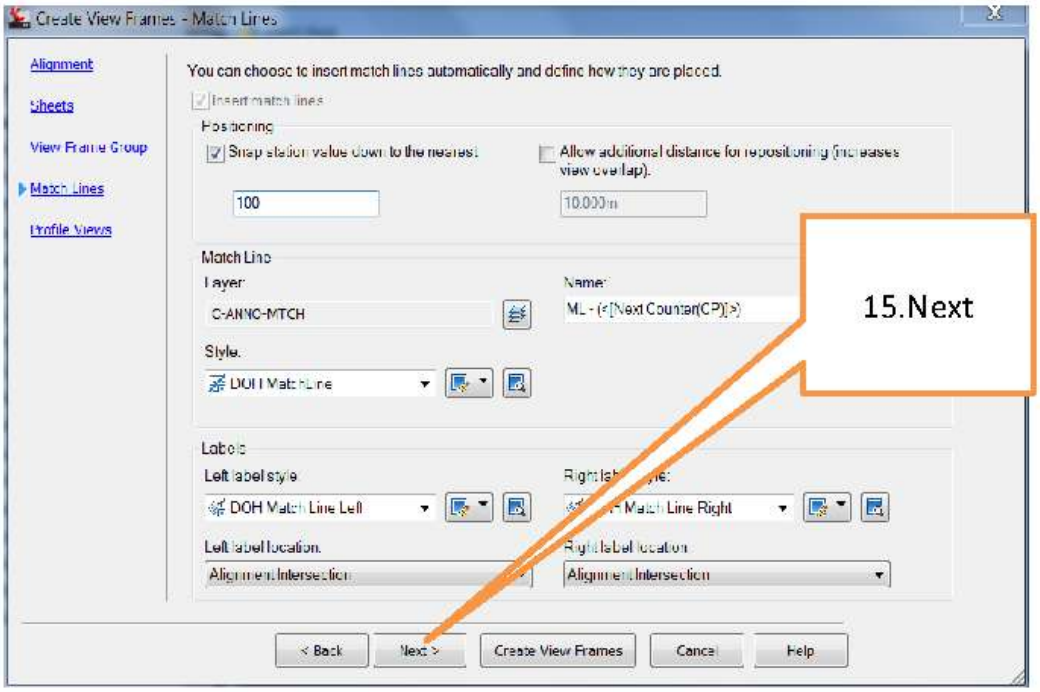

10.คลิกซ้าย DOH Template 2012 แล้ว Open
Industry Templates
Plan Production
PTWTemplates
SheetSets
_AutoCAD Civil 3D (Imperial) NCS
_AutoCAD Civil 3D (Metric) NCS
acad -Named Plot Styles3D
acad
acad3D
acadISO -Named Plot Styles
Open
Cancel
AutoCAD Drawing Template File (*.dwt)

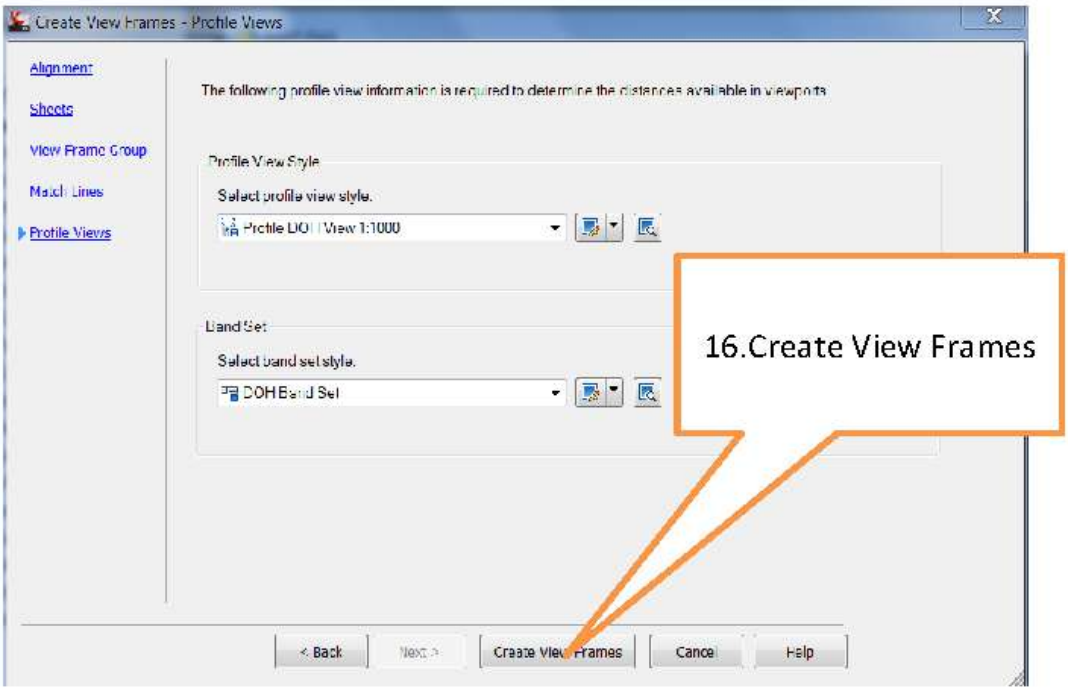

Look in:
DOH Design Plan and Profile
DOH Design
Open
Cancel
11.คลิกซ้าย DOH Design Plan and Profile แล้ว Open


Select Layout as Sheet Template
Drawing template file name:
C:\Users\admin\AppData\Local\Autodesk\C3D 2012\enu\Template\DOH Template 2012\DOH
Select a layout to create new sheets
DOH Plan & Profile
1:1000
12.OK
Cancel
Help


Alignment
Sheets
View Frame Group
Match Lines
Profile Views
Sheet Settings
Plan and Profile
Plan only
Profile only
13.Next
< Back
Next >
Create View Frames
Cancel
Help

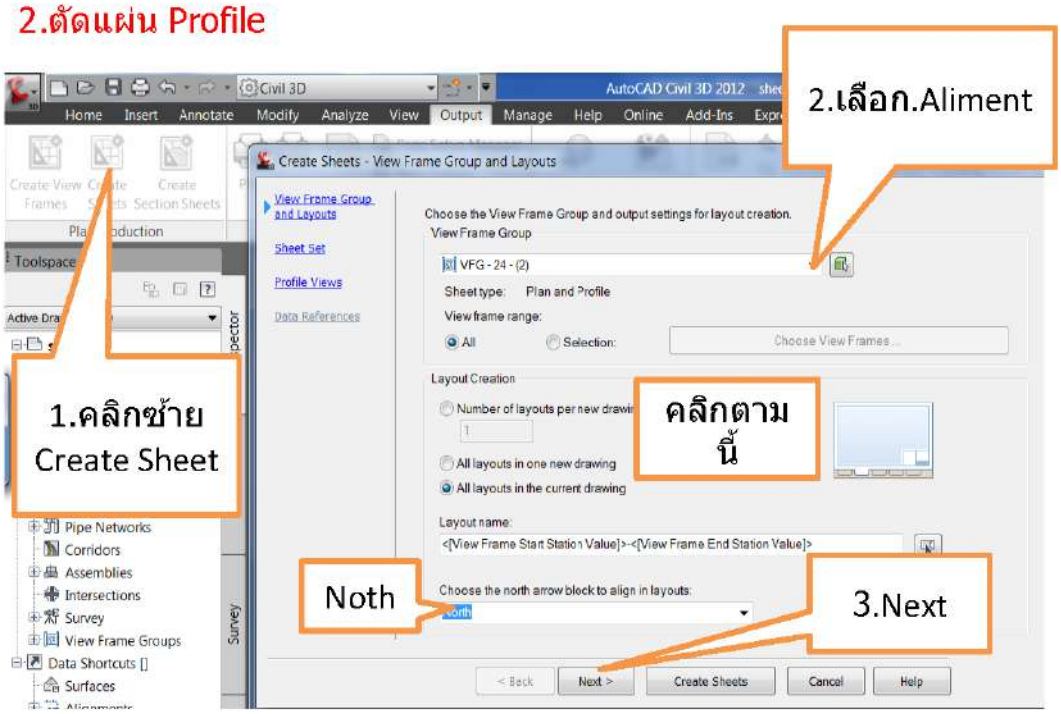

Create View Frames - View Frame Group
Alignment
Sheets
View Frame Group
Match Lines
Profile Views
View Frame Group
Name:
Description:
View Frame
Layer:
C-ANNO-VFRM
Name:
Style:
DOH
Label style:
DOH
Label location:
Top center
14.Next
< Back
Next >
Create View Frames
Cancel
Help

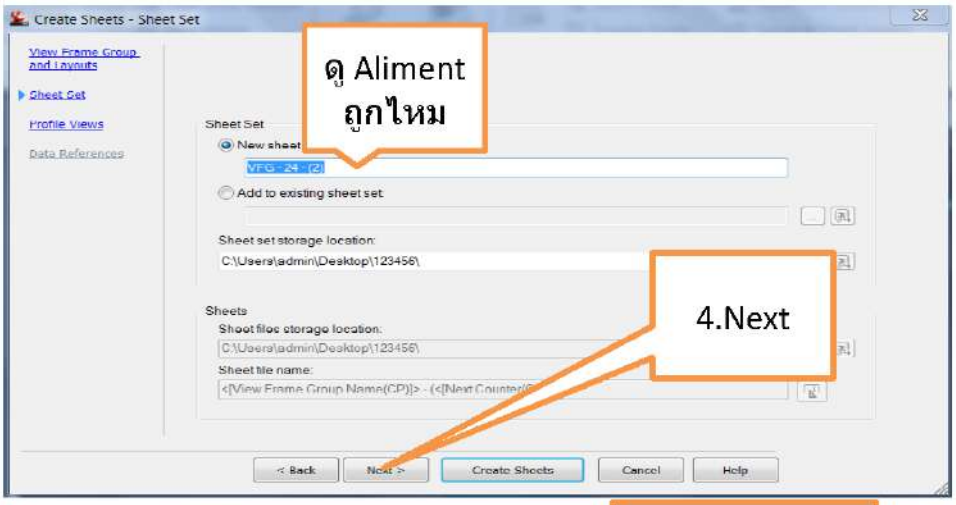


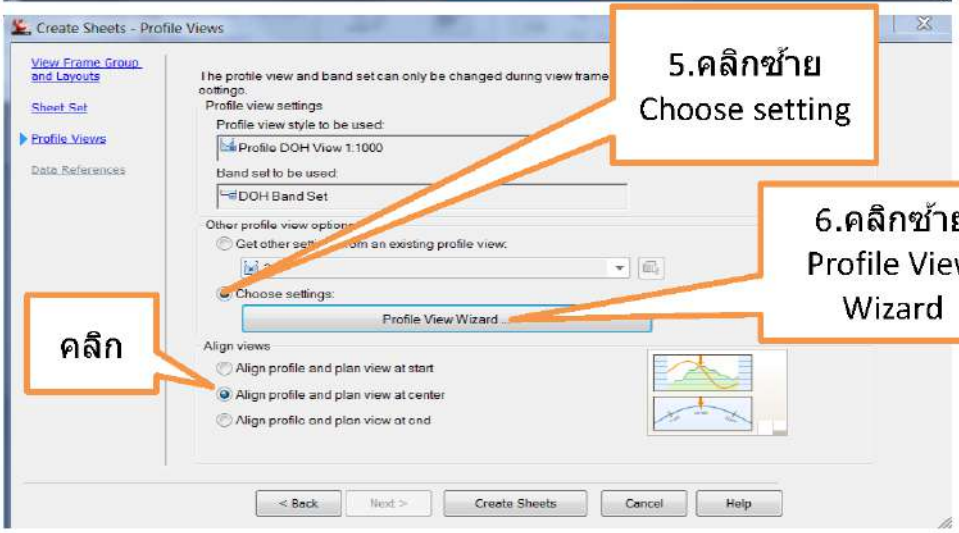


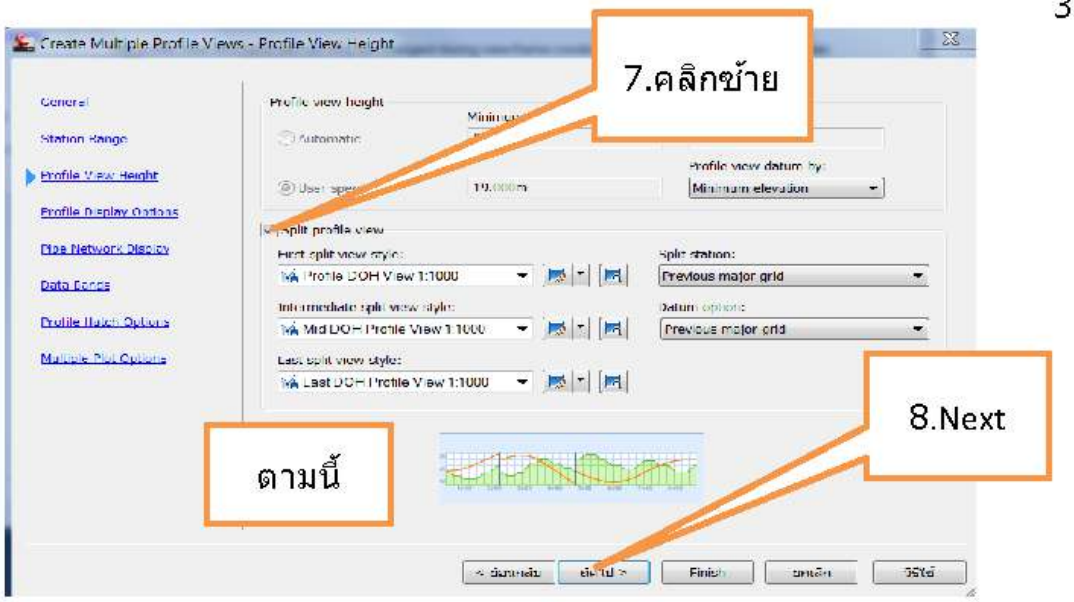
จะได้แผ่น Plan เสร็จ

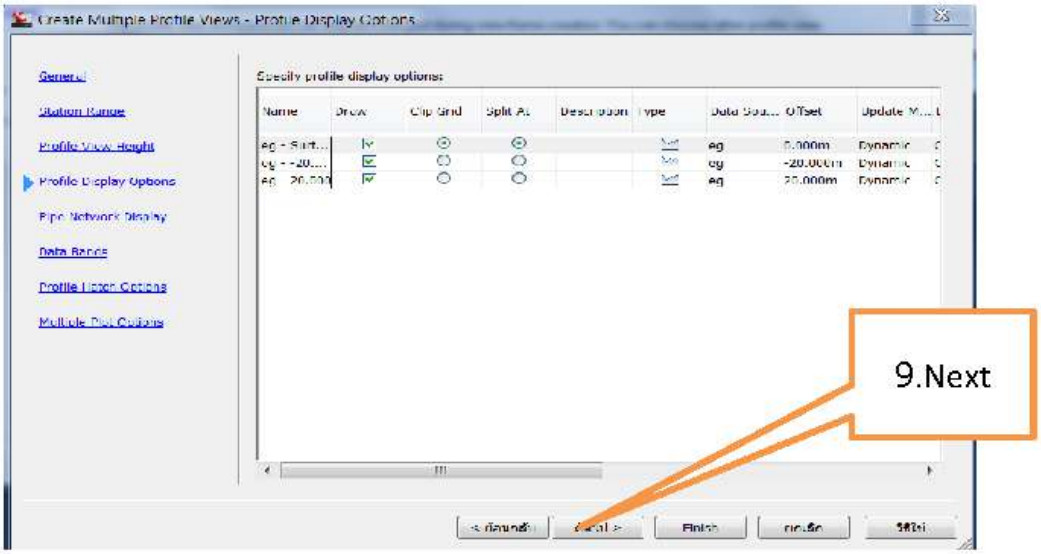
2.ตัดแผ่น Profile

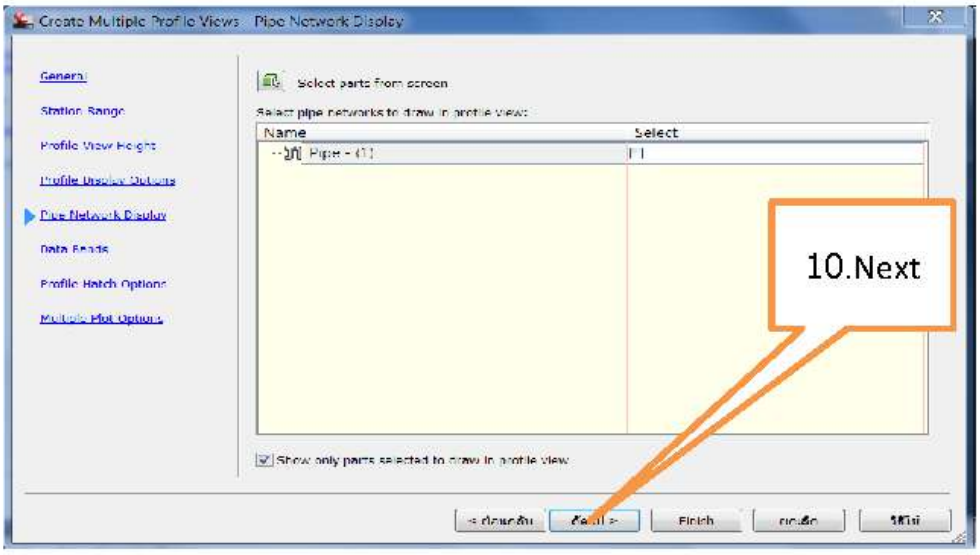


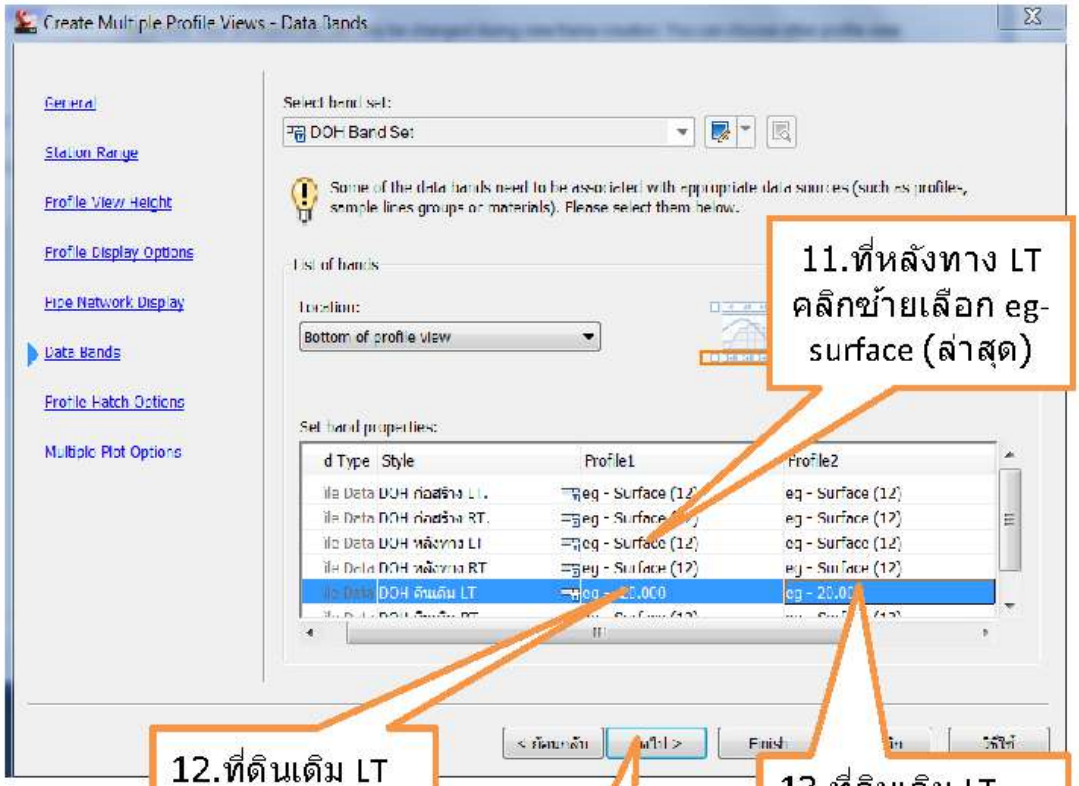


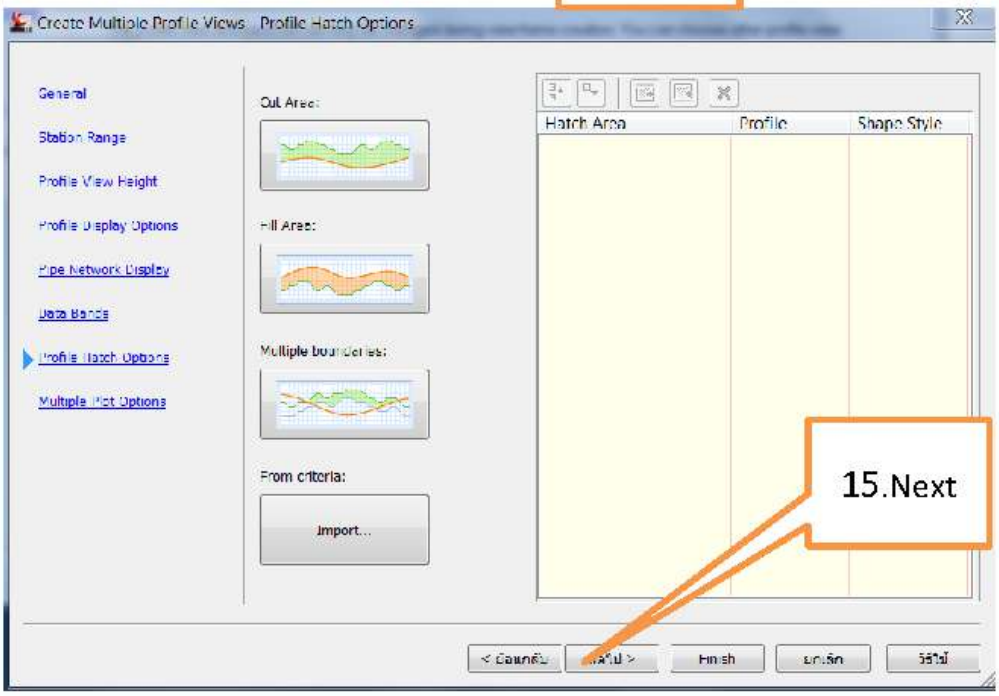


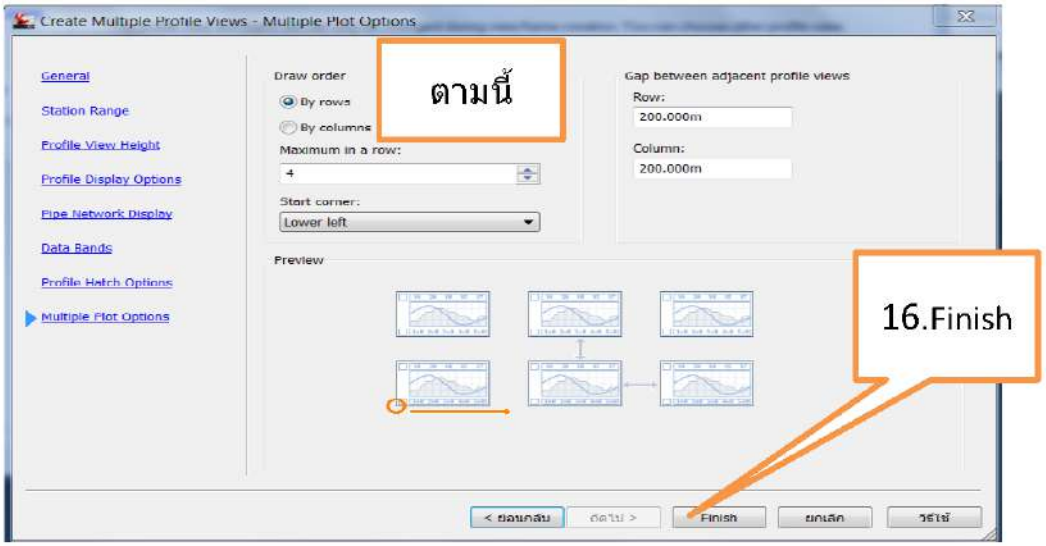

Create Multiple Profile Views - Profile View Height
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Multiple Plot Options
Profile view height
Automatic
Profile view datum by:
Minimum elevation
Split profile view
First split view style:
Profile DOH View 1:1000
Split station:
Previous major grid
Intermediate split view style:
Mid DOH Profile View 1:1000
Datum options:
Previous major grid
Last split view style:
Last DOH Profile View 1:1000
7.คลิกซ้าย
ตามนี้
8.Next
Finish

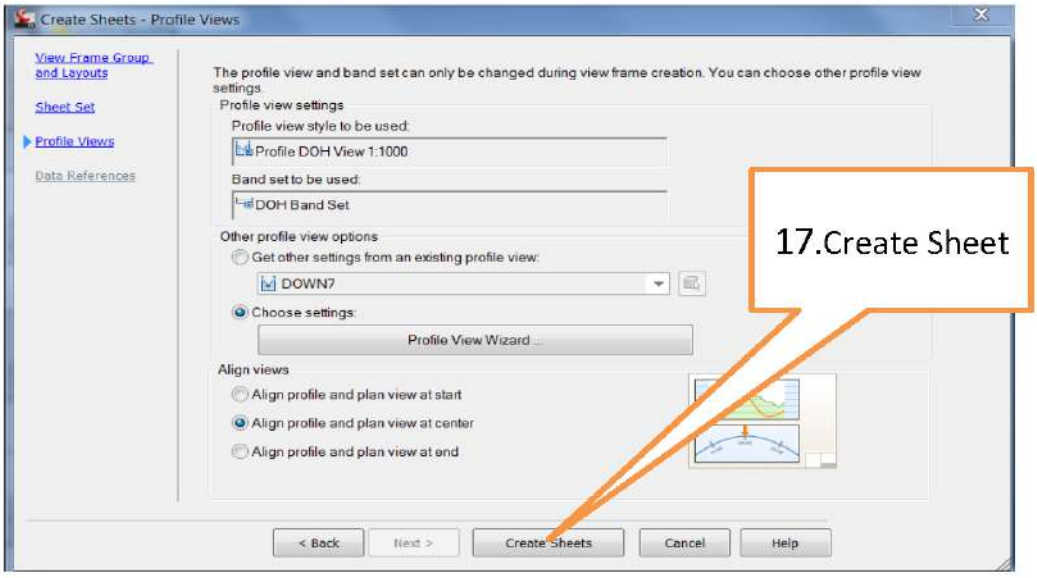

Create Multiple Profile Views - Profile Display Options
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Multiple Plot Options
Specify profile display options:
Name
Draw
Clip Grid
Split At
Description
Type
Data Sou...
Offset
Update M...
9.Next
Finish

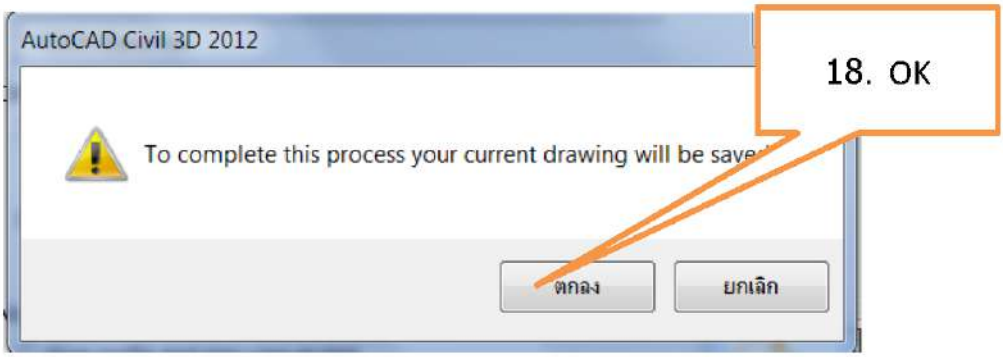

Create Multiple Profile Views - Pipe Network Display
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Multiple Plot Options
Select parts from screen
Select pipe networks to draw in profile view:
Name
Select
Pipe - 411
Show only parts selected to draw in profile view
10.Next
Finish


Create Multiple Profile Views - Data Bands
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Multiple Plot Options
Select band set:
DOH Band Set
Some of the data bands need to be associated with appropriate data sources (such as profiles, sample lines groups or materials). Please select them below.
List of bands
Location:
Bottom of profile view
Set band properties:
d Type
Style
Profile1
Profile2
eg - Surface (12)
eg - Surface (12)
eg - Surface (12)
eg - Surface (12)
eg - Surface (12)
eg - Surface (12)
DOH ดินเดิม LT
eg - 20.00
eg - 20.00
Finish
11.ที่หลังทาง LT คลิกซ้ายเลือก eg-surface (ล่าสุด)
12.ที่ดินเดิม LT คลิกซ้ายเลือก eg -- 20.00
13.ที่ดินเดิม LT คลิกซ้ายเลือก eg - 20.00
14.Next


Create Multiple Profile Views - Profile Hatch Options
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Multiple Plot Options
Cut Area:
Fill Area:
Multiple boundaries:
From criteria:
Import...
Hatch Area
Profile
Shape Style
Finish
15.Next







คลิกซ้ายที่ Cad รอ >> แล้วปิด Action View

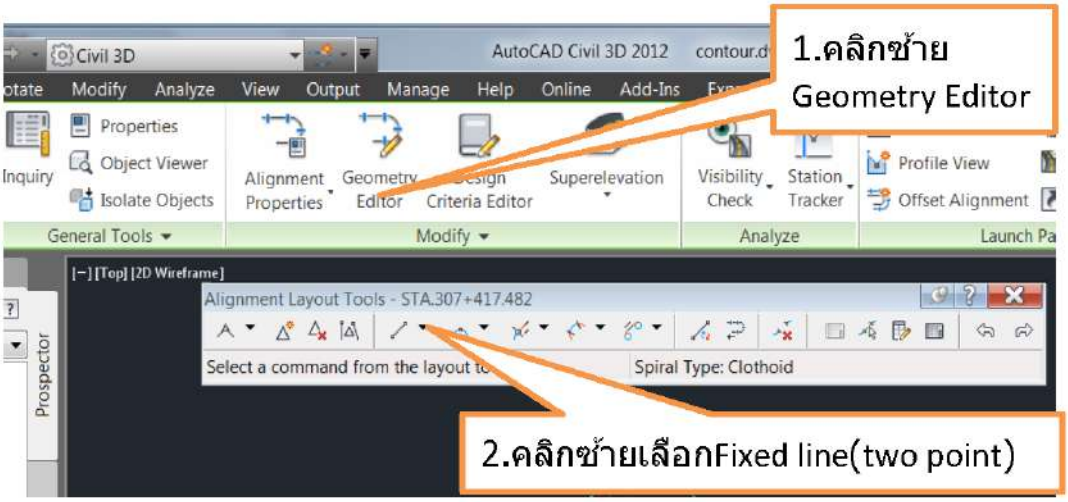
(ว่างแล้วห้ามขยับแต่ทำทุกอย่างได้)

Save

Profile งานถูเขาดูหน้า 71

ตัดแผ่นทางแยก

ต่อแนวให้ยาวเกิน 700 ม. โดยคลิกซ้ายที่ Aliment ที่จะทำ

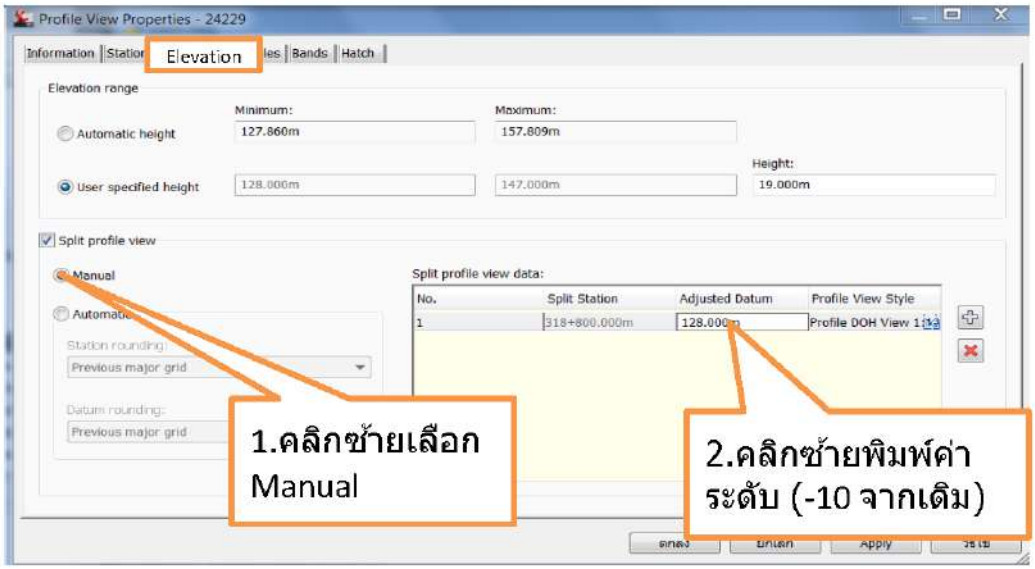


3.คลิกซ้ายที่จุดสิ้นสุดแล้วลากต่อให้เกิน 700 ม.

4.ทำตัดแผ่น Sheet เหมือนเดิม

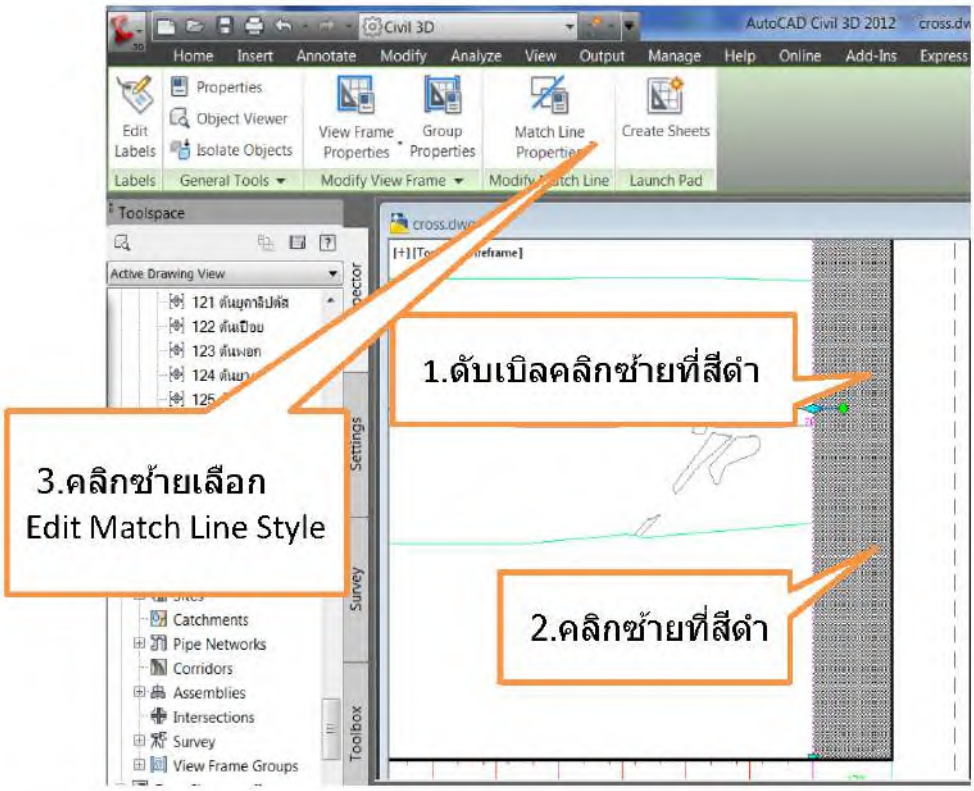
แก้ระดับซ้ายขวา Profile แต่ละแผ่น

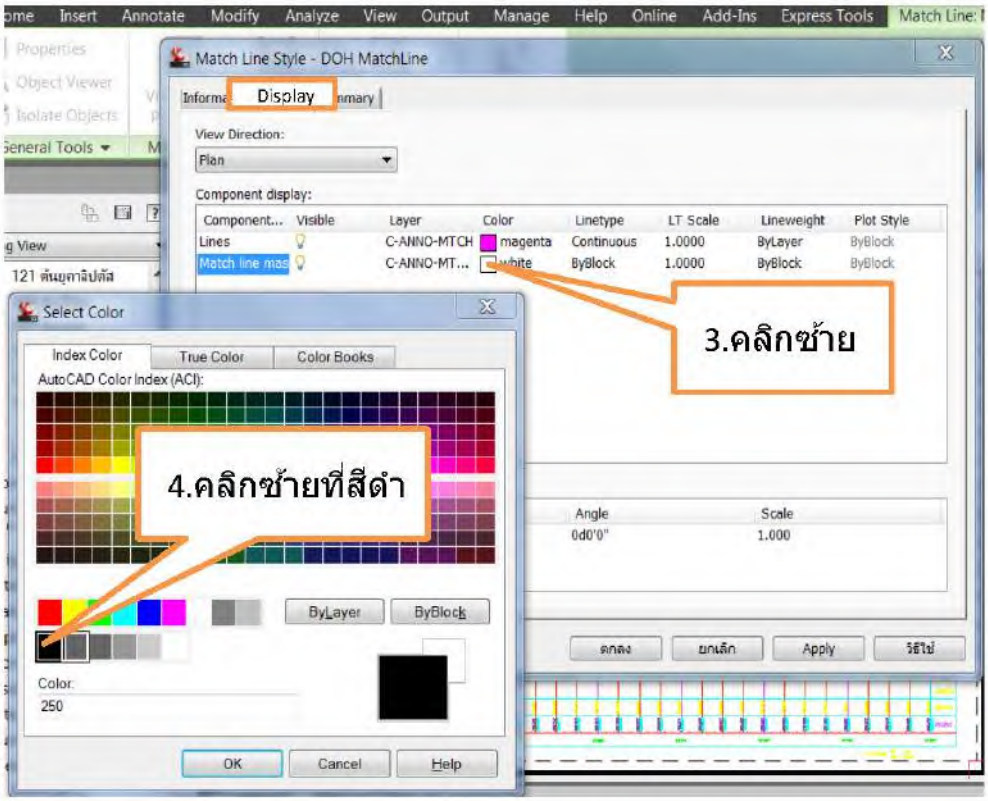
คลิกซ้ายที่ Profile แล้วคลิกขวาเลือก Profile View Properties



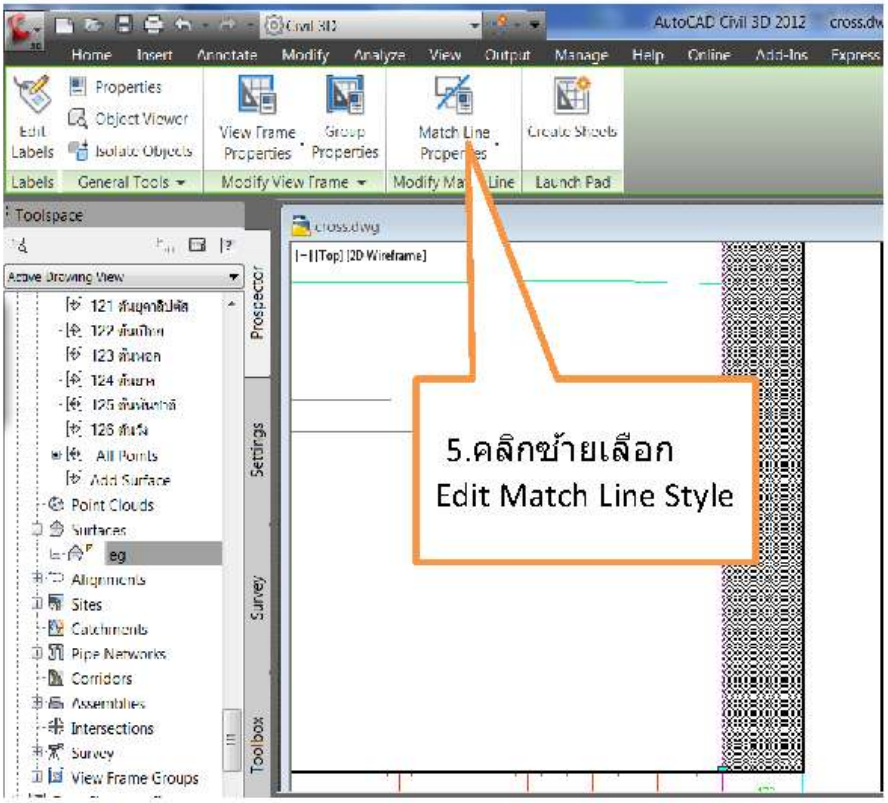
Apply >> OK ทำถูกแผ่น Save

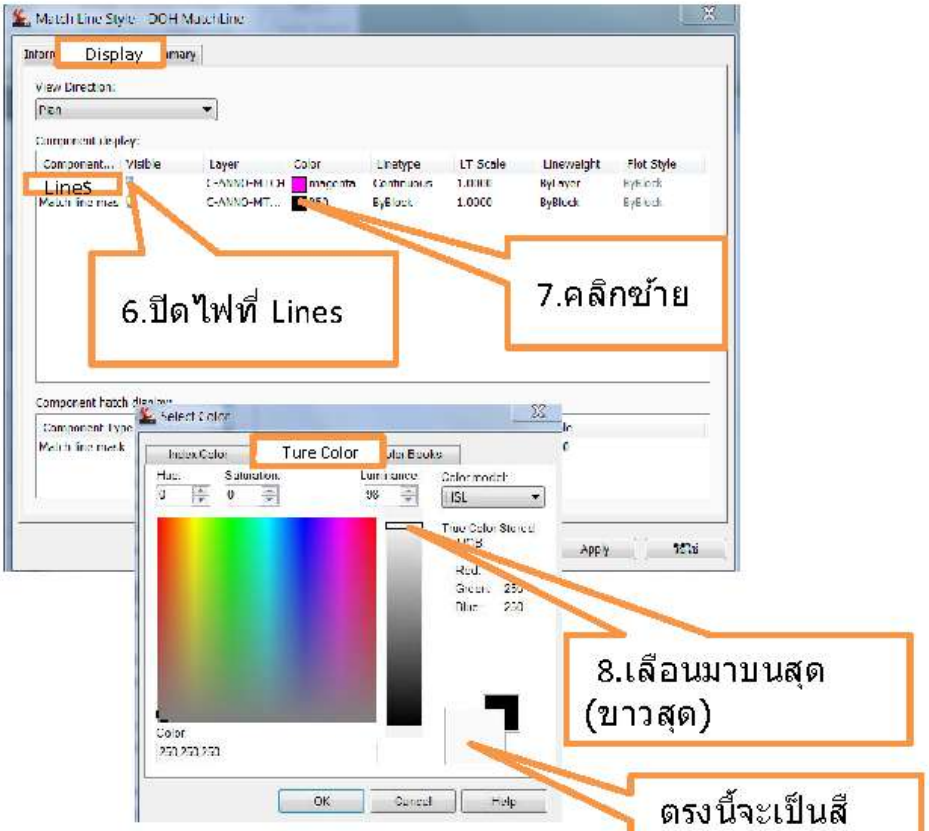
ลบสีดำบน Layout





OK >> Apply >> OK



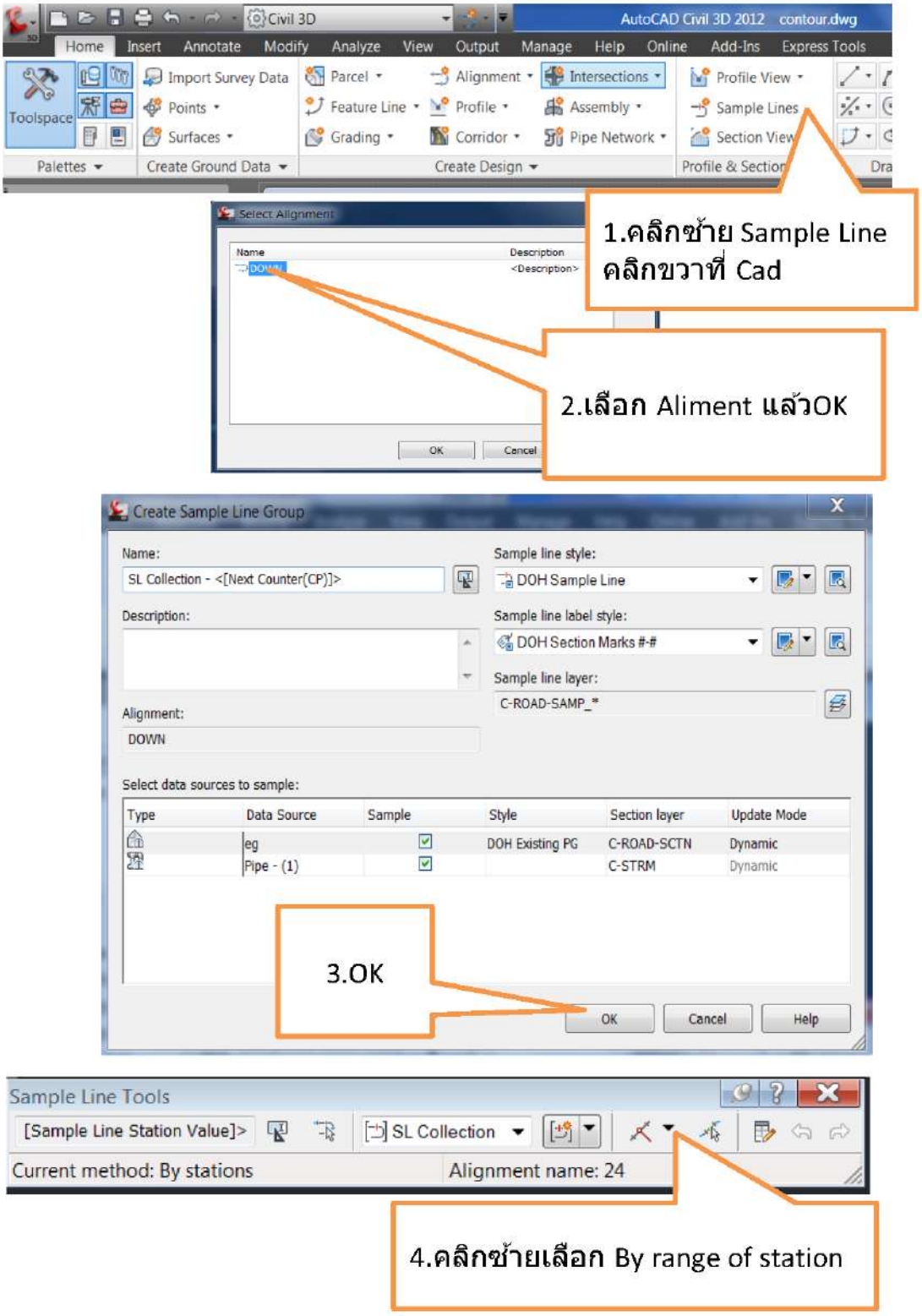


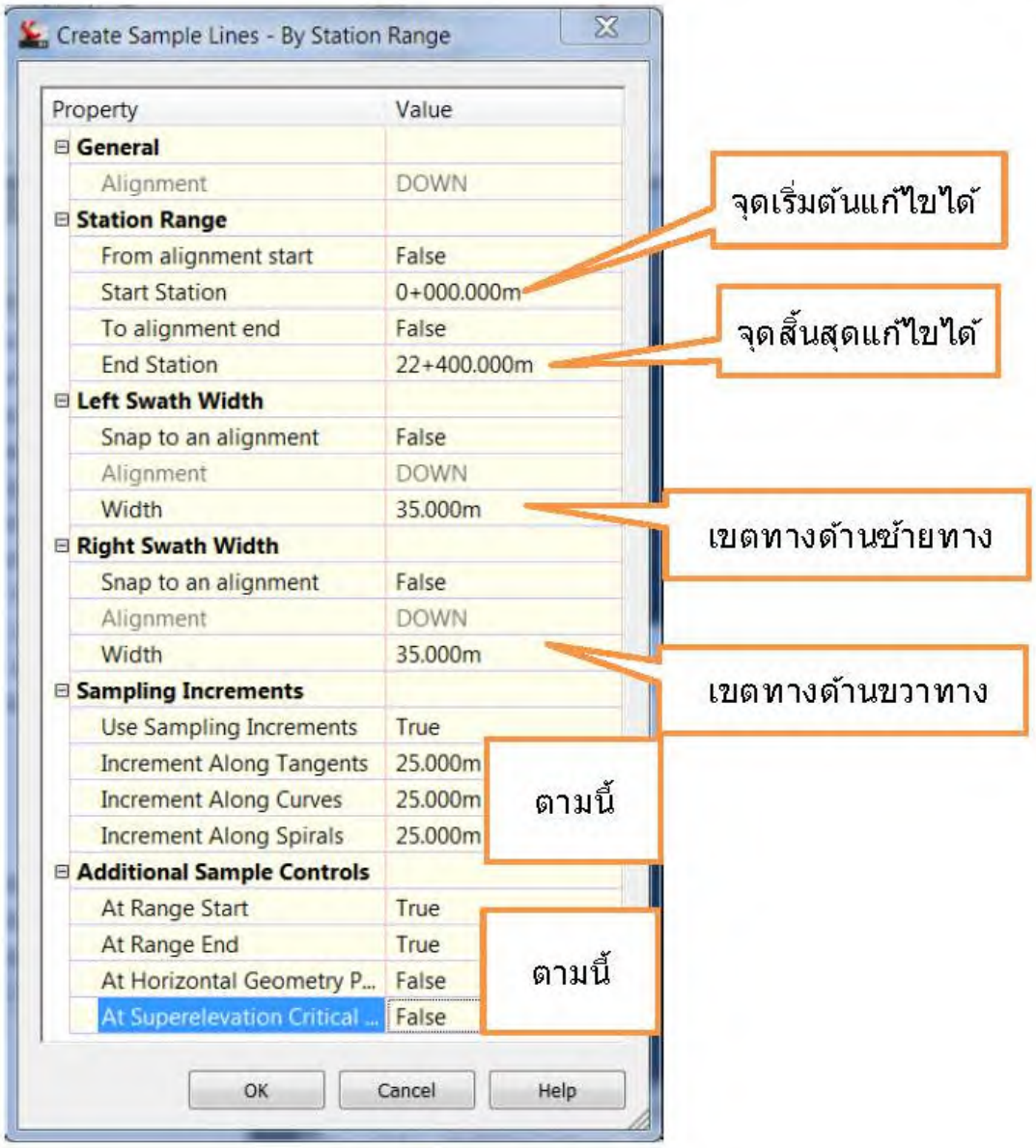
OK >> Apply >> OK

ดับเบิลคลิกซ้ายนอกแผ่น Plan เพื่อออก เสร็จ

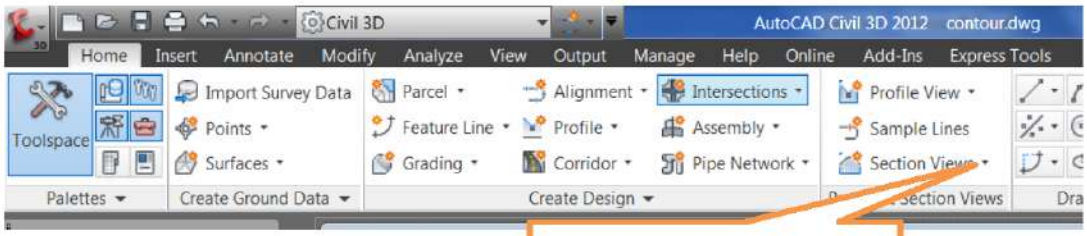
1.ตัด Section

เปิดไฟล์ Contour แล้ว Save As เป็น Cross-Section



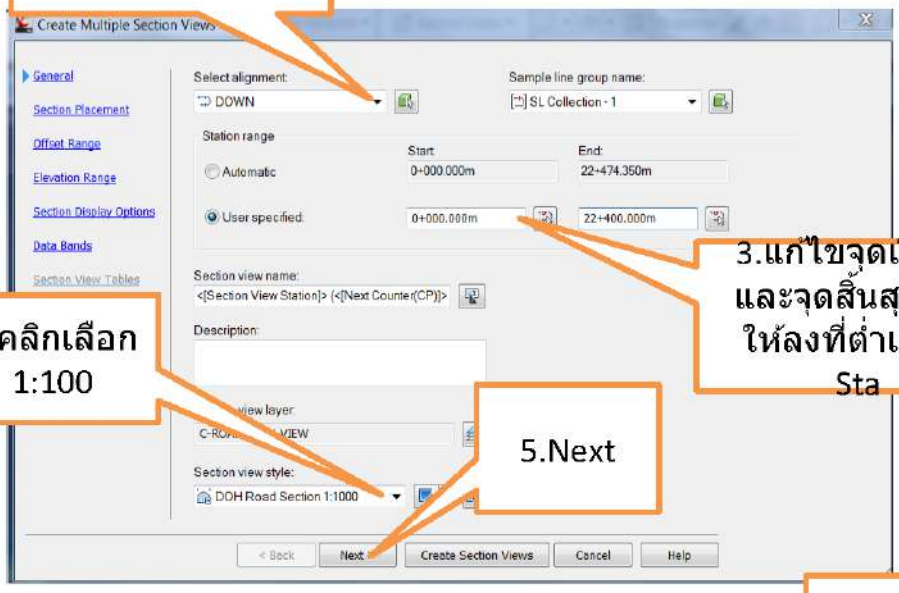

Create Sample Lines - By Station Range
Property
Value
General
Alignment
DOWN
Station Range
From alignment start
False
Start Station
0+000.000m
To alignment end
False
End Station
22+400.000m
Left Swath Width
Snap to an alignment
False
Alignment
DOWN
Width
35.000m
Right Swath Width
Snap to an alignment
False
Alignment
DOWN
Width
35.000m
Sampling Increments
Use Sampling Increments
True
Increment Along Tangents
25.000m
Increment Along Curves
25.000m
Increment Along Spirals
25.000m
Additional Sample Controls
At Range Start
True
At Range End
True
At Horizontal Geometry P...
False
At Superelevation Critical ...
False
OK
Cancel
Help
จุดเริ่มต้นแก้ไขได้
จุดสิ้นสุดแก้ไขได้
เขตทางด้านซ้ายทาง
เขตทางด้านขวาทาง
ตามนี้
ตามนี้

OK >> รอ >> Ent



1.คลิกซ้ายเลือก Create Multiple Views

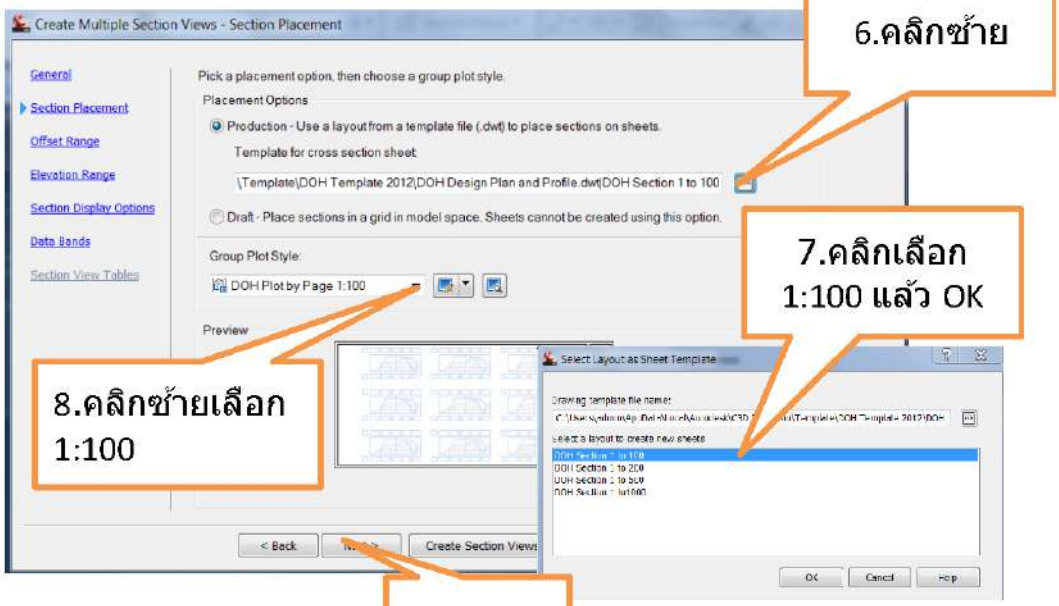
2.เลือก Aliment



3.แก้ไขจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดโดยให้ลงที่ต่ำแหน่ง Sta

4.คลิกเลือก 1:100

5.Next

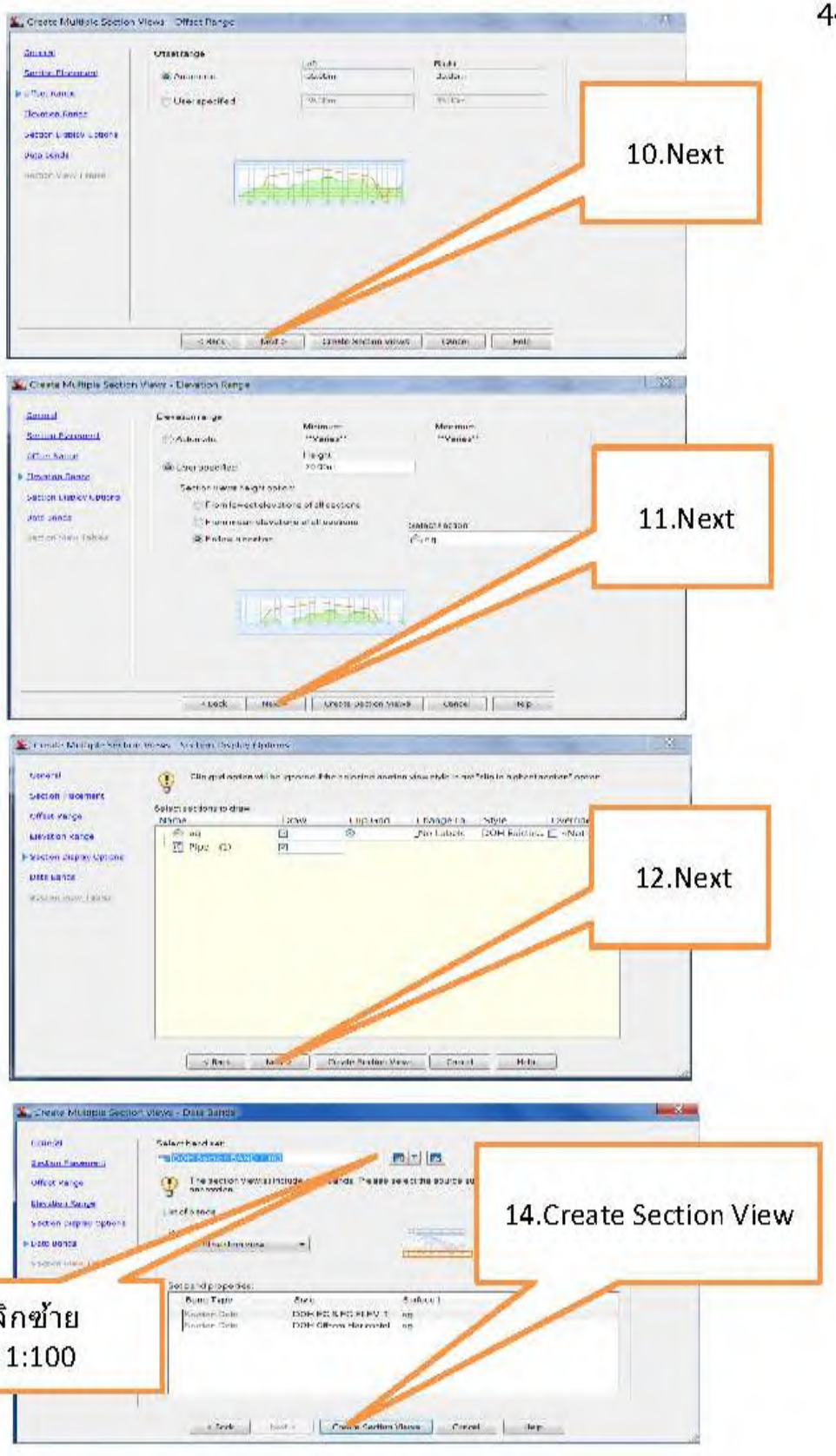


6.คลิกซ้าย

7.คลิกเลือก 1:100 แล้ว OK

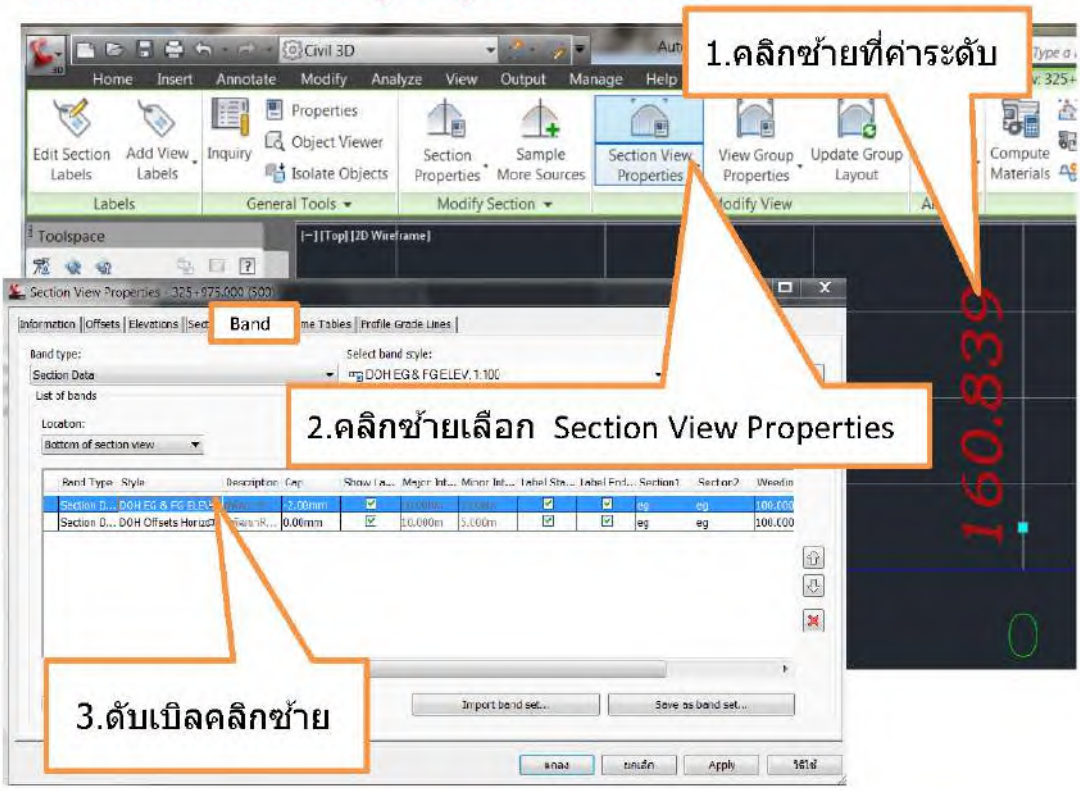
8.คลิกซ้ายเลือก 1:100

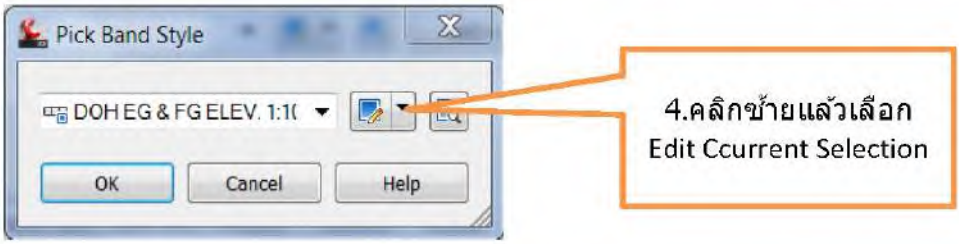
9.Next

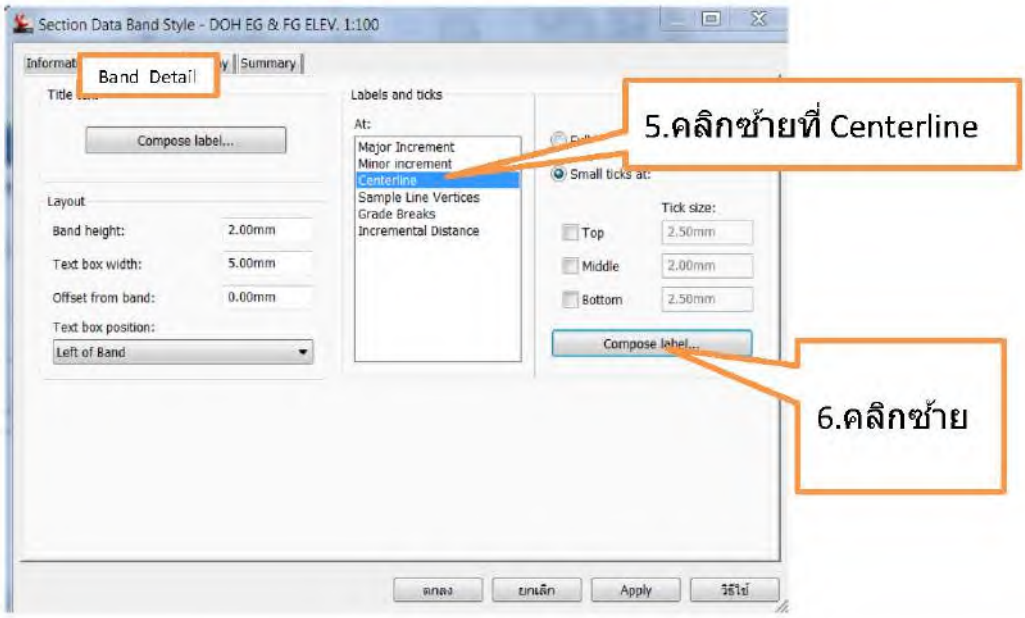


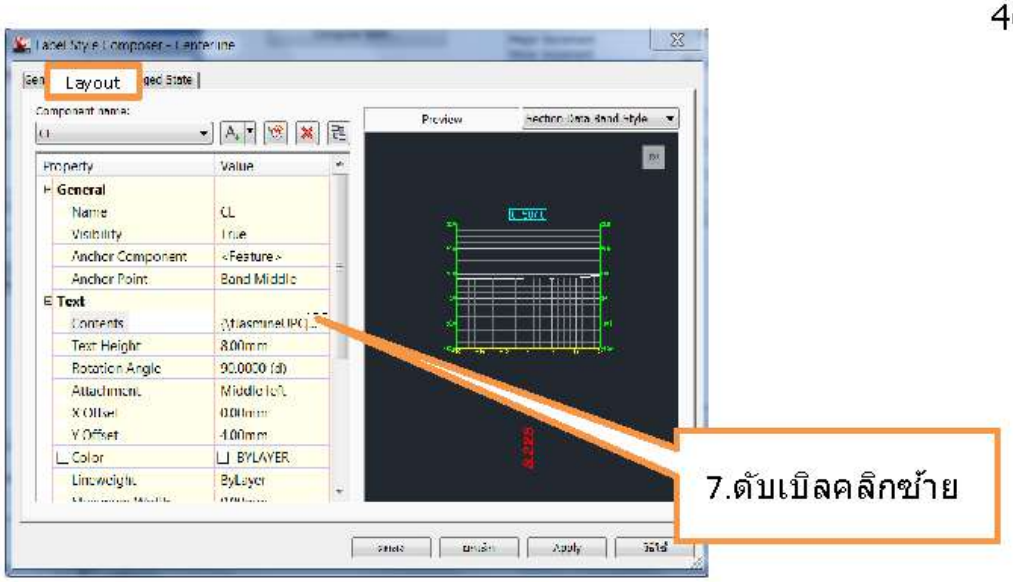
คลิกซ้ายที่ Cad >> รอ เสร็จ Save

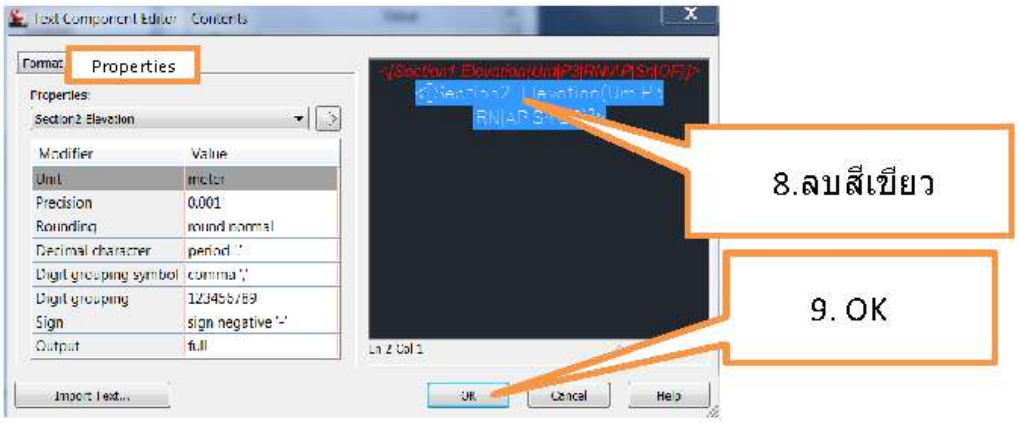
แก้ขนาด,และย้าย Text (ระดับ) ที่ Centerline

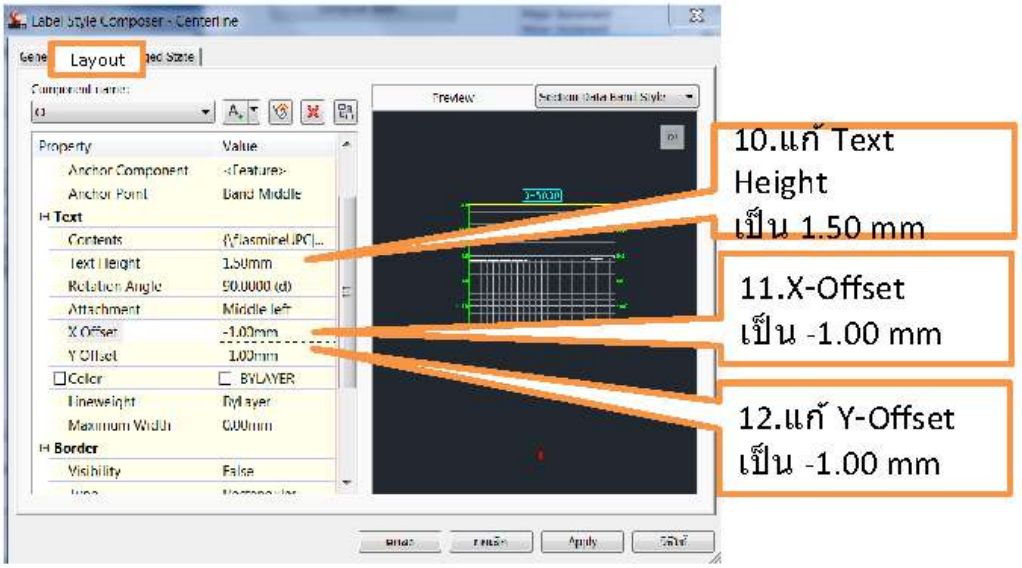






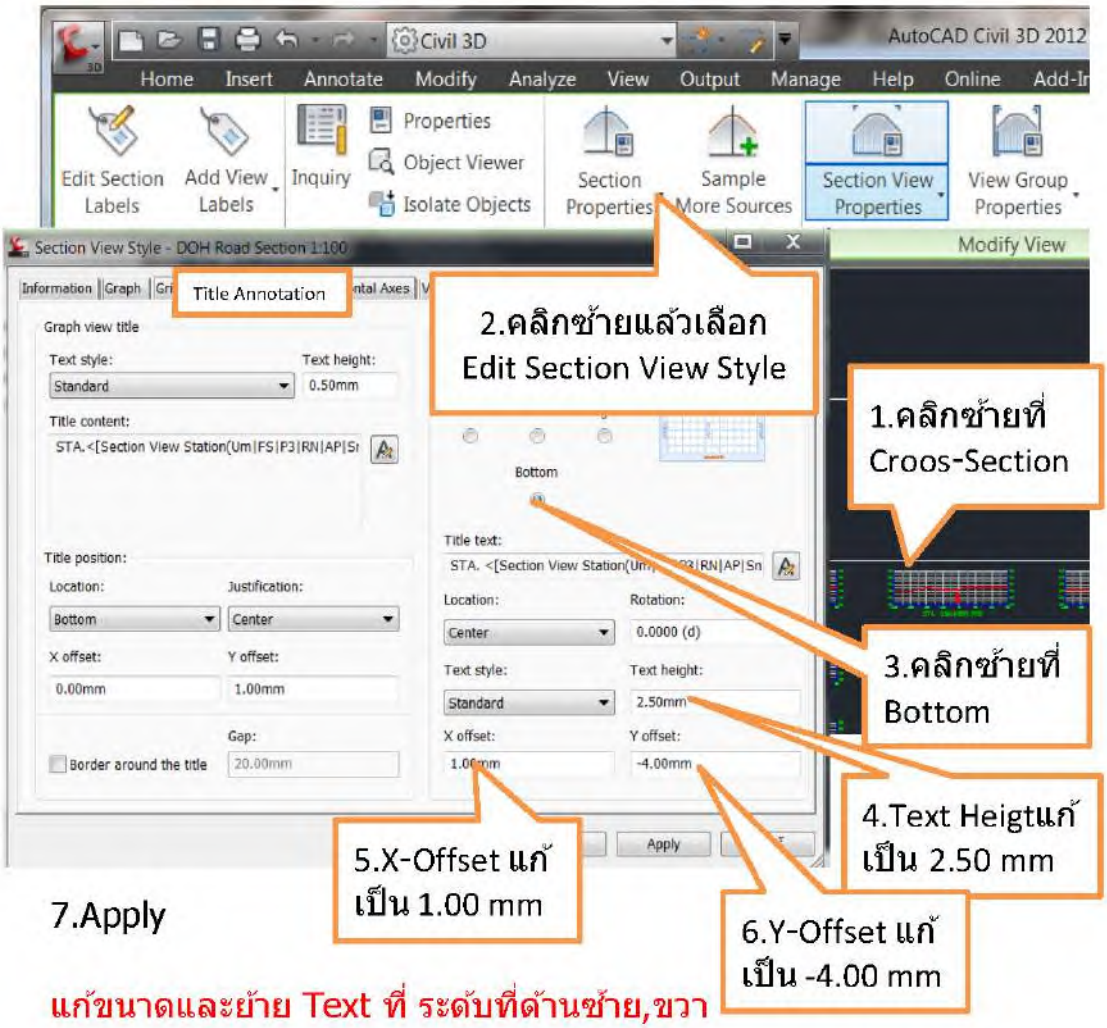




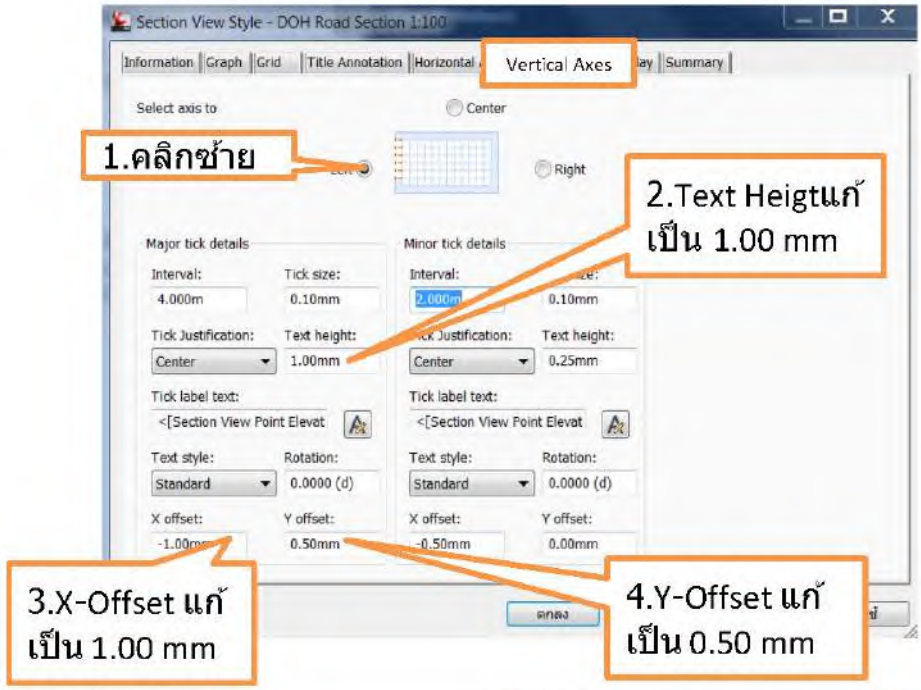


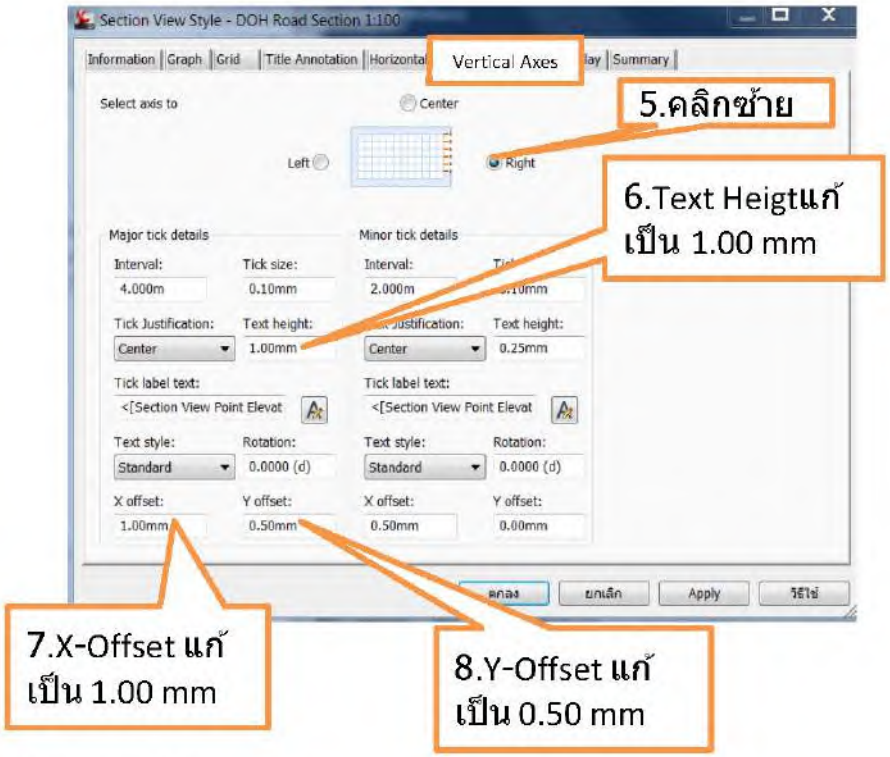
OK >> OK >> OK >> Apply >> OK เสร็จ

แก้ขนาดและย้าย Text ที่ Sta



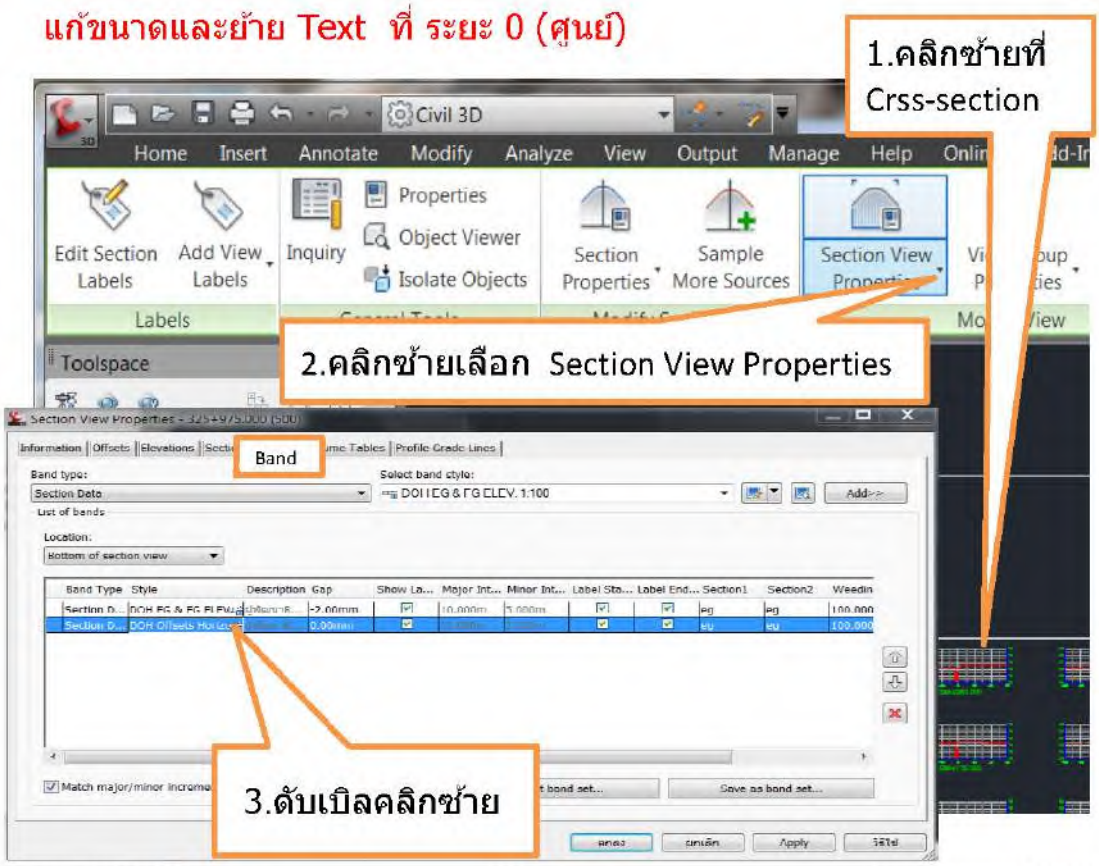
แก้ขนาดและย้าย Text ที่ ระดับที่ด้านซ้าย,ขวา

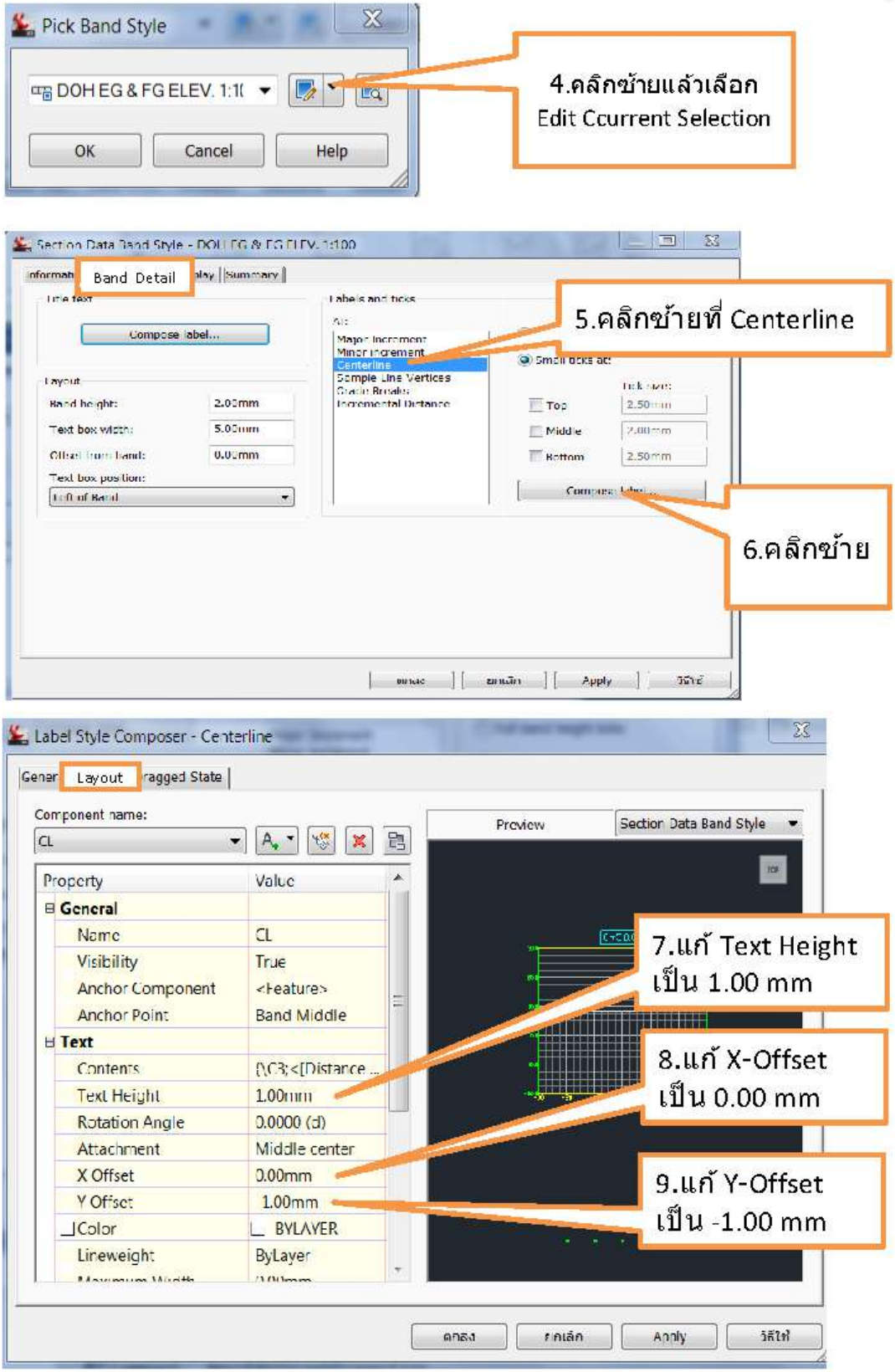




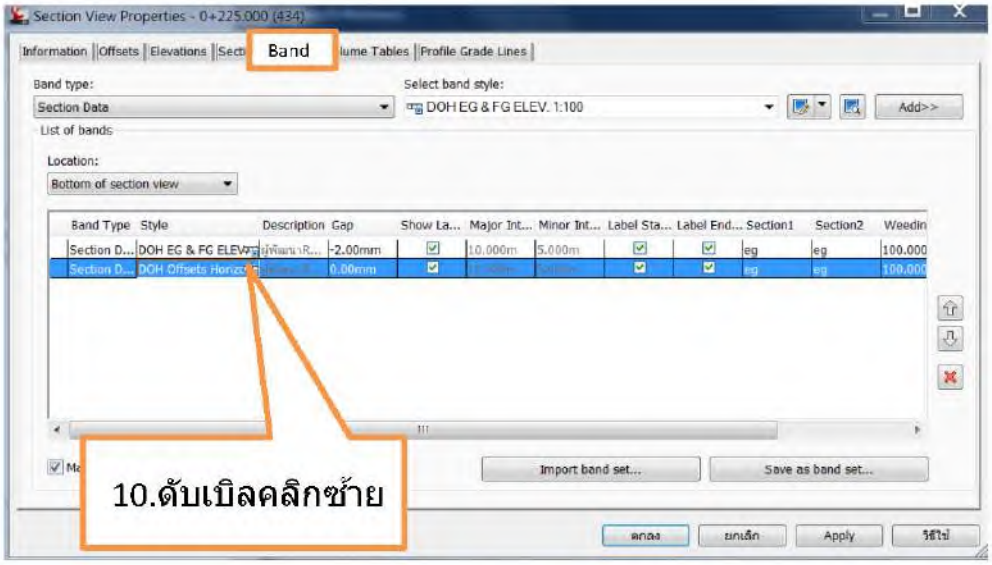
ด้านซ้ายทำเหมือนกัน
Apply >> OK

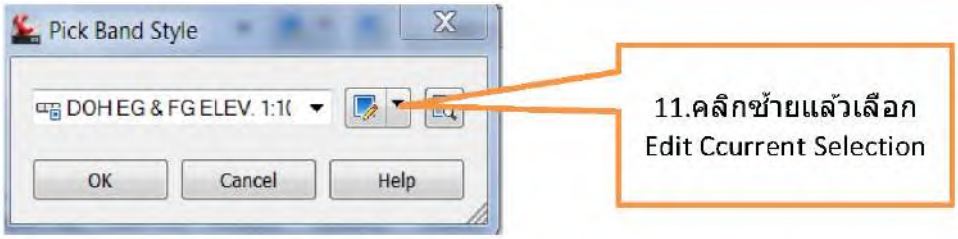
แก้ขนาดและย้าย Text ที่ ระยะ 0 (ศูนย์)

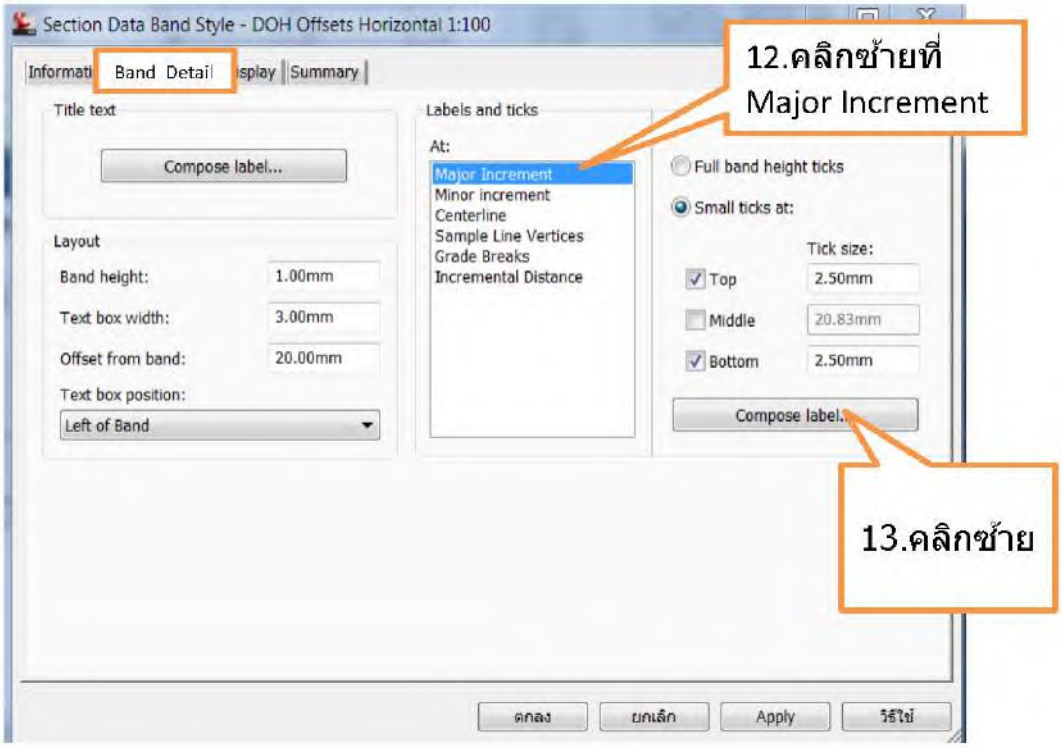


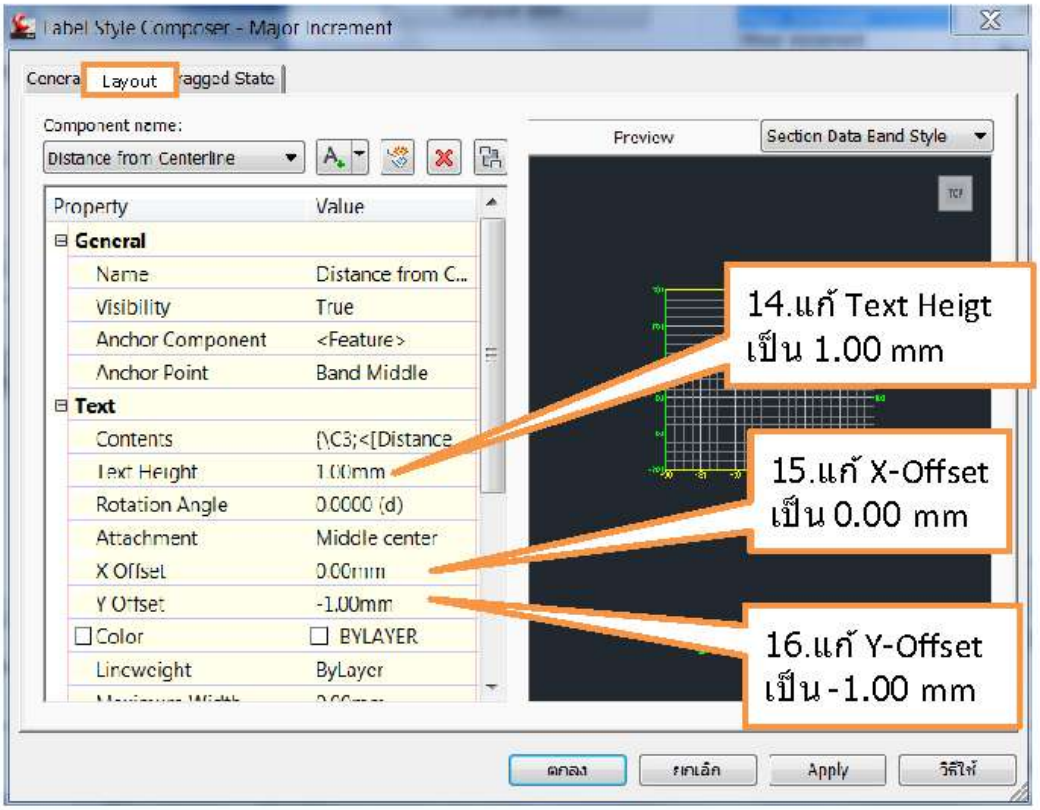


OK >> OK >> OK >> Apply


Section View Properties - 0+225.000 (434)
Information
Offsets
Elevations
Band
Profile Grade Lines
Band type:
Section Data
Select band style:
DOH EG & FG ELEV. 1:100
Add>>
List of bands
Location:
Bottom of section view
Band Type
Style
Description
Gap
Show La...
Major Int...
Minor Int...
Label Sta...
Label End...
Section1
Section2
Weedin
Section D...
DOH EG & FG ELEV
-2.00mm
DOH Offsets Horizo
0.00mm
Import band set...
Save as band set...
Apply
10.ดับเบิลคลิกซ้าย

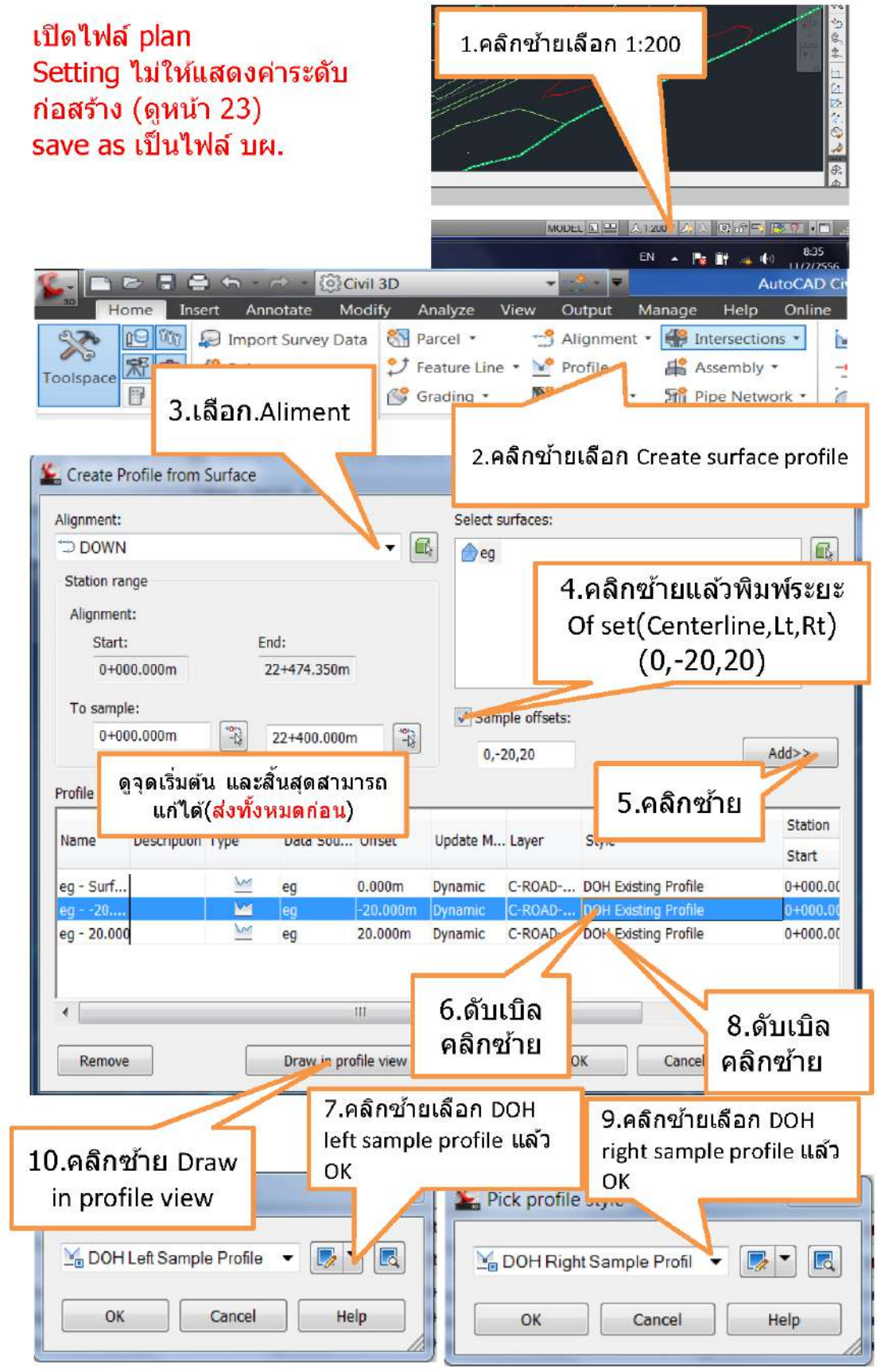

Pick Band Style
DOH EG & FG ELEV. 1:1(
OK
Cancel
Help
11.คลิกซ้ายแล้วเลือก
Edit Ccurrent Selection

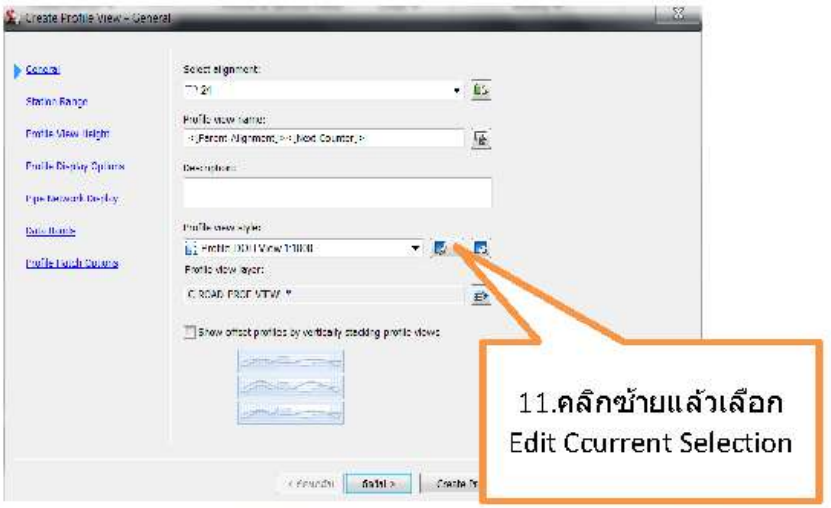

Section Data Band Style - DOH Offsets Horizontal 1:100
Informati
Band Detail
Summary
Title text
Compose label...
Layout
Band height:
1.00mm
Text box width:
3.00mm
Offset from band:
20.00mm
Text box position:
Left of Band
Labels and ticks
At:
Major Increment
Minor increment
Centerline
Sample Line Vertices
Grade Breaks
Incremental Distance
Full band height ticks
Small ticks at:
Tick size:
Top
2.50mm
Middle
20.83mm
Bottom
2.50mm
Compose label...
Apply
12.คลิกซ้ายที่
Major Increment
13.คลิกซ้าย

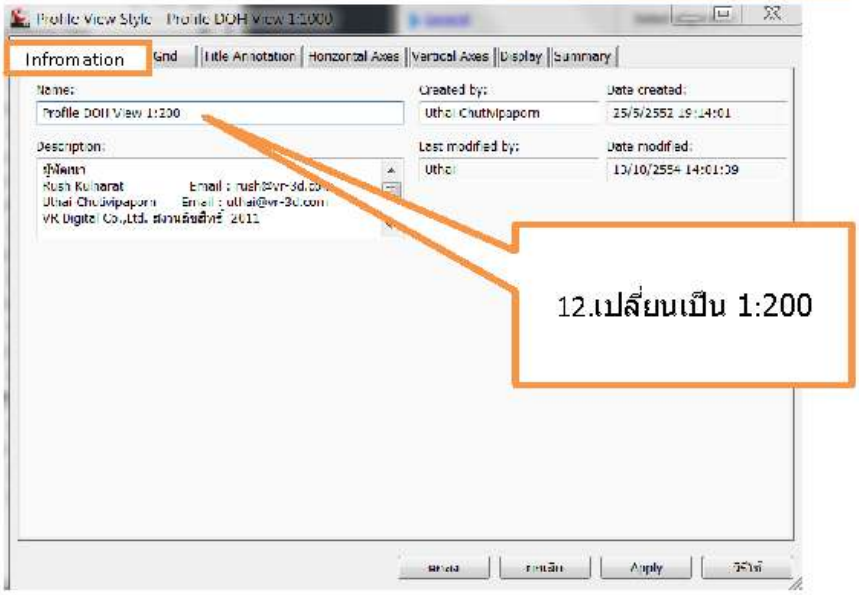


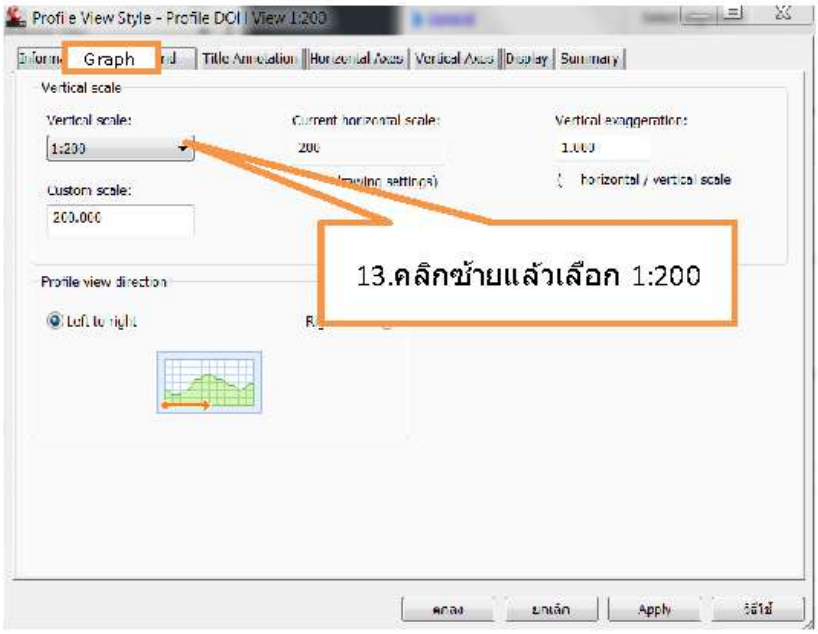
OK >> OK >> OK >> Apply >> OK

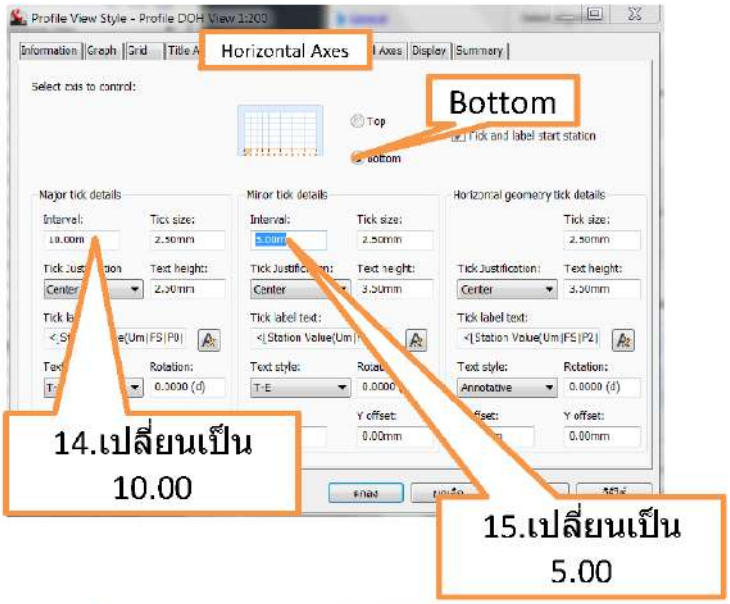
เปิดไฟล์ plan
Setting ไม่ให้แสดงค่าระดับก่อสร้าง (ดูหน้า 23)
save as เป็นไฟล์ บผ.

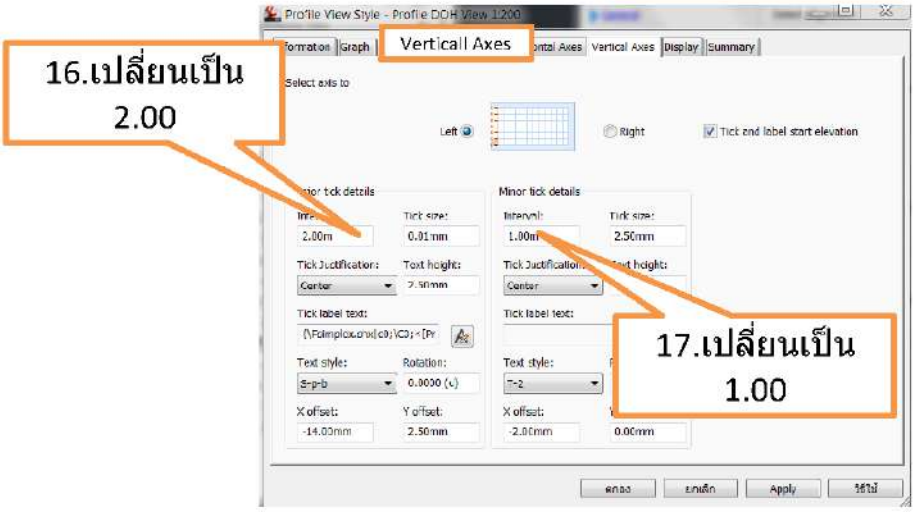



11.คลิกซ้ายแล้วเลือก
Edit Ccurrent Selection


Infromation
12.เปลี่ยนเป็น 1:200

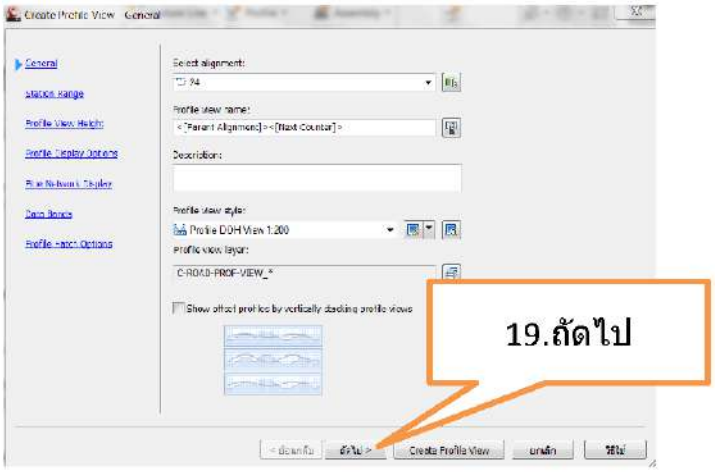

Graph
13.คลิกซ้ายแล้วเลือก 1:200

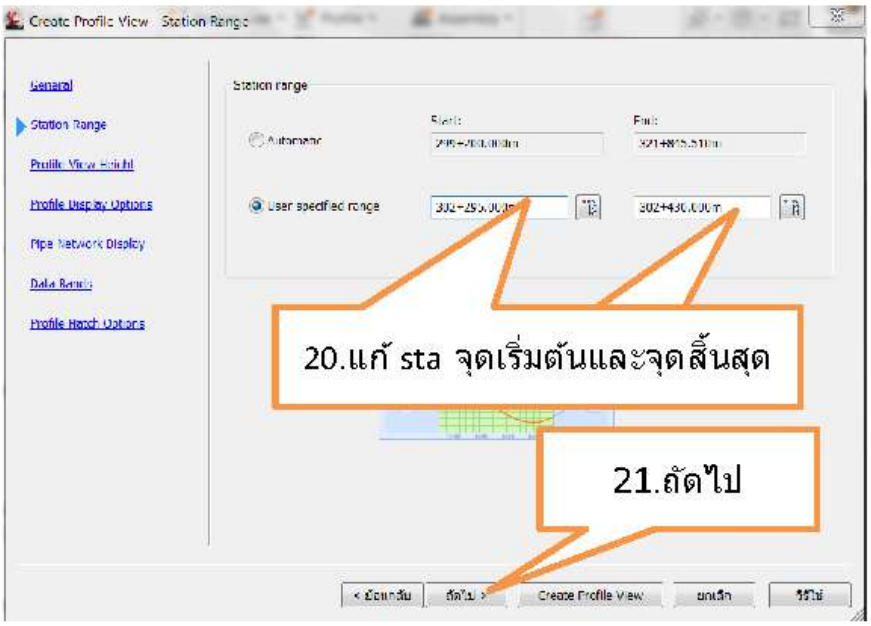


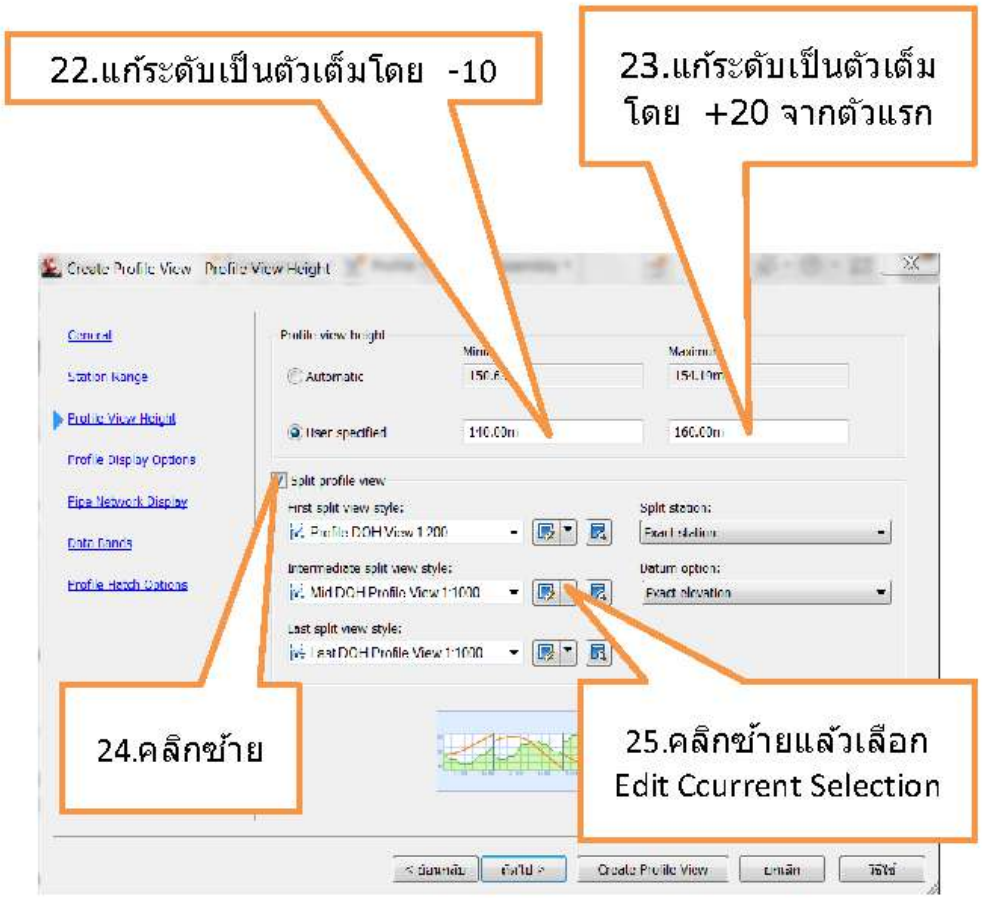


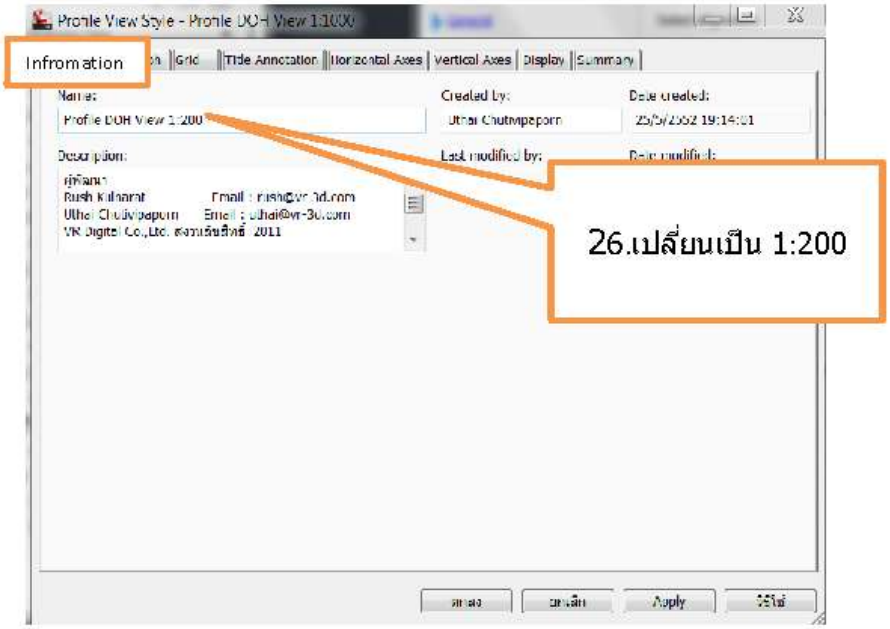
ด้านขวาก็เปลี่ยนเหมือนกัน

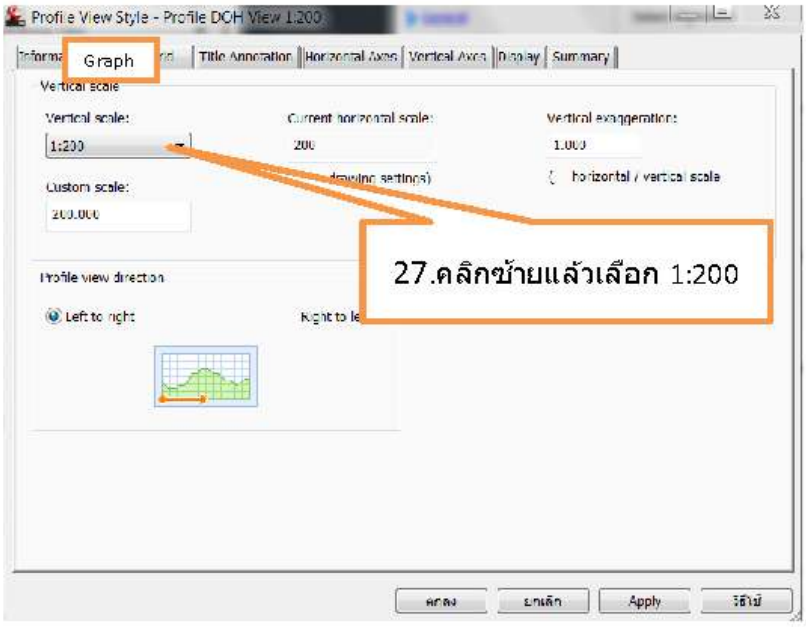
18.Apply >> OK

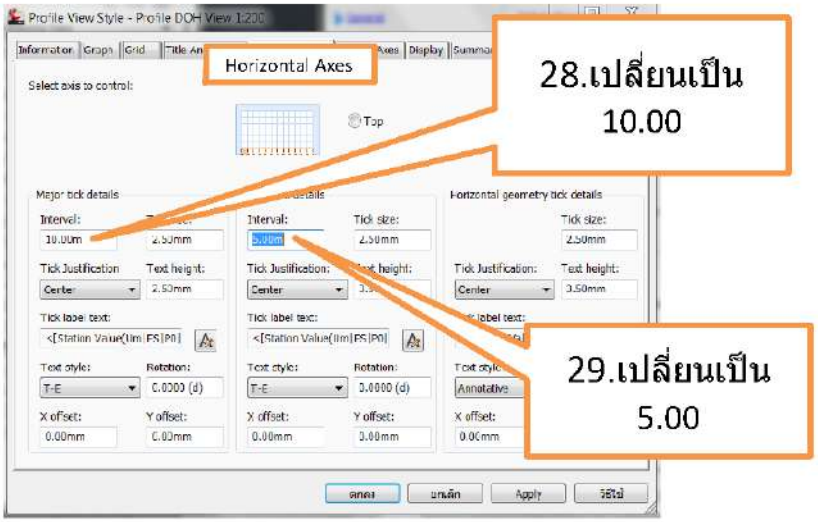


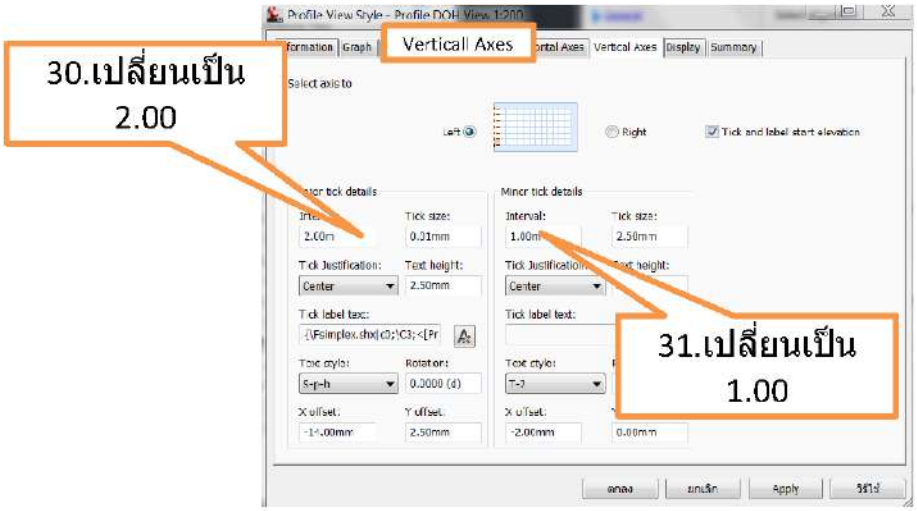

Create Profile View - Station Range
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Station range
Automatic
User specified range
20.แก้ sta จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
21.ถัดไป
Create Profile View


22.แก้ระดับเป็นตัวเต็มโดย -10
23.แก้ระดับเป็นตัวเต็มโดย +20 จากตัวแรก
Create Profile View - Profile View Height
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Profile view height
Automatic
User specified
140.00m
160.00m
Split profile view
First split view style:
Intermediate split view style:
Last split view style:
Split station:
Datum option:
Exact elevation
24.คลิกซ้าย
25.คลิกซ้ายแล้วเลือก Edit Ccurrent Selection
Create Profile View


Profile View Style - Profile DOH View 1:1000
Infromation
Grid
Title Annotation
Horizontal Axes
Vertical Axes
Display
Summary
Name:
Profile DOH View 1:200
Created by:
Date created:
Description:
Last modified by:
Apply
26.เปลี่ยนเป็น 1:200

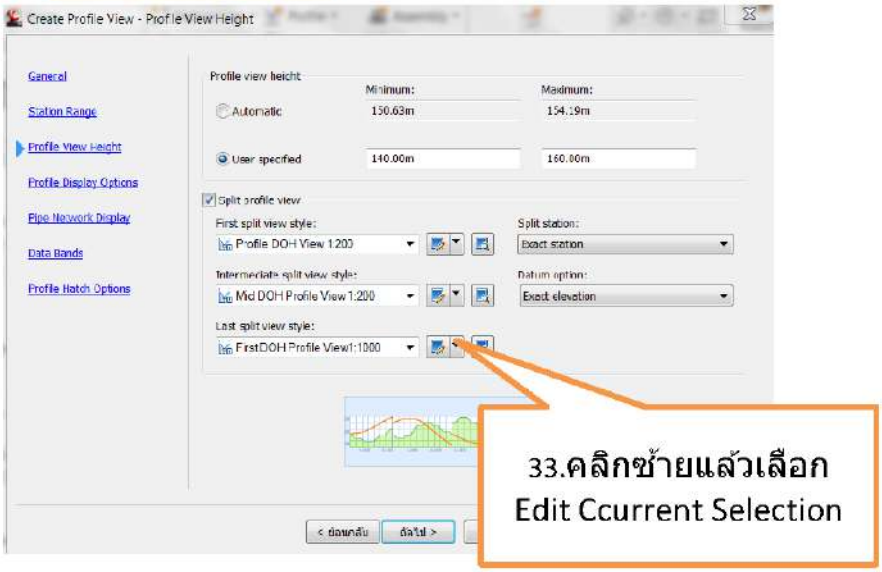

Profile View Style - Profile DOH View 1:200
Graph
Title Annotation
Horizontal Axes
Vertical Axes
Display
Summary
Vertical scale
Vertical scale:
1:200
Current horizontal scale:
200
Vertical exaggeration:
1.000
Custom scale:
200.000
Profile view direction
Left to right
Apply
27.คลิกซ้ายแล้วเลือก 1:200

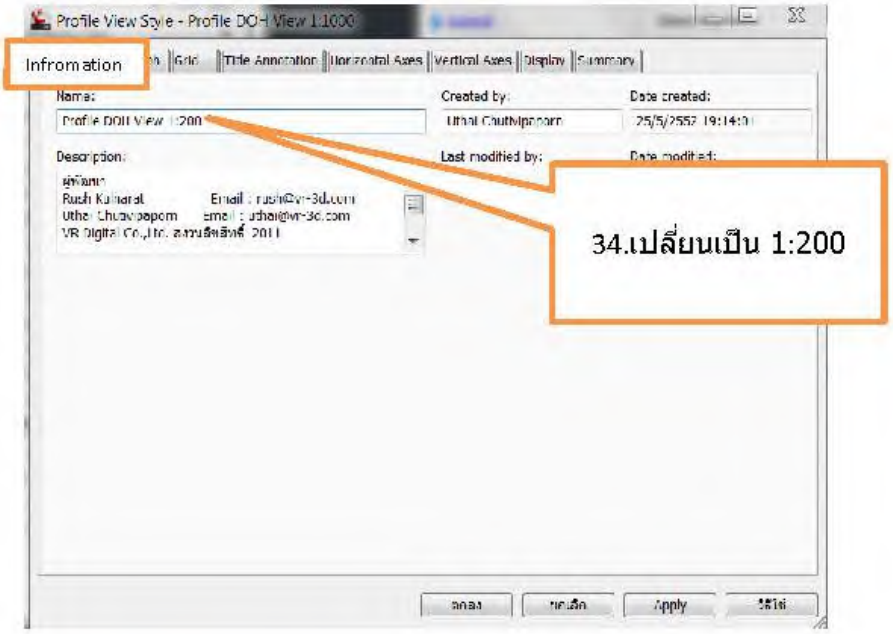


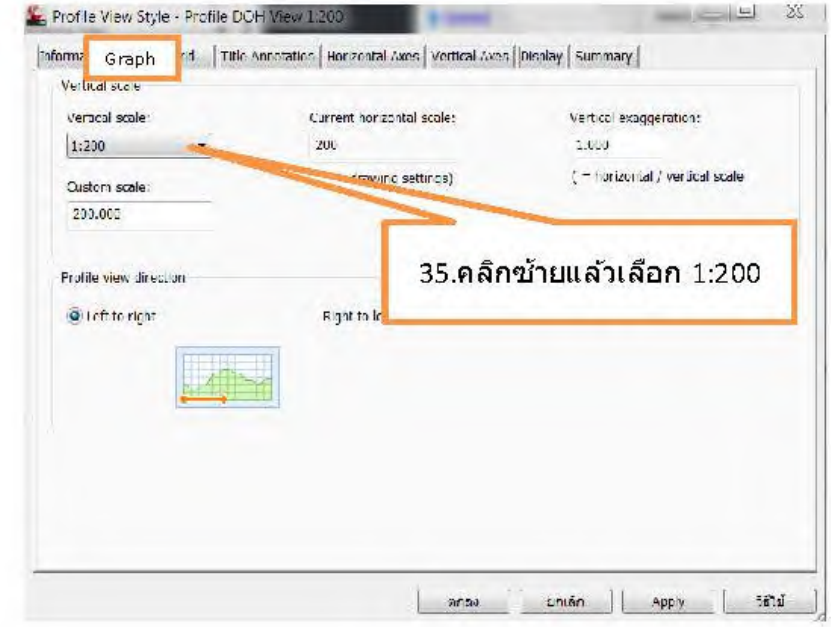


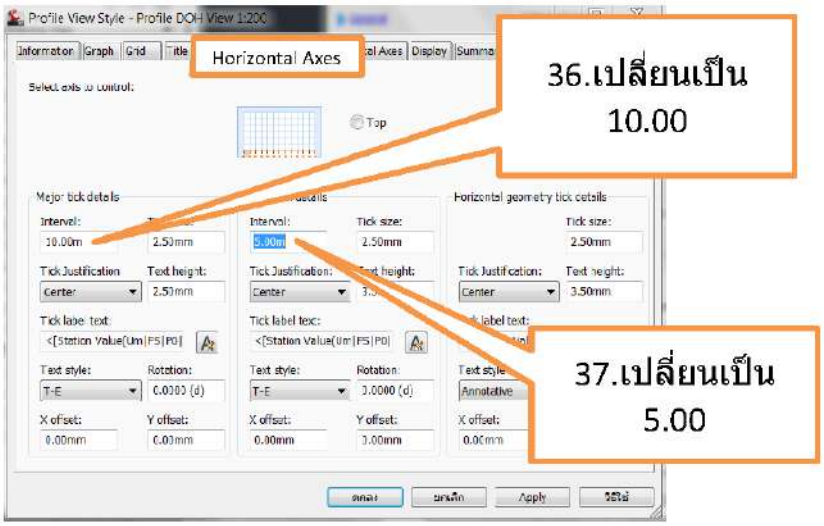
ด้านขวาก็เปลี่ยนเหมือนกัน

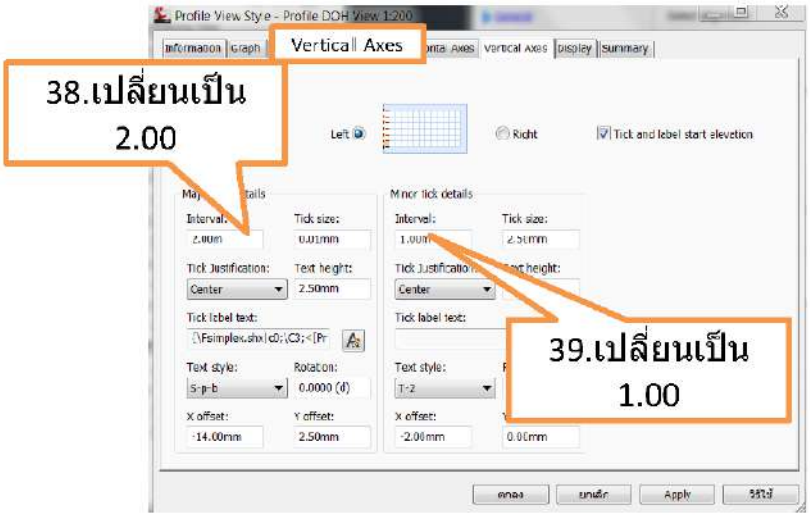
32.Apply >> OK




Profile View Style - Profile DOH View 1:1000
Infromation
Name:
Created by:
Date created:
Description:
Last modified by:
34.เปลี่ยนเป็น 1:200
Apply

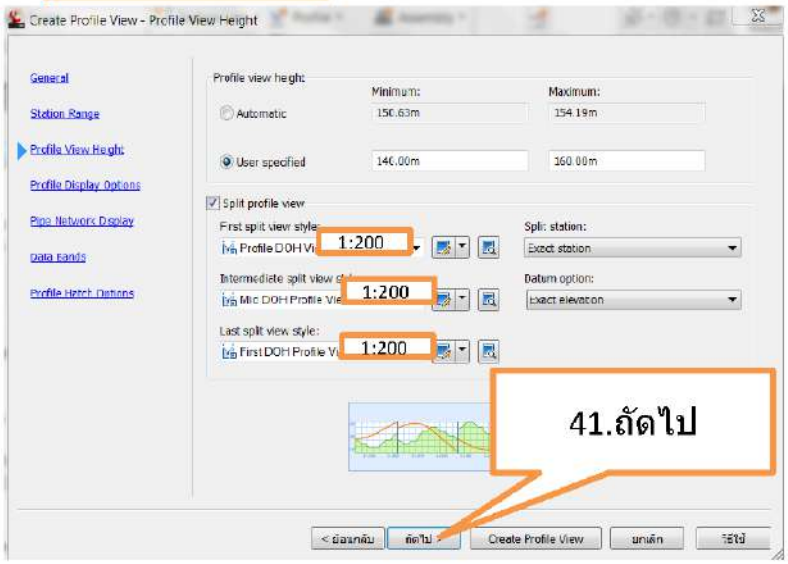

Profile View Style - Profile DOH View 1:200
Graph
Vertical scale
Vertical scale:
1:200
Current horizontal scale:
200
Vertical exaggeration:
Custom scale:
200.000
35.คลิกซ้ายแล้วเลือก 1:200
Profile view direction
Left to right
Apply



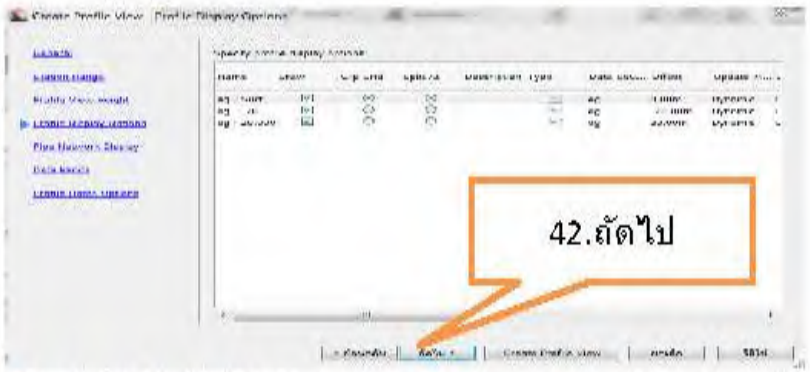


ด้านขวาก็เปลี่ยนเหมือนกัน

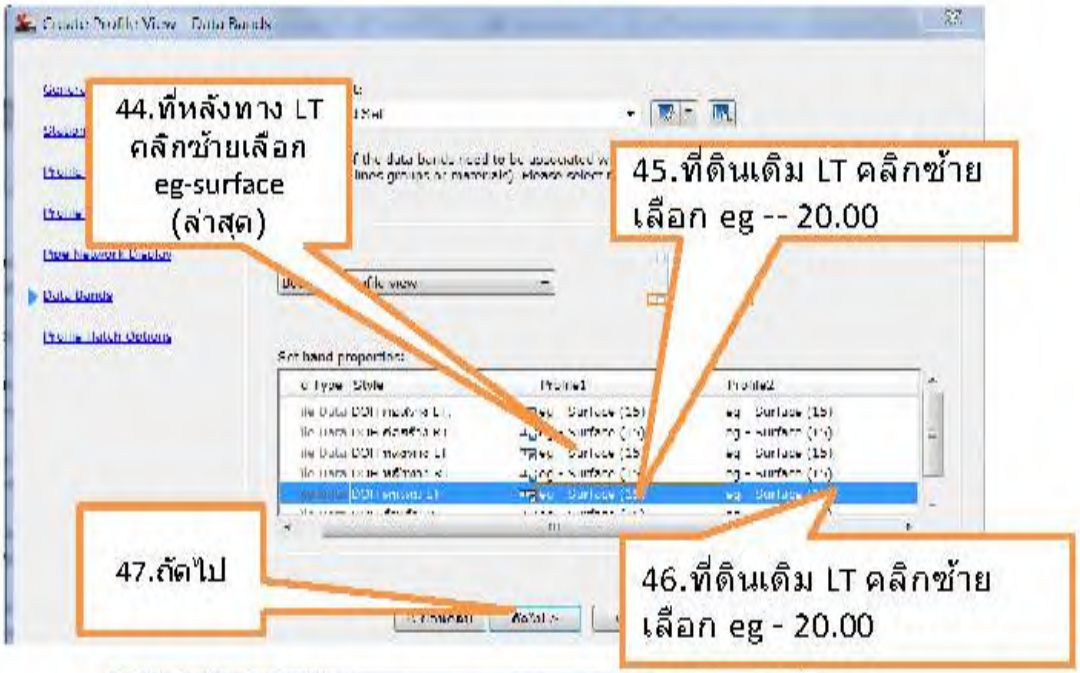
40.Apply >> OK

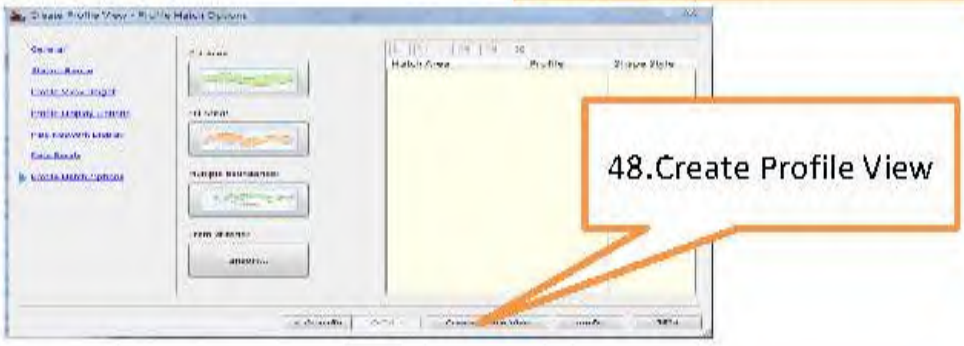


60



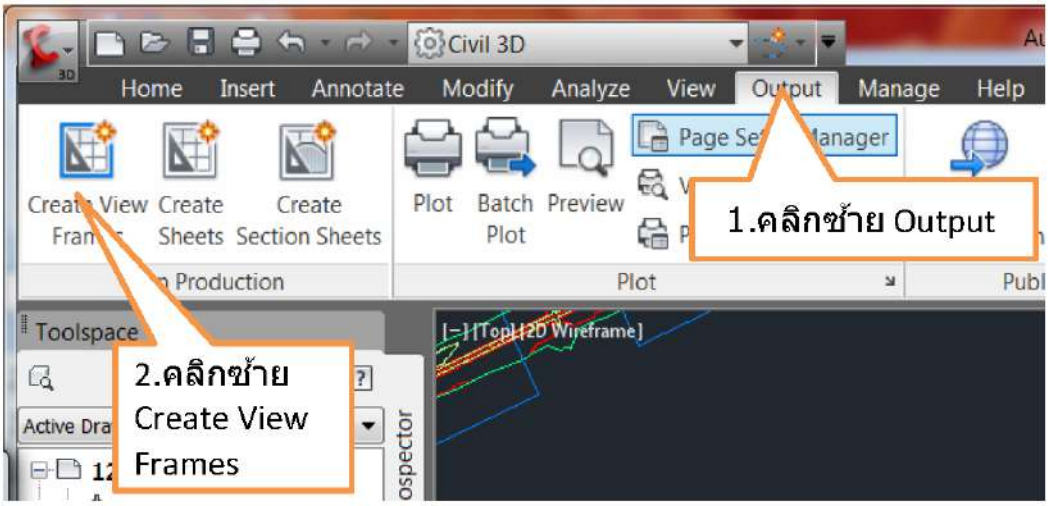


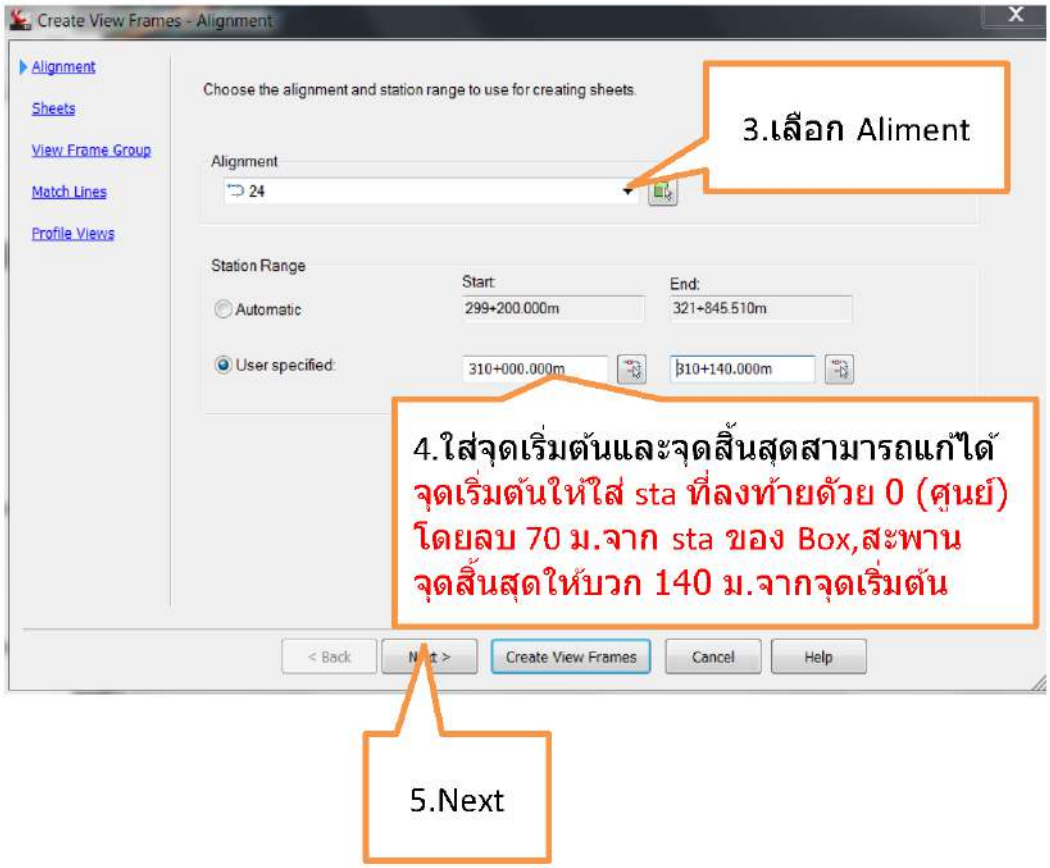


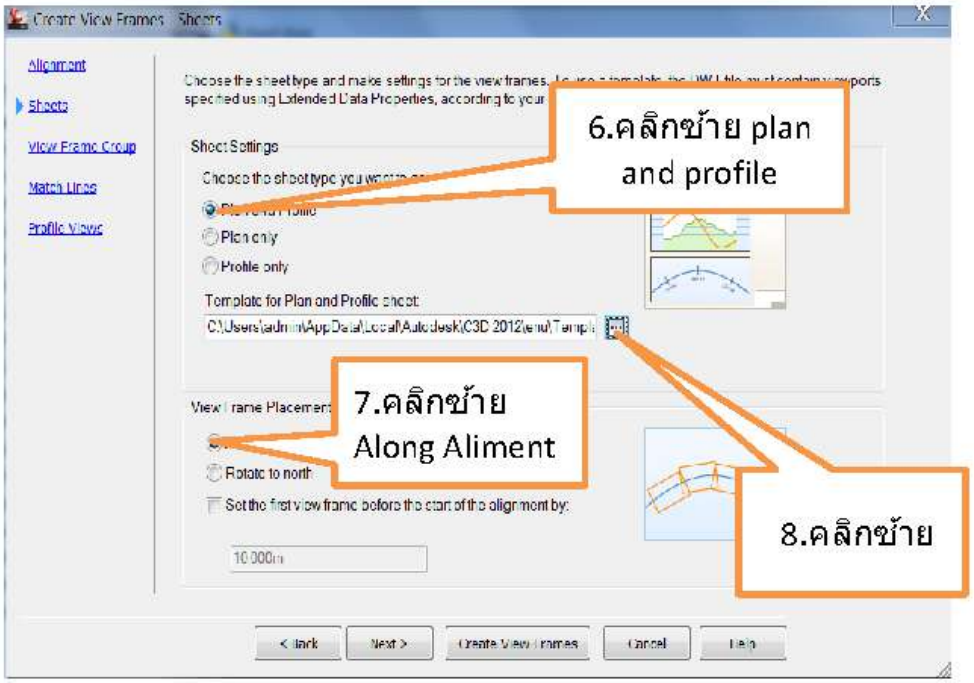


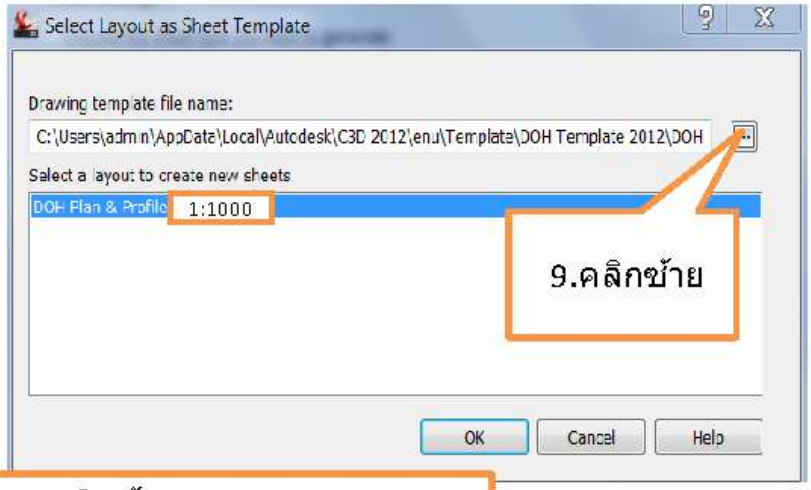
49.ที่ cad คลิกซ้ายที่ว่าง Save As เป็น บผ เสร็จ

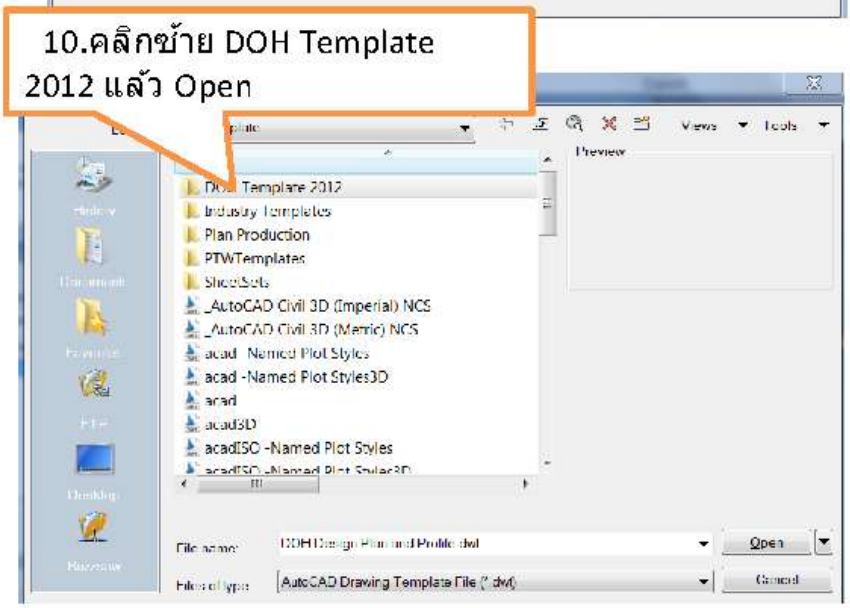
เปิดไฟล์ บผ.

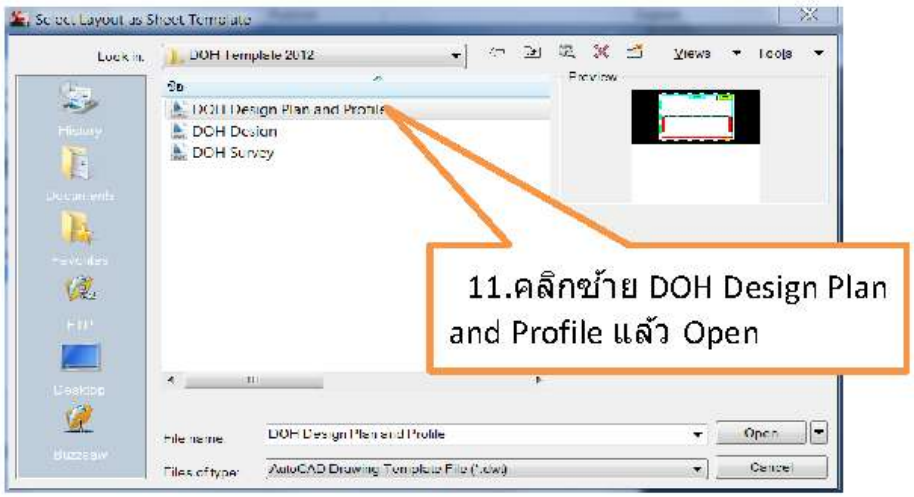

Civil 3D
Home
Insert
Annotate
Modify
Analyze
View
Output
Manage
Help
Create View Frames
Create Sheets
Create Section Sheets
Plot
Batch Plot
Preview
Page Se
anager
Production
Plot
Publ
1.คลิกซ้าย Output
Toolspace
2.คลิกซ้าย Create View Frames
[-][Top][2D Wireframe]
Active Dra
ospector

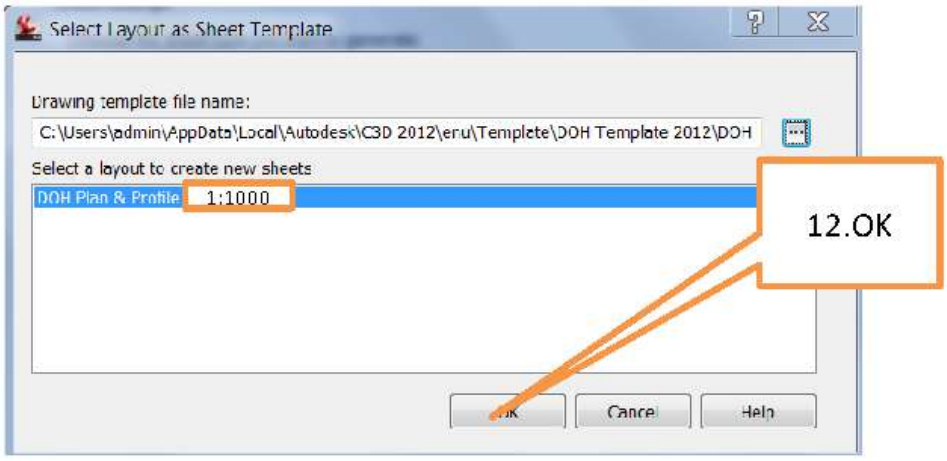

Create View Frames - Alignment
Alignment
Sheets
View Frame Group
Match Lines
Profile Views
Choose the alignment and station range to use for creating sheets.
3.เลือก Aliment
Alignment
24
Station Range
Start:
End:
Automatic
299+200.000m
321+845.510m
User specified:
310+000.000m
310+140.000m
4.ใส่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดสามารถแก้ได้
จุดเริ่มต้นให้ใส่ sta ที่ลงท้ายด้วย 0 (ศูนย์)
โดยลบ 70 ม.จาก sta ของ Box,สะพาน
จุดสิ้นสุดให้บวก 140 ม.จากจุดเริ่มต้น
< Back
Next >
Create View Frames
Cancel
Help
5.Next

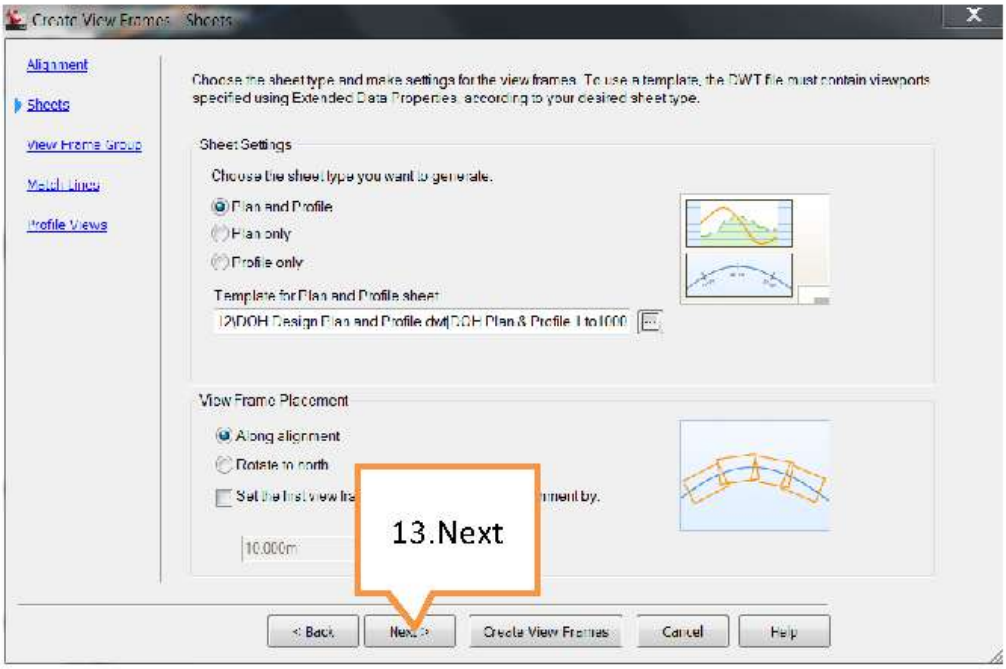

Create View Frames - Sheets
Alignment
Sheets
View Frame Group
Match Lines
Profile Views
Sheet Settings
Plan only
Profile only
Template for Plan and Profile sheet:
View frame Placement:
Rotate to north
Set the first view frame before the start of the alignment by:
10.000m
< Back
Next >
Create View Frames
Cancel
Help
6.คลิกซ้าย plan and profile
7.คลิกซ้าย Along Aliment
8.คลิกซ้าย

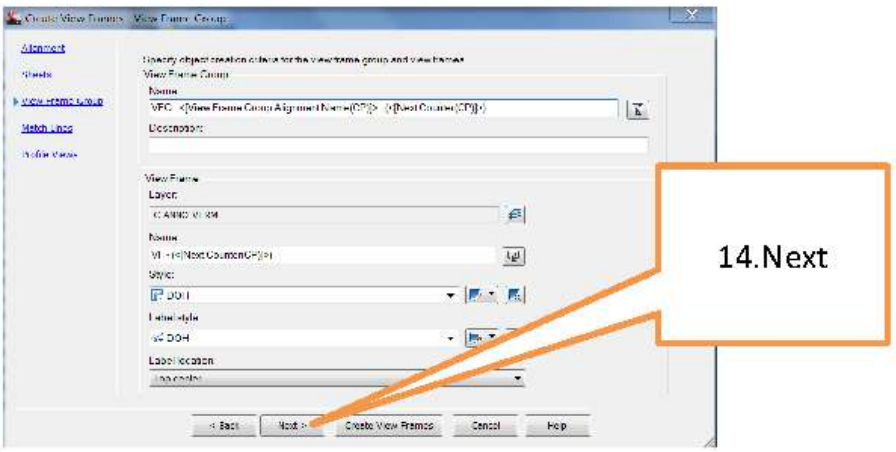

Select Layout as Sheet Template
Drawing template file name:
C:\Users\admin\AppData\Local\Autodesk\C3D 2012\enu\Template\DOH Template 2012\DOH
Select a layout to create new sheets
DOH Plan & Profile
1:1000
OK
Cancel
Help
9.คลิกซ้าย

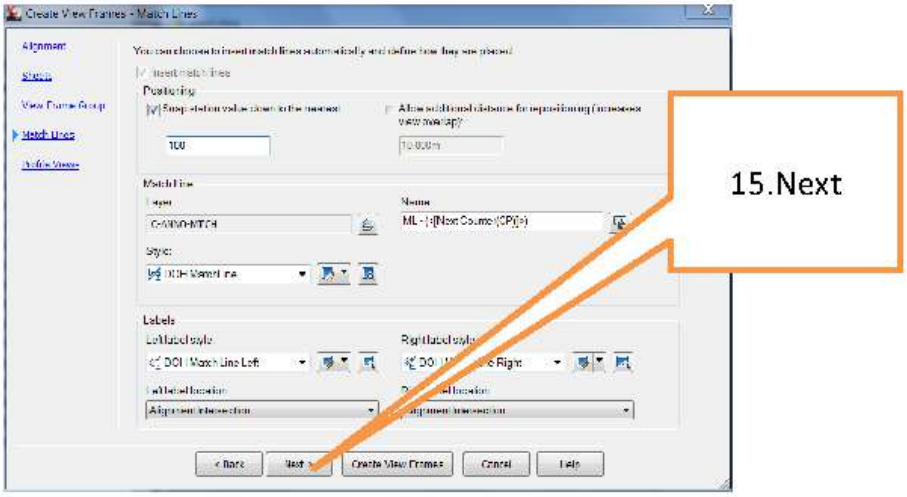

10.คลิกซ้าย DOH Template 2012 แล้ว Open
Views
Tools
Preview
DOH Template 2012
Industry Templates
Plan Production
PTWTemplates
SheetSets
_AutoCAD Civil 3D (Imperial) NCS
_AutoCAD Civil 3D (Metric) NCS
acad - Named Plot Styles
acad -Named Plot Styles3D
acad
acadISO
acadISO -Named Plot Styles
File name:
Open
Files of type:
AutoCAD Drawing Template File (*.dwt)
Cancel

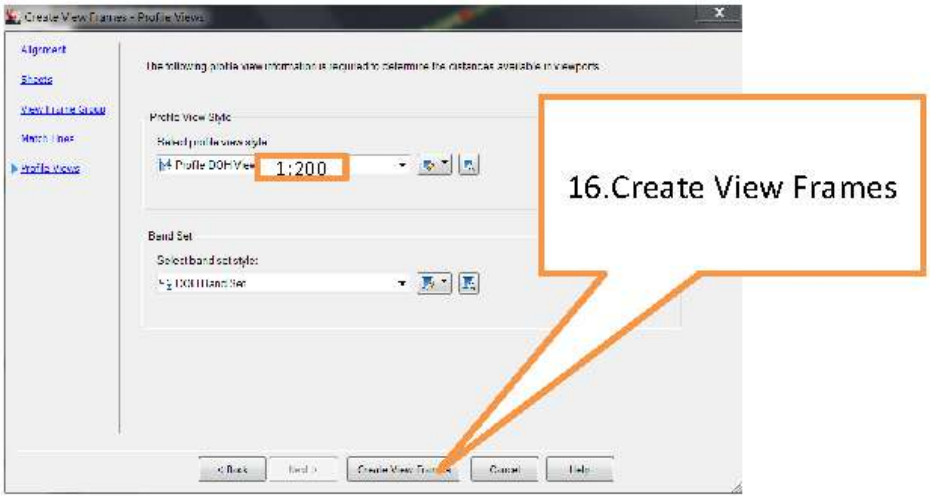

Select Layout as Sheet Template
Look in:
DOH Template 2012
Views
Tools
DOH Design Plan and Profile
DOH Design
DOH Survey
Preview
11.คลิกซ้าย DOH Design Plan and Profile แล้ว Open
File name:
DOH Design Plan and Profile
Open
Files of type:
AutoCAD Drawing Template File (*.dwt)
Cancel


Select Layout as Sheet Template
Drawing template file name:
C:\Users\admin\AppData\Local\Autodesk\C3D 2012\enu\Template\DOH Template 2012\DOH
Select a layout to create new sheets
DOH Plan & Profile
1:1000
12.OK
OK
Cancel
Help

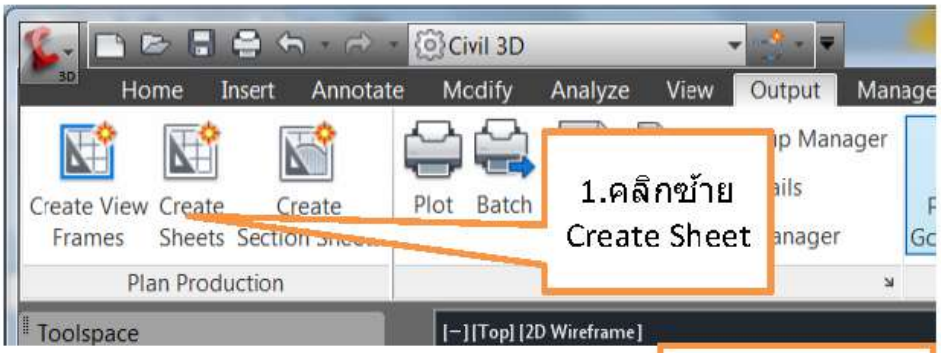

Create View Frames - Sheets
Alignment
Sheets
View Frame Group
Match Lines
Profile Views
Choose the sheet type and make settings for the view frames. To use a template, the DWT file must contain viewports specified using Extended Data Properties, according to your desired sheet type.
Sheet Settings
Choose the sheet type you want to generate.
Plan and Profile
Plan only
Profile only
Template for Plan and Profile sheet
View Frame Placement
Along alignment
Rotate to north
10.000m
13.Next
< Back
Next >
Create View Frames
Cancel
Help

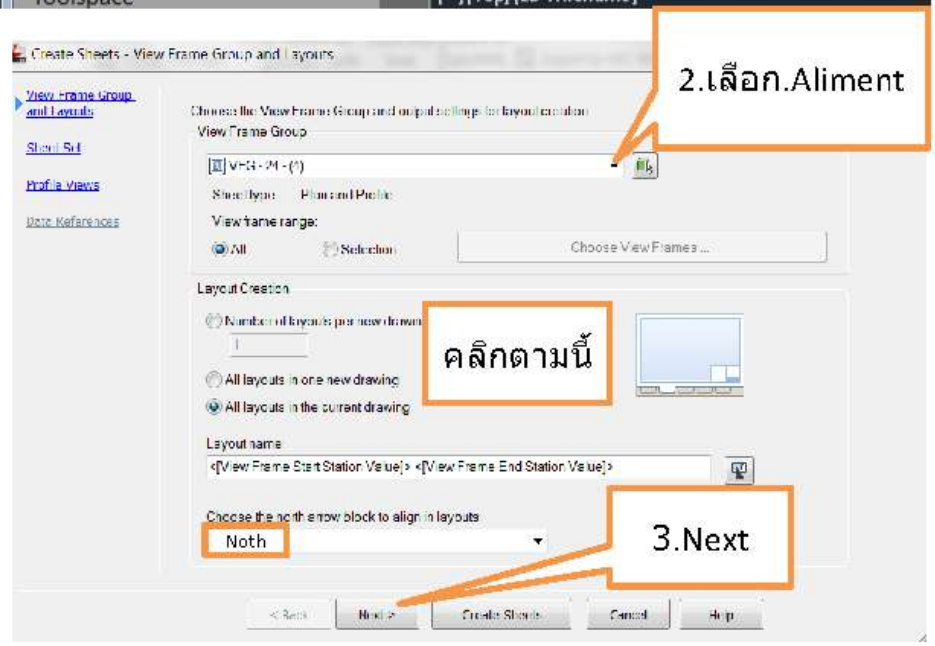


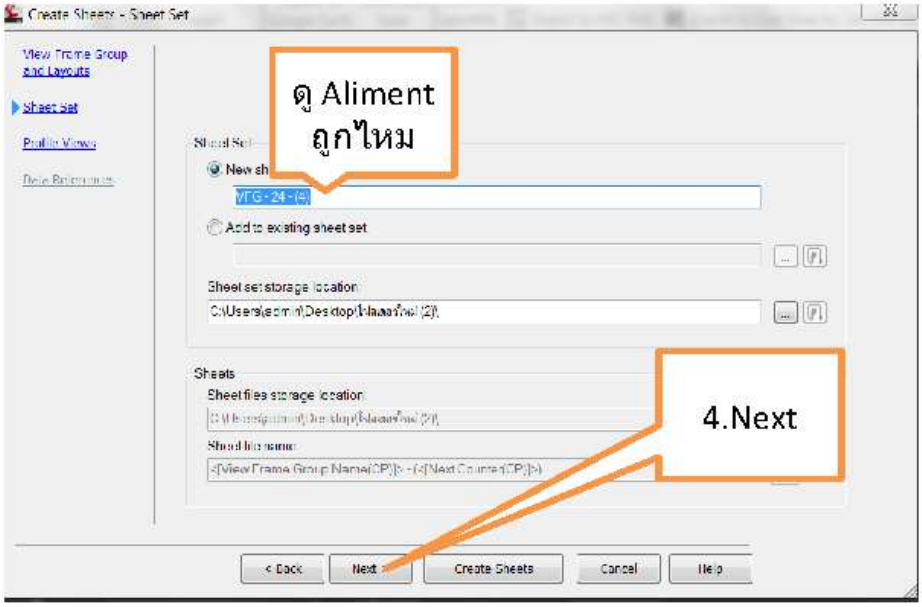


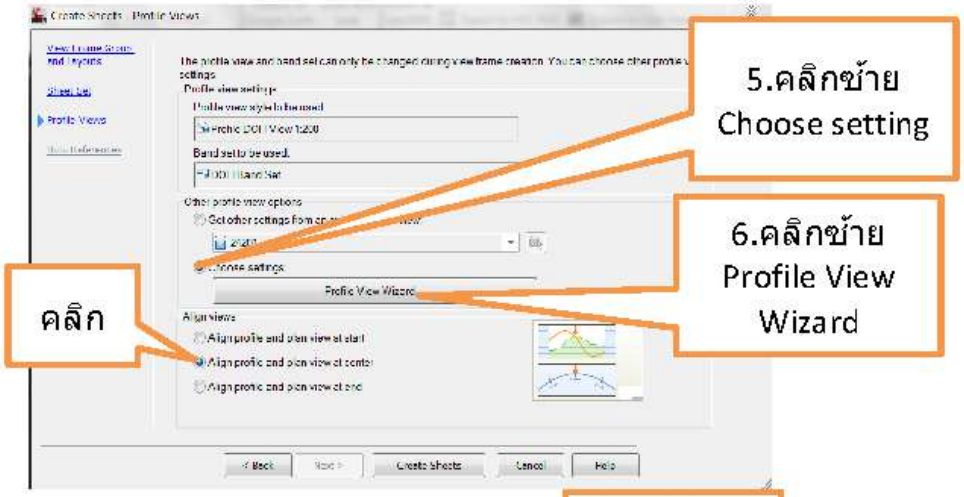


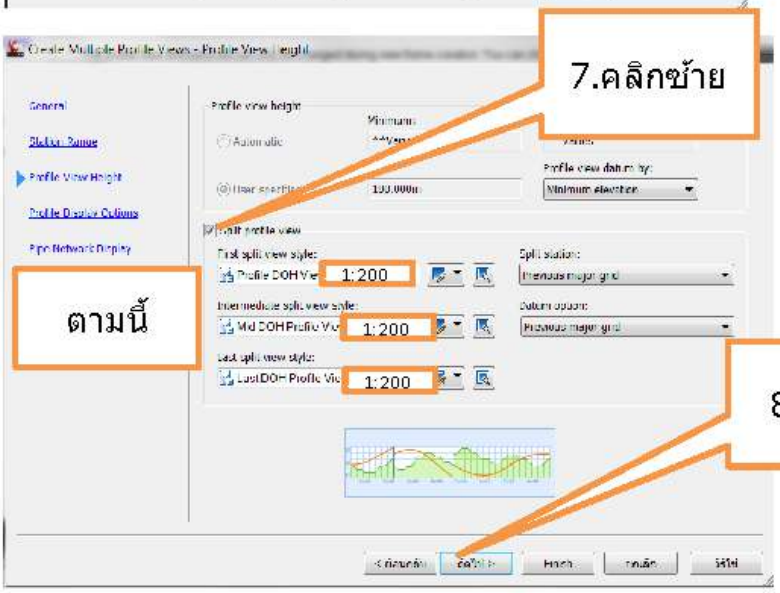
จะได้แผ่น Plan เสร็จ

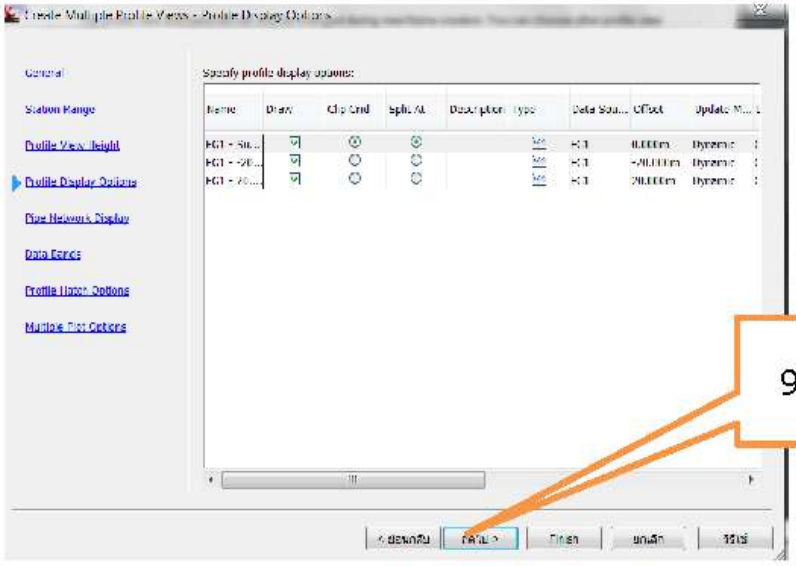

Civil 3D
Home
Insert
Annotate
Mcdify
Analyze
View
Output
Manage
Create View Frames
Create Sheets
Create Section
Plot
Batch
Plan Production
1.คลิกซ้าย Create Sheet
Toolspace
[−][Top][2D Wireframe]

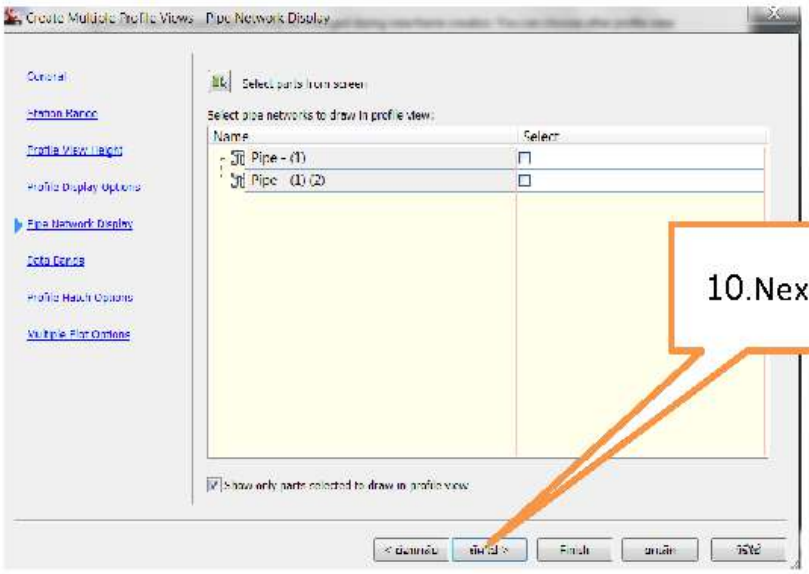

Create Sheets - View Frame Group and Layouts
View Frame Group and Layouts
Sheet Set
Profile Views
Data References
View Frame Group
View frame range:
All
Selection
Choose View Frames ...
Layout Creation
All layouts in one new drawing
All layouts in the current drawing
Layout name
<[View Frame Start Station Value]> <[View Frame End Station Value]>
Choose the north arrow block to align in layouts
Noth
2.เลือก.Aliment
คลิกตามนี้
3.Next
< Back
Next >
Create Sheets
Cancel
Help

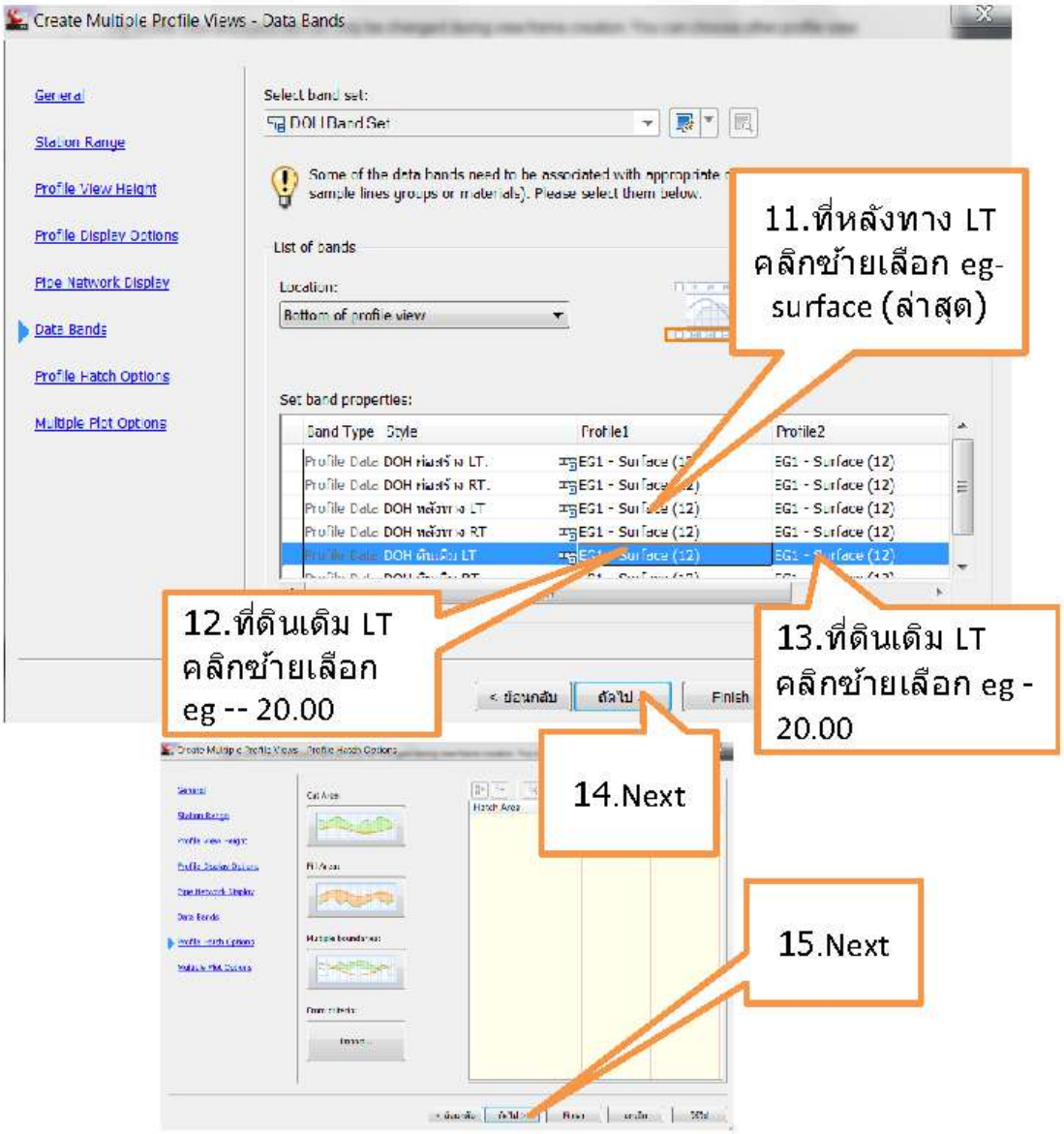

Create Sheets - Sheet Set
View Frame Group and Layouts
Sheet Set
Profile Views
Data References
ดู Aliment ถูกไหม
Add to existing sheet set
Sheet set storage location
Sheets
Sheet files storage location
4.Next
< Back
Next >
Create Sheets
Cancel
Help

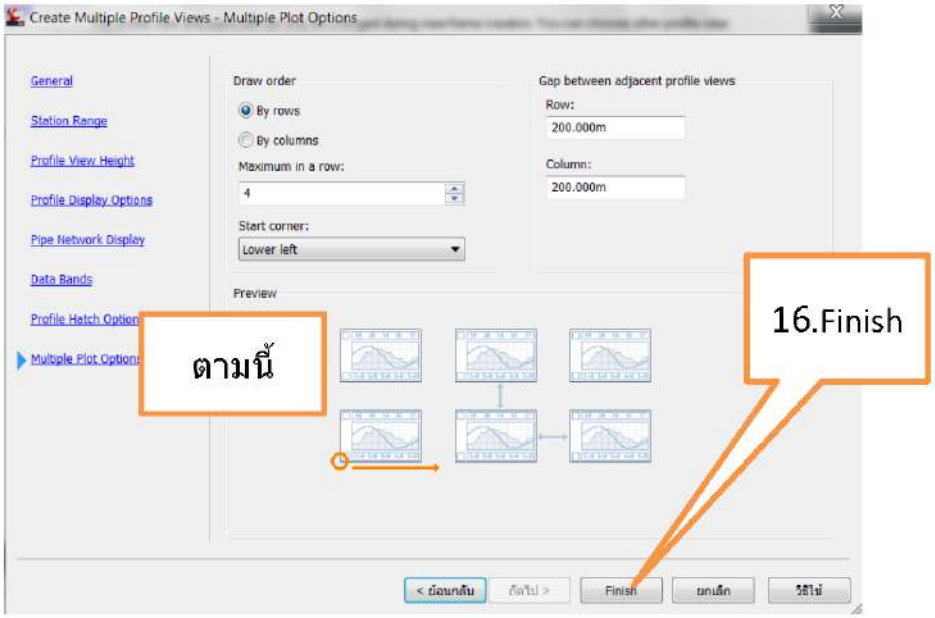

5.คลิกซ้าย
Choose setting
6.คลิกซ้าย
Profile View
Wizard
คลิก

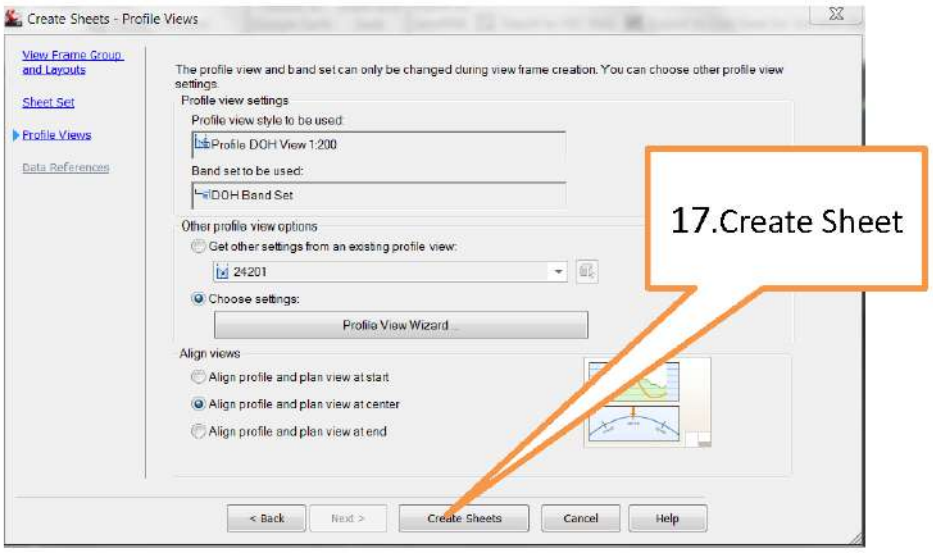

7.คลิกซ้าย
ตามนี้
8.Next

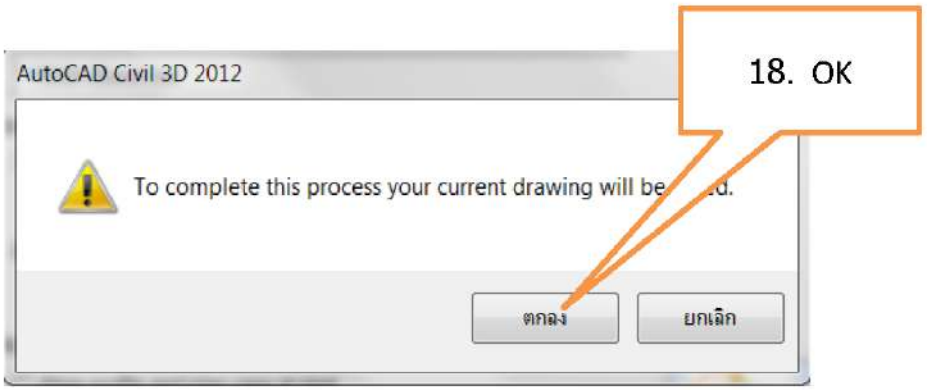

9.Next


10.Next


Create Multiple Profile Views - Data Bands
General
Station Range
Profile View Height
Profile Display Options
Pipe Network Display
Data Bands
Profile Hatch Options
Multiple Plot Options
Select band set:
DOH Band Set
List of bands
Location:
Bottom of profile view
Set band properties:
Band Type Style
Profile1
Profile2
11.ที่หลังทาง LT คลิกซ้ายเลือก eg-surface (ล่าสุด)
12.ที่ดินเดิม LT คลิกซ้ายเลือก eg -- 20.00
13.ที่ดินเดิม LT คลิกซ้ายเลือก eg - 20.00
ย้อนกลับ
ถัดไป
Finish
14.Next
15.Next

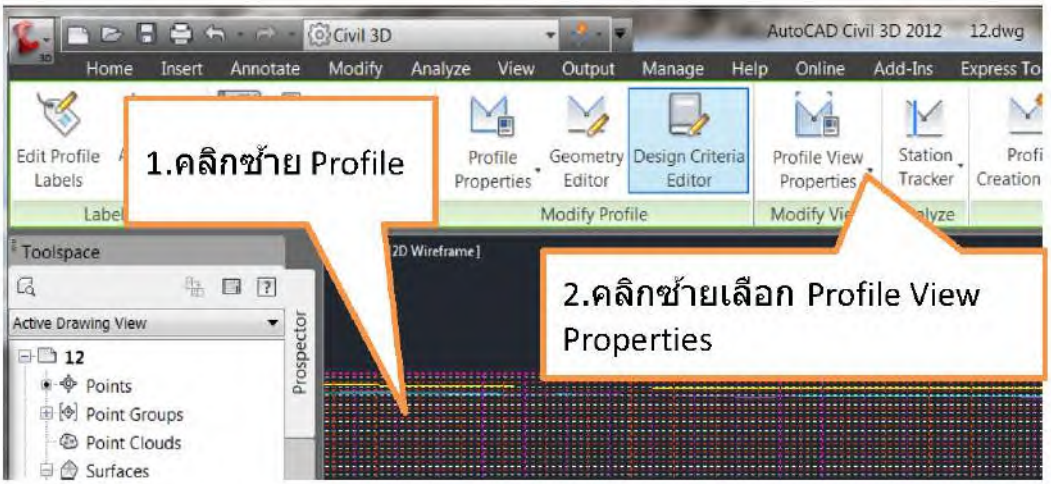


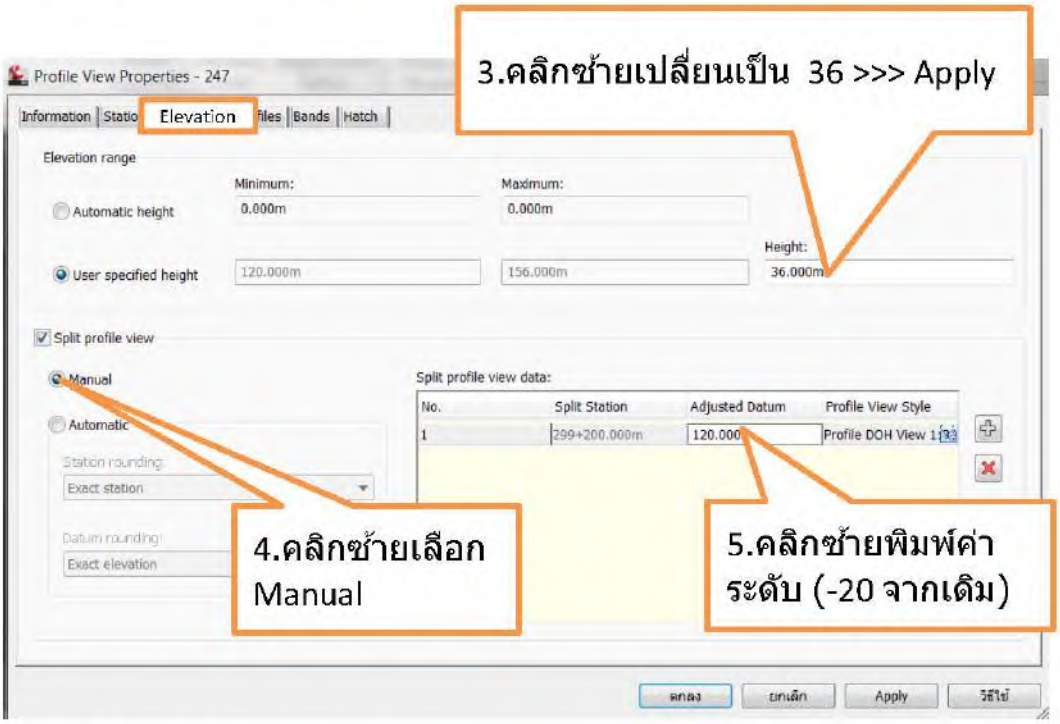




คลิกซ้ายที่ Cad (ควรห่างจาก บผ. เดิม 900 ม.ในแนวนอน)
รอ >> แล้วปิด Action View
(ว่างแล้วห้ามขยับแต่ทำทุกอย่างได้)

แก้ระดับซ้ายขวาและปรับความสูงต่ำเส้นกริด

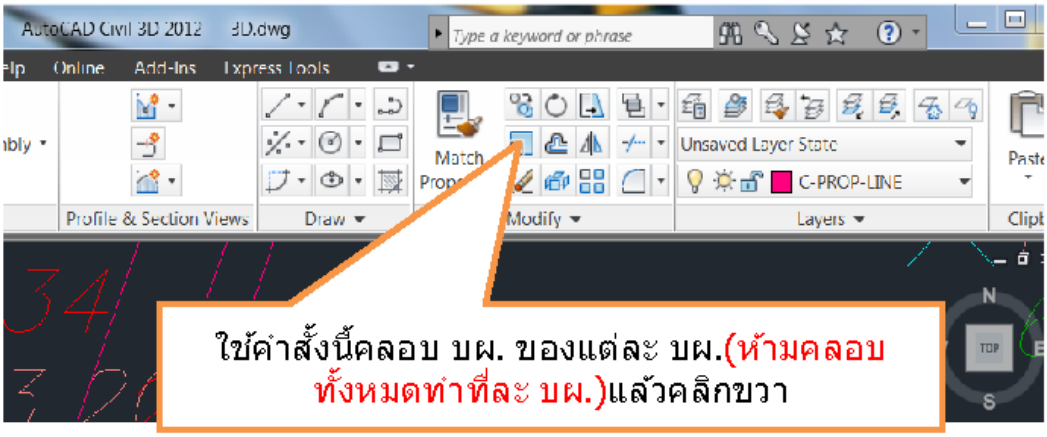


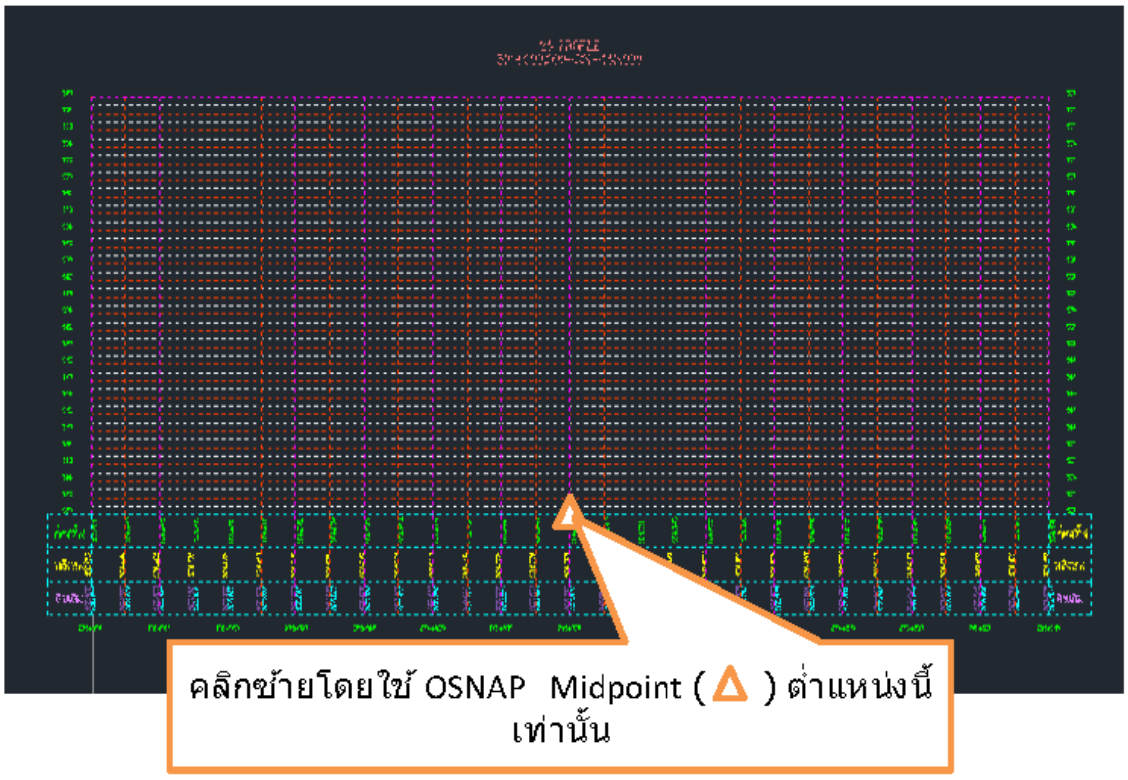


Apply >> OK
ทำทุก บผ.ให้หมดก่อนแล้วค่อยระเบิด

หมายเหตุ การระเบิด (เรียงตามลำดับ)

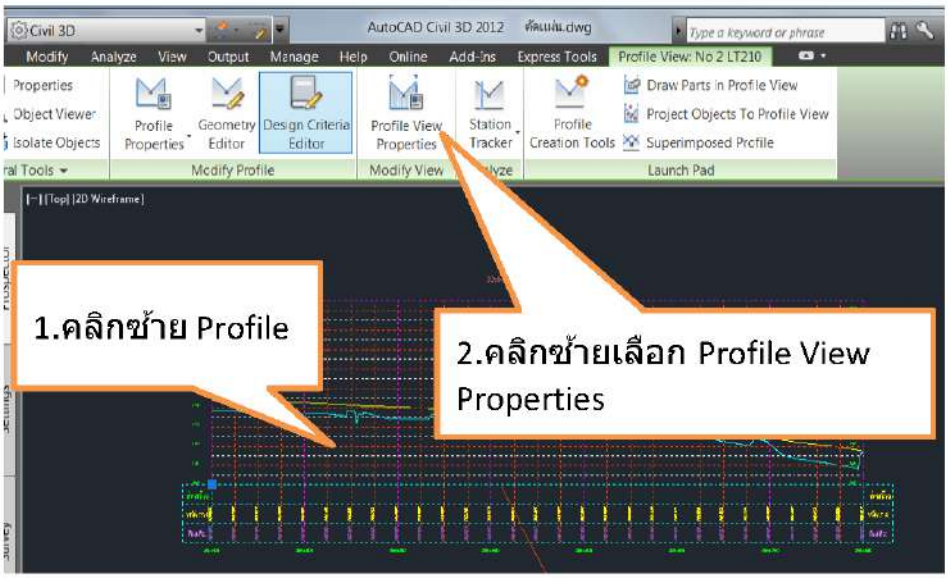
1.ระเบิด sta ทุก บผ.พร้อมกัน(1ครั้ง)
2.ระเบิดระดับหลังทาง-ดินเดิมซ้ายขวาทุก บผ.พร้อมกัน(1ครั้ง)
3.ระเบิดเส้นหลังทาง-เส้นดินเดิมซ้ายขวาทุก บผ.พร้อมกัน(1ครั้ง)
4.ระเบิดระดับซ้ายขวาทุก บผ.พร้อมกัน(1ครั้ง)
5.ระเบิดเส้นหลังทาง-เส้นดินเดิมซ้ายขวาทุก บผ.พร้อมกัน(1ครั้ง)

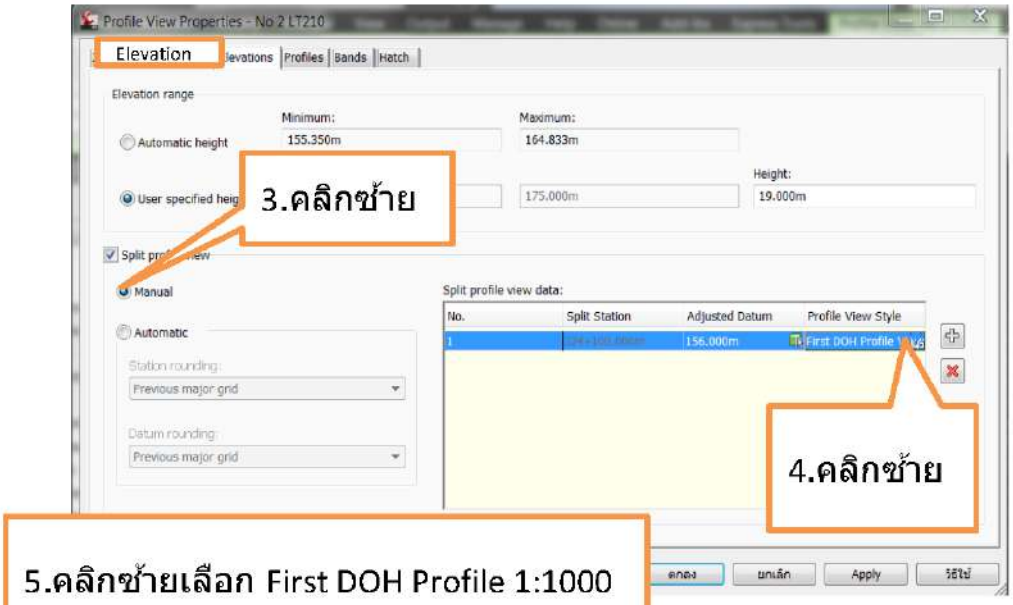


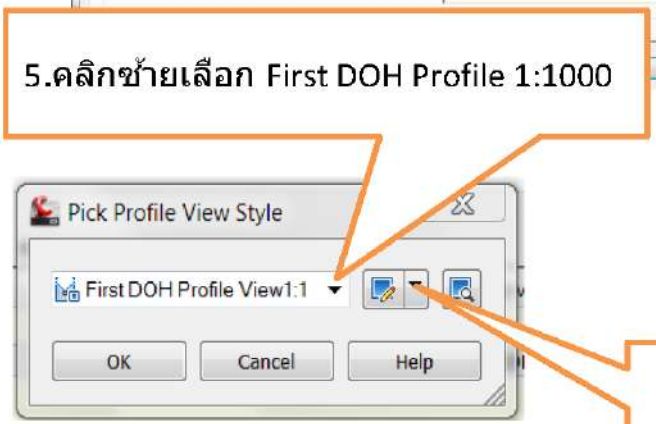


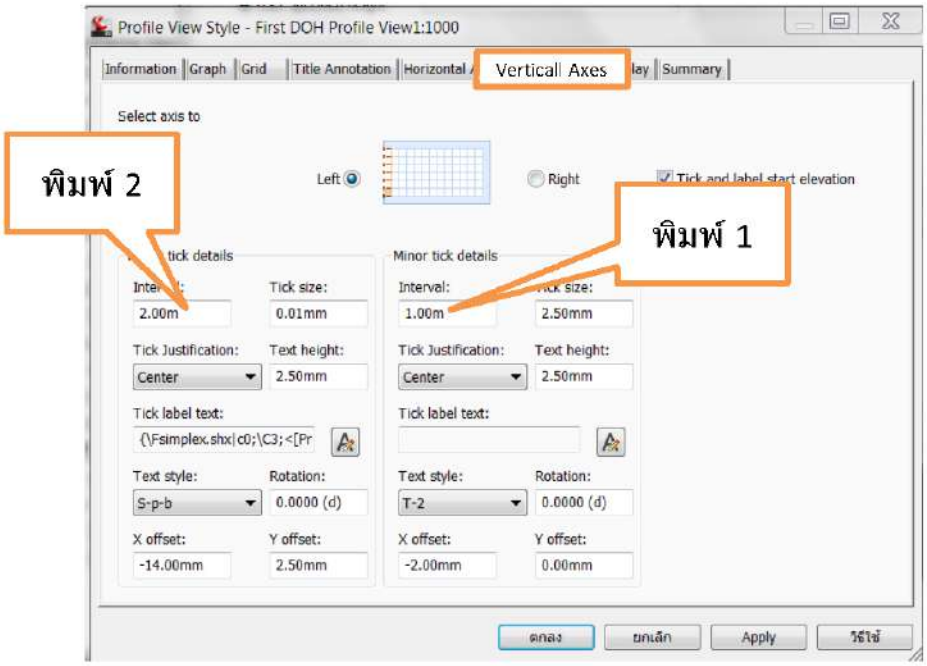
แล้วพิมพ์ 5 ที่ Command >> Ent

ทำ Create Sheet มาก่อน

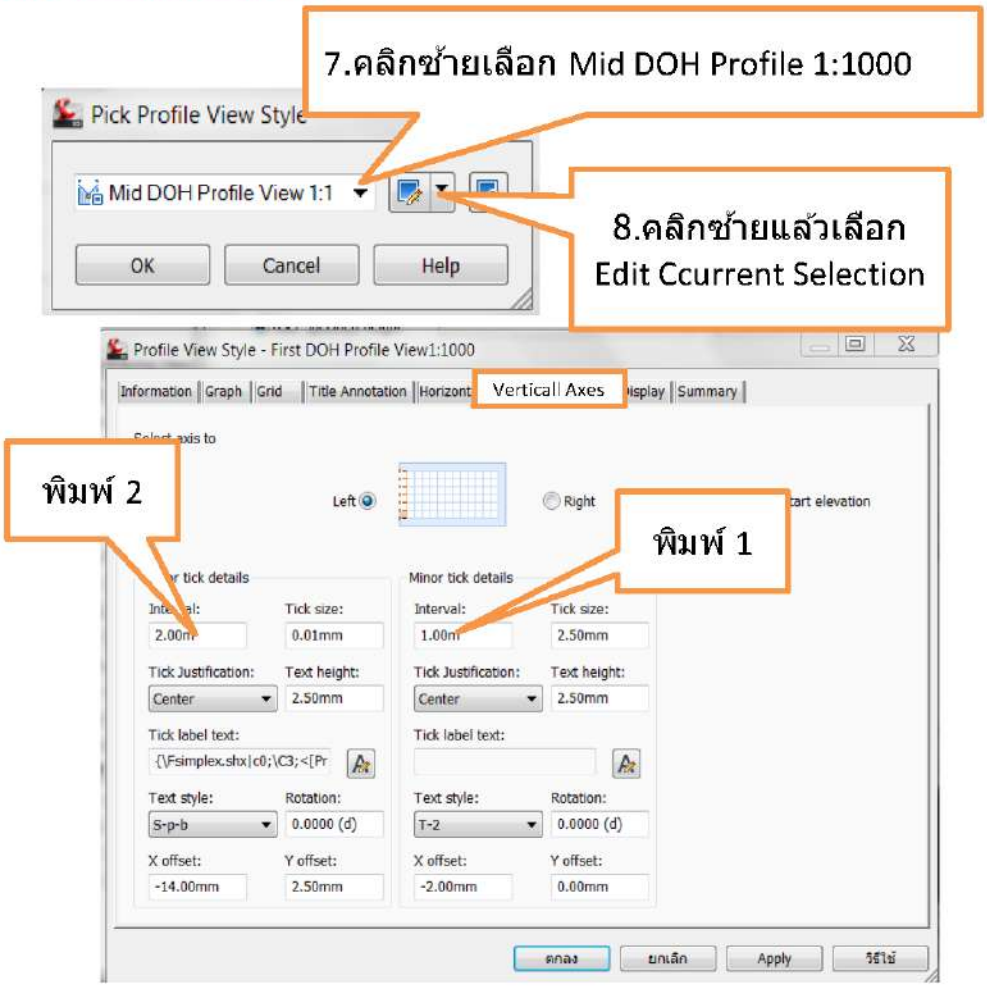




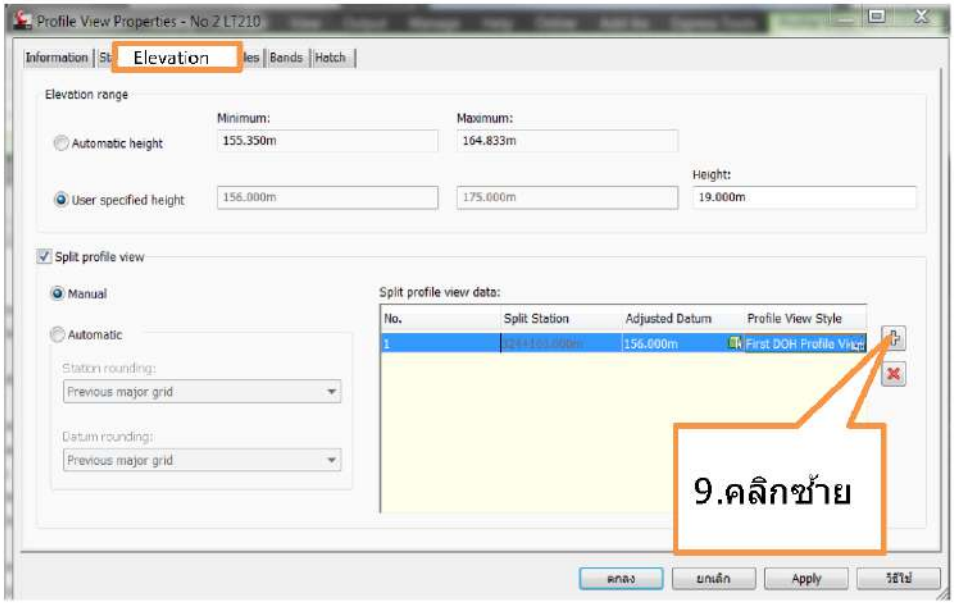




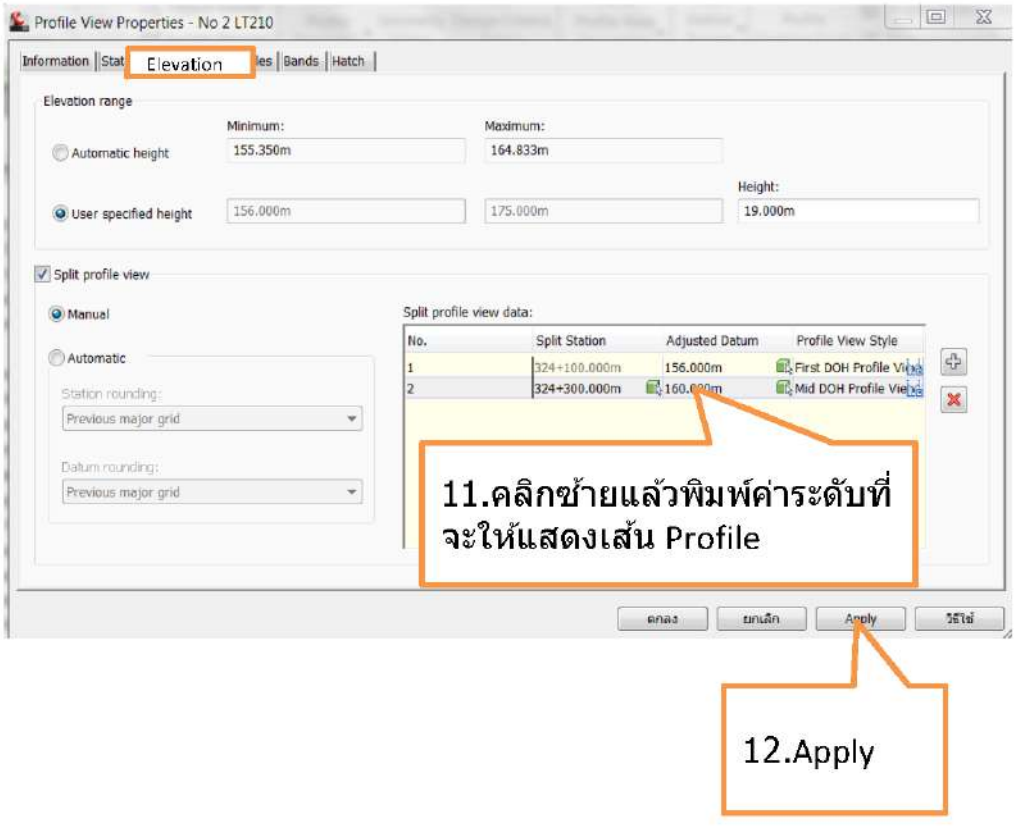
ด้านขวาก็ทำเหมือนกันแล้ว OK



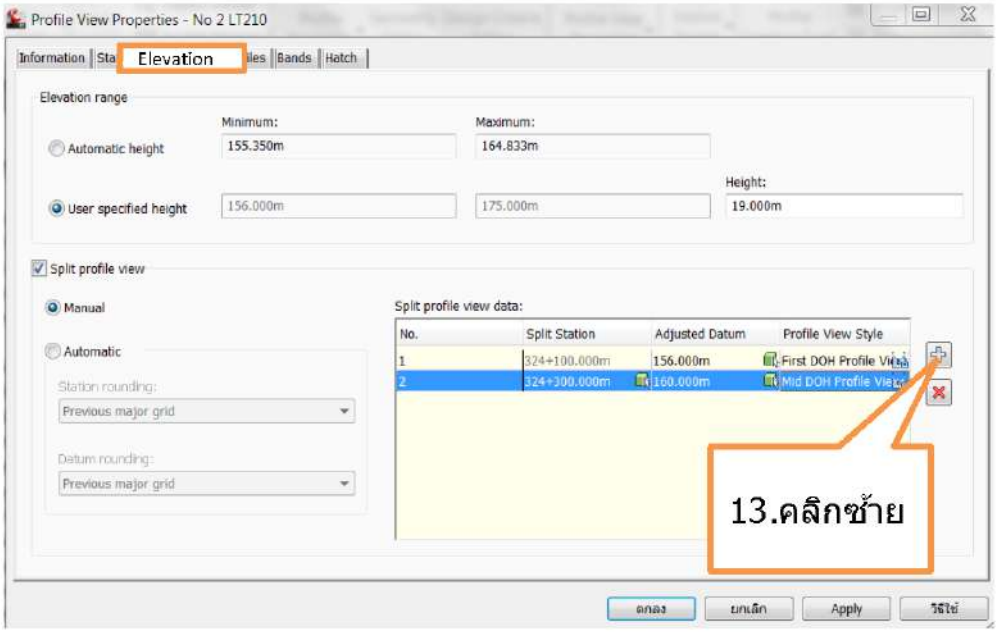
ด้านขวาก็ทำเหมือนกันแล้ว OK >> OK



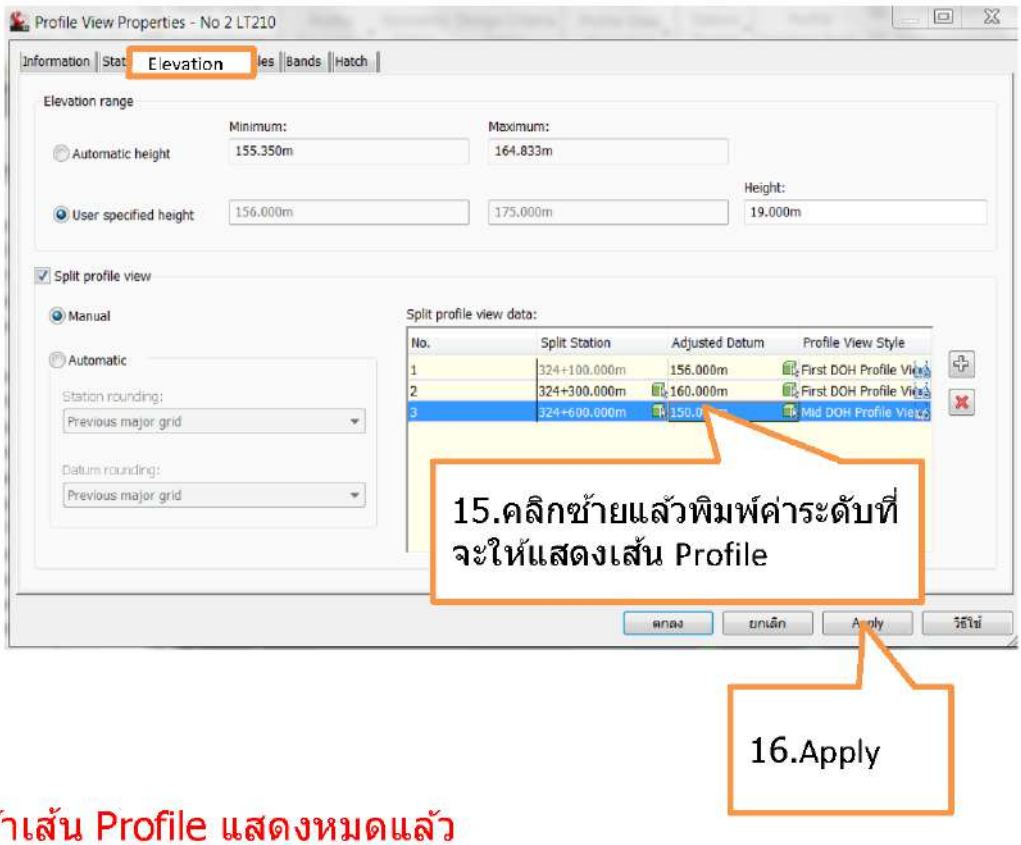
10.ที่ Cad คลิกซ้ายในตำแหน่งที่จะให้แสดงเส้น Profile แล้วคลิกขวา



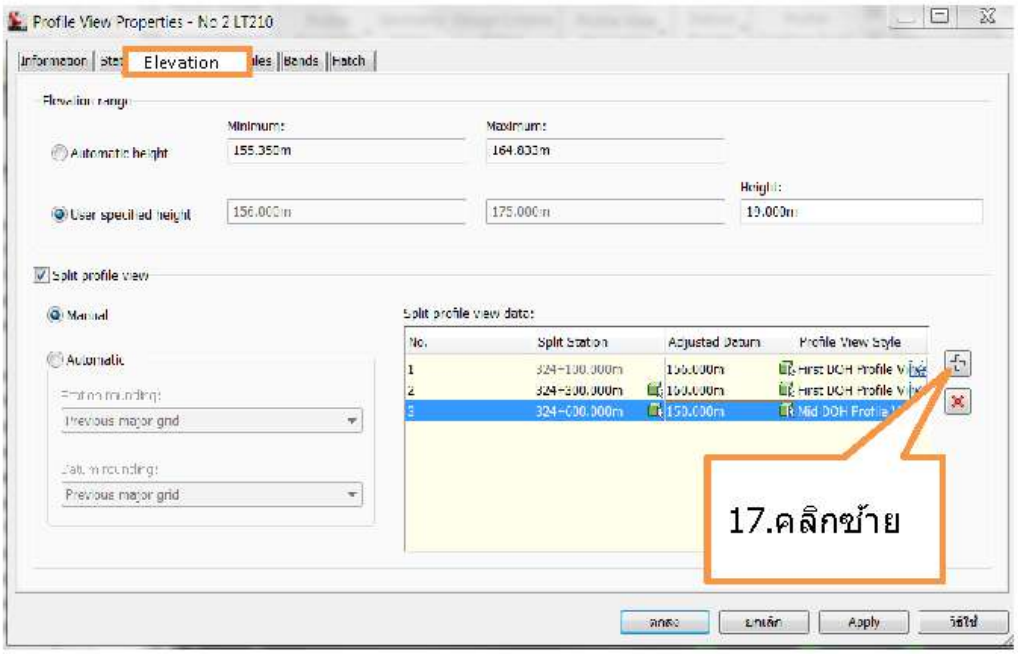
ถ้าเส้น Profile ยังไม่พอก็ทำต่อ



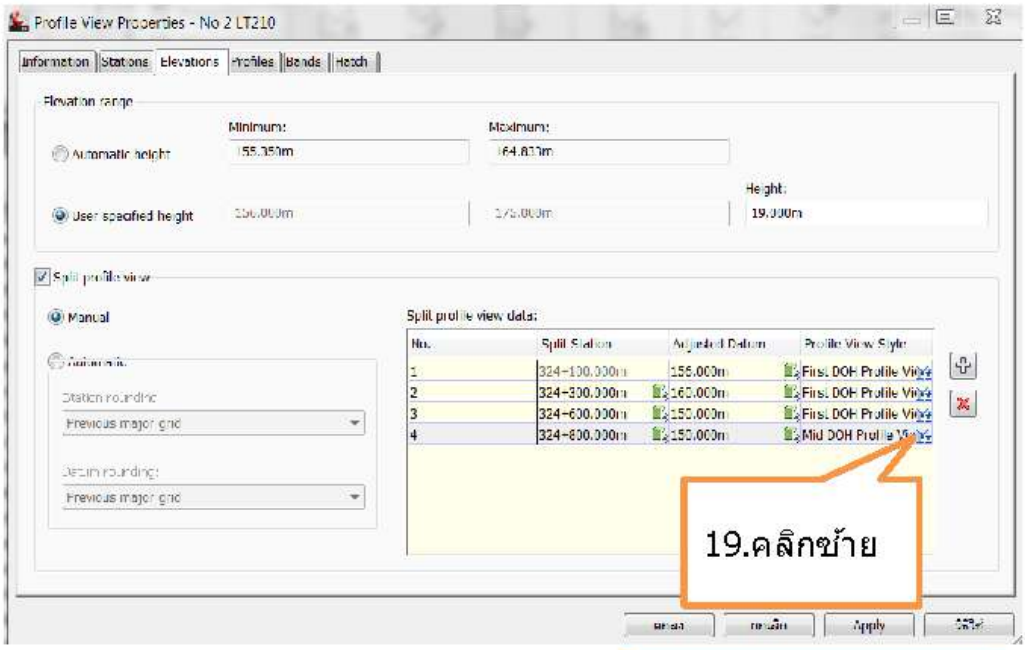
14.ที่ Cad คลิกซ้ายในตำแหน่งที่จะให้แสดงเส้น Profile แล้วคลิกขวา

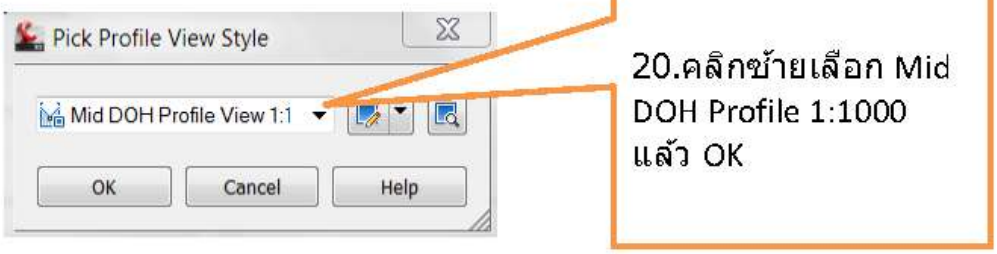


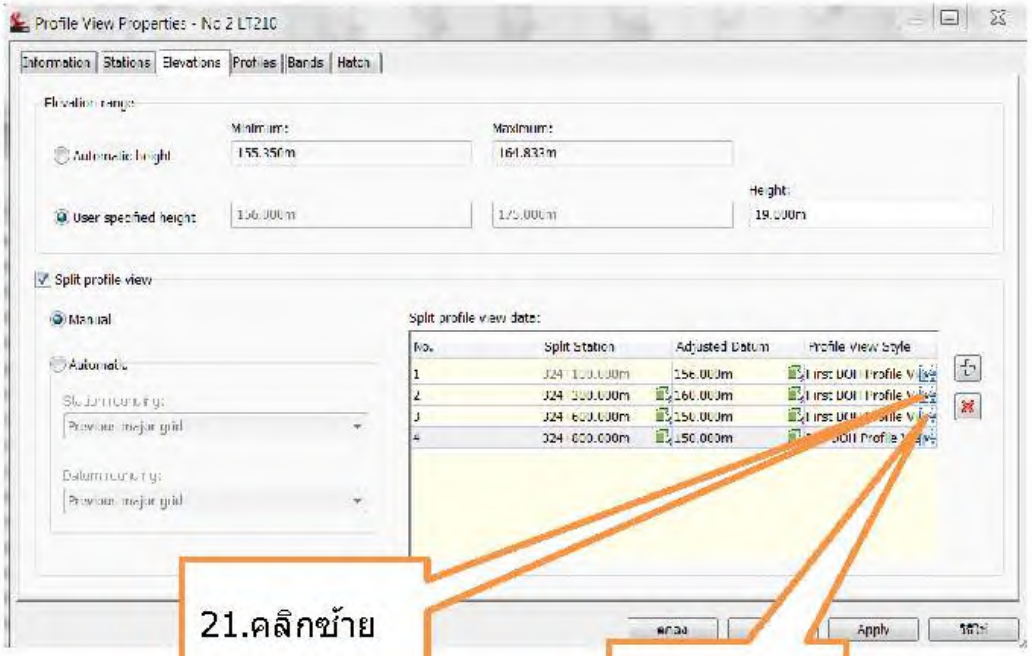
ถ้าเส้น Profile แสดงหมดแล้ว



18.ที่ Cad คลิกซ้ายในต่ำแหน่ง Sta สุดท้ายของ Profile แล้วคลิกขวา







21.คลิกซ้าย

23.คลิกซ้าย

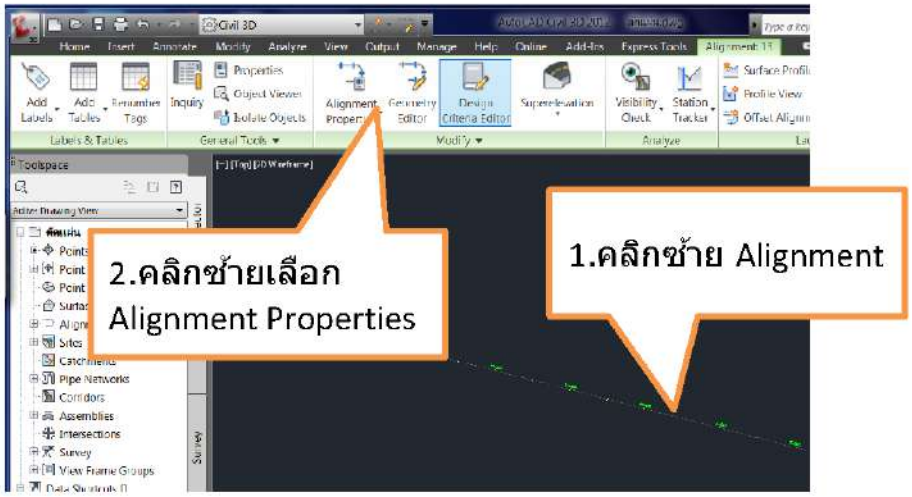
22.คลิกซ้ายเลือก
First DOH Profile
1:1000 แล้ว OK

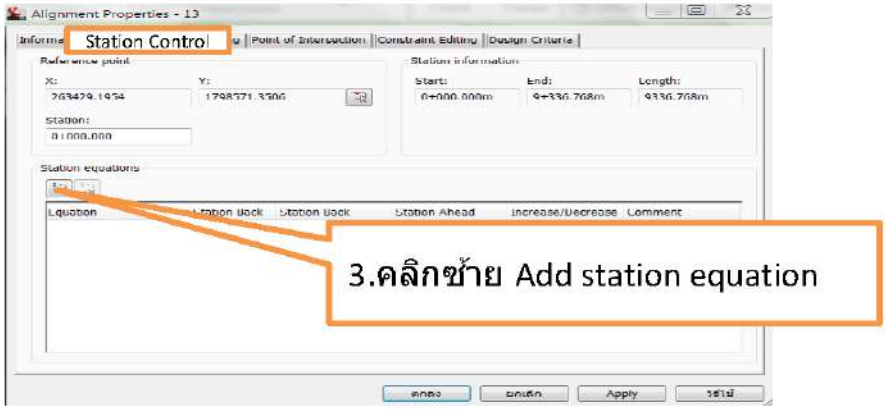
24.คลิกซ้ายเลือก
First DOH Profile
1:1000 แล้ว OK



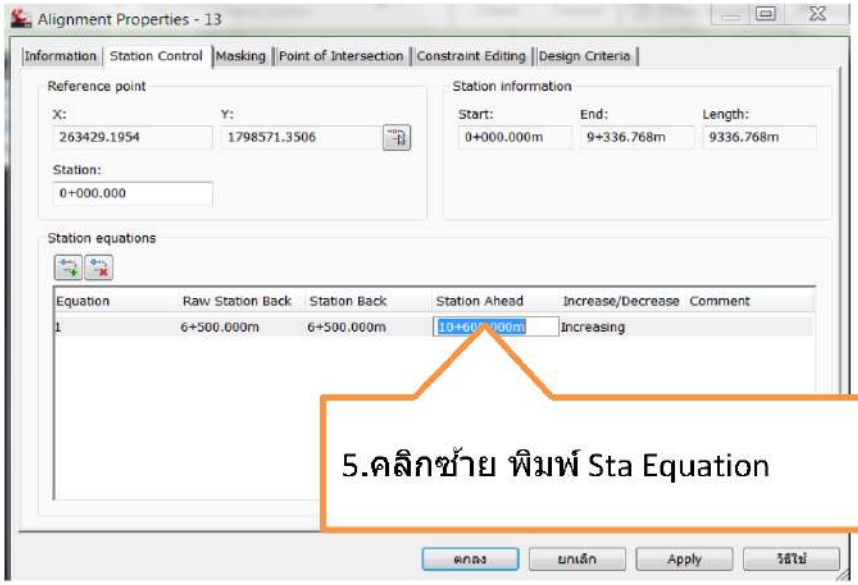


25. Apply >> OK





4.ที่ cad คลิกซ้ายบน Centerline นะต่ำแหน่ง Equation



6.Apply >> OK

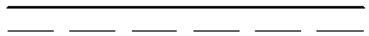
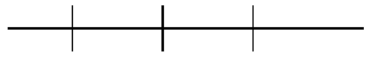
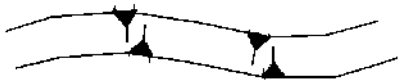
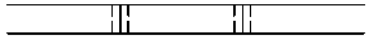
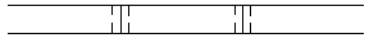
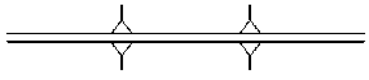
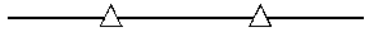
ภาคผนวก จ สัญลักษณ์และมาตรฐานการเขียนแบบ

สัญลักษณ์ ขนาดปากกา มาตรฐานการเขียนโค้ง และรายละเอียดต่างๆ อ้างอิงมาจากคู่มือการเขียนแบบวิศวกรรมงานทาง สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง

สท-1

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE

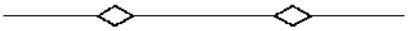
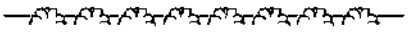
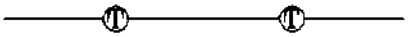
สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.25	ถนน ,ทาง
	0.30 0.09	เส้นแบ่งช่องจราจร
	0.18	เกาะกลาง
	0.18	ทางเท้า
	0.25	ทางรถไฟ
	0.30	การ์ดเลน
	0.25	concrete barrier
	0.25	แม่น้ำ,คลอง
	0.25	ร่องน้ำ
	0.18	รางน้ำ คสล.
	0.25	คันดิน
	0.25	แนวรั้วคอนกรีต

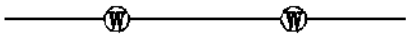
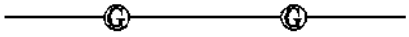
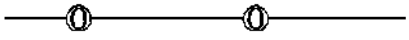
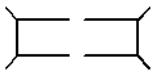
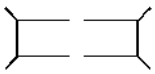
สท-2

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE

สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.25	แนวรั้วลวดหนาม
	0.25	แนวรั้วเหล็ก
	0.25	แนวรั้วสังกะสี
	0.18	แนวรั้วไม้
	0.25	แนวรั้วต้นไม้
	0.45	เขตทางเดิม
	0.25	แนวเขตที่ดิน
	0.25	แนวแบ่งพื้นที
	0.80	แนวกึงกลาง
	0.25	แนวกำแพงกันดิน
	0.30	แนวสายไฟฟ้า
	0.30	แนวท่อโทรศัพท์

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE
สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.30	แนวท่อประปา
	0.30	แนวท่อก๊าซ
	0.25	แนวท่อน้ำมัน
	0.25	แนวท่อระบายน้ำ
	0.25	ท่อเหลี่ยม
	0.25	สะพาน
	0.30	หมุดหลักฐาน
	0.30	BENCH MARK
	0.30	หมุดวงรอบ
	0.30	ตู้โทรศัพท์
	0.30	ตู้ชุมสาย
	0.30	บ่อพักโทรศัพท์

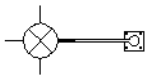
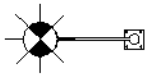
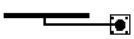
สท-4

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE

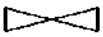
สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.30	บ่อพักไฟฟ้า
	0.30	บ่อพักประปา
	0.25	เสาไฟฟ้า สูง 20 ม.
	0.25	เสาไฟฟ้า สูง 18 ม.
	0.25	เสาไฟฟ้า สูง 14 ม.
	0.25	เสาไฟฟ้า สูง 12 ม.
	0.25	เสาไฟฟ้า สูง 10 ม.
	0.25	เสาไฟฟ้า สูง 8 ม.
	0.25	เสาไฟฟ้าไม้
	0.25	เสาไฟฟ้าเหล็ก
	0.25	ฐานเสาไฟแรงสูง
	0.25	เสาโทรศัพท์

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE
สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

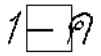
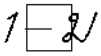
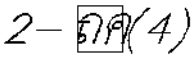
สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.25	เสาไฟแสงจันทร์ 1 กิ่ง
	0.25	เสาไฟแสงจันทร์ 2 กิ่ง
	0.25	เสาไฮแมส
	0.18	เสาไฟจราจร
	0.18	เสาไฟจราจร
	0.18	เสาไฟจราจร
	0.18	เสาไฟจราจร
	0.18	ตู้สัญญาณจราจร
	0.18	ป้ายจราจรเสาเดี่ยว
	0.18	ป้ายจราจรเสาคู่
	0.18	ป้ายโค้ง
	0.18	ป้ายจราจรโอเวอร์เฮด

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE
สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.18	ฐานโครงป้ายจราจร
	0.30	หลักกันโค้ง
	0.45	ขทล.
	0.25	หลัก กม.
	0.25	หลัก Station
	0.25	ประตู
	0.30	แทงค์น้ำ,บ่อน้ำ
	0.30	หัวดับเพลิง
	0.25	บ่อพัก
	0.25	บ่อพัก
	0.25	บ่อพัก
	0.25	บ่อพัก

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE

สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.25	บ่อพัก
	0.25	บ่อพัก
	0.25	บ่อพัก
	0.25	บ่อพัก
	0.25	บ่อพัก
	0.18 0.25	บ้านคอนกรีต
	0.18 0.25	บ้านไม้
	0.18 0.25	บ้านคอนกรีต-ไม้
	0.18 0.25	ห้องแถว
	0.09	ต้นก้ามปู
	0.09	ต้นหูกวาง
	0.09	ต้นสัก

สท-8

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE

สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.09	ต้นสน
	0.09	ต้นมะพร้าว
	0.09	ต้นหว้า
	0.09	ต้นโพธิ์
	0.09	ต้นคูณ
	0.09	ต้นกระถินณรงค์
	0.09	ต้นประดู่
	0.09	ต้นเหลืองปรีดียาธร
	0.09	ต้นไทร
	0.09	ต้นมะม่วง
	0.09	ต้นขนุน
	0.09	ต้นหางนกยูง

สัญลักษณ์และขนาดปากกาที่ใช้ในงานเขียนแบบ PLAN & PROFILE

สำหรับการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญลักษณ์	ปากกา NO.	ความหมาย
	0.09	ต้นมะขาม
	0.09	ต้นชมภูพันธ์ทิพย์
	0.09	ต้นปาล์ม ,หมาก
	0.09	ต้นถ่อน
	0.09	ต้นตาง
	0.09	ต้นตะแบก
	0.09	ต้นยูคาลิปตัส
	0.09	ต้นเปือย
	0.09	ต้นพอก
	0.09	ต้นยาง
	0.09	ต้นพันชาติ
	0.09	ต้นรัง

สัญลักษณ์ของอาคาร, บ้านเรือนต่าง ๆ

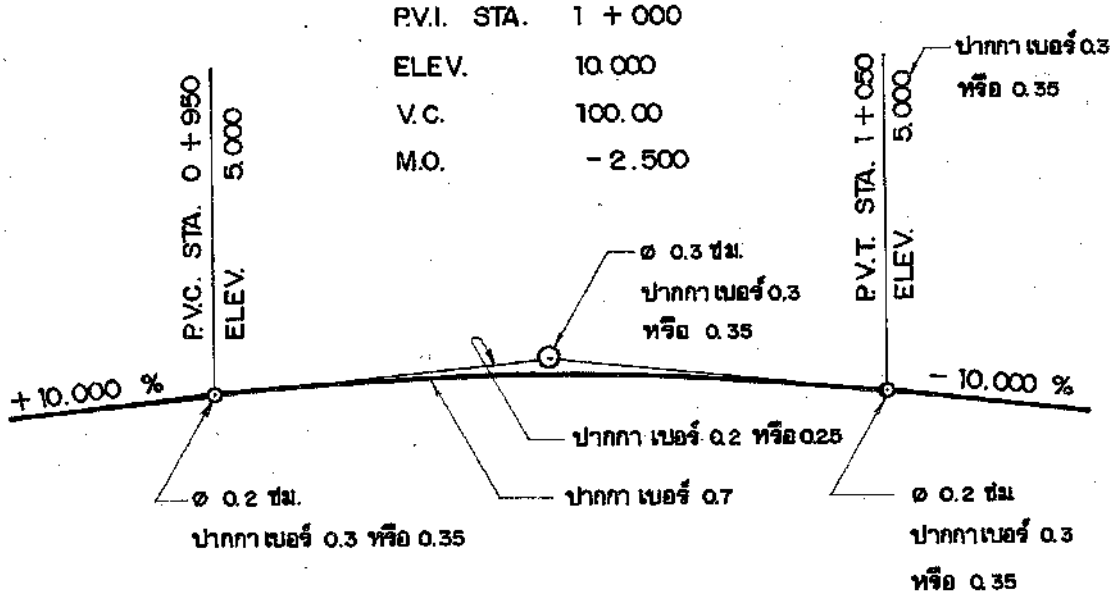
สัญลักษณ์	ปากกา และ บรรทัดอักษร NO.	ความหมาย
ต H	เส้นแสดงขอบเขตของอาคาร ใช้ปากกา เบอร์ 0.18 หรือ 0.2 บรรทัดอักษรภาษาไทย เบอร์ 60 , ปากกา เบอร์ 0.3 , 0.35 บรรทัดอักษรภาษาอังกฤษ เบอร์ 100 , ปากกา เบอร์ 0.3 , 0.35	บ้าน ซึ่งทำด้วยวัสดุไม่ถาวร TEMPORARY SHELTER , HUT
1 - ม. 1-S-W		บ้านไม้ ชั้นเดียว BUILDING , ONE - STOREY WOODEN FRAME
1 - ค 1-S-C		บ้านคอนกรีต ชั้นเดียว BUILDING , ONE - STOREY CONCRETE
1 - ถ.- ม. (10) 1-S-W- (10)		ห้องแถวไม้ ชั้นเดียว COMMERCIAL BUILDING , ONE - STOREY WOODEN FRAME
1 - ค.- ม. (10) 1-S-C (10)		ตึกแถว ชั้นเดียว COMMERCIAL BUILDING , ONE - STOREY CONCRETE
1 - ม. 1 - S - W		โรงเรียนไม้ ชั้นเดียว SCHOOL BUILDING , ONE - STOREY WOODEN FRAME
1 - ค 1 - S - C		โรงเรียนคอนกรีต ชั้นเดียว SCHOOL BUILDING , ONE - STOREY CONCRETE

หมายเหตุ

1. ถ้าอาคารแต่ละประเภท สูงเกินกว่า 1 ชั้น ให้เขียนตัวเลขแสดงจำนวนชั้นไว้ข้างหน้าสัญลักษณ์ของอาคารประเภทนั้น เช่น 2 -ม. หมายถึง บ้านไม้ 2 ชั้น , 3- ถ - ม. หมายถึง ห้องแถวไม้ 3 ชั้น
2. ตัวเลขในวงเล็บ คือ ตัวเลขที่บอกจำนวนห้องของห้องแถวแต่ละประเภท

มาตรฐานการเขียนโค้งตั้ง (VERTICAL CURVE)

SIMPLE CURVE



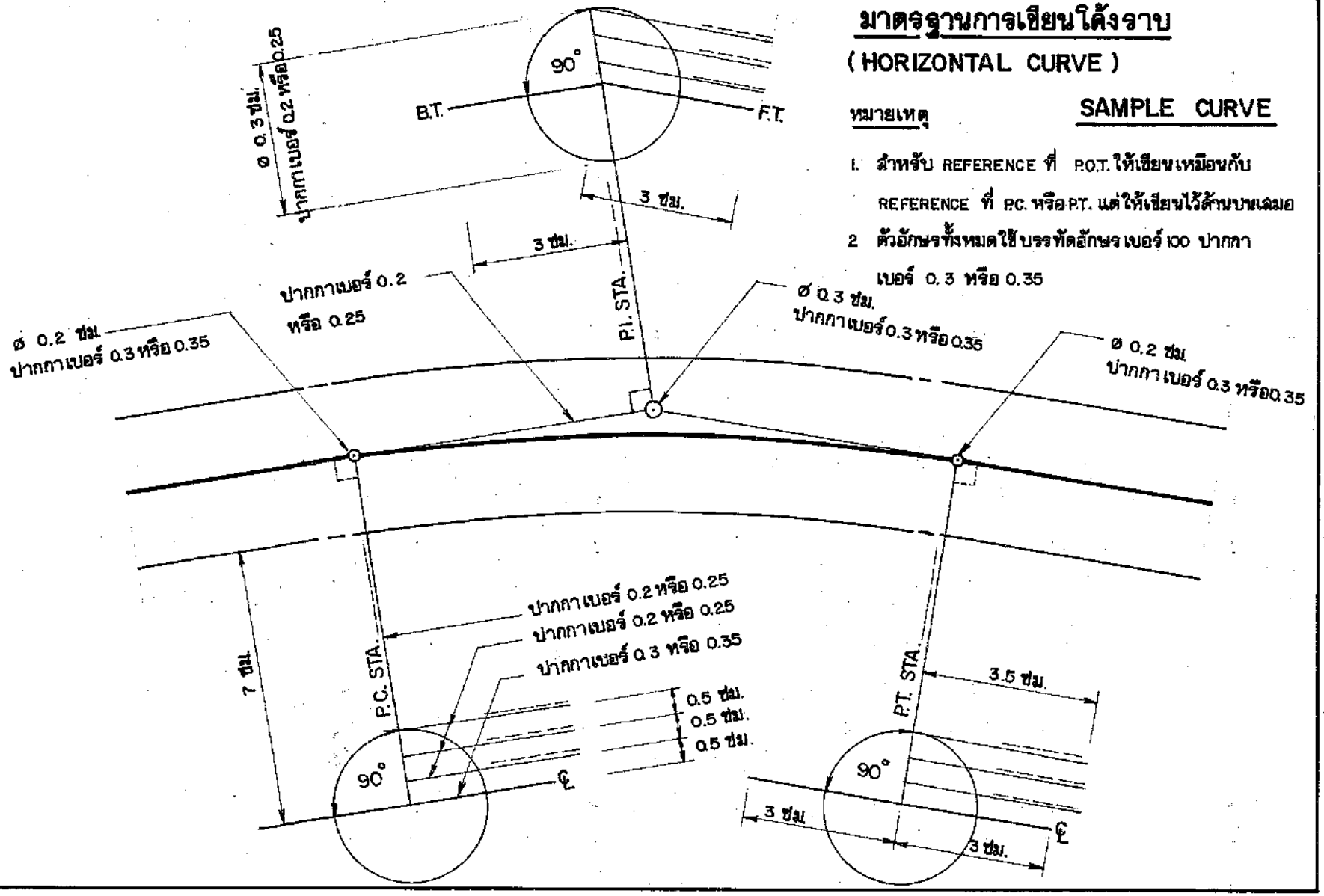
หมายเหตุ

ตัวอักษร และ ตัวเลขที่เขียน ใช้บรรทัดอักษรภาษาอังกฤษ เบอร์ 100

ปากกา เบอร์ 0.3 หรือ 0.35

มาตรฐานการเขียนโค้งราบ

(HORIZONTAL CURVE)

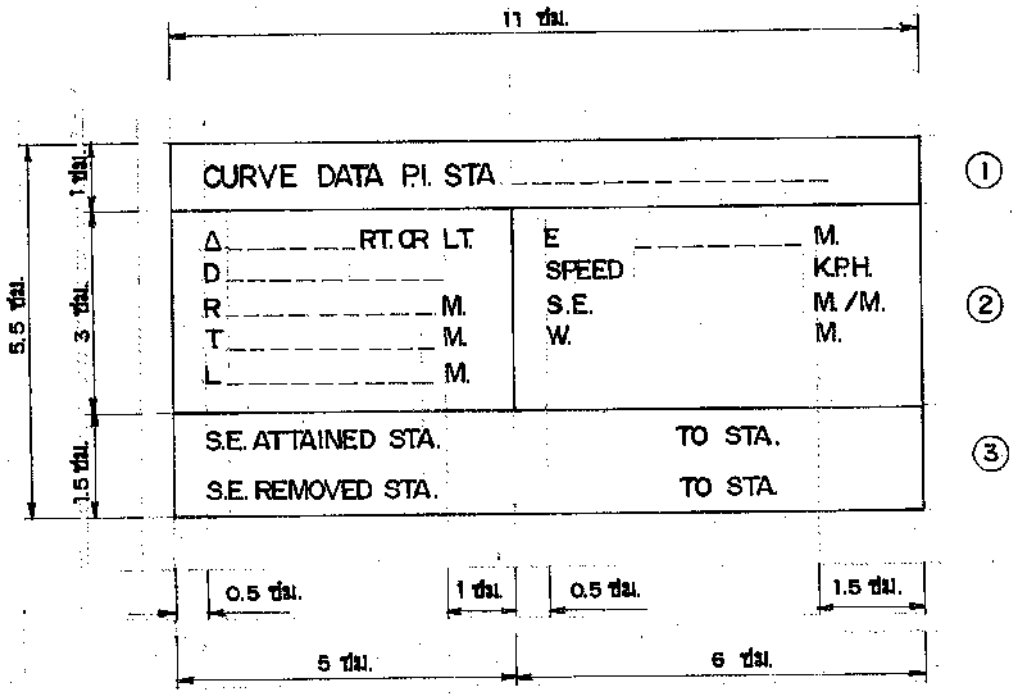


หมายเหตุ **SAMPLE CURVE**

1. สำหรับ REFERENCE ที่ P.O.T. ให้เขียนเหมือนกับ REFERENCE ที่ P.C. หรือ P.T. แต่ให้เขียนไว้ด้านบนเสมอ
2. ตัวอักษรทั้งหมดใช้บรรทัดอักษรเบอร์ 100 ปากกาเบอร์ 0.3 หรือ 0.35

มาตรฐานของตาราง แสดงค่าส่วนประกอบของโค้งราบ

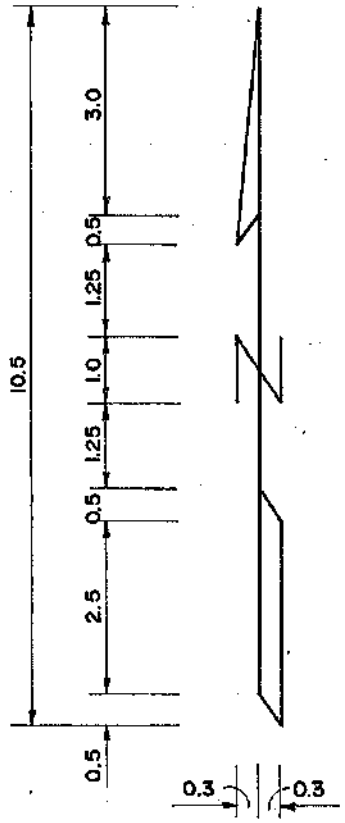
(HORIZONTAL CURVE DATA)



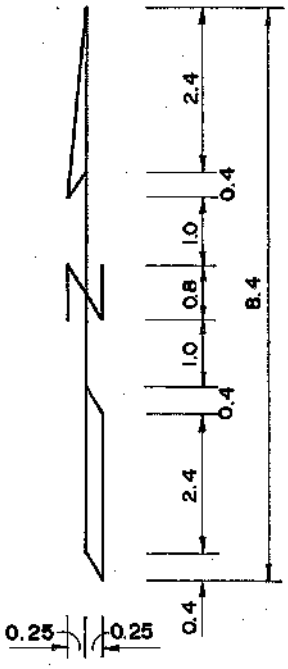
ขนาดปากกาและไม้บรรทัดอักษรที่ใช้ เป็นดังนี้

1. ในส่วนที่ ① ใช้บรรทัดอักษร เบอร์ 120 ปากกา เบอร์ 0.3 หรือ 0.35
2. ในส่วนที่ ② และ ③ ใช้บรรทัดอักษร เบอร์ 100 ปากกาเบอร์ 0.3 หรือ 0.35
3. เส้นกรอบของตารางทั้งหมด ใช้ปากกาเบอร์ 0.2 หรือ 0.25

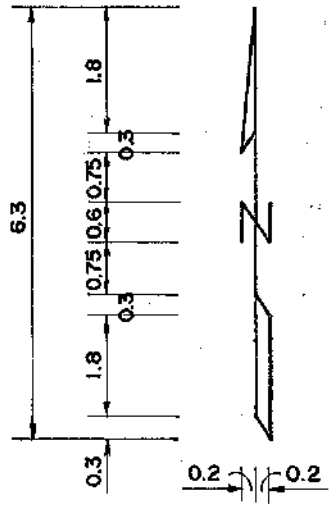
เครื่องหมายแสดงทิศเหนือ



แบบที่ 1 ใช้กับกระดาษ A0 และ A1



แบบที่ 2 ใช้กับกระดาษ A2 และ A3



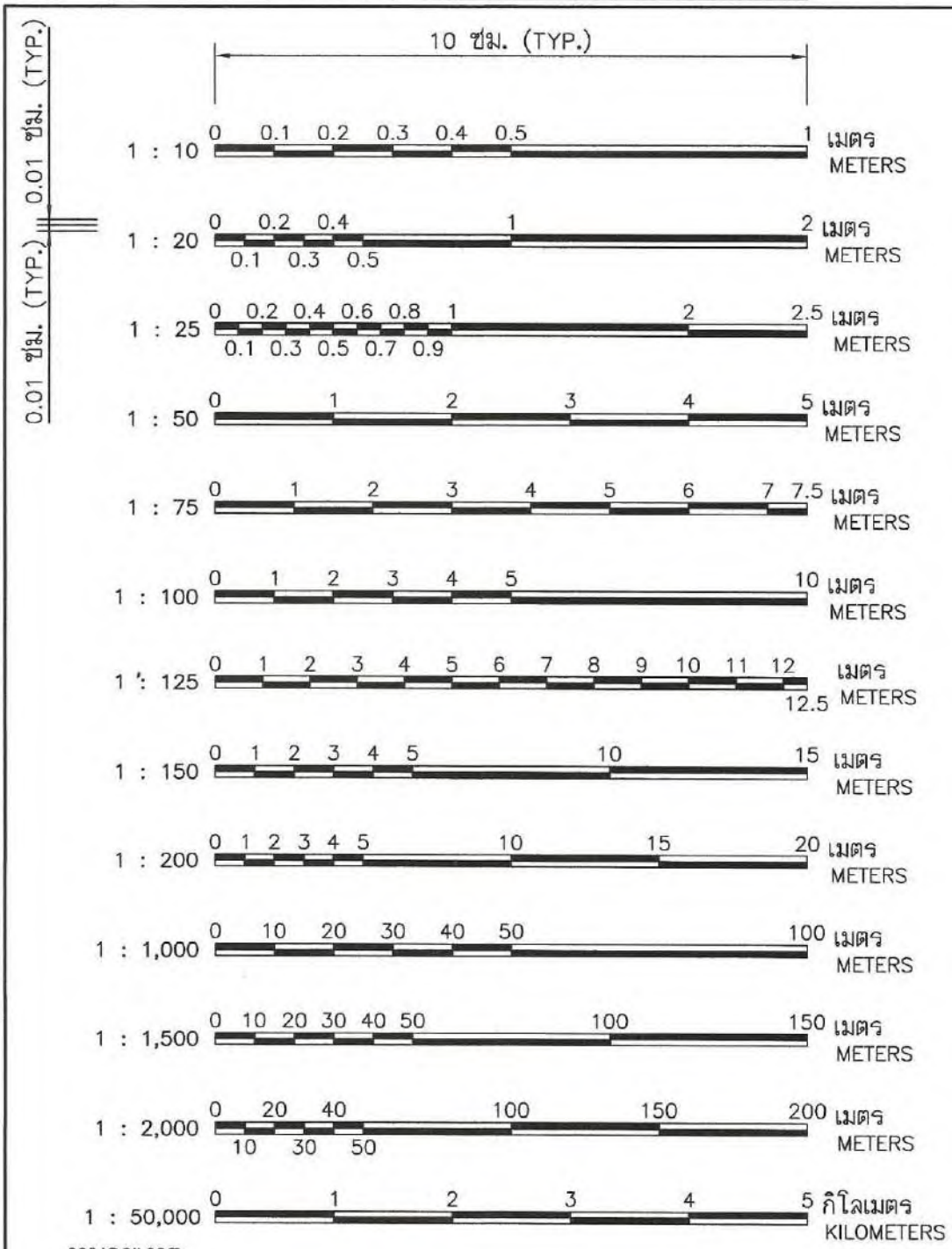
แบบที่ 3 ใช้กับกระดาษ A4

หมายเหตุ

1. มิติที่ใช้เป็นเซนติเมตร
2. แบบที่ 1 ใช้ในแบบ 02-01 (แบบ PLAN & PROFILE)
3. แบบที่ 2 และ 3 นอกจากใช้ตามที่ระบุไว้ในที่นี้แล้ว ให้ใช้ในแบบแผนที่แนวทาง แผนผังแสดงร่องน้ำขนาดย่อ ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสม
4. การเขียนเครื่องหมายแสดงทิศเหนือนี้ ควรเขียนล้วนบนของกระดาษ และในตำแหน่งที่ใส่งมองเห็นชัดเจน
5. ปากกาที่ใช้เขียนรูป ทุกขนาดใช้ปากกา NO.0.3 หรือ 0.35 ตลอดทั้งรูป

เส้นเทียบมาตราส่วน (GRAPHIC SCALE)

ท - 12



หมายเหตุ

1. ขนาดความกว้างยาวของเส้นเทียบมาตราส่วน ให้เป็นไปตามที่แสดงไว้นี้
2. เส้นปากกา NO. 0.2 หรือ 0.25
3. ตัวเลขและอักษรภาษาไทย ใช้บรรทัดอักษร NO. 60 ปากกา NO. 0.3 หรือ 0.35
4. ตัวเลขและอักษรภาษาอังกฤษ ใช้บรรทัดอักษร NO. 100 ปากกา NO. 0.3 หรือ 0.35
5. เส้นเทียบมาตราส่วนนี้ควรแสดงไว้ด้านล่างของแบบ บริเวณเหนือ หรือข้างของกรอบชื่อแบบ

อักษรย่อที่ใช้ในงานเขียนแบบวิศวกรรมงานทาง

ABBREVIATION	FULL WORDS	คำย่อ	ชื่อเต็ม
A	AREA	พ.ท.	พื้นที่
AASHTO.	AMERICAN ASSOCIATION OF		
	STATE HIGHWAY AND		
	TRANSPORTATION OFFICIALS		
A.C.	ASPHALTIC CONCRETE		
AGG.	AGGREGATE		
AH.	AHEAD		
ALT.	ALTERNATIVE		
APPROX	APPROXIMATE		
ASTM.	AMERICAN SOCIETY FOR		
	TESTING AND MATERIALS		
AVG.	AVERAGE		
BIT.	BITUMINOUS		
BK.	BACK		
BM.	BENCH MARK	ม.ฐ.	หมุดฐาน
BOTT.	BOTTOM		
BRDG.	BRIDGE		
BRG.	BEARING		
C.B.R.	CALIFORNIA BEARING RATIO		
C/C(OR C.TO C.)	CENTER TO CENTER		ศูนย์กลาง ถึง ศูนย์กลาง
CL.	CLEARANCE		
CM.	CENTIMETER	ซ.ม.	เซ็นติเมตร
CM^2	SQUARE CENTIMETER	ตร.ซม., $ซม.^2$	ตารางเซ็นติเมตร
C.M.P.	CORRUGATED METAL PIPE		
COL.	COLUMN		
CONC.	CONCRETE.		
CONSTR.	CONSTRUCTION		

ABBREVIATION	FULL WORDS	คำย่อ	ชื่อเต็ม
C.P.	CONCRETE PIPE		
C.S.	CURVE - SPIRAL		
C/W	CARRIAGEWAY		
CU.M.	CUBIC METER	ลบ.ม., $ม.^3$	ลูกบาศก์เมตร
D.	DEGREE OF CURVE		
D.B.S.T.	DOUBLE BITUMINOUS SURFACE		
	TREATMENT.		
DEG.	DEGREE		
DIA.	DIAMETER		
D.O.H.	DEPARTMENT OF HIGHWAY		
DWG.	DRAWING		
E.	EXTERNAL DISTANCE OF		
	SIMPLE CURVE OR EAST		
EA.	EACH		
EL.(OR ELEV.)	ELEVATION		
ENGR.	ENGINEER		
EP	EDGE OF PAVEMENT		
EQ.(OR =)	EQUATION OR EQUAL		
EQUIV.	EQUIVALENT		
EXIST.	EXISTING		
EXP.	EXPANSION		
E/B	EAST BOUND		
FTG.	FOOTING		
GL.	GROUND LEVEL		
H.& RN.	HUB AND RED NAIL		
HDWL.	HEADWALL		
HOR.	HORIZONTAL		

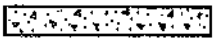
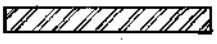
ABBREVIATION	FULL WORDS	คำย่อ	ชื่อเต็ม
HPS.	HIGH PRESSURE SODIUM LAMP		
H.W.L.	HIGH WATER LEVEL	ร.น.ส.	ระดับน้ำสูงสุด
HWY.	HIGHWAY		
I.D.	INSIDE DIAMETER		
IN.	INCH		
INV.	INVERT		
JT.	JOINT		
KG.	KILOGRAM	กก.	กิโลกรัม
KM.	KILOMETER	กม.	กิโลเมตร
KPH.	KILOMETER PER HOUR	กม./ชม.	กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง
L.	LENGTH OF HORIZONTAL CURVE,		
	LENGTH.		
LEV.	LEVEL		
L.M.	LINEAR METER		
LPS.	LOW PRESSURE SODIUM LAMP		
L.S.	SUPERELEVATION TRANSITION		
	LENGTH.		
L.S.	LUMP SUM		
LT.	LEFT		
L.V.C.	LENGTH OF VERTICAL CURVE		
L.W.L.	LOW WATER LEVEL	ร.น.ต.	ระดับน้ำต่ำสุด
M.	METER	ม.	เมตร
$M.^2$	SQUARE METER	ตร.ม., $ม^2$	ตารางเมตร
$M.^3$	CUBIC METER	ลบ.ม., $ม^3$	ลูกบาศก์เมตร
MAG. AZ.	MAGNETIC AZIMUTH		
MAX.	MAXIMUM		
M.H.	MANHOLE		

ABBREVIATION	FULL WORDS	คำย่อ	ชื่อเต็ม
MIN.	MINIMUM		
MISC.	MISCELLANEOUS		
MM.	MILLIMETER	มม.	มิลลิเมตร
M.M.^{2}	SQUARE MILLIMETER	มม.^{2}	ตารางมิลลิเมตร
M.O.	MIDDLE ORDINATE		
MONT.	MONUMENT		
M.S.L.	MEAN SEA LEVEL	ร.ม.ก.	ระดับน้ำทะเลปานกลาง
N.	NORTH		
N/B	NORTH BOUND		
NO.	NUMBER		
O.D.	OUTSIDE DIAMETER		
P.B.M.	PERMANENT BENCH MARK		
P.C.	POINT OF CURVE OR PRESTRESSED		
	CONCRETE .		
P.C.C.	POINT OF COMPOUND CURVE		
P.G.	PROFILE GRADE		
P.G.LINE	PROFILE GRADE LINE		
P.I.	POINT OF HORIZONTAL INTERSECTION		
PL.	PLATE		
P.O.C.	POINT ON CURVE		
P.O.S.T.	POINT ON SUBTANGENT		
P.O.T.	POINT ON TANGENT		
P.R.C.	POINT OF REVERSE CURVE		
PROJ.	PROJECT		
P.T.	POINT OF TANGENT		
P.V.C.	POINT OF VERTICAL CURVE		
P.V.I.	POINT OF VERTICAL INTERSECTION		

ABBREVIATION	FULL WORDS	คำย่อ	ชื่อเต็ม
P.V.R.C.	POINT OF VERTICAL REVERSE CURVE.		
P.V.T.	POINT OF VERTICAL TANGENT.		
R.	RADIUS		
R.C.	REINFORCED CONCRETE.		
R.C.B.	REINFORCED CONCRETE BOX.		
	CULVERT.		
R.C.P.	REINFORCED CONCRETE PIPE		
	CULVERT.		
RD.	ROAD		
R.E.	RESIDENT ENGINEER		
REF.	REFERENCE		
REINF.	REINFORCEMENT		
REQ'D	REQUIRED		
R.I.D.	ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT.		
R.P.	REFERENCE POINT		
R.T.	RIGHT		
R / W	RIGHT OF WAY		
S.B.S.T.	SINGLE BITUMINOUS SURFACE.		
	TREATMENT		
S.C.	SPIRAL - CURVE		
SE.	SUPERELEVATION		
SEC (OR Sec)	SECANT		
SECT.	SECTION		
SP.	SPAN		
SPG.	SPACING		
S.R.	SIDE ROAD		
S.R.T.	STATE RAILWAYS OF THAILAND.		

ABBREVIATION	FULL WORD	คำย่อ	ชื่อเต็ม
S.T.	SPIRAL – TANGENT		
STA.	STATION		
STD.	STANDARD		
STR.	STRAIGHT		
SYMM.	SYMMETRY OR SYMMETRICAL		
S/B	SOUTH BOUND		
T.	TANGENT LENGTH, TON		
THK.	THICKNESS		
T.S.	TANGENT - SPIRAL		
TYP.	TYPICAL		
VOL.	VOLUMN		
V.C.	LENGTH OF VERTICAL CURVE		
V.	VELOCITY		
W.	WIDENING		
W/	WITH		
W/B	WEST BOUND		
W/O	WITHOUT		
X SECT.	CROSS SECTION		

สัญลักษณ์มาตรฐานทั่วไป

สัญลักษณ์	ความหมาย
℄	เส้นแนวสำรวจ
℄	เส้นศูนย์กลาง
℄	เหล็กแผ่น
Ø	เส้นผ่าศูนย์กลาง
@	ระยะห่าง
%	เปอร์เซนต์
&	และ
	ระดับน้ำ
	ตะแกรง , หมายเลข
	หมุดฐาน (ม.ฐ.)
	คอนกรีต
	ทราย
	ดิน
	เหล็กแผ่น
WF	เหล็ก WIDE FLANGE
I	เหล็กรูปตัว I (I-BEAM)
C	รูปเหล็กรูปตัว "C"
C	เหล็กราง
L	เหล็กฉาก
□	เหล็กกล่อง

แนวทางการจัดทำข้อมูล
สำรวจทางและภูมิประเทศ
กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

จัดทำโดย ส่วนสำรวจทางและภูมิประเทศ
สำนักสำรวจและออกแบบ