



แผนการสอนจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมก่อสร้าง
สาขาวิชาช่างก่อสร้าง

รหัสวิชา 30121 – 2008 วิชา การสำรวจเส้นทาง (Route Surveying)

จัดทำโดย

ว่าที่ร้อยตรีไพรัตน์ ชุนคำ
ตำแหน่ง ครู (ยังไม่มีวิทยฐานะ)

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2

คำนำ

แผนการสอนจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอน วิชา การสำรวจเส้นทาง (Route Surveying) รหัสวิชา 30121-2008 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 ประเภท วิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมก่อสร้าง สาขาวิชา ช่างก่อสร้าง

เนื้อหาภายในเล่มประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการจัดการศึกษาด้านวิชาชีพ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และเพื่อยกระดับการศึกษาวิชาชีพของผู้เรียนให้สูงขึ้น โดยเชื่อมโยงมาตรฐานที่ รายวิชากำหนด (-) ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา โดยมีผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชาคือ สำรวจ เส้นทาง วางแนวทาง ทำระดับหมุดหลักฐาน ทำระดับตามยาว คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรด ทำระดับตามขวาง คำนวณหาพื้นที่และปริมาณงานดิน วางโค้งทางราบและทางโค้ง โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1. สำรวจเส้นทางและวางแนวทาง

หน่วยที่ 2. ทำระดับตามยาวและตามขวาง

หน่วยที่ 3. คำนวณปริมาณงานดินและวางโค้ง

ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้พัฒนาหลักสูตรรายวิชา โดยได้มีการเพิ่มเติมเนื้อหาในเรื่อง สำรวจเส้นทางและวางแนวทาง หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เพื่อเน้นผู้เรียนเกี่ยวกับ ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสำรวจเส้นทาง การจัดเตรียมอุปกรณ์ การสำรวจภาคสนาม การตรวจสอบข้อมูล และการจัดทำรายงานสรุปผลการสำรวจ พร้อมทั้งสามารถปฏิบัติงานสำรวจเส้นทางตามขั้นตอนมาตรฐานงานช่างสำรวจได้ ทำให้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตอบสนองกับผลลัพธ์การเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ข้าพเจ้า หวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ คงจะมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ใน รายวิชา การสำรวจเส้นทาง (Route Surveying) ไม่มากนักน้อย

ว่าที่ร้อยตรีไพรัตน์ ขุนคำ
ตำแหน่ง ครู (ยังไม่มีวิทยฐานะ)

ลักษณะรายวิชา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2567

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมก่อสร้าง สาขาวิชา ช่างก่อสร้าง

รหัสวิชา 30121 – 2008 ชื่อวิชา การสำรวจเส้นทาง (Route Surveying)

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

สำรวจเส้นทาง วางแนวทาง ทำระดับหมุดหลักฐาน ทำระดับตามยาว คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรด ทำระดับตามขวาง คำนวณหาพื้นที่และปริมาณงานดิน วางโค้งทางราบและทางตั้ง

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการและขั้นตอนเบื้องต้นในการสำรวจเส้นทาง
2. วางแนวทาง ทำระดับหมุดหลักฐาน ทำระดับตามยาว การทำระดับตามขวาง วางโค้งทางราบและทางตั้ง
3. มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบ และจรรยาบรรณในวิชาชีพ
4. มีความสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจคำนวณหาปริมาณงานดิน

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนในการสำรวจเส้นทาง
2. ทำระดับหมุดหลักฐาน ระดับแนวทาง การวางแนวระดับแนวทาง การทำระดับตามขวางแนวทาง วางโค้งทางราบและทางตั้ง คำนวณหาเนื้อที่และปริมาณงานดิน
3. ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นในการสำรวจเส้นทาง วางแนวทาง ทำระดับหมุดหลักฐาน ทำระดับตามยาว การทำระดับตามขวาง วางโค้งทางราบและทางตั้ง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนในการสำรวจเส้นทาง การทำระดับหมุดหลักฐานและระดับแนวทาง การวางแนวระดับแนวทาง การทำระดับตามขวางแนวทาง การหาเนื้อที่และปริมาณงานดิน การวางโค้งทางราบ และการวางโค้งทางตั้ง

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job)				
ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา: สำรวจเส้นทาง วางแนวทาง ทำระดับหมวดหลักฐาน ทำระดับตามยาว คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรด ทำระดับตามขวาง คำนวณหาพื้นที่และปริมาณงานดิน วางโครงทางราบและทางตั้ง				
งานหลัก (Duty)	งานย่อย (Task)	สมรรถนะย่อย	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
งานหลัก 1 สำรวจเส้นทางและวาง แนวทาง	1.1 สำรวจเส้นทาง	สำรวจเส้นทางตามคู่มือการ ปฏิบัติงานสำรวจและแบบแปลน งานก่อสร้าง	หลักการและขั้นตอนเบื้องต้น ในการสำรวจเส้นทาง การใช้ อุปกรณ์และคู่มือการปฏิบัติงาน สำรวจ	ทักษะการสำรวจเส้นทาง การ ใช้กล้องสำรวจและการตรวจสอบ ความถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน
	1.2 วางแนวทาง	วางแนวทางตามแบบรูป รายการและข้อกำหนดทางเทคนิค งานก่อสร้าง	ขั้นตอนการวางแนวทาง สำรวจ การคำนวณค่ามุมและ ระยะทางตามรูปแบบเรขาคณิต	ทักษะการวางแนวทาง การใช้ กล้องโทรตาอิลสแตชัน และการ ตรวจสอบตำแหน่งหมวดแนวทาง
	1.3 คำนวณและแก้ปัญหาทำ ระดับหมวดหลักฐาน	ทำระดับหมวดหลักฐานด้วย เครื่องมือวัดมาตรฐานและแบบ แปลนงานก่อสร้าง	วิธีการทำระดับหมวดหลักฐาน การคำนวณวงรอบและการ ตรวจสอบความผิดพลาด	ทักษะการทำระดับหมวด หลักฐาน การใช้เครื่องมือสำรวจ ระดับและการคำนวณทาง วิศวกรรม

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job) ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา: สำรวจเส้นทาง วางแนวทาง ทำระดับหมวดหลักฐาน ทำระดับตามยาว คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรด ทำระดับตามขวาง คำนวณหาพื้นที่และปริมาณงานดิน วางโค้งทางราบและทางโค้ง				
งานหลัก (Duty)	งานย่อย (Task)	สมรรถนะย่อย	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
งานหลัก 2 ทำระดับตามยาวและตาม ขวาง	2.1 คำนวณและแก้ปัญหาทำ ระดับตามยาว	คำนวณและแก้ปัญหาทำระดับ ตามยาวตามข้อมูลการทดลอง สถานการณ์ปัญหา และหลักการ ทางฟิสิกส์ที่กำหนด	หลักการทำระดับตามยาว วิธีการคำนวณความสูงของ เครื่องมือและการตรวจสอบ ผลรวมทางคณิตศาสตร์	ทักษะการทำระดับตามยาว การบันทึกสมุดสนามและการ คำนวณค่าระดับความสูง
	2.2 คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรด	คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรดด้วย สูตรคำนวณทางวิศวกรรมสำรวจ และข้อมูลสนาม	สูตรและวิธีการคำนวณ เปอร์เซ็นต์เกรด การหาระยะทาง ราบและผลต่างระดับความสูง	ทักษะการคำนวณเปอร์เซ็นต์ เกรดและการใช้เครื่องคิดเลข วิทยาศาสตร์
	2.3 คำนวณและแก้ปัญหาทำ ระดับตามขวาง	ทำระดับตามขวางตามแบบ แปลนงานก่อสร้างและข้อกำหนด ทางเทคนิค	หลักการทำระดับตามขวาง การคำนวณค่าระดับและเกณฑ์ ความเผื่อ	ทักษะการทำระดับตามขวาง การคำนวณระดับหมวดศูนย์สูตร และหมวดแนวตามขวาง
งานหลัก 3 คำนวณปริมาณงานดิน และวางโค้ง	3.1 คำนวณหาพื้นที่และ ปริมาณงานดิน	คำนวณหาพื้นที่และปริมาณ งานดินด้วยข้อมูลจากการสำรวจ และสูตรคำนวณมาตรฐาน	วิธีการคำนวณหาเนื้อที่และ ปริมาณงานดิน วิธีพื้นที่เฉลี่ยและ ปริซึมรอยดัด	ทักษะการคำนวณปริมาณงาน ดิน การหาพื้นที่หน้าตัดดินถมและ ดินตัด

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job)				
ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา: สำรวจเส้นทาง วางแนวทาง ทำระดับหมวดหลักฐาน ทำระดับตามยาว คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรด ทำระดับตามขวาง คำนวณหาพื้นที่และปริมาณงานดิน วางโค้งทางราบและทางโค้ง				
งานหลัก (Duty)	งานย่อย (Task)	สมรรถนะย่อย	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
	3.2 คำนวณและแก้ปัญหาวางโค้งทางราบ	วางโค้งทางราบตามแบบแปลนงานก่อสร้างและข้อกำหนดทางเทคนิค	หลักการและขั้นตอนการวางโค้งทางราบ การคำนวณองค์ประกอบโค้งและมุมเบี่ยงเบน	ทักษะการวางโค้งทางราบ การคำนวณทางเรขาคณิตและการจัดเตรียมข้อมูลสนาม
	3.3 คำนวณและแก้ปัญหาวางโค้งทางโค้ง	วางโค้งทางโค้งตามแบบรูปรายการและมาตรฐานงานสำรวจ	หลักการและขั้นตอนการวางโค้งทางโค้ง การคำนวณความชันทางโค้งและค่าระดับ	ทักษะการวางโค้งทางโค้ง การตรวจสอบเงื่อนไขทางเรขาคณิตและการจัดเก็บข้อมูล
	3.4 คำนวณและแก้ปัญหาคำนวณพื้นที่ใช้ข้อมูลสำรวจ	ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นตามสถานการณ์จำลองและโจทย์ปัญหาหน้างาน	การประยุกต์ใช้ข้อมูลสำรวจเบื้องต้น การคำนวณปริมาณงานดินและองค์ประกอบวงโค้ง	ทักษะการประยุกต์ใช้ข้อมูลสำรวจ การคำนวณงานทางวิศวกรรมและการตรวจสอบความถูกต้อง

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัสวิชา 30121 – 2008 ชื่อวิชา การสำรวจเส้นทาง (Route Surveying)

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง										รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	ลำดับ ความ สำคัญ
	พุทธิพิสัย						รวมพุทธิพิสัย	ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	การประยุกต์ใช้			
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	สังเคราะห์	การประเมินค่า							
1.สำรวจเส้นทางและวางแนวทาง (1. สำรวจเส้นทาง)	1	2	2	0	0	0	5	9	4		18	6/6	1
สำรวจเส้นทางและวางแนวทาง (2. วางแนวทาง)	1	2	2	0	0	0	5	3	2		10	4/4	2
สำรวจเส้นทางและวางแนวทาง (3. คำนวณและแก้ปัญหาทำระดับหมวดหลักฐาน)	1	1	2	0	0	0	4	2	2		8	2/2	3
2.ทำระดับตามยาวและตามขวาง (1. คำนวณและแก้ปัญหาทำระดับตามยาว)	1	2	3	0	0	0	6	3	2		11	4/4	4
ทำระดับตามยาวและตามขวาง (2. คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรต)	1	1	2	0	0	0	4	2	2		8	2/2	5
ทำระดับตามยาวและตามขวาง (3. คำนวณและแก้ปัญหาทำระดับตามขวาง)	1	2	3	0	0	0	6	3	2		11	4/4	6
3.คำนวณปริมาณงานดินและวางโค้ง (1. คำนวณหาพื้นที่และปริมาณงานดิน)	1	2	2	0	0	0	5	1	2		8	2/2	7
คำนวณปริมาณงานดินและวางโค้ง (2. คำนวณและแก้ปัญหาวางโค้งทางราบ)	1	2	4	0	0	0	7	2	2		11	2/2	8
คำนวณปริมาณงานดินและวางโค้ง (3. คำนวณและแก้ปัญหาวางโค้งทางตั้ง)	1	2	4	0	0	0	7	1	1		9	2/2	9
คำนวณปริมาณงานดินและวางโค้ง (4. คำนวณและแก้ปัญหายุคตใช้ข้อมูลสำรวจ)	1	1	2	0	0	0	4	1	1		6	2/2	10
รวม	10	17	26	0	0	0	53	27	20	0	100		
รวมทั้งรายวิชา											100		

ที่มา : สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

หน่วยการเรียนรู้

รหัสวิชา 30121 – 2008 ชื่อวิชา การสำรวจเส้นทาง (Route Surveying)

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	สำรวจเส้นทางและวางแนวทาง	12	12	24
	1.1 สำรวจเส้นทาง	6	6	12
	1.2 วางแนวทาง	4	4	8
	1.3 คำนวณและแก้ปัญหาทำระดับหมวดหลักฐาน	2	2	4
2	ทำระดับตามยาวและตามขวาง	10	10	20
	2.1 คำนวณและแก้ปัญหาทำระดับตามยาว	4	4	8
	2.2 คำนวณเปอร์เซ็นต์เกรด	2	2	4
	2.3 คำนวณและแก้ปัญหาทำระดับตามขวาง	4	4	8
3	คำนวณปริมาณงานดินและวางโค้ง	8	8	16
	3.1 คำนวณหาพื้นที่และปริมาณงานดิน	2	2	4
	3.2 คำนวณและแก้ปัญหาวางโค้งทางราบ	2	2	4
	3.3 คำนวณและแก้ปัญหาวางโค้งทางตั้ง	2	2	4
	3.4 คำนวณและแก้ปัญหายุคตัดใช้ข้อมูลสำรวจ	2	2	4
	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา			
รวม		30	30	60

การวัดและประเมินผลรายวิชา

รายวิชานี้แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลจะดำเนินการดังนี้

1. วิธีการใช้การประเมินผลอัตราส่วน 75 : 25 จากข้อมูลต่อไปนี้

● จิตพิสัย	20	คะแนน
● แบบฝึกหัดหรืองาน	10	คะแนน
● รายงานหรือผลงาน	10	คะแนน
● คะแนนสอบกลางภาค	25	คะแนน
● คะแนนสอบปลายภาค	25	คะแนน
รวม	100	คะแนน

2. เกณฑ์ผ่านผู้ที่ผ่านวิชานี้จะต้อง

- 2.1 นักศึกษาต้องมีเวลาเรียนไม่ต่ำกว่า 80% ของเวลาเรียนทั้งหมด
- 2.2 นักศึกษาจะต้องผ่านการประเมินตามข้อ 1 คะแนนไม่ต่ำกว่า 50%

3. เกณฑ์ค่าระดับคะแนน

- 3.1 พิจารณาตามเกณฑ์ผ่านรายวิชาตามข้อ 2 ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับ ค่าระดับคะแนนเป็น 0

- 3.2 ผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับค่าระดับคะแนน ตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนร้อยละ	80 - 100	ได้	4.0
คะแนนร้อยละ	75 - 79	ได้	3.5
คะแนนร้อยละ	70 - 74	ได้	3.0
คะแนนร้อยละ	65 - 69	ได้	2.5
คะแนนร้อยละ	60 - 64	ได้	2.0
คะแนนร้อยละ	55 - 59	ได้	1.5
คะแนนร้อยละ	50 - 54	ได้	1.0
คะแนนร้อยละ	0 - 49	ได้	0

รายการตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้

☐ เห็นควรอนุญาตให้ใช้การสอนได้

☐ เห็นควรปรับปรุงเกี่ยวกับ

.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวมัทนา เมืองมูล)

หัวหน้าสาขาวิชาช่างก่อสร้าง

☐ ควรอนุญาตให้นำไปใช้สอนได้

☐ ควรปรับปรุงเกี่ยวกับ.....

.....
☐ อื่น ๆ

.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางกนิษฐา คลังแสง)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

☐ อนุญาตให้นำไปใช้สอนได้

☐ อื่น ๆ

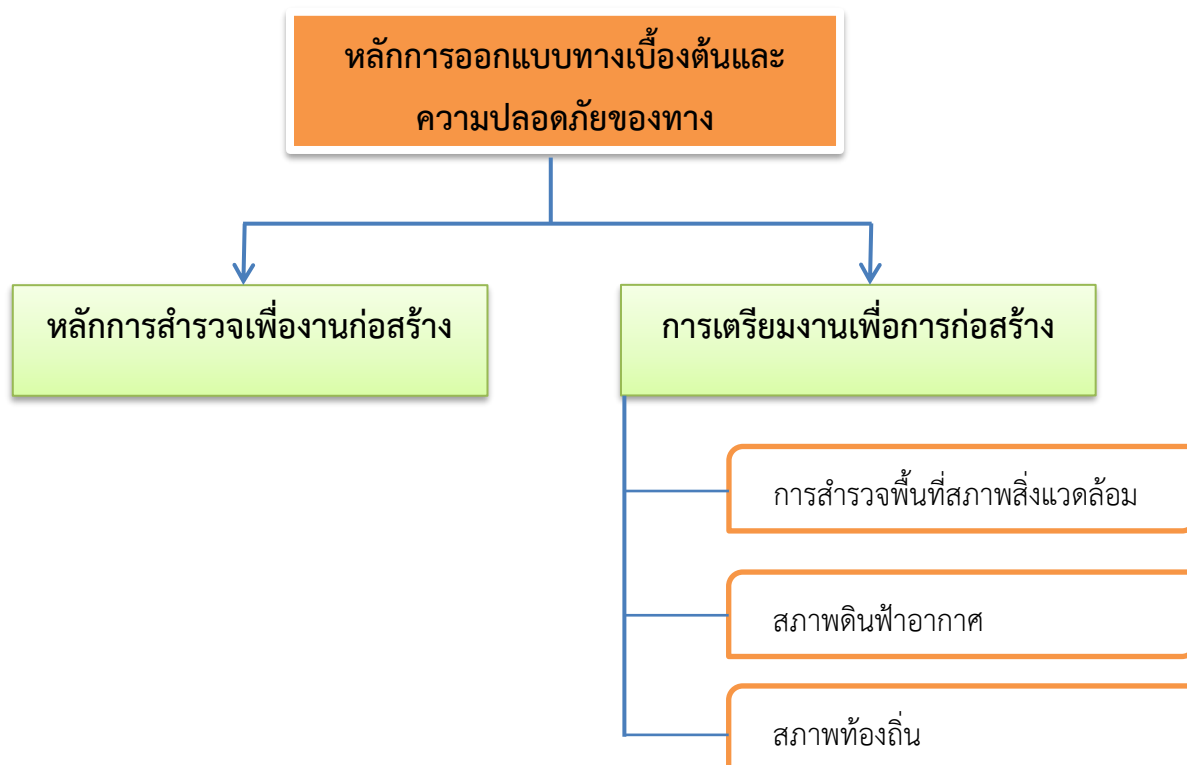
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นายชัชวาล วงศ์ใหม่)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและ ความปลอดภัยของทาง (Element of Highway Safety & Design)	สอนครั้งที่ 1 – 2 ชั่วโมงรวม 8
	ใบวิเคราะห์งาน	จำนวนชั่วโมง 4



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและ ความปลอดภัยของทาง (Element of Highway Safety & Design)	สอนครั้งที่ 1 – 2
		ชั่วโมงรวม 8
วิชา การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา 30101 - 2008		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

- 1.1 เมื่อมีการคำนวณ ออกแบบ งานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ แล้วจะต้องมีการกำหนดตำแหน่งระดับสิ่งก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบ
- 1.2 เมื่อมีการก่อสร้าง จะต้องมีการเตรียมงาน เพื่อให้งานดำเนินงานด้วยความรวดเร็วและลดปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจะต้องศึกษาถึงพื้นที่สภาพแวดล้อม สภาพดินฟ้าอากาศและสภาพท้องถิ่น
- 1.3 หลักการสำรวจเพื่อการก่อสร้าง คือการวางตำแหน่งโครงสร้างให้ถูกต้องทั้ง 3 มิติกล้องวัดมุม (THEODOLITE) เป็นเครื่องมือที่จะต้องนำมาใช้วางตำแหน่งเหล่านี้ ดังนั้นการวัดมุมราบ, มุมตั้งให้ถูกต้อง จึงเป็นพื้นฐานสำหรับการสำรวจเพื่อการก่อสร้างต่อไป

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงหลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทางได้
- 2.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทางได้
- 2.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานจริงได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 ด้านความรู้
 - 3.1.1 รู้ความหมายของการสำรวจเส้นทาง
 - 3.1.2 รู้และเข้าใจลำดับขั้นการสำรวจเส้นทาง
 - 3.1.3 รู้และเข้าใจข้อกำหนดในการสำรวจเส้นทาง
 - 3.1.4 รู้และเข้าใจความปลอดภัยในการออกแบบเส้นทาง
- 3.2 ด้านทักษะ
 - 3.2.1 บอกความหมายของการสำรวจเส้นทางได้อย่างถูกต้อง
 - 3.2.2 สรุปความหมายของการสำรวจเส้นทางได้
 - 3.2.3 บอกลำดับขั้นการสำรวจเส้นทางได้
 - 3.2.4 อธิบายข้อกำหนดในการสำรวจเส้นทางได้อย่างถูกต้อง
 - 3.2.5 สรุปข้อกำหนดในการการสำรวจเส้นทางได้อย่างถูกต้อง
 - 3.2.6 อธิบายความปลอดภัยในการออกแบบเส้นทางได้
 - 3.2.7 นำหลักความปลอดภัยในการออกแบบเส้นทางไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 3.3.1 ความเสียสละ
- 3.3.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 3.3.3 กตัญญูทวาที
- 3.3.4 ความอดกลั้น
- 3.3.5 ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน
- 3.3.6 มีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม
- 3.3.7 ความมีวินัย
- 3.3.8 ความรับผิดชอบ
- 3.3.9 ความรักสามัคคี
- 3.3.10 มีมนุษยสัมพันธ์
- 3.3.11 เชื่อมมั่นในตนเอง
- 3.3.12 ขยัน
- 3.3.13 ประหยัด
- 3.3.14 อดทน
- 3.3.15 พึ่งตนเอง
- 3.3.16 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอาชีวอนามัย
- 3.3.17 การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 3.3.18 ความสนใจใฝ่รู้
- 3.3.19 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 3.3.20 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

- 4.1 หลักการสำรวจเพื่องานก่อสร้าง
- 4.2 การเตรียมงานเพื่อการก่อสร้าง

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- 5.1.1 ให้นักศึกษาทำสมาธิก่อนเรียน 5 นาที เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้ที่ประพฤติดีแล้วทำการใช้ครายชื่อ
- 5.1.2 ผู้สอนสนทนาซักถามความรู้ในเรื่องหลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.1.3 ผู้สอนกล่าวนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องหลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง

5.2 การเรียนรู้

- 5.2.1 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับหลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.2 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับหลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง

- 5.2.3 ผู้สอนอธิบายหลักการสำรวจเพื่องานก่อสร้าง โดยใช้สื่อ Power Point และสื่อจริง
- 5.2.4 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับหลักการสำรวจเพื่องานก่อสร้าง
- 5.2.5 ผู้สอนอธิบายหลักการการเตรียมงานเพื่อการก่อสร้าง โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.6 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการเตรียมงานเพื่อการก่อสร้าง
- 5.2.7 นักศึกษาคำถามที่ผู้สอนซักถาม
- 5.2.8 นักศึกษาลงมือปฏิบัติตามใบงานที่ผู้สอนมอบหมายให้

5.3 การสรุป

- 5.3.1 นักศึกษาส่งงานจากการปฏิบัติงาน
- 5.3.2 ผู้สอนวิจารณ์และอภิปรายผลงาน
- 5.3.3 ผู้สอนและนักศึกษาสรุปบทเรียน
- 5.3.4 ผู้สอนสรุปทางสังคมโดยชมเชย และประเมินผล

5.4 การวัดและประเมินผล

5.4.1 เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

ใบงานหน่วยเรื่อง หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง

วิธีการวัด

ประเมินจากการปฏิบัติตามใบงานหน่วยเรื่อง หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

5.4.2 เครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

วิธีการวัด

ประเมินประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาได้รับผลการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้ด้วยคะแนนรวม 70 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- 6.1.1 ใบเนื้อหาที่ 1 หน่วยเรื่อง หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง
- 6.1.2 ใบงานที่ 1 เรื่อง การใช้กล้องวัดมุมหามุมราบ – มุมตั้ง

6.2 สื่อโสตทัศน์

- 6.2.1 สื่อ Power Point

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง

- 6.3.1 กล้องวัดมุมประเภทต่างๆ

6.4 อื่นๆ

.....
.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- 7.1 ใบเนื้อหา
- 7.2 ใบงาน
- 7.3 ใบเฉลย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

- 8.1 บูรณากับวิชาชีวิตและวัฒนธรรมไทย ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และการฝึกปฏิบัติตนทางสังคมด้านการเตรียมความพร้อม ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้
- 8.2 บูรณากับวิชาเขียนแบบก่อสร้าง ด้านการออกแบบบ้าน
- 8.3 บูรณากับวิชาคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยี
- 8.4 บูรณากับวิชาเทคนิคก่อสร้าง ด้านขั้นตอนการทำงานก่อสร้าง
- 8.5 บูรณากับวิชาประมาณราคา ด้านการเลือกใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- 9.1.1 จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนตามที่คุณสอนและบทเรียนกำหนด
- 9.1.2 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

9.2 ขณะเรียน

- 9.2.1 ปฏิบัติตามใบงานที่ 1 เรื่อง หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง
- 9.2.2 ดูตัวอย่างใบเนื้อหาที่ 1 เรื่อง หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง
- 9.2.3 ร่วมกันสรุป หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัยของทาง

9.3 หลังเรียน

- 9.3.1 ตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน
- 9.3.2 วัดประเมินผลตามหน่วยเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 1
	ชื่อหน่วย หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและ ความปลอดภัยของทาง (Element of Highway Safety & Design)	สอนครั้งที่ 1 – 2
		ชั่วโมงรวม 8
	บันทึกหลังการสอน	จำนวนชั่วโมง 4

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนกฯ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

1.1 หลักการสำรวจเพื่อการก่อสร้าง

การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง เป็นการสำรวจหลังจากการสำรวจเพื่อการออกแบบแล้วในการสำรวจเพื่อการออกแบบจะเก็บรายละเอียดข้อมูลต่างๆในภูมิประเทศมาเขียนไว้ในแบบแปลนแล้วจึงทำการออกแบบหรือลงตำแหน่ง ทิศทางของสิ่งที่จะทำการก่อสร้างลงในแบบแปลน หลังจากนั้นก็ทำการก่อสร้างให้ได้ตามแบบ การปฏิบัติงานในขั้นการก่อสร้าง สภาพภูมิประเทศจะมีส่วนสำคัญในการกำหนดแผนงาน เช่น บ้านพักคนงาน แหล่งวัสดุ โกดังเก็บวัสดุก่อสร้าง ควรจะอยู่ในแหล่งที่ใกล้กับบริเวณปฏิบัติงาน (SITE) บางครั้งหากการออกแบบได้ข้อมูลที่ผิดพลาดจะทำให้เกิดปัญหาอย่างมากในขั้นการก่อสร้าง เช่น ระดับไม่ได้ตามแบบ ตำแหน่งและทิศทางไม่ตรงกัน ดังนั้นงานสำรวจจึงมีความสำคัญที่มองข้ามไปไม่ได้ ช่างผู้ควบคุมงานจะต้องให้ความสำคัญตั้งแต่เริ่มการสำรวจเพื่อการออกแบบ หากต้องการแต่จะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ผลสุดท้ายอาจจะต้องเสียเวลา และค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีก เมื่อถึงขั้นการก่อสร้างแล้วปรากฏว่าไม่ตรงกับการออกแบบ เช่น การกำหนดค่าระดับผิดตำแหน่งและทิศทางไม่ถูกต้อง เป็นต้น

จากความสำคัญของการสำรวจดังกล่าวข้างต้น ในขั้นการก่อสร้าง การสำรวจก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยมี 1 จุดประสงค์ของการสำรวจเพื่อการก่อสร้าง ดังนี้คือ

1. โครงสร้างที่ทำการก่อสร้างจะต้องถูกต้องทั้งสามมิติคือ ตำแหน่งพิกัดถูกต้อง(แกนราบ, แกนตั้ง) และระดับความสูง (แกนตั้ง) ถูกต้อง
2. การสำรวจต้องทำอย่างรวดเร็ว ถูกต้อง เพื่อลดค่าใช้จ่าย จะต้องคำนึงถึง
 - ก. จุดบังคับทางราบ (Horizontal Control Point) จะตั้งภายในหรือใกล้บริเวณก่อสร้าง เพื่อความสะดวกรวดเร็ว
 - ข. หมุดอ้างอิงหรือหมุดโยงยึด (Reference Point = R.P.) หรือหมุดหลักฐานการระดับ (Bench Mark = B.M.) จะต้องมีความที่แน่นอนและมีความละเอียดถูกต้องโดยนับจากพื้นหลักฐานการระดับ
 - ค. วิธีการจะต้องมีความละเอียดถูกต้อง เครื่องมือเหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำและต้องทำการตรวจสอบทุกวัน การบันทึกข้อมูลจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลการบันทึกด้วยเช่น ระยะฉาก (Offset) , ระยะโยงยึด (Reference Distance) , หลัก (Peg หรือ Stake) ที่หยาบ จะต้องแจ้งให้ช่างผู้ควบคุมงานหรือผู้เกี่ยวข้องทราบ หมุด B.M. จะต้องมีการตรวจสอบอย่างน้อยอาทิตย์ละครั้ง และให้มีเครื่องหมายมองเห็นได้ชัดเจนเพื่อป้องกันการถูกเครื่องจักรทำลาย

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

1.2 การเตรียมงานเพื่อการก่อสร้าง

การเตรียมงานเพื่อการก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นงานขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ที่มีลักษณะของงานทั่ว ๆ ไปเหมือนกัน แต่ปัญหาที่มีหรือจะเกิดขึ้นอาจจะแตกต่างกัน วิธีการแก้ปัญหาที่ย่อมแตกต่างกันด้วย

ดังนั้นเพื่อลดปัญหาที่จะเกิดขึ้น หรือเพื่อเป็นการเตรียมตัวที่ดี ผู้ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องทราบข้อมูลทั้งหมด ณ บริเวณนั้นและพื้นที่ใกล้เคียง เช่น ขนาด ขอบเขต รายละเอียดต่าง ๆ ทั้งเหนือดิน บนดินและใต้ดิน สิ่งแวดล้อมต่างๆ เป็นต้น งานสำรวจจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะจัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องได้ตัดสินใจ

1. การสำรวจพื้นที่สภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อม หมายถึงสิ่งที่มีอยู่ก่อนแล้วก่อนที่จะเข้าไปทำการก่อสร้าง เช่นลักษณะของที่ตั้ง ดินฟ้าอากาศ สภาพความเป็นอยู่ทั่วไปของท้องถิ่น ซึ่งจะแตกต่างกันไปการศึกษาเพื่อการเตรียมการล่วงหน้าจะเป็นการดีเพื่อหลีกเลี่ยงหรือการสรรหาสิ่งที่ไม่คาดแคลน

1.1 ลักษณะของพื้นผิวดิน จะมีอยู่หลายลักษณะตามชนิดของดิน แบ่งได้ดังนี้

- 1.1.1 ดินเลน เป็นดินที่ไม่เหมาะที่จะก่อสร้าง และยังจะสร้างปัญหาในขณะทำการก่อสร้างอีกมาก จะอยู่บริเวณปากแม่น้ำ
- 1.1.2 ดินปนทราย เป็นดินที่รับน้ำหนักได้ดีพอสมควร ขุดง่าย มักเป็นบริเวณชายทะเล เมื่อฝนหยุดตกพื้นที่จะแห้งทันที
- 1.1.3 ดินปนกรวด เป็นดินที่อยู่ใกล้ทะเล ใกล้ภูเขาหรือใกล้แม่น้ำที่ไหลเชี่ยว ดินปนกรวดเป็นดินที่รับน้ำหนักได้ดี การขุดทำได้ไม่ยาก น้ำจะไม่ขังในบริเวณก่อสร้าง
- 1.1.4 ดินทั่วไป จะอยู่ในพื้นที่ที่ห่างจากแม่น้ำ ตามพื้นที่ราบกว้าง ๆ ไม่สูงจากระดับน้ำทะเลมากนัก เป็นดินที่มีอุปสรรคต่อการก่อสร้างน้อย
- 1.1.5 ดินเหนียว เป็นดินที่อยู่ตามที่ราบลุ่มแม่น้ำ การทำงานในพื้นที่นี้ควรหลีกเลี่ยงในหน้าฝน น้ำจะขังอยู่ยาวนาน ไม่สะดวกต่อการทำงาน
- 1.1.6 หินผุหรือดินลูกรัง มักอยู่ตามไหล่เขา รวมทั้งที่ราบสูงทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รับน้ำหนักได้ดี แน่น การขุดควรใช้เครื่องจักรเป็นดินที่เหมาะสมกับการก่อสร้าง
- 1.1.7 หินแกรนิต โดยทั่วไปจะมีการก่อสร้างบนหินแกรนิตน้อย โดยมากจะใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้าง

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 3	

1.2 สภาพแวดล้อมใต้ระดับดิน โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท

1.2.1 ประเภทที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เช่น หินแกรนิตที่แอบปนอยู่กับดินเหนียวซึ่งจะยุ่งยากในการทำฐานราก หรือดินอ่อนที่แทรกอยู่กับดินเหนียว

1.2.2 ประเภทที่เกิดจากการที่มนุษย์สร้างขึ้น มักจะก่อให้เกิดปัญหาที่จะต้องแก้ไขมาก ซึ่งช่างสำรวจจะต้องจัดนำเสนอข้อมูลให้ผู้รับผิดชอบทราบเพื่อที่จะได้ทำการแก้ไขก่อนที่ปัญหาต่าง ๆ จะเกิดขึ้น ซึ่งได้แก่

ก. ท่อประปา โดยเฉพาะท่อเมน ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของช่างสำรวจโดยตรงในการที่จะทำการสำรวจรายละเอียดต่าง ๆ ถึงแม้ว่าท่อประปาจะไม่อยู่ในพื้นที่ เช่นอยู่ริมถนน ทางเท้าก็ต้องสำรวจด้วย เพื่อที่จะได้เตรียมการจัดการที่ดี

ข. ท่อน้ำทิ้ง โดยเฉพาะที่เป็นแบบก้างปลาที่สร้างแทนบ่อซึม ซึ่งมักจะวางไว้ให้มีการระบายน้ำได้ดี เป็นที่ว่าง เมื่อพื้นที่นั้นทำการก่อสร้างจำเป็นจะต้องสร้างบ่อซึมแทนท่อที่จะทำการก่อสร้างในพื้นที่นั้น

ค. ท่อระบายน้ำ โดยทั่วไปมักจะอยู่ขอบพื้นที่ ริมทางเท้า อาจจะต้องมีการแก้ไขแนว เปลี่ยนทิศทางหรือเปลี่ยนขนาด เพื่อไม่ให้เกิดการแตกหัก ขณะที่ทำการก่อสร้างและรับปริมาณได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่ออาคารใหม่ที่จะเกิดขึ้น

ง. บ่อเกรอะ อาจจะต้องเคลื่อนย้าย สร้างใหม่ หรืออาจจะสร้างร่วมกับบ่อใหม่ก็ได้ ซึ่งก็จะต้องมีการเตรียมการไว้ล่วงหน้า

จ. เสาค้ำ ซึ่งจะอยู่ใต้อาคารหลังเก่าที่รื้อถอนออกไป ช่างสำรวจจำเป็นจะต้องเก็บข้อมูลตำแหน่งของเสาเก่าก่อนที่จะทำการรื้อถอนไว้ด้วย เพื่อที่จะวางตำแหน่งใหม่ ไม่ให้ซ้อนของเก่า อาจจะต้องทำการถอนเข็มเก่าแล้วนำไปทิ้ง ซึ่งจะเป็นเหตุให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น

ฉ. สายเคเบิลใต้ดิน เป็นรายละเอียดอีกอย่างที่ยังมองข้ามไม่ได้ ก่อนที่จะลงมือเปิดหน้าดิน ควรจะต้องทำการสำรวจจนแน่ชัด แล้วทำการโยกย้ายให้เรียบร้อยโดยทั่วไปจะอยู่ไม่ลึกมากนัก

ช. สิ่งของวัตถุบางอย่างที่มีผลทางด้านธรรมเนียมประเพณีและจิตใจ เช่น หลุมฝังศพ กรุพระ เป็นต้น

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 4	

2. สภาพดินฟ้าอากาศ

เนื่องจากการก่อสร้างเป็นงานที่จะต้องทำกลางแจ้งดังนั้นสภาพดินฟ้าอากาศก็จะเป็นปัญหา อุปสรรคและมีผลกระทบโดยตรง สภาพดินฟ้าอากาศแบ่งได้ดังนี้

2.1 อุณหภูมิและความชื้น จะมีผลกระทบคือ

- อุณหภูมิสูง ความชื้นสูง จะทำให้เหนียวง่าย
- แสงแดดจัด คอนกรีตจะแห้งเร็ว
- วัสดุบางอย่างตากแดดแล้ว จะเกิดความเสียหายก่อนนำไปใช้
- สำนักงานชั่วคราวจำเป็นต้องติดเครื่องปรับอากาศ
- ต้องสร้างหลังคาชั่วคราวในบริเวณงานกลางแจ้ง เช่นที่ตัดเหล็ก

2.2 ลม เป็นสภาพแวดล้อมอย่างหนึ่งที่จะต้องพิจารณา เมื่อมีการสร้างที่พักโรงงาน เพื่อให้มีการระบายอากาศที่ดีและมีความมั่นคงแข็งแรง โดยเฉพาะการก่อสร้างบริเวณริมทะเล

2.3 ฝนและน้ำ จะมีผลโดยตรงต่อการทำงานดิน งานใต้ดิน การขนย้ายวัสดุการทำงานจึงจำเป็นต้องเผื่อเวลาไว้ นอกจากนี้ยังต้องเตรียมแผ่นเหล็กปูพื้นและแผ่นเหล็กกันดินพัง (Sheet Pile) พร้อมรถตัก รวมทั้งเครื่องสูบน้ำ

3. สภาพท้องถิ่น

สถานที่ก่อสร้างที่อยู่ห่างไกลกันเพียงเล็กน้อย สภาพพื้นดินเหมือนกัน ดินฟ้าอากาศเหมือนกัน แต่สภาพของท้องถิ่นอาจแตกต่างกันมากมาย สภาพท้องถิ่นแบ่งได้ดังนี้

3.1 ลักษณะที่ดิน ทางเข้าออกและสภาพท้องที่ สถานที่ก่อสร้างที่อยู่ในเมืองมักจะมีปัญหา มากกว่าอยู่นอกเมือง เช่น การกองวัสดุ เสียงที่ดังไม่สะดวกในการสั่งงานการจัดการจราจรเข้าออก ที่จอดรถ ปัญหาต้นไม้ที่ต้องอนุรักษ์ ฯลฯ

3.2 สาธารณูปโภค โดยเฉพาะไฟฟ้า ประปาและโทรศัพท์ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการก่อสร้าง ซึ่งจะต้องมีการเตรียมการและจัดการอย่างถูกต้องและเพียงพอ

3.3 วัสดุและแรงงาน การก่อสร้างเป็นงานที่จะใช้วัสดุและแรงงานจำนวนมากดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องตรวจสอบข้อมูลเหล่านี้อย่างละเอียด เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดี

3.4 ขนบธรรมเนียมประเพณีท้องถิ่น ผู้รับผิดชอบในส่วนนี้จะมองข้ามไม่ได้เลย เช่น การรื้อถอนต้นไม้ใหญ่ ศาลพระภูมิ หรือการทำงานที่ใกล้ชิด จะต้องมีการทำพิธีโดยผู้รู้ หรือแม่แต่งงาน บุญต่างๆ ในท้องถิ่นนั้นๆ ห้ามหลีกเลียง ประเพณีบางอย่างคนงานอาจจะละเลยจำนวนมาก เช่น งานโกนผมไฟ งานบวช งานแต่งงาน เป็นต้นซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องมีการจัดเตรียมข้อมูลอย่างละเอียดและเพียงพอ เพื่อที่จะให้งานดำเนินไปอย่างราบรื่น

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

การใช้กล้องวัดมุมหาค่ามุมราบ

การวัดมุมราบโดยทั่วไปนิยมวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาซึ่งจะได้ค่ามุมที่ถูกต้องและดีกว่าการวัดด้วยกล้องหน้าเดียว ทั้งยังเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดในการวัดมุมไปในตัว เพราะค่ามุมที่ได้จากการวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาควรใกล้เคียงกัน ถ้าแตกต่างกันมากแสดงให้เห็นว่า มีความคลาดเคลื่อนในการวัดมุมจะต้องทำการวัดมุมใหม่

เครื่องมือ - อุปกรณ์

การปฏิบัติงานเรื่องการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง) นี้จะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|--------------|
| 1. กล้องวัดมุม (Theodolite) พร้อมขา | จำนวน 1 ชุด |
| 2. ชุดค้ำยันขากล้อง (ใช้ในกรณีอยู่บนพื้นคอนกรีต) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. สามขาพร้อมตั้ง | จำนวน 1 ชุด |
| 4. ถ่านแบตเตอรี่ ขนาด AA | จำนวน 6 ก้อน |

วัตถุประสงค์

ในการปฏิบัติงานสนามเรื่องการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง) มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

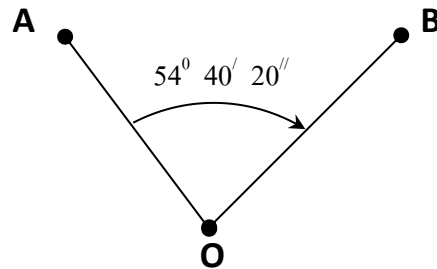
1. เพื่อต้องการให้ได้อาศัยกล้องวัดมุม (Theodolite) เป็นเครื่องมือในการสำรวจและปฏิบัติงานเป็นหลัก
2. เพื่อสามารถใช้กล้องวัดมุม (Theodolite) ได้อย่างชำนาญและก่อนจะนำไปใช้งาน
3. เพื่อนำข้อมูลในการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (Theodolite) ไปทำข้อมูลในการวัดมุมราบแบบวัดทิศทางและสามารถคำนวณการวัดมุมราบแบบวัดทิศทางได้

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (การวัดมุมราบแบบวัดทิศทาง) มีขั้นตอนดังนี้

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

การวัดมุมราบดังรูป



1. ตั้งกล้องวัดมุมให้ตรงมุมที่ O และตั้งระดับกล้อง ตั้งสามขาพร้อมแขนดิ่งให้ตั้งตรงมุมที่ A และมุมที่ B
2. ทำการวัดมุมด้วยใช้กล้องหน้าซ้ายส่องที่มุมที่ A อ่านค่าที่จานองศาราบ Horizontal Angle (H) เป็นกล้องหน้าซ้ายครั้งที่ 1 หรือ L_1 อาจจะได้ค่า $0^\circ 00' 00''$ ที่มุมที่ A จะช่วยในการคำนวณและการตรวจสอบได้สะดวกขึ้น โดยได้ค่ามุมที่มุมที่ A ได้ค่า $L_1 = 0^\circ 00' 00''$
3. หมุนกล้องส่องที่มุมที่ B กล้องยังคงเป็นหน้าซ้ายอยู่ อ่านองศาได้ค่า $L_2 = 54^\circ 40' 20''$
4. ทำการกลับกล้องเป็นหน้าขวา หมุนกล้องส่องที่มุมที่ A อ่านค่าจานองศาได้ค่า $R_1 = 180^\circ 30' 20''$
5. หมุนกล้องส่องที่มุมที่ B กล้องยังคงเป็นหน้าขวาอยู่ อ่านองศาได้ค่า $R_2 = 235^\circ 10' 20''$
6. คำนวณค่ามุมราบซึ่งจะได้ค่ามุมจากกล้องหน้าซ้ายหนึ่งค่า และกล้องหน้าขวาก็อีกหนึ่งค่า นำมาเฉลี่ยกัน จะได้ค่ามุมที่ต้องการ

รายการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned}
 \Delta_1 &= L_2 - L_1 \\
 &= (54^\circ 40' 20'' - 0^\circ 00' 00'') = 54^\circ 40' 20'' \\
 \Delta_2 &= R_2 - R_1 \\
 &= (235^\circ 10' 20'' - 180^\circ 30' 20'') = 54^\circ 40' 00''
 \end{aligned}$$

$$\text{ค่ามุมเฉลี่ยที่ต้องการ } \Delta = 54^\circ 40' 10''$$

	สาขาวิชา : โยธา	ใบงาน	หน้าที่
	ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)		

ผลการปฏิบัติงาน

LAMPANG TECHNICAL COLLEGE
DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION
SURVEYING DIVISION

Project Job No.

Location Group..... Date

Instrument

STA	TARG.	READING				Horizontal Angle			REMARK
		L/R	0	/	//	0	/	//	
มุมราบเฉลี่ย									
มุมราบเฉลี่ย									

สรุปผลการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 4	

การใช้กล้องวัดมุมหาค่ามุมตั้ง

การวัดมุมตั้งโดยทั่วไปนิยมวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาซึ่งจะได้ค่ามุมที่ถูกต้องและดีว่าการวัดด้วยกล้องหน้าเดียว ทั้งยังเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดในการวัดมุมไปในตัว เพราะค่ามุมที่ได้จากการวัดด้วยกล้องหน้าซ้ายและหน้าขวาควรใกล้เคียงกัน ถ้าแตกต่างกันมากแสดงให้เห็นว่า มีความคลาดเคลื่อนในการวัดมุมจะต้องทำการวัดมุมใหม่

มุมตั้ง Vertical Angle คือ ค่ามุมที่อยู่ในพื้นตั้งที่นับจากเส้นราบ ซึ่งมีทั้งมุมก้ม (Depression Angle) และมุมเงย (Elevation Angle) โดยให้คำนิยามดังนี้

มุมเงย (Elevation Angle)	จะมีเครื่องหมาย	+
มุมก้ม (Depression Angle)	จะมีเครื่องหมาย	-
เส้นราบ	จะมีเครื่องหมาย	0

เครื่องมือ - อุปกรณ์

การปฏิบัติงานเรื่องการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (การวัดมุมตั้ง Vertical Angle) นี้จะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|--------------|
| 1. กล้องวัดมุม (Theodolite) พร้อมขา | จำนวน 1 ชุด |
| 2. ชุดค้ำยันขากล้อง (ใช้ในกรณีอยู่บนพื้นคอนกรีต) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. ถ่านแบตเตอรี่ ขนาด AA | จำนวน 6 ก้อน |

วัตถุประสงค์

ในการปฏิบัติงานสนามเรื่องการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (การวัดมุมตั้ง Vertical Angle) มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

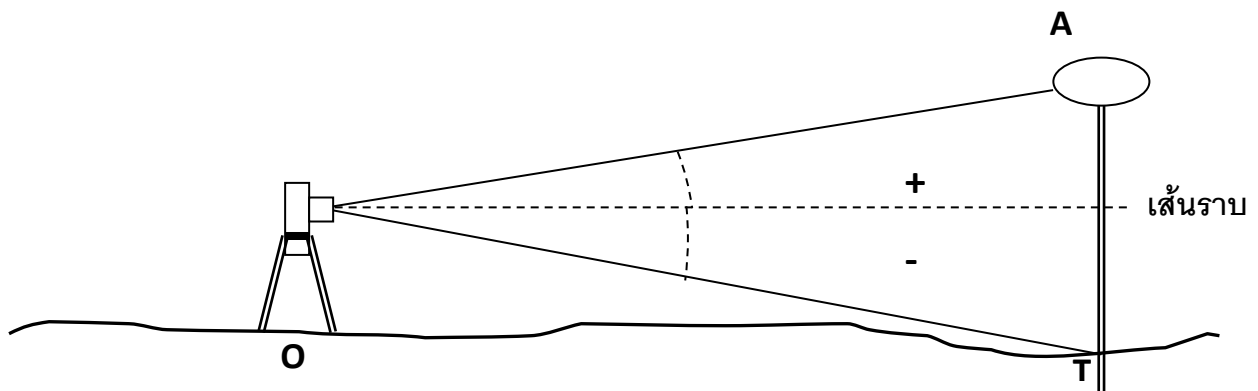
1. เพื่อต้องการให้ได้อาศัยกล้องวัดมุม (Theodolite) เป็นเครื่องมือในการสำรวจและปฏิบัติงานเป็นหลัก
2. เพื่อสามารถใช้กล้องวัดมุม (Theodolite) ได้อย่างชำนาญและก่อนจะนำไปใช้งาน
3. เพื่อนำข้อมูลในการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (Theodolite) ไปทำข้อมูลในการวัดมุมตั้ง Vertical Angle) และสามารถคำนวณการวัดมุมตั้ง Vertical Angle ได้

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 5	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการสำรวจด้วยกล้องวัดมุม (การวัดมุมตั้ง Vertical Angle) มีขั้นตอนดังนี้

การวัดมุมตั้ง ดังรูป



1. ตั้งกล้องให้ตรงหมุด O และระดับกล้องให้เรียบร้อย
2. ใช้ กล้องหน้าซ้ายส่องที่จุด A อ่านค่ามุมตั้งได้ค่า $L = 60^\circ 00' 00''$
3. กลับกล้องเป็นกล้องหน้าขวาส่องที่จุด A อ่านค่ามุมตั้งได้ค่า $R = 300^\circ 00' 10''$
4. คำนวณหาค่ามุมตั้งที่ต้องการ
 กล้องหน้าซ้าย มุมตั้ง Vertical Angle $L = (90^\circ 00' 00'' - \text{ค่ามุมที่อ่านได้})$
 กล้องหน้าขวา มุม Vertical Angle $R (\text{ค่ามุมที่ได้} - 270^\circ 00' 00'')$

ตัวอย่าง

$$\begin{aligned}
 L &= (90^\circ 00' 00'' - 60^\circ 00' 00'') &= 30^\circ 00' 00'' \\
 R &= (300^\circ 00' 10'' - 270^\circ 00' 00'') &= 30^\circ 00' 10'' \\
 &\text{ค่ามุมตั้งเฉลี่ย} &= 30^\circ 00' 00''
 \end{aligned}$$

	สาขาวิชา : โยธา	ใบงาน	หน้าที่
	ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)		

ผลการปฏิบัติงาน
CHIANGRAI TECHNICAL COLLEGE
DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION & CIVIL
SURVEYING DIVISION

Project Job No.
 Location Group..... Date
 Instrument

STA	TARG.	READING				Vertical Angle				REMARK
		L/R	0	/	//	+/-	0	/	//	
มุมตั้งเฉลี่ย										
มุมตั้งเฉลี่ย										

สรุปผลการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

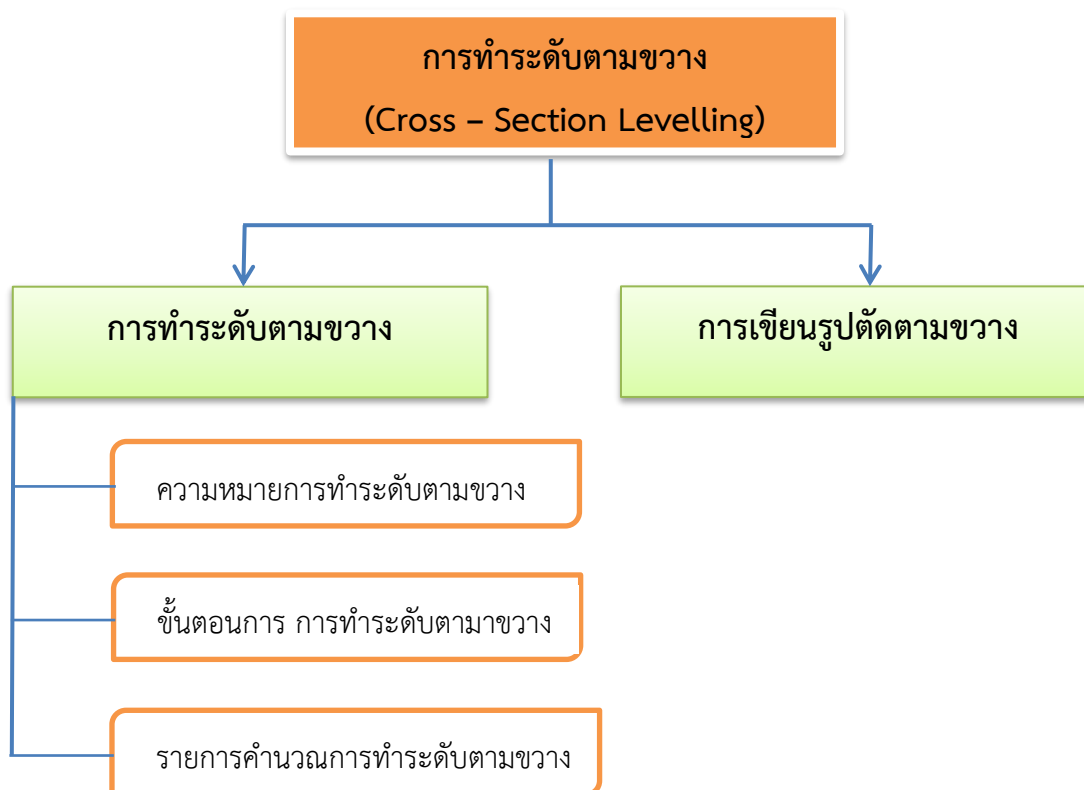
			สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : หลักการออกแบบทางเบื้องต้นและความปลอดภัย ของทาง (Element of Highway Safety & Design)				วัดและ ประเมินผล	หน้าที่
							แผ่นที่ : 1	
กลุ่ม			หัวข้อการตรวจงาน [20]				รวม คะแนน [20]	
ลำดับ	รหัส นักศึกษา	ชื่อ - สกุล	ค่าเฉลี่ย มูมราบ [5]	ค่าเฉลี่ย มูมตึง [5]	ปฏิบัติ ความถูกต้องตาม ขั้นตอน [5]	งานสำเร็จ ตาม กำหนด เวลา [5]		

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 – 16	ดี
8 – 12	พอใช้
4 – 7	ต้องปรับปรุง
0 – 3	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ครูผู้ประเมิน
 (.....)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ		หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	สอนครั้งที่ 3 – 4	
		ชั่วโมงรวม 8	
	ใบวิเคราะห์งาน		จำนวนชั่วโมง 4



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ		หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	สอนครั้งที่ 3 – 4	
		ชั่วโมงรวม 8	
วิชา การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา 30121 - 2008			จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

- 1.1 เมื่อเมื่อกำหนดระดับก่อสร้างตามแนวทางแล้ว ในการก่อสร้างจะต้องมีความกว้างของคันทางหรือท้องคลอง ปากคลอง หรืองานก่อสร้างอื่นๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการขุดหรือถม จึงต้องมีการหาปริมาณงานดินนี้ ดังนั้นจึงต้องทราบค่าระดับดินเดิมในทางขวางเสียก่อน เพื่อนำมาขึ้นรูปหน้าตัดของสิ่งก่อสร้าง หางานดินตัดหรือดินถมได้
- 1.2 ในการฝึกปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดทักษะ ความชำนาญ และประสบการณ์ในการทำระดับตามขวาง การหาค่าระดับความสูงต่ำของภูมิประเทศในทางขวางกับแนวทางการกำหนดจุดเพิ่มเติมในการขวางที่มีความสูงต่างกันมาก การใช้ค่า BM. แรกและเข้าบรรจบ การคำนวณและปรับแก้ค่าระดับ การนำค่าระดับตามขวางลงที่หมายในกระดาษกราฟ

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling) ได้
- 2.2 เพื่อให้ผู้เรียนบอกวิธีการทำระดับตามขวางและการคำนวณปรับแก้ค่าระดับได้
- 2.3 เพื่อให้ผู้เรียนเขียนค่าระดับตามขวางในกระดาษกราฟได้
- 2.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานจริงได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 ด้านความรู้
 - 3.1.1 รู้และเข้าใจการทำระดับตามขวาง
 - 3.1.2 เข้าใจการเขียนค่าระดับตามขวาง
- 3.2 ด้านทักษะ
 - 3.2.1 บอกความหมายการทำระดับตามขวางได้
 - 3.2.2 บอกวิธีการทำระดับตามขวางและการคำนวณปรับแก้ค่าระดับได้
 - 3.2.3 เขียนค่าระดับตามขวางในกระดาษกราฟได้
 - 3.2.4 นำวิธีการทำระดับตามขวางไปใช้งานได้ถูกต้อง
- 3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์
 - 3.3.1 ความเสียสละ
 - 3.3.2 ซื่อสัตย์สุจริต
 - 3.3.3 กตัญญูกตเวที
 - 3.3.4 ความอดกลั้น
 - 3.3.5 ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน

- 3.3.6 มีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม
- 3.3.7 ความมีวินัย
- 3.3.8 ความรับผิดชอบ
- 3.3.9 ความรักสามัคคี
- 3.3.10 มีมนุษยสัมพันธ์
- 3.3.11 เชื้อมั่นในตนเอง
- 3.3.12 ขยัน
- 3.3.13 ประหยัด
- 3.3.14 อดทน
- 3.3.15 พึ่งตนเอง
- 3.3.16 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอาชีวอนามัย
- 3.3.17 การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 3.3.18 ความสนใจใฝ่รู้
- 3.3.19 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 3.3.20 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

- 4.1 การทำระดับตามขวาง
- 4.2 การเขียนค่าระดับตามขวาง

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- 5.1.1 ให้นักศึกษาทำสมาธิก่อนเรียน 5 นาที เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้ที่ประพฤติดีแล้วทำการทำความดี
- 5.1.2 ผู้สอนสนทนาซักถามความรู้ในเรื่องการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.1.3 ผู้สอนกล่าวนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

5.2 การเรียนรู้

- 5.2.1 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.2 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)
- 5.2.3 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการเขียนค่าระดับตามขวาง โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.4 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการเขียนค่าระดับตามขวาง
- 5.2.5 นักศึกษาคำถามที่ผู้สอนซักถาม
- 5.2.6 นักศึกษาลงมือปฏิบัติตามใบงานที่ผู้สอนมอบหมายให้

5.3 การสรุป

- 5.3.1 นักศึกษาส่งงานจากการปฏิบัติงาน
- 5.3.2 ผู้สอนวิจารณ์และอภิปรายผลงาน
- 5.3.3 ผู้สอนและนักศึกษาสรุปบทเรียน
- 5.3.4 ผู้สอนสรุปทางสังคมโดยชมเชย และประเมินผล

5.4 การวัดและประเมินผล

5.4.1 เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

ใบงานหน่วยเรื่อง การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

วิธีการวัด

ประเมินจากการปฏิบัติตามใบงานหน่วยเรื่อง การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

5.4.2 เครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

วิธีการวัด

ประเมินประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาได้รับผลการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้ด้วยคะแนนรวม 70 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- 6.1.1 ใบเนื้อหาที่ 2 หน่วยเรื่อง การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)
- 6.1.2 ใบงานที่ 2 เรื่อง การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

6.2 สื่อโสตทัศน์

- 6.2.1 สื่อ Power Point

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง

- 6.3.1 กล้องวัดมุมประเภทต่างๆ

6.4 อื่นๆ

.....
.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- 7.1 ใบเนื้อหา
- 7.2 ใบงาน
- 7.3 ใบเฉลย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

- 8.1 บูรณากับวิชาชีวิตและวัฒนธรรมไทย ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และการฝึกปฏิบัติบนทางสังคมด้านการเตรียมความพร้อม ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้
- 8.2 บูรณาการกับวิชาเขียนแบบก่อสร้าง ด้านการออกแบบบ้าน
- 8.3 บูรณาการกับวิชาคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยี
- 8.4 บูรณาการกับวิชาเทคนิคก่อสร้าง ด้านขั้นตอนการทำงานก่อสร้าง
- 8.5 บูรณาการกับวิชาประมาณราคา ด้านการเลือกใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- 9.1.1 จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนตามที่คุณสอนและบทเรียนกำหนด
- 9.1.2 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

9.2 ขณะเรียน

- 9.2.1 ปฏิบัติตามใบงานที่ 2 เรื่อง การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)
- 9.2.2 ดูตัวอย่างใบเนื้อหาที่ 2 เรื่อง การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)
- 9.2.3 ร่วมกันสรุป การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

9.3 หลังเรียน

- 9.3.1 ตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน
- 9.3.2 วัดประเมินผลตามหน่วยเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 2
	ชื่อหน่วย การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	สอนครั้งที่ 3 – 4
		ชั่วโมงรวม 8
	บันทึกหลังการสอน	จำนวนชั่วโมง 4

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนกฯ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

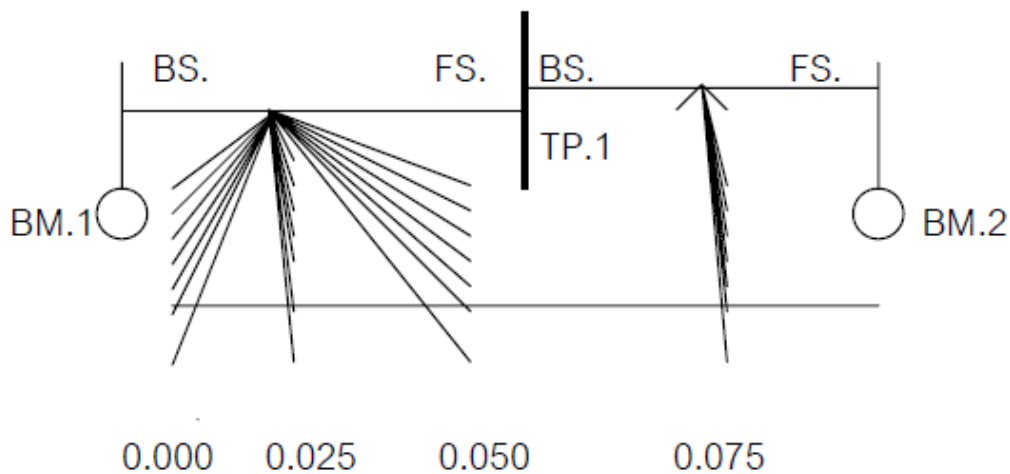
	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

2.1 การทำระดับตามขวาง (Cross - Section Levelling)

การทำระดับตามขวางคือ การหาค่าระดับผิวดินหรือคันทางในแนวตั้งได้ฉากกับแนวศูนย์กลางทาง เพื่อประโยชน์ในการนำมาหาปริมาณงานดินถมหรือดิน และใช้รวมกันกับรูปตัดตามยาวทำให้สามารถเขียนเส้นชั้นความสูงได้มีหลักการดังนี้

1. ทำออกเป็นมุมฉากกับแนวทางทั้งสองข้างถ้าอยู่ในโค้งทำตั้งฉากกับแนวเส้นสัมผัสที่จุดนั้น ๆ
2. ในภูมิประเทศเป็นที่ราบ ทำทุก ๆ ระยะ 25 ม. หรือตามความเหมาะสม
3. ในภูมิประเทศที่เป็นภูเขา ทำทุก ๆ 10 ม. หรือตามความเหมาะสม
4. ทำรูปตัดของคอสะพาน ท่อลอดสี่เหลี่ยม ท่อกลม และที่ริมฝั่งน้ำทั้งสองด้าน
5. หาค่าระดับตามรูปตัดขวางทุก ๆ ที่มีภูมิประเทศเปลี่ยนแปลงแต่ละจุดห่างกันไม่เกิน 10 ม.
6. ให้ทำรูปตัดขวางอย่างน้อยจนถึงเขตทาง
7. ให้ทำรูปตัดขวางของพื้นที่มีอยู่เดิม จะต้องหาค่าระดับทุก ๆ จุดที่เปลี่ยนแปลงและร่องน้ำทั้งสองข้างทางเพื่อนำมาเขียนเป็นรูปร่างของถนนได้อย่างละเอียดถูกต้อง
8. การวัดระยะให้ใช้เทปวัดระยะตั้งจากศูนย์กลางแนวสำรวจให้ได้ระดับพอประมาณการรังวัดทำรูปตัดขวางนั้นมีวิธีการทำและจดข้อมูลในสนามได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับภูมิประเทศของบริเวณที่จะทำการรังวัด

วิธีการรังวัด จะใช้ค่าระดับและระยะต่าง ๆ ที่ได้จากการทำระดับตามยาว เป็นหมวดหลักฐานการระดับ (BM) ของแต่ละช่วงระยะนั้น ๆ



แสดงลักษณะการทำระดับตามขวาง



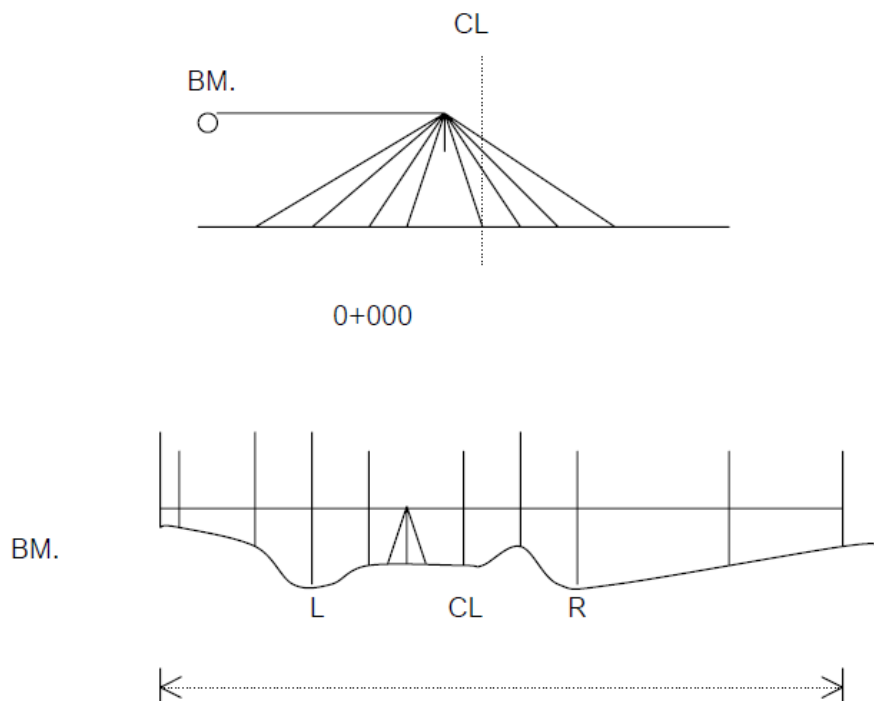
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่

1. ตั้งกล้องหามุมระยะที่ต้องการทำการรังวัดพอประมาณ
2. ส่องกล้องอ่านค่าระดับที่จุดศูนย์กลางของระยะเริ่มทำการรังวัด ซึ่งที่จุดศูนย์กลางนี้รู้ค่าระดับแล้วจากการทำระดับตามยาว
3. วัดระยะออกตั้งฉากกัน ไปทางซ้ายและขวา จนถึงจุดเปลี่ยนความลาดเอียง (Slope) ตั้งไม้วัดระดับและอ่านค่าไม้วัดระดับจุดค่าอ่านไม้วัดระดับที่อ่านได้แบบระยะในสมุทสนามทำการรังวัดจุดต่อ ๆ ไป ถึงเขตทางหรือมากกว่าแล้วแต่ความเหมาะสม แต่ไม่ควรน้อยกว่า 2. ม. จุดที่ตั้งไม้วัดระดับแต่ละจุดห่างกันไม่ควรเกิน 10 ม.
4. รูปตัดขวางที่มีคันทางเดิมควรระวังการรังวัดที่จุดขอบไหล่ทาง (Toe Slope) ควรทำการรังวัดให้แน่นอนทั้งระดับและระยะตากศูนย์กลางถ้ามีร่องน้ำข้างทางควรทำให้ละเอียดตามความลาดเอียงของร่องน้ำให้ถูกต้องที่สุด
5. เมื่อเสร็จใน Sta หนึ่งแล้วให้ทำการรังวัดใน Sta ต่อไป เป็นการเช่นเดียวกับในข้อ 2 ถึง 4
6. ให้ย้ายกล้องต่อไป เมื่อมีระยะห่างมากเกินไปจนไม่สามารถควบคุมการวัดระยะและดูการตั้งไม้วัดระดับตามความลาดเอียงที่เปลี่ยนไปให้ถูกต้องได้เพียงพอ



แสดงการหารูปตัดตามขวาง



สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 3

หน้าที่

ตัวอย่าง สมุดสนาม (เมื่อกำหนดระยะขวางเท่ากัน)												
Sta.	BS.	HI.	FS.	EC.	Elev.	L			CL	R		
BM.1	2.650	102.6			100.000	9	6	3	0	3	6	9
0+000						0.550 102.1	0.410 102.24	0.450 102.20	0.430 102.20	0.470 102.18	0.580 102.07	0.600 102.05
0+025						1.300 101.3	01.280 101.37	1.254 101.40	102.20 101.43	1.200 101.45	1.170 101.48	1.150 101.50
0+050						1.350 101.3	1.420 101.23	1.395 101.25	1.370 101.28	1.355 101.29	1.300 101.35	1.320 101.33
0+075						2.000 100.6	13.955 100.69	1.900 100.75	1.850 100.80	1.805 100.84		
TP.1	1.450	103.594	0.504	0.002	102.144							
0+100						2.285 101.3	2.260 100.69	1.900 100.75	1.850 100.80	1.805 100.84		
0+125						0.270 103.3	0.250 103.34	0.220 103.33	0.190 103.40	0.140 103.38	0.135 103.45	0.100 103.49
0+150						1.550 102.0	1.500 102.09	1.495 102.09	1.495 102.12	1.470 102.12	1.430 102.16	1.450 102.14
0+175						1.400 102.1	1.365 102.22	1.35 102.24	1.310 102.28	1.305 102.28	1.270 102.32	1.250 102.34
TP.2	2.240	105.517	0.315	0.002	103.277							
0+200						1.552 103.9	1.730 103.78	1.920 103.59	2.150 103.37	2.230 103.19	2.550 102.96	2.830 102.58
0+225						0.625 104.8	1.317 140.20	1.917 103.60	2.767 102.75	3.317 102.20	3.817 101.70	4.217 101.30
0+250						0.514 105.0	0.720 104.79	1.217 104.30	1.967 103.55	2.767 102.75	3.567 101.95	4.117 101.40
BM.2			0.520	0.002	104.995							
Σ	6.340		1.339									

$$\text{จากสูตร } \sum BS. - \sum FS. = \text{Last Elev.} - \text{First Elev.}$$

$$6.34 - 1.339 = \text{Last Elev.} - 100.00$$

$$\text{Last Elev} = 4100.00 + 6.34 - 1339 = 105.001$$

$$\text{ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น} = 105.001 - 104.995 = + 0.006 \text{ ม.}$$

ค่า BM.2 จากการปฏิบัติงานคงที่ เป็นบวก ตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ของงานหรือไม่

$$\begin{aligned} \text{จากเกณฑ์ของงานขึ้นที่} &= \pm 12 \text{ ม.ม. } \sqrt{k} = \pm 12 \sqrt{0.250} \\ &= 0.006 \text{ ม. (k = ระยะทางเป็น กม.)} \end{aligned}$$

ความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ของงาน

$$\text{ความคลาดเคลื่อน / การตั้งกล้อง 1 ครั้ง} = \text{Error} / n$$

$$= 0.006 / 3 = 0.002 \text{ ม.}$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

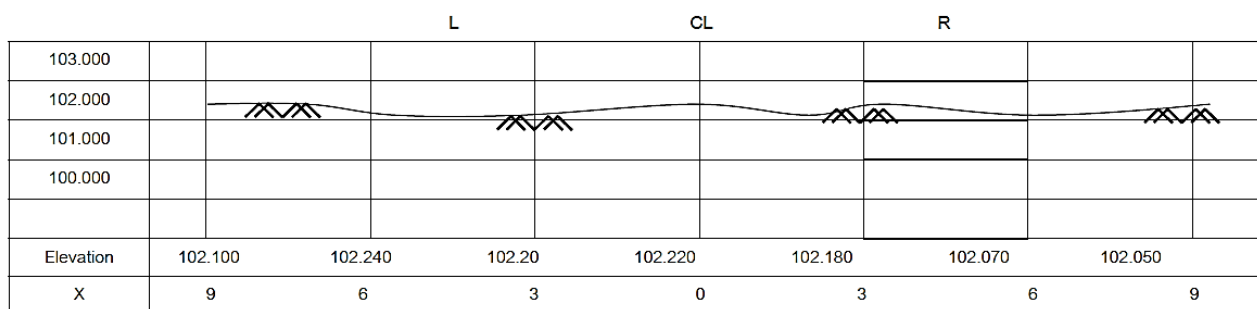
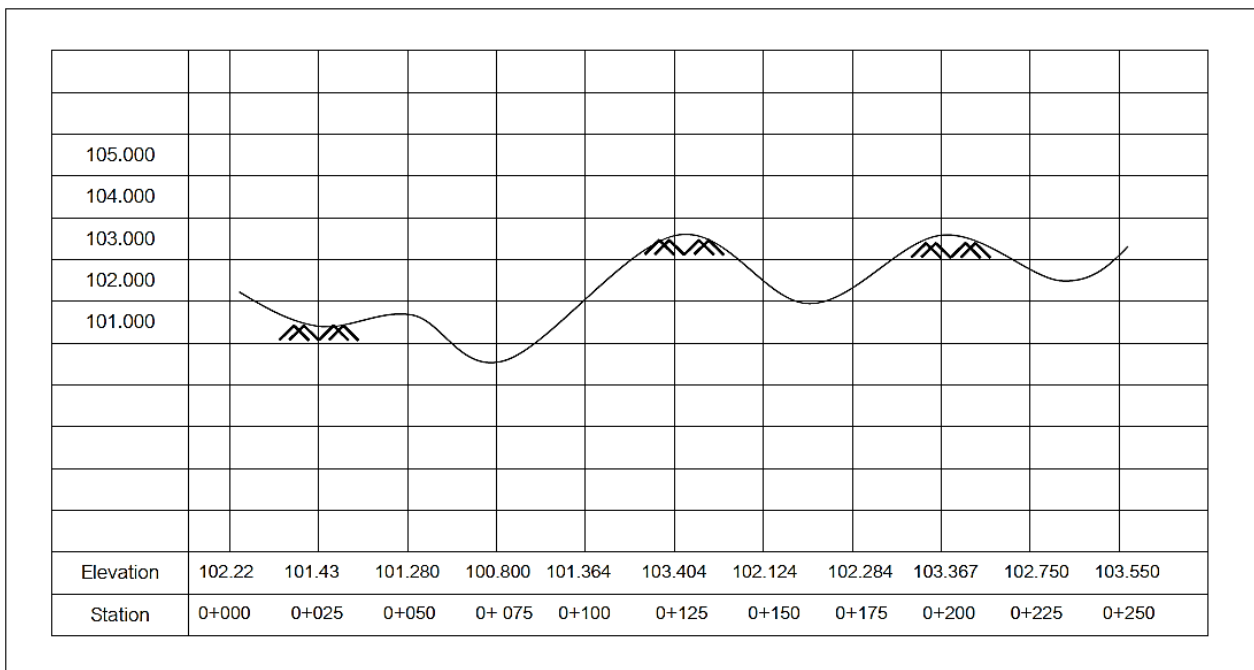
ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

ใบเนื้อหา

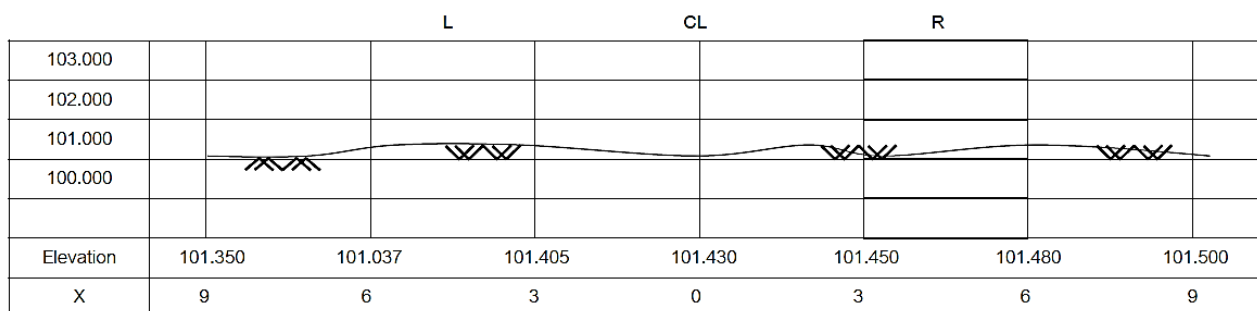
แผ่นที่ : 4

หน้าที่

การลงที่หมายระดับตามยาว จากการทำ CROSS – Section



0+000



0+000



สาขาวิชา : โยธา

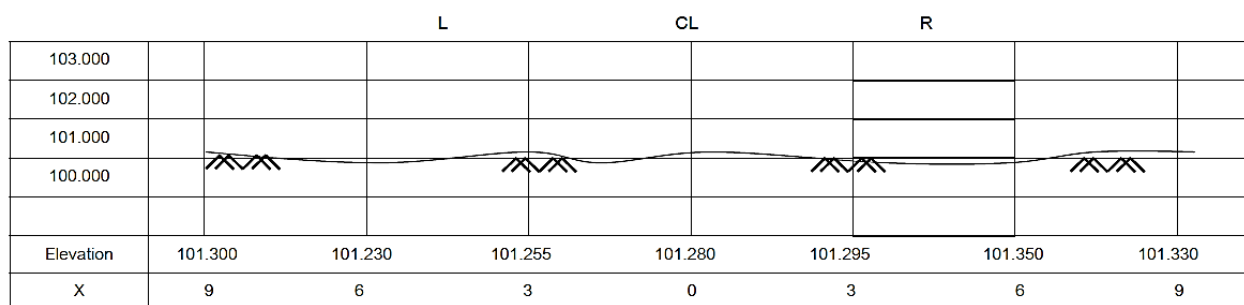
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

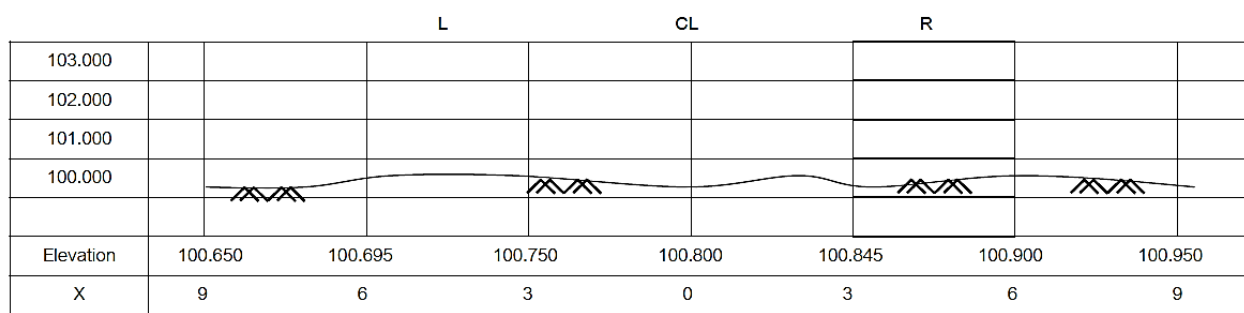
ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 5

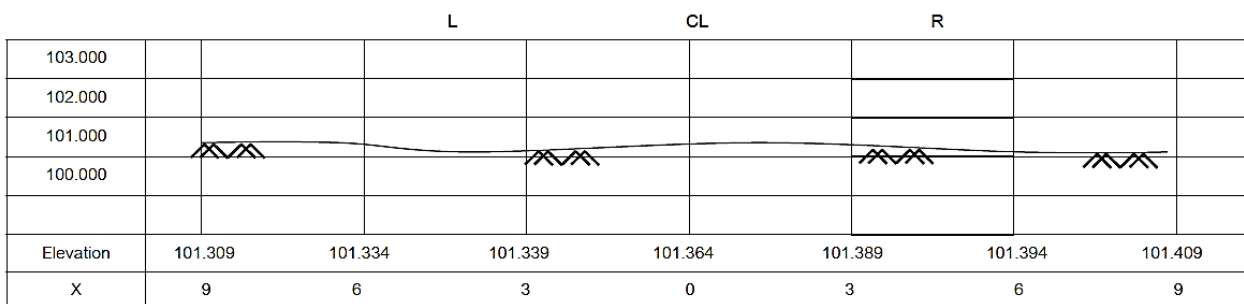
หน้าที่



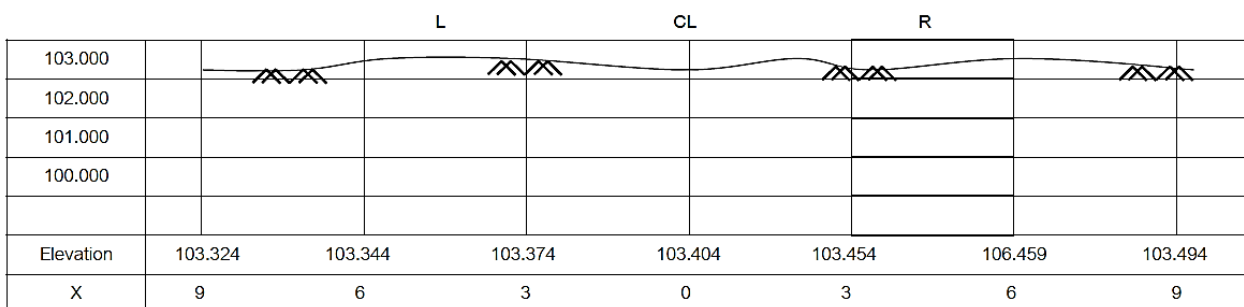
0+050



0+075



0+100



0+125



สาขาวิชา : โยธา

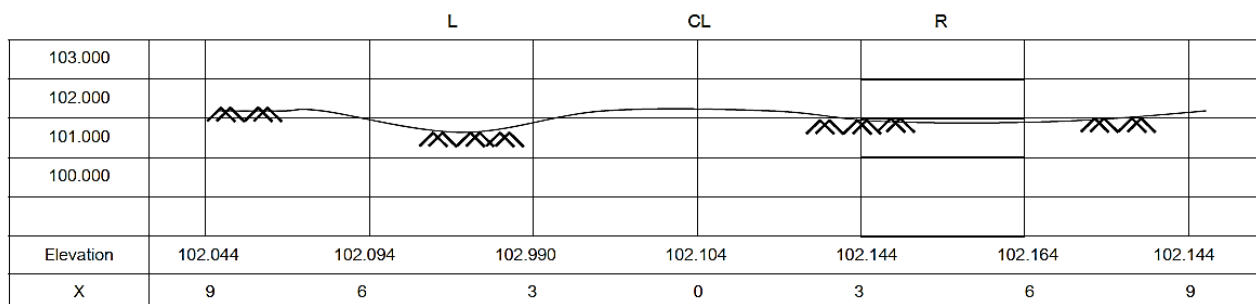
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross - Section Levelling)

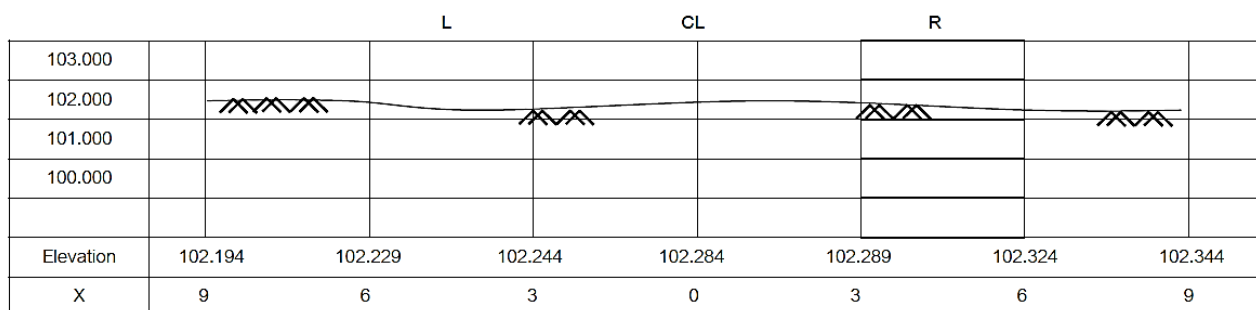
ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 6

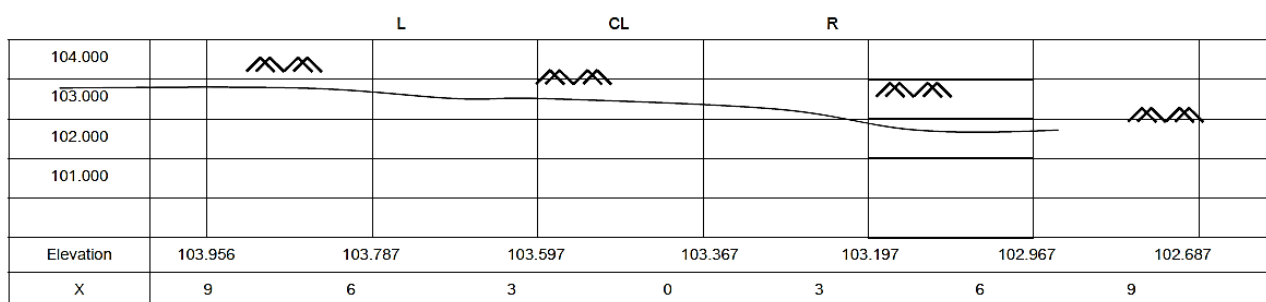
หน้าที่



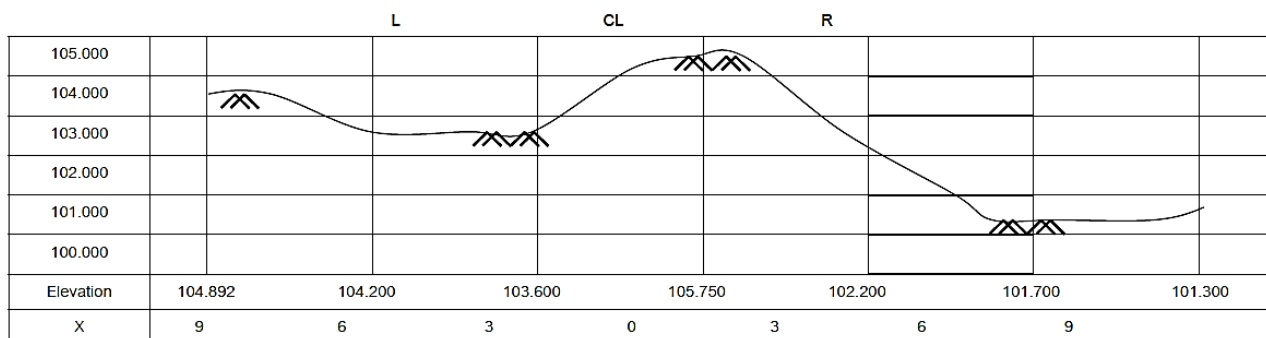
0+150



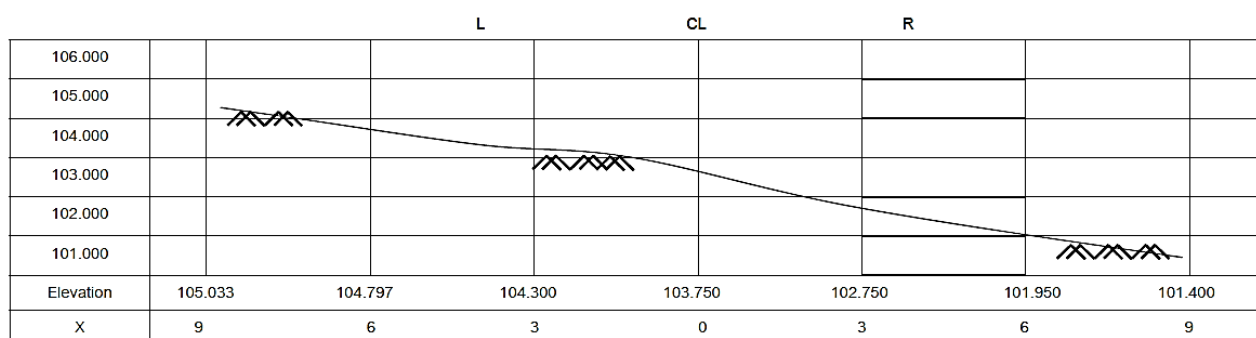
0+175



0+200



0+225



0+250

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 7	

แสดงการคำนวณหาค่าระดับตามขวางเมื่อกำหนดระยะขวางไม่เท่ากัน

STA	BS.	HI.	FS.	EC.	Elev.	L		CL	R	
BM.	2.950	102.95			100.000					
0+000						0.361/10.00	0.25/7.30	0.43/10	0.62/5.20	0.57/10.00
						(102.64)	(102.70)	(102.52)	(102.33)	(102.10)
ดินเดิม						0.75/10.00	0.19/8.10	0.22/0	0.27/3.50	0.85/10.00
						(102.20)	(102.76)	(102.73)	(102.66)	(102.10)
0+025						0.45/10.	1.35/2.70	1.37/0	1.40/4.62	1.95/10.00
						(102.50)	(101.60)	(101.58)	(101.55)	(101.00)
0+050						2.05/10.00	2.71/4.70	2.85/0	2.93/3.400	2.70/7.00
						(100.900)	(100.24)	(100.10)	(100.02)	(100.225)
									3.15/10.00 99	(99.80)
TP.1	2.750	104.51	1.200	0.01	101.760					
0+075						1.66/10.00	2.20/6.20	2.23/0	2.31/5.10	3.09/10.00
						(102.85)	(102.31)	(102.28)	(102.20)	(101.50)
ดินเดิม						0.76/10.00	1.36/3.90	1.40/0	1.48/4.700	1.91/10.00
0+085						(103.75)	(103.15)	(103.11)	(103.03)	(102.600)
H.W.L						2.01/10.90	2.41/6.10	2.47/0	2.50/5.80	3.06/10.00
0+095						(102.50)	(120.10)	102.40	(102.01)	(101.40)
0+100						1.18/10.00	0.71/7.40	1.31/0	1.40/6.30	2.11/10.00
						(103.33)	(103.80)	(103.20)	(103.11)	(102.40)
						1.26/3.45	(103.25)			
TP.2	0.425	101.64	3.305	0.01	101.215					
0+125						0.65/10.00	1.10/5.50	1015/0	1.26/7.40	1.60/10.00
						(100.99)	(100.54)	(101.34)	(101.38)	(100.00)
ดินเดิม						0.04/10.00	0.33/6.70	0.30/0	0.39/6.10	0.64/10.00
0+138						(101.60)	(101.31)	(101.34)	(101.25)	101.00)
0+150						0.066/10. 00	1.07/4.50	100.53	1.22/5.20	1.60/10.00
						(100.98)	(100.57)		(100.42)	(100.04)
BM.1/2			0.999	0.01	100.651	Fixed,				
	6.125		5.504							

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 8	

รายการคำนวณ

คำนวณหา Elev. BM. 1/2 ที่ได้จากการปฏิบัติงาน

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } BS. - FS. &= \text{Last Elev.} - \text{First Elev.} \\
 \text{Last Elev.} &= \text{First Elev.} + BS. - FS. \\
 &= 100.000 + 6.125 = 5.504 \\
 &= 1000.621 \quad (\text{Fixed} = 100.651)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น } EC. &= 100.651 - 100.621 \\
 &= -0.030
 \end{aligned}$$

$$\text{ความคลาดเคลื่อน / การตั้งกล้อง 1 ครั้ง} = \frac{EC.}{N}$$

N

$$EC = \text{Error of Closure}$$

$$N = \text{Number} = \text{จำนวนครั้งที่ตั้งกล้อง}$$

$$EC/N = \frac{0.30}{N} = 0.01$$

นำค่าแก้คือ 0.01 ไปใส่ในช่อง EC. เนื่องจากค่าที่ได้มาน้อยจึงนำมาบวกเข้าไปที่ช่อง
 หลัง FS. จากนั้นก็คำนวณหา Elev. ที่ Station ต่าง ๆ

$$\text{จากจุด Elev.} + ES. = HI.$$

$$HI. - FS. \text{ หรือ } IFS. = \text{Elev.}$$

ก็จะหาค่าระดับของทุก ๆ จุดได้

ลำดับขั้นตอนการเขียนรูปหน้าตัด

1. ต้องสำรวจจนแน่ใจเรียบร้อยถูกต้องเสียก่อนตลอดจนตรวจการคำนวณค่าระดับของ Sta. ต่าง ๆ
2. กำหนดแนวศูนย์กลางในกระดาษกราฟ
3. เขียนค่าระดับทางซ้ายมือของกระดาษกราฟด้วยมาตราส่วน 1:100
4. ต้องวัดระยะความห่างของแต่ละ Station ให้ห่างกันพอสมควร เพื่อเขียนระดับชั้นงานดินและเขียนชื่อ Station ประมาณดินระหว่าง Station
5. เริ่มเขียนค่าระยะตามแนวแกน X และค่าระดับตามแนวแกน Y เหมือนการเขียนระดับตามยาว



สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

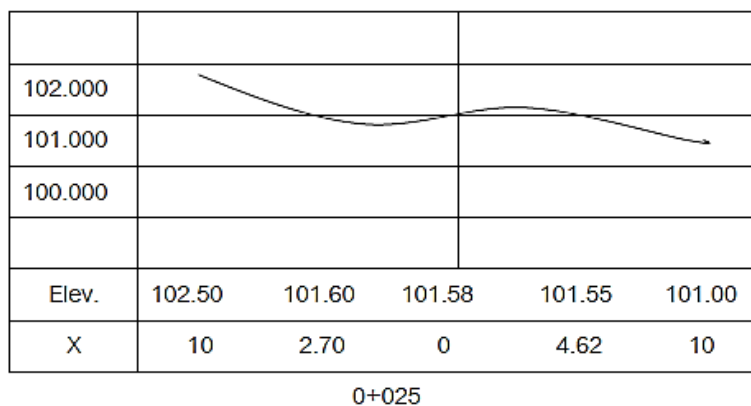
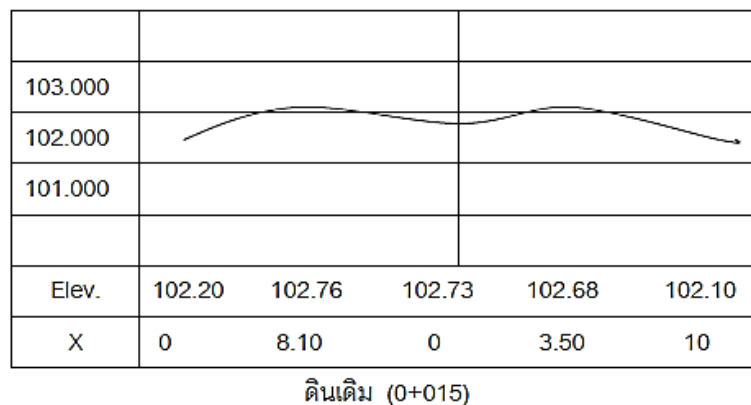
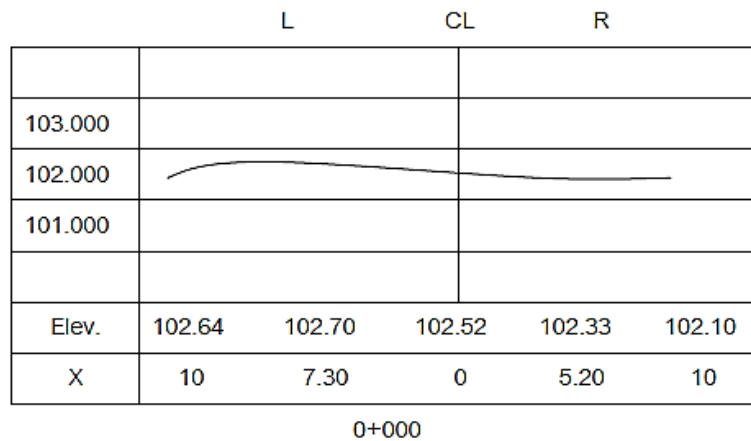
ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 9

แสดงลักษณะการเขียนรูปตัดตามขวาง

เพื่อความเหมาะสมกับกระดาษในที่นี้จะใช้มาตราส่วน H,1:2000 V,1:100



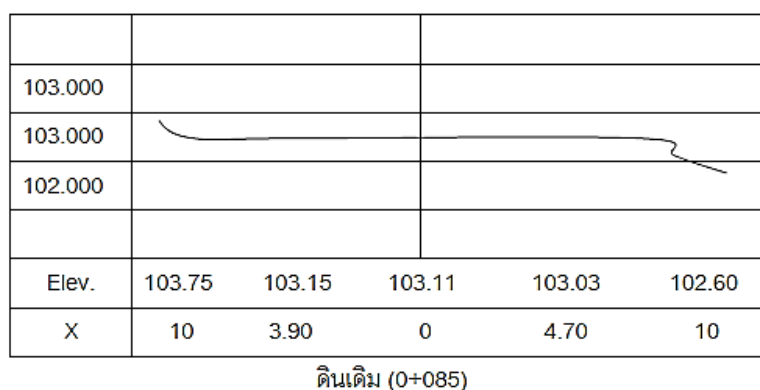
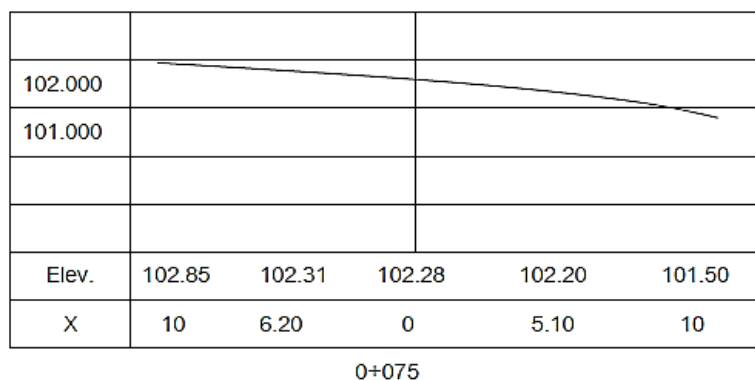
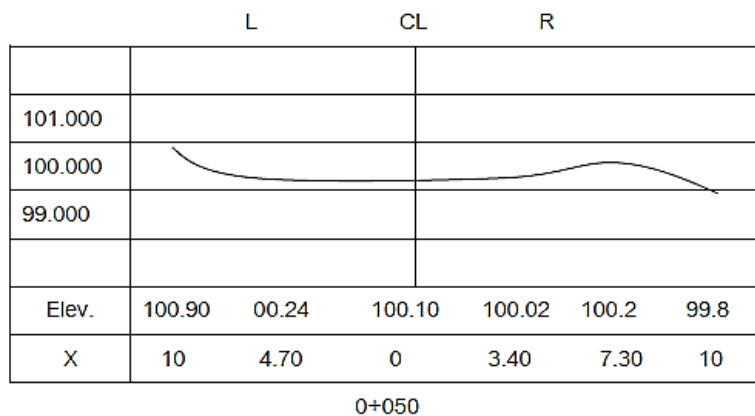


สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 10



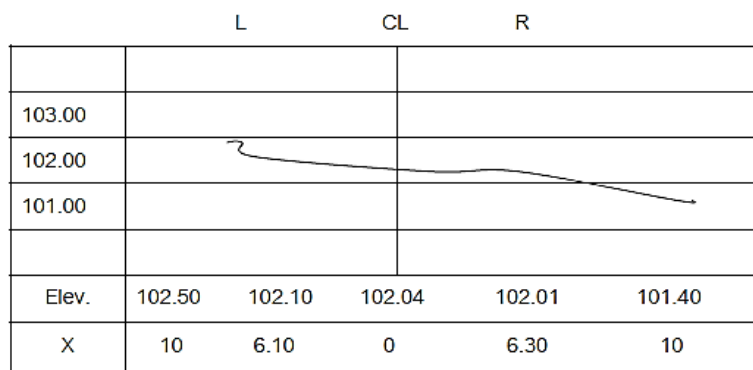


สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

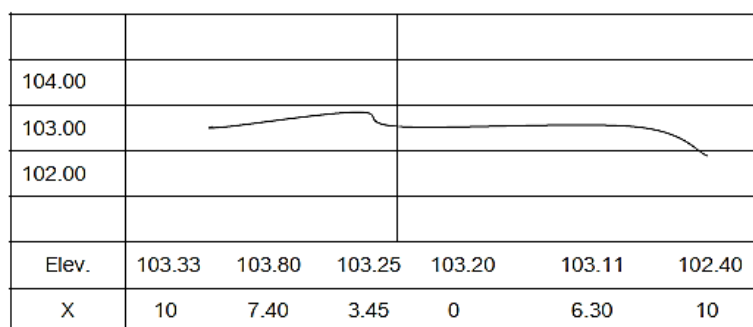
ใบเนื้อหา

หน้าที่

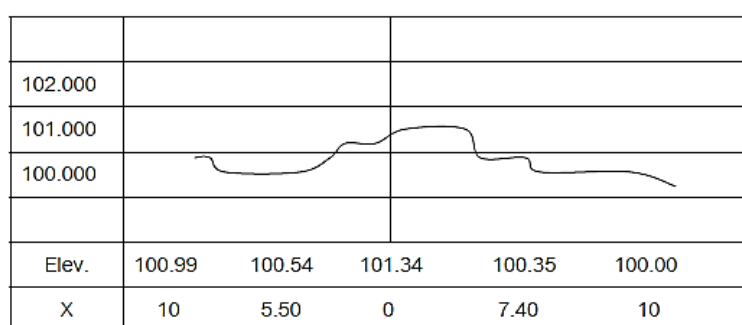
แผ่นที่ : 11



H.W.L.(0+095)



0+100



0+125

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)

เครื่องมือ - อุปกรณ์

การปฏิบัติงานเรื่องการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling) นี้จะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|--------------|
| 1. กล้องวัดมุม (Theodolite) พร้อมขา | จำนวน 1 ชุด |
| 2. เทปวัดระยะ | จำนวน 1 เส้น |
| 3. ค้อน | จำนวน 1 ตัว |
| 4. Foot pate | จำนวน 2 อัน |
| 5. ห่วงคะแนน | จำนวน 5 อัน |
| 6. ร่ม | จำนวน 1 คัน |
| 7. ชุดค้ำยันขากล้อง (ใช้ในกรณีอยู่บนพื้นคอนกรีต) | จำนวน 1 ชุด |
| 8. ถ่านแบตเตอรี่ ขนาด AA | จำนวน 6 ก้อน |
| 9. ไม้วัดระดับ | จำนวน 2 อัน |
| 10. กระดาษกราฟ พร้อมอุปกรณ์เขียนแบบ | |

วัตถุประสงค์

ในการปฏิบัติงานสนามเรื่องการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling) มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อสามารถบอกวิธีการถ่ายระดับตามขวาง รวมทั้งการคำนวณปรับแก้หาค่าระดับตามยาวได้
2. เพื่อสามารถสรุปวิธีการถ่ายระดับตามขวางได้
3. เพื่อสามารถนำวิธีการถ่ายระดับตามขวางไปใช้งานได้ถูกต้อง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling) มีขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน หรือตามชุดเครื่องมือที่มี
2. วางแนวเส้นฉากกับแนวศูนย์กลางทางตามใบงานระดับตามยาว โดยใช้ เครื่องมือส่องฉากไปทางด้านซ้ายและขวาของทางข้างละเท่าๆกัน (ผู้สอนกำหนดให้ตามความเหมาะสมของพื้นที่) ปักหมุดไม้ตามจุดที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงความลาดเอียง
3. กำหนด BM1 และ BM2 โดยพิจารณาจากวัตถุถาวรที่มีอยู่ในพื้นที่ที่สำรวจ เพื่อเป็นจุดเริ่มงาน และจุดสุดท้ายของงาน (ใช้จุด BM1 และ BM2 ตามใบงานระดับตามยาว

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

4. ตั้งกล้องระดับที่ L1 โดยพิจารณาตำแหน่งที่สามารถมองเห็นจุด MB1 และจุดที่กำหนดไว้บนแนวศูนย์กลางทางได้มากที่สุด
5. ส่องอ่านค่าไม้วัดระดับที่ BM1 บันทึกข้อมูลเป็นค่า BS แล้วส่องอ่านค่าไม้วัดระดับตามจุดที่ปักหมุดขวางแนวทางตั้งแต่ STA 0+000 , 0 + 025 , 0 + 050...ไปเรื่อยๆ เท่าที่จะอ่านได้ บันทึกข้อมูลเป็นค่า IFS ตารางงาน Cross Section เมื่อเห็นว่าจุดที่จะส่องต่อไปไกลมากหรือมีความต่างระดับมากกว่าระดับที่ TP1 บันทึกเป็นค่า FS
6. ย้ายกล้องไปตั้งที่จุด L2 ส่องกลับไปที่จุด TP1 บันทึกเป็น BS แล้วส่องหมุดบนแนวทางครบแล้วให้ส่องอ่านค่าไม้ระดับที่ BM2 บันทึกเป็นข้อมูลเป็นค่า FS
7. คำนวณหาค่าระดับเพื่อนำข้อมูลไปเขียนรูปตัดตามแนวขวางต่อไป

ข้อควรระวัง

การทำระดับตามขวาง

1. การเลือกจุดตั้ง L1 และ L2 จะต้องพิจารณาให้มองเห็นจุดที่ส่องให้มากที่สุด
2. ก่อนย้ายกล้องจะต้องกำหนดจุด TP และส่องค่า FS ก่อน
3. จุด TP ควรเป็นจุดที่มองเห็นได้ง่าย เพื่อสะดวกในการตั้งกล้องครั้งต่อไป
4. การอ่านค่า BS และ FS จะต้องอ่านค่าไม้วัดระดับให้แม่นยำและอ่านละเอียดถึงมิลลิเมตร
5. การจดค่าระยะจากศูนย์กลางทางซ้ายและขวา ค่า IFS ต้องจดให้ถูกต้องตามรูปแบบของงาน

การเขียนรูปตัดตามแนวขวาง

1. งานในใบงานระดับตามยาวต้องตรวจสอบให้ถูกต้องเสียก่อน
2. การเขียนรูปจะต้องใช้มาตราส่วนให้ถูกต้อง และเขียนให้ถูกต้องตามข้อกำหนดของงาน
3. การเขียนรูปตัดตามแนวขวางจะต้องดูรูปตัดตามแนวยาว และรายการคำนวณค่าเส้นระดับก่อสร้างในแต่ละ STA ประกอบด้วย

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 3	

ข้อเสนอแนะ

การทำระดับตามขวาง

1. หากลักษณะของดินตามขวาง Station ใดมีลักษณะสม่ำเสมอกันให้ส่องอ่านค่าเฉพาะจุดศูนย์กลางไม่ต้องเปิดฉากปิกหมุดทางซ้ายและขวา
2. กำหนด BM1 และ BM2 จะต้องเป็นจุดที่มีค่าระดับถูกต้องสามารถตรวจสอบการทำงานของผู้เรียนได้

การเขียนรูปตัดตามแนวขวาง

การเขียนรูปจะต้องใช้มาตราส่วนให้ถูกต้อง และมีความละเอียดในการวัดระยะ Plot รูป หากข้อมูลตามใบงานระดับตามแนวยาว ระดับดินเดิมมีความต่างระดับน้อย ควรกำหนดโจทย์ข้อมูลที่มีความต่างระดับเพื่อให้เห็นรูปแสดงดินถม – ดินตัด ได้ชัดเจนและผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายกว่า

1. การกำหนดค่า BM. เพื่อใช้เป็นค่าการให้ระดับหลัก ถ้าเป็นการฝึกปฏิบัติอาจจะสมมติให้ใกล้เคียงกับค่าระดับที่จะให้ เพื่อจะได้เตรียมหลักไม่เินยวมากนัก
2. หากมีหลักไม่เินยวพอ อาจจะให้ค่าระดับเฉพาะ Sta. ที่สำคัญ ๆ ก็ได้ Sta. ที่ใกล้เคียงกันก็อาจจะให้ค่าระดับแค่ Sta. เดียว จากการคำนวณเป็นการหาค่าระดับอย่างละเอียดทุก Sta.

	สาขาวิชา : โยธา	ใบงาน	หน้าที่
	ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008		
	ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)	แผ่นที่ : 4	

ผลการปฏิบัติงาน

CHIANGRAI TECHNICAL COLLEGE

DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION & CIVIL

SURVEYING DIVISION

Project Job No.

Location Group..... Date

Instrument

ตารางบันทึกข้อมูล งานทำระดับตามแนวทาง

STA	BS	HI	FS	EC	Elve	L			CL	R		

รายการคำนวณ

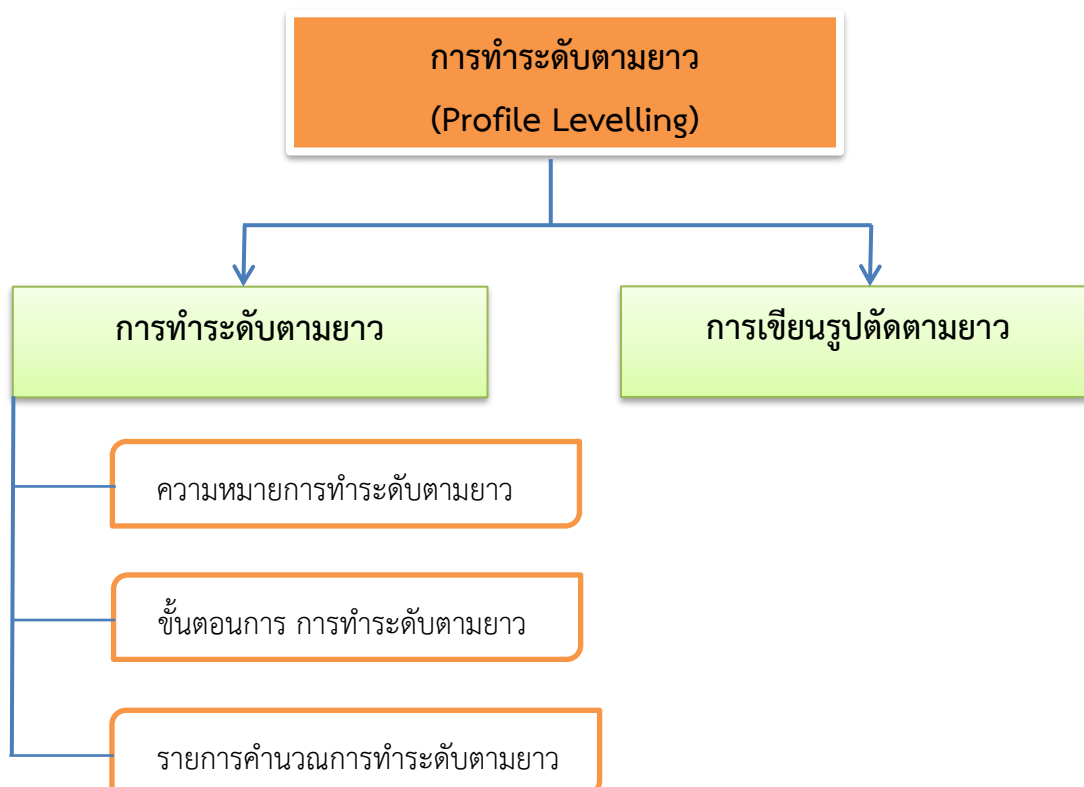
			สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามขวาง (Cross – Section Levelling)				วัดและ ประเมินผล	หน้าที่
							แผ่นที่ : 1	
กลุ่ม			หัวข้อการตรวจงาน [20]				รวม คะแนน [20]	
ลำดับ	รหัส นักศึกษา	ชื่อ – สกุล	การ ปฏิบัติงาน ภาคสนาม [5]	การบันทึก ข้อมูล [5]	การคำนวณ และปรับแก้ [5]	การนำ ข้อมูลมา เขียนรูป ตัดตาม แนวขวาง [5]		

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 – 16	ดี
8 – 12	พอใช้
4 – 7	ต้องปรับปรุง
0 – 3	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ครูผู้ประเมิน
(.....)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	สอนครั้งที่ 5 – 6
		ชั่วโมงรวม 8
ใบวิเคราะห์งาน		จำนวนชั่วโมง 4



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	สอนครั้งที่ 5 – 6
		ชั่วโมงรวม 8
วิชา การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา 30121 - 2008		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

- 1.1 เมื่อวางแผนทางที่จะทำการก่อสร้างแล้ว จำเป็นจะต้องรู้ค่าระดับความสูงของภูมิประเทศตามแนวทางนั้น เพื่อประโยชน์ในการออกแบบ การกำหนดระดับในการก่อสร้าง จึงมีความจำเป็นต้องหาระดับตามยาว
- 1.2 ในการฝึกปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดทักษะ ความชำนาญ และประสบการณ์ในการทำระดับตามยาว การหาค่าระดับความสูงต่ำของภูมิประเทศ การกำหนดจุดเพิ่มเติมตามรายการที่มีค่าความต่างระดับมาก การให้ BM แรกออกและเข้าบรรจบ การคำนวณและปรับแก้ค่าระดับ การนำค่าตามยาวที่หมายในกระดาษกราฟ

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงการทำระดับตามยาว (Profile Levelling) ได้
- 2.2 เพื่อให้ผู้เรียนบอกวิธีการทำระดับตามยาวและการคำนวณปรับแก้ค่าระดับได้
- 2.3 เพื่อให้ผู้เรียนเขียนค่าระดับตามยาวในกระดาษกราฟได้
- 2.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานจริงได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 ด้านความรู้
 - 3.1.1 รู้และเข้าใจการทำระดับตามยาว
 - 3.1.2 เข้าใจการเขียนค่าระดับตามยาว
- 3.2 ด้านทักษะ
 - 3.2.1 บอกความหมายการทำระดับตามยาวได้
 - 3.2.2 บอกวิธีการทำระดับตามยาวและการคำนวณปรับแก้ค่าระดับได้
 - 3.2.3 เขียนค่าระดับตามยาวในกระดาษกราฟได้
 - 3.2.4 นำวิธีการทำระดับตามยาวไปใช้งานได้ถูกต้อง
- 3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์
 - 3.3.1 ความเสียสละ
 - 3.3.2 ซื่อสัตย์สุจริต
 - 3.3.3 กตัญญูกตเวที
 - 3.3.4 ความอดกลั้น
 - 3.3.5 ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน
 - 3.3.6 มีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม

- 3.3.7 ความมีวินัย
- 3.3.8 ความรับผิดชอบ
- 3.3.9 ความรักสามัคคี
- 3.3.10 มีมนุษยสัมพันธ์
- 3.3.11 เชื้อมั่นในตนเอง
- 3.3.12 ขยัน
- 3.3.13 ประหยัด
- 3.3.14 อดทน
- 3.3.15 พึ่งตนเอง
- 3.3.16 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอาชีวอนามัย
- 3.3.17 การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 3.3.18 ความสนใจใฝ่รู้
- 3.3.19 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 3.3.20 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

- 4.1 การทำระดับตามยาว
- 4.2 การเขียนค่าระดับตามยาว

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- 5.1.1 ให้นักศึกษาทำสมาธิก่อนเรียน 5 นาที เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้ที่ประพฤติดีแล้วทำการเช็ครายชื่อ
- 5.1.2 ผู้สอนสนทนาซักถามความรู้ในเรื่องการทำระดับตามยาว (Profile Levelling) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.1.3 ผู้สอนกล่าวนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

5.2 การเรียนรู้

- 5.2.1 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการทำระดับตามยาว (Profile Levelling) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.2 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการทำระดับตามยาว (Profile Levelling)
- 5.2.3 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการเขียนค่าระดับตามยาว โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.4 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการเขียนค่าระดับตามยาว
- 5.2.5 ศึกษาคำถามที่ผู้สอนซักถาม
- 5.2.6 นักศึกษาลงมือปฏิบัติตามใบงานที่ผู้สอนมอบหมายให้

5.3 การสรุป

- 5.3.1 นักศึกษาส่งงานจากการปฏิบัติงาน
- 5.3.2 ผู้สอนวิจารณ์และอภิปรายผลงาน
- 5.3.3 ผู้สอนและนักศึกษาสรุปบทเรียน
- 5.3.4 ผู้สอนสรุปทางสังคมโดยชมเชย และประเมินผล

5.4 การวัดและประเมินผล

5.4.1 เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

ใบงานหน่วยเรื่อง การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

วิธีการวัด

ประเมินจากการปฏิบัติตามใบงานหน่วยเรื่อง การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

5.4.2 เครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

วิธีการวัด

ประเมินประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาได้รับผลการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้ด้วยคะแนนรวม 70 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

6.1.1 ใบเนื้อหาที่ 3 หน่วยเรื่อง การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

6.1.2 ใบงานที่ 3 เรื่อง การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

6.2 สื่อโสตทัศน์

6.2.1 สื่อ Power Point

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง

6.3.1 กล้องวัดมุมประเภทต่างๆ

6.4 อื่นๆ

.....
.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

7.1 ใบเนื้อหา

7.2 ใบงาน

7.3 ใบเฉลย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

- 8.1 บูรณากับวิชาชีวิตและวัฒนธรรมไทย ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และการฝึกปฏิบัติบนทางสังคมด้านการเตรียมความพร้อม ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้
- 8.2 บูรณาการกับวิชาเขียนแบบก่อสร้าง ด้านการออกแบบบ้าน
- 8.3 บูรณาการกับวิชาคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยี
- 8.4 บูรณาการกับวิชาเทคนิคก่อสร้าง ด้านขั้นตอนการทำงานก่อสร้าง
- 8.5 บูรณาการกับวิชาประมาณราคา ด้านการเลือกใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- 9.1.1 จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนตามที่คุณสอนและบทเรียนกำหนด
- 9.1.2 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

9.2 ขณะเรียน

- 9.2.1 ปฏิบัติตามใบงานที่ 3 เรื่อง การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)
- 9.2.2 ดูตัวอย่างใบเนื้อหาที่ 3 เรื่อง การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)
- 9.2.3 ร่วมกันสรุป การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

9.3 หลังเรียน

- 9.3.1 ตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน
- 9.3.2 วัดประเมินผลตามหน่วยเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 3
	ชื่อหน่วย การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	สอนครั้งที่ 5 – 6
		ชั่วโมงรวม 8
บันทึกหลังการสอน		จำนวนชั่วโมง 4

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนกฯ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

3.1 การทำระดับยาว (PROFILE LEVELLING)

การทำระดับตามยาว คือ การหาค่าระดับของหมุดหรือจุด (Station) ซึ่งอยู่ห่างกันเป็นช่วงสั้นๆ ไปตามศูนย์กลางของแนวสำรวจ ซึ่งห่างกันช่วงละ 25 ม. บริเวณที่เป็นภูเขาอาจจะห่างกัน 10 ม. หรือ 12.50 ม. รวมทั้งจุดที่มีการเปลี่ยนความลาดเอียง (Slope) อย่างเห็นได้ชัดและจุดที่เปลี่ยนทิศทางของแนวระดับเหล่านั้นนำมาเขียนรูปตัดตามแนวยาวบนกระดาษแบบโดยใช้มาตราส่วนในทางตั้ง 1 : 100 ทางราบ 1 : 1000 หรือให้อัตราส่วนทางฐานะทางตั้งเป็น 1 : 100 ซึ่งมีการวิเคราะห์เพราะทดสอบแล้วว่าจะให้รูปลักษณะที่ใกล้เคียงกับภูมิประเทศที่เป็นจริงมากที่สุดหรืออาจจะใช้มาตราส่วนอื่นตามความเหมาะสมได้

จากรูปตัดที่เขียนขึ้นนี้จะใช้ศึกษาสิ่งต่างๆ เกี่ยวกับการกำหนดระดับก่อสร้างด้วยในงานสำรวจแนวทางมีหลักการดังนี้

1. หาค่าระดับตามยาวบนถนนเดิมทำทุก 25 ม. และหาค่าระดับของดินเดิมทุก 560 ม.
2. บนพื้นดิน (ไม่มีถนน) ให้ทำระดับตามยาวทุก 25 ม. แต่ถ้าภายใน 25 ม. ระดับดินแตกต่างกันมากก็ให้กำหนดจุด เพิ่มขึ้นตามที่เห็นสมควร เช่น ร่องน้ำ ลำห้วย หรือหุบเขา (หุบเขาจะทำระดับตามยาว ทุก 10 ม. หรือ 12.50 ม.)
3. สับรางรถไฟที่แนวทางผ่านคอสะพานและกลางหลังสะพาน หลังท่อกลมหลังท่อ Box Culvert ต้องส่องหาค่าระดับด้วย
4. หาค่าระดับน้ำสูงสุด (High Water Level, H.W.L.) ตามสะพาน หลังและที่มิน้ำท่วมทุกแห่งจากการสังเกตคราบน้ำตามต้นไม้ สอบถามชาวบ้าน หรือดูสถิติน้ำท่วมที่แขวงทางหลวง แผนที่ทุกแผ่นต้องมีค่าระดับน้ำสูงสุด
5. เมื่อผ่านร่องน้ำให้ทำเลเยียดขึ้น โดยจะทำระดับตามยาวทุก 10 ม. หรือ 12.50 ม.
6. ก่อนละหลังลำห้วยลำคลอง แม่น้ำ บึง 100 ม. ให้ทำระดับตามยาว ระยะ 50 ม.
7. ตัวลำห้วย ลำคลองและแม่น้ำให้ทำระดับตามยาวทุกๆ 2 ม. หรือแล้วแต่เห็นสมควรและต้องหารายละเอียดต่างๆ ตามแบบ พร้อมทั้งวาดรูปแม่น้ำให้ใกล้เคียงความเป็นจริงด้วย
8. การสำรวจถนนย่านชุมชน หรือในเมืองจะต้องหาค่าระดับของสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่ปรากฏได้ด้วย เช่น ระดับหลังท่อระบายน้ำ ปากบ่อกัก ท่อร้อยสายโทรศัพท์ เป็นต้น
9. การอ่านค่าไม้วัดระยะสำหรับการทำระดับตามยาว ให้อ่านละเอียดถึงเพียง ซม. ไม่จำเป็นต้องอ่าน มม. จะทำให้เสียเวลาโดยใช้เหตุ
10. ผ่าน BM ให้เข้าตรวจสอบกับ BM ด้วยทุกครั้ง ความผิดพลาดต้องไม่เกินเกณฑ์ของงานที่กำหนด
11. ตัวเลขจากการปฏิบัติงานสนาม และจากการคำนวณจะต้องมีการตรวจสอบด้วยทุกครั้งการทำรูปตัดตามแนวยาวจะต้องมีการถ่ายระดับ (BM) การตั้งกล้องแต่ละครั้งอาจอ่านค่าไม้กลาง (Intermediate For Sight = IFS) หลายค่า

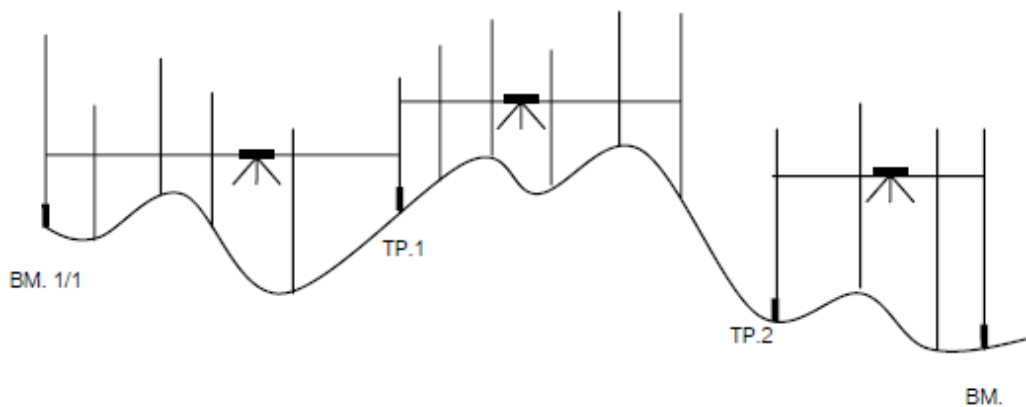
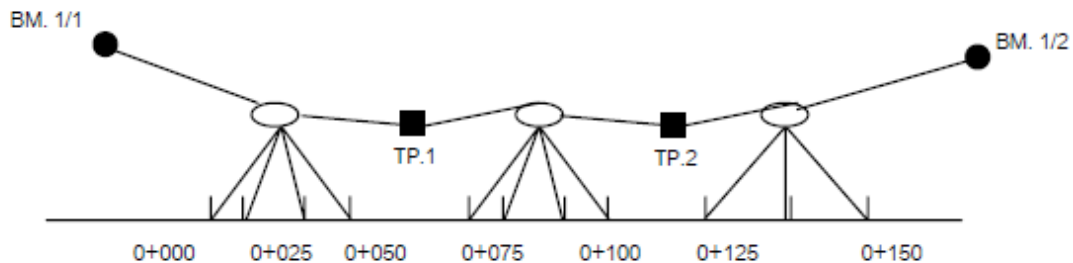


สาขาวิชา : โยธา
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่



แสดงลักษณะการทำระดับตามยาว

เมื่อตั้งกล้องแล้ว อ่านค่าไม้วัดระดับหลังที่หมุดหลักฐานการระดับ (BM) และอ่านค่าไม้กลาง ตั้งไม้ วัดระดับชิดหมุด ซึ่งตอกไว้ในแนวศูนย์กลางของแนวสำรวจ จนกระทั่งถึงจุดที่อยู่ใกล้กับจุดที่ใช้เป็นจุดถ่าย ถ่ายระดับ และปฏิบัติเช่นเดียวกับการตั้งกล้องครั้งแรก

วิธีการคำนวณหาความสูงของแนวเล็ง (HI) ของการตั้งกล้องแต่ละครั้ง และหาค่าระดับของจุด (Station) ต่างๆ ดังนี้

ค่าระดับแกนกล้อง HI. = Elevation + BS.

เมื่อคำนวณถึงช่อง FS. ให้บวก (หรือลบ) ด้วยค่าแก้ (EC.) ที่หาได้จากการคำนวณก็จะได้ค่าระดับที่ ต้องการ

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 3	

ตารางแสดงการคำนวณหาค่าระดับตามยาว

STA	BS.	HI.	IFS.	FS.	EC.(+)	Con Elev.	Remark
BM.1/1	2.950	102.950				100.000	หวั่นือตโคนต้นตะขบป่า
0+000			0.420			102.520	Ø 0.15 ม. กม.0+010
ดินเดิม			0.220			102.73	ทางขวาทาง 32.00 ม.
(0+015)							
(0+025)			1.370			101.580	
0+050			2.850			100.100	
TP.1	2.75	104.51		1.200	0.01	101.760	
0+075			2.23			102.280	
ดินเดิม			1.400			103.11	
(0+085)							
H.W.L			2.47			102.040	
(0+095)							
(0+100)			1.37			103.14	
TP.2	0.425	101.64		3.305	0.01	101.215	
0+125			1.150			100.490	
ดินเดิม			0.300			101.340	
(0+138)							
0+150			1.110			100.23	
BM.1/2				0.999	0.01	100.651	หวั่นือตโคนต้นตะขบป่า
	6.125			5.504			Ø 0.15 ม. กม.0+010
							ทางขวาทาง 32.00 ม.

รายการคำนวณ

คำนวณหา Elev. BM ½ ที่ได้จากการปฏิบัติงาน

จากสูตร BS. – FS. = Last Elev.

$$6.125 - 5.504 = \text{Last Elev.} - 100.00$$

$$\text{Last Elev} = 6.125 - 5.504 + 100.00 = 100.621 \text{ (Fixed} = 100.651\text{)}$$

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น (Error) = 100.651 - 100.621 = 0.030

$$\text{ความคลาดเคลื่อน} / \text{การตั้งกล้อง 1 ครั้ง} = \frac{\text{Error}}{N} = \frac{0.30}{3} = 0.01$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 4

หน้าที่

การตรวจสอบค่าระดับควรจะมีการตรวจสอบโดยการทำระดับเข้าสู่ฐานการระดับ (BM) ถ้าหมดหลักฐานการระดับอยู่ในบริเวณจุดสุดท้ายของแนวการทำระดับตามยาวก็จะเข้าบรรจบที่หมดหลักฐานการระดับนี้ ค่าต่างระหว่างผลรวมของไม้หลังและผลรวมของไม้หน้า จะต้องเท่ากับค่าต่างระดับของหมดสุดท้ายและหมดแรกออกเพื่อเป็นการตรวจสอบการคำนวณและค่าต่างระดับของ BM กับระดับที่คำนวณได้ จะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าการทำระดับไม่เข้าบรรจบที่หมดระดับต่อไปก็ทำการตรวจสอบโดยการทำระดับกลับไปยังหมดระดับเริ่มแรก และหาค่าความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนเข้าบรรจบมีค่าเกิดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้จะต้องทำระดับใหม่ทั้งหมด

การเขียนรูปตัดตามยาว จะเขียนลงในกระดาษกราฟหรือแผ่นระดับตามยาวใช้มาตราส่วนในแนวราบ 1 : 1000 แนวตั้ง 1 : 100 การกำหนดฐานระดับของระดับตามยาวให้เลือกใช้ค่าระดับเป็นตัวเลขลงตัว เลือกให้เหมาะสมกับกระดาษที่ใช้

การเขียนรูปตัดตามยาว เลือกให้เหมาะสมกับกระดาษที่ใช้

1. เขียนระยะ Sta. ต่างๆ ลงในกระดาษ ในช่วงกระดาษกราฟใช้มาตราส่วน 1 : 1000
2. เขียนค่าระดับหลังทางและดินเดิมตาม Sta. ต่าง
3. กำหนดค่าระดับของเส้นฐานระดับเป็นเลขลงตัว ที่เหมาะสมพอเหมาะกับกระดาษมาตราส่วน 1 : 100
4. เขียนค่าระดับและลากเส้นต่อจุด
5. เขียนมาตราส่วนที่ใช้



แสดงการเขียนรูปตัดตามยาว

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)

เครื่องมือ - อุปกรณ์

การปฏิบัติงานเรื่องการทำระดับตามยาว (Profile Levelling) นี้จะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|--------------|
| 1. กล้องวัดมุม (Theodolite) พร้อมขา | จำนวน 1 ชุด |
| 2. เทปวัดระยะ | จำนวน 1 เส้น |
| 3. ค้อน | จำนวน 1 เค้า |
| 4. Foot pate | จำนวน 2 อัน |
| 5. ห่วงคั้นแน | จำนวน 5 อัน |
| 6. ร่ม | จำนวน 1 คัน |
| 7. ชุดค้ายันขากล้อง (ใช้ในกรณีอยู่บนพื้นคอนกรีต) | จำนวน 1 ชุด |
| 8. ถ่านแบตเตอรี่ ขนาด AA | จำนวน 6 ก้อน |
| 9. ไม้วัดระดับ | จำนวน 2 อัน |
| 10. กระดาษกราฟ พร้อมอุปกรณ์เขียนแบบ | |

วัตถุประสงค์

ในการปฏิบัติงานสนามเรื่องการทำระดับตามยาว (Profile Levelling) มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อสามารถบอกวิธีการถ่ายระดับตามยาว รวมทั้งการคำนวณปรับแก้ค่าระดับตามยาวได้
2. เพื่อสามารถสรุปวิธีการถ่ายระดับตามยาวได้
3. เพื่อสามารถนำวิธีการถ่ายระดับตามยาวไปใช้งานได้ถูกต้อง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการทำระดับตามยาว (Profile Levelling) มีขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน หรือตามชุดเครื่องมือที่มี
2. วางแนวโดยใช้กล้องวัดมุมไปตามแนวศูนย์กลางทางที่กำหนด หมดแรกกำหนดให้เป็น STA. 0+000 เล็งแนวปักหมุดทุกระยะ 25 เมตร ไปจนถึง STA. 0+200 (หากพื้นที่จำกัดให้ใช้วิธีย่อมาตราส่วนเช่น 5 เมตร แทนระยะ 25 เมตร)
3. กำหนด BM 1 และ BM 2 เพื่อเป็นจุดเริ่มงานและจุดสุดท้ายของงานทำระดับ โดยพิจารณา กำหนดจากวัตถุถาวรที่มีอยู่ในพื้นที่สำรวจ ที่รู้ค่าระดับสามารถตรวจสอบการทำงานของนักเรียนได้
4. ตั้งกล้องที่ระดับที่ L1 โดยพิจารณาตำแหน่งที่สามารถมองเห็นจุด BM1 และจุดที่กำหนดไว้บนแนวศูนย์กลางทางได้มากที่สุด

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

5. ส่องอ่านค่าไม้วัดระดับที่ BM1 บันทึกข้อมูลเป็นค่า BS แล้วส่องอ่านค่าไม้วัดระดับตามจุดบนแนวทางตั้งแต่ STA 0+000 , 0 + 025 , 0 + 050..... ไปเรื่อยๆ เท่าที่จะอ่านได้ บันทึกข้อมูลเป็นค่า IFS เมื่อเห็นว่าจุดที่ส่องต่อไปไกลมาก หรือมีความต่างระดับมากกว่าความยาวของไม้วัดระดับ ให้กำหนดจุด TP เพื่อเป็นจุดต่อระหว่างกล้อง L1 กับ L2 แล้วอ่านค่าไม้วัดระดับที่ TP1 บันทึกเป็นค่า FS
6. ย้ายกล้องไปตั้งจุดที่ L2 ส่องกลับไปจุด TP1 บันทึกเป็น BS แล้วส่องอ่านค่าไม้วัดระดับบนแนวทางต่อไปเรื่อยๆ เมื่อส่องหมดบนแนวทางครบแล้วให้ส่องอ่านค่าไม้วัดระดับที่ BM 2 บันทึกข้อมูลเป็นค่า FS
7. คำนวณค่าระดับเพื่อนำข้อมูลไปเขียนรูปตัดแนวทาง
8. จัดวางกระดาษให้เหมาะกับรูปที่เขียน
9. เขียนรูปตัดตามแนวยาว โดยใช้มาตราส่วนทางตั้ง 1:100 ทางราบ 1:1000
10. กำหนดค่าระดับก่อสร้างที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับเดิมในรูปตัดตามแนวยาว ลากเส้นระดับก่อสร้างบนรูปตัดตามแนวยาว
11. คำนวณค่าระดับก่อสร้างที่ STA บนแนวทางให้ครบทุก STA

ข้อควรระวัง

การทำระดับตามยาว

1. การเลือกจุดตั้ง L1 และ L2 จะต้องพิจารณาให้มองเห็นจุดที่ส่องให้มากที่สุด
2. ก่อนย้ายกล้องจะต้องกำหนดจุด TP และส่องค่า FS ก่อน
3. จุด TP ควรเป็นจุดที่มองเห็นได้ง่าย เพื่อสะดวกในการตั้งกล้องครั้งต่อไป
4. การอ่านค่า BS และ FS จะต้องอ่านค่าไม้วัดระดับให้แม่นยำและอ่านละเอียดถึงมิลลิเมตร

การเขียนรูปตัดตามแนวยาว

1. การเขียนรูปตัดตามแนวยาว จะไม่นำค่าระดับของจุด BM และ TP ที่ไม่ใช่ STA บนแนวทางมา Plot เนื่องจากไม่ใช่ระดับตาม แนวศูนย์กลางของทาง
2. การเขียนรูปจะต้องใช้มาตราส่วนให้ถูกต้อง และเขียนให้ถูกต้องตามข้อกำหนด
3. กำหนดจุดระดับก่อสร้างให้พิจารณาจากระดับดินเดิม แล้วกำหนดระดับตามเหมาะสม
4. การคำนวณค่าเส้นระดับก่อสร้างให้ตรวจสอบความถูกต้อง โดยดูรูปประกอบว่าค่าใกล้เคียงกับรูปหรือไม่

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 3	

ข้อเสนอแนะ

การทำระดับตามยาว

การเลือกพื้นที่ในการปฏิบัติควรเป็นบริเวณที่สามารถใช้ปฏิบัติงานตามใบงานเรื่องการสำรวจตามแนวขวางได้ กำหนด BM1 และ BM2 จะต้องเป็นจุดที่มีค่าระดับถูกต้องสามารถตรวจสอบการทำงานของผู้เรียนได้

การเขียนรูปตัดตามแนวยาว

การเขียนรูปจะต้องใช้มาตราส่วนให้ถูกต้อง และมีความละเอียดในการวัดระยะ Plot รูป หากข้อมูลตามใบงาน ระดับดินเดิมมีความต่างระดับน้อย ควรกำหนดโจทย์ข้อมูลที่มีความต่างระดับ เพื่อให้เห็นรูปแสดงดินถม – ดินตัด ได้ชัดเจนและผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายกว่า

1. การกำหนดค่า BM. เพื่อใช้เป็นค่าการให้ระดับหลัก ถ้าเป็นการฝึกปฏิบัติอาจจะสมมติให้ใกล้เคียงกับค่าระดับที่จะให้ เพื่อจะได้เตรียมหลักไม้ไม่ยาวมากนัก
2. หากมีหลักไม้ไม่เพียงพอ อาจจะทำให้ค่าระดับเฉพาะ Sta. ที่สำคัญ ๆ ก็ได้ Sta. ที่ใกล้กันก็อาจจะให้ค่าระดับแค่ Sta. เดียว จากการคำนวณเป็นการหาค่าระดับอย่างละเอียดทุก Sta.

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 4	

ผลการปฏิบัติงาน

CHIANGRAI TECHNICAL COLLEGE

DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION & CIVIL

SURVEYING DIVISION

Project Job No.

Location Group..... Date

Instrument

ตารางบันทึกข้อมูล งานทำระดับตามแนวทาง

STA	BS	HI	Foresight		Elev	Remarks
			IFS	FS		

รายการคำนวณ

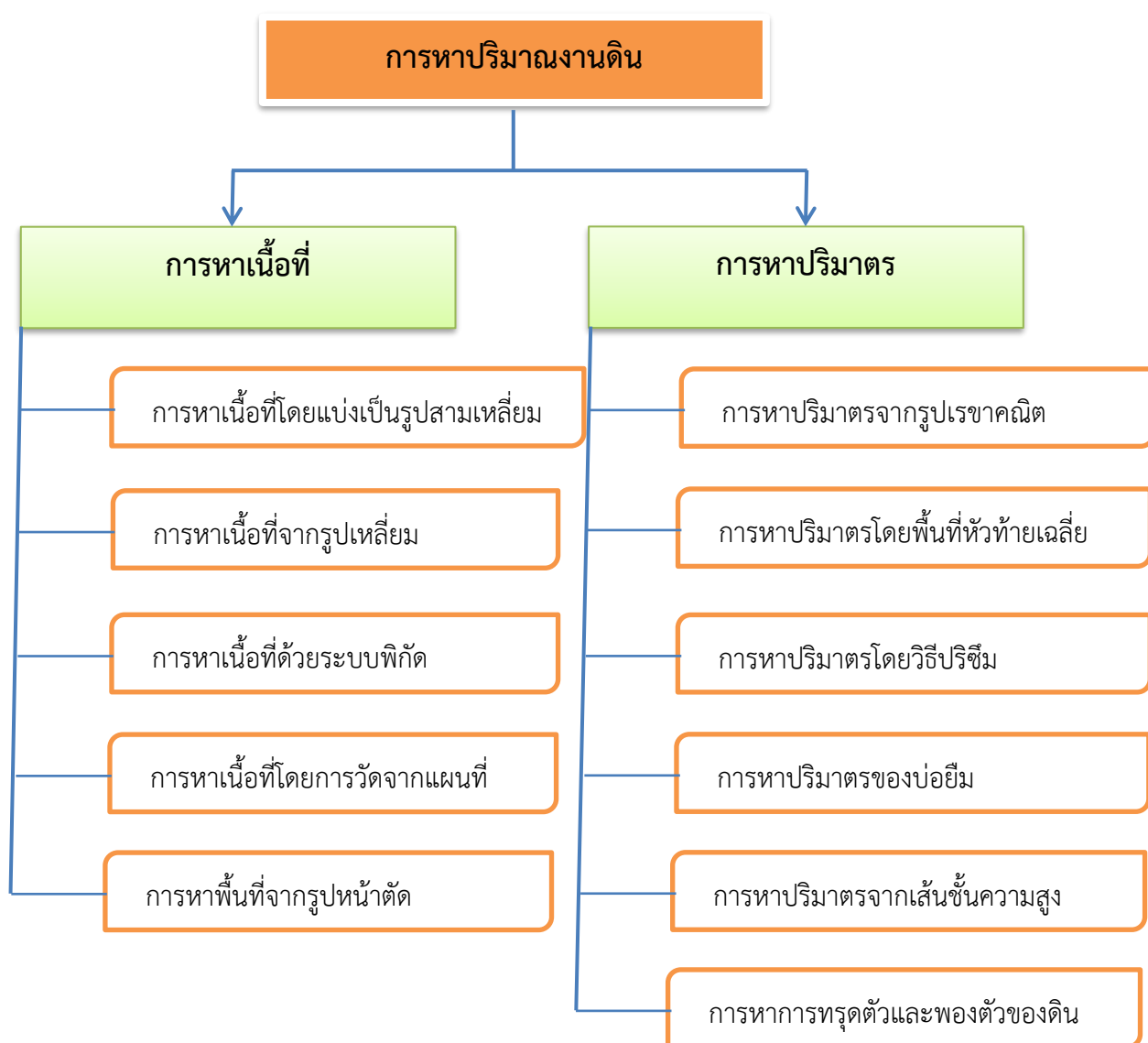
			สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การทำระดับตามยาว (Profile Levelling)				วัดและ ประเมินผล	หน้าที่
							แผ่นที่ : 1	
กลุ่ม			หัวข้อการตรวจงาน [20]				รวม คะแนน [20]	
ลำดับ	รหัส นักศึกษา	ชื่อ - สกุล	การ ปฏิบัติงาน ภาคสนาม [5]	การบันทึก ข้อมูล [5]	การคำนวณ และปรับแก้ [5]	การนำ ข้อมูลมา เขียนรูป ตัดตาม แนวยาว [5]		

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 – 16	ดี
8 – 12	พอใช้
4 – 7	ต้องปรับปรุง
0 – 3	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ครูผู้ประเมิน
(.....)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย การหาปริมาณงานดิน	สอนครั้งที่ 7 – 8
		ชั่วโมงรวม 8
	ใบวิเคราะห์งาน	จำนวนชั่วโมง 4



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย การหาปริมาณงานดิน	สอนครั้งที่ 7 – 8
		ชั่วโมงรวม 8
วิชา การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา 30121 - 2008		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

- 1.1 การเนื้อหาที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของรูปหน้าตัดพื้นที่ดิน หรือหน้าตัด CROSS .SECTION แนวทางที่จะขึ้นรูปชั้น Subgrade ซึ่งมีรูปหน้าตัดที่แตกต่างกัน การหาเนื้อที่มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของรูปหน้าตัดและความละเอียดของงานที่ต้องการ
- 1.2 เมื่อหาเนื้อที่หน้าตัดของรูปแปลงที่ดิน หรือรูปหน้าตัดแนวทางแต่ละ Station ออกมาแล้ว การหาปริมาตรงานดินสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การหาปริมาตรจากรูปทรงเรขาคณิต การหาปริมาตรโดยวิธีพื้นที่หว่านยเฉลี่ย การหาปริมาตรโดยวิธีปริซึม การหาปริมาตรโดยวิธีบ่อยม การหาปริมาตรจากเส้นชั้นความสูง เป็นต้น
- 1.3 ในการฝึกปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดทักษะ ความชำนาญและประสบการณ์ในการหาปริมาตรงานดิน การขึ้นรูปหน้าตัดงานดินชั้น Subgrade การคำนวณหาเนื้อที่หน้าตัด และการคำนวณหาปริมาตรงานดินที่ใช้ในชั้น Subgrade

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกวิธีการหาปริมาณงานดินแบบต่างๆ ได้
- 2.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาเนื้อที่ ปริมาตร รูปหน้าตัดแบบต่างๆ ได้
- 2.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถขึ้นรูปหน้าตัดงานดิน Station ต่างๆ ได้
- 2.4 เพื่อให้ผู้เรียนคำนวณหาปริมาณงานดินงานทางได้
- 2.5 เพื่อให้ผู้เรียนนำวิธีการหาปริมาณงานดิน ไปใช้งานได้ถูกต้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 ด้านความรู้
 - 3.1.1 รู้และเข้าใจการหาเนื้อที่
 - 3.1.2 เข้าใจการหาปริมาตรดิน
- 3.2 ด้านทักษะ
 - 3.2.1 บอกวิธีการหาปริมาณงานดินแบบต่างๆ ได้
 - 3.2.2 คำนวณหาเนื้อที่ ปริมาตร รูปหน้าตัดแบบต่างๆ ได้
 - 3.2.3 สามารถขึ้นรูปหน้าตัดงานดิน Station ต่างๆ ได้
 - 3.2.4 คำนวณหาปริมาณงานดินงานทางได้
 - 3.2.5 นำวิธีการหาปริมาณงานดิน ไปใช้งานได้ถูกต้อง

- 3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์
 - 3.3.1 ความเสียสละ
 - 3.3.2 ซื่อสัตย์สุจริต
 - 3.3.3 กตัญญูกตเวที
 - 3.3.4 ความอดกลั้น
 - 3.3.5 ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน
 - 3.3.6 มีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม
 - 3.3.7 ความมีวินัย
 - 3.3.8 ความรับผิดชอบ
 - 3.3.9 ความรักสามัคคี
 - 3.3.10 มีมนุษยสัมพันธ์
 - 3.3.11 เชื่อมั่นในตนเอง
 - 3.3.12 ขยัน
 - 3.3.13 ประหยัด
 - 3.3.14 อดทน
 - 3.3.15 พึ่งตนเอง
 - 3.3.16 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอาชีวอนามัย
 - 3.3.17 การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
 - 3.3.18 ความสนใจใฝ่รู้
 - 3.3.19 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 3.3.20 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

- 4.1 การหาเนื้อที่
- 4.2 การหาปริมาตรดิน

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- 5.1.1 ให้นักศึกษาทำสมาธิก่อนเรียน 5 นาที เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้ที่ประพฤติดีแล้วทำการเข้ครายชื่อ
- 5.1.2 ผู้สอนสนทนาซักถามความรู้ในเรื่องการหาปริมาณงานดิน
- 5.1.3 ผู้สอนกล่าวนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการหาปริมาณงานดิน

5.2 การเรียนรู้

- 5.2.1 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาณงานดินโดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.2 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาณงานดิน
- 5.2.3 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการหาเนื้อที่ดิน โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.4 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการหาเนื้อที่ดิน
- 5.2.5 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรดิน โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.6 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรดิน

5.3 การสรุป

- 5.3.1 นักศึกษาส่งงานจากการปฏิบัติงาน
- 5.3.2 ผู้สอนวิจารณ์และอภิปรายผลงาน
- 5.3.3 ผู้สอนและนักศึกษาสรุปบทเรียน
- 5.3.4 ผู้สอนสรุปทางสังคมโดยชมเชย และประเมินผล

5.4 การวัดและประเมินผล

- 5.4.1 **เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้**
ใบงานหน่วยเรื่อง การหาปริมาณงานดิน

วิธีการวัด

ประเมินจากการปฏิบัติตามใบงานหน่วยเรื่อง การหาปริมาณงานดิน

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

- 5.4.2 **เครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้**
แบบประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

วิธีการวัด

ประเมินประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาได้รับผลการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้ด้วยคะแนนรวม 70 % ขึ้นไป
ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- 6.1.1 ใบเนื้อหาที่ 4 หน่วยเรื่อง การหาปริมาณงานดิน
- 6.1.2 ใบงานที่ 4 เรื่อง การหาปริมาณงานดิน

6.2 สื่อโสตทัศน์

- 6.2.1 สื่อ Power Point

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง

- 6.3.1 กล้องวัดมุมประเภทต่างๆ

6.4 อื่นๆ

.....
.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- 7.1 ใบเนื้อหา
- 7.2 ใบงาน
- 7.3 ใบเฉลย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

- 8.1 บูรณากับวิชาชีวิตและวัฒนธรรมไทย ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และการฝึกปฏิบัติตนทางสังคมด้านการเตรียมความพร้อม ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้
- 8.2 บูรณาการกับวิชาเขียนแบบก่อสร้าง ด้านการออกแบบบ้าน
- 8.3 บูรณาการกับวิชาคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยี
- 8.4 บูรณาการกับวิชาเทคนิคก่อสร้าง ด้านขั้นตอนการทำงานก่อสร้าง
- 8.5 บูรณาการกับวิชาประมาณราคา ด้านการเลือกใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- 9.1.1 จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนตามที่คุณสอนและบทเรียนกำหนด
- 9.1.2 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

9.2 ขณะเรียน

- 9.2.1 ปฏิบัติตามใบงานที่ 4 เรื่อง การหาปริมาณงานดิน
- 9.2.2 ดูตัวอย่างใบเนื้อหาที่ 4 เรื่อง การหาปริมาณงานดิน
- 9.2.3 ร่วมกันสรุป การหาปริมาณงานดิน

9.3 หลังเรียน

- 9.3.1 ตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน
- 9.3.2 วัดประเมินผลตามหน่วยเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 4
	ชื่อหน่วย การหาปริมาณงานดิน	สอนครั้งที่ 7 – 8
		ชั่วโมงรวม 8
บันทึกหลังการสอน		จำนวนชั่วโมง 4

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนกฯ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

4.1 การหาเนื้อที่

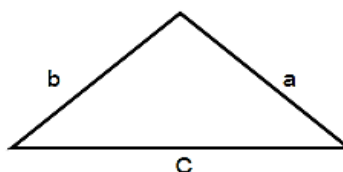
ในการหาปริมาณงานดินจำเป็นที่จะต้องรู้พื้นฐานหรือเนื้อที่หน้าตัดเสียก่อนจึงจะคำนวณหางานดินได้ การหาเนื้อที่มีหลายวิธีจะเลือกใช้โดยคำนึงถึงความสะดวก ความเหมาะสม ประการสำคัญอยู่ที่ความละเอียดของงานที่ต้องการ มีหลายวิธีคือ

1. การหาเนื้อที่โดยแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม

ก. รู้ด้านสามด้านของรูปสามเหลี่ยม

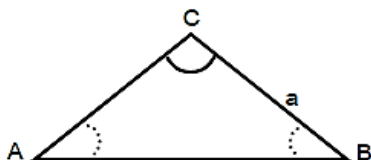
$$\text{เนื้อที่} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$\text{เมื่อ } s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$



ข. รู้มุม 3 มุม กับระยะ 1 ด้าน

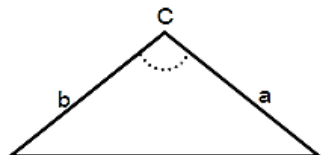
$$\text{เนื้อที่} = \frac{(a^2) \times \sin B \times \sin C}{2 \times \sin A}$$



ค. รู้ด้านสองด้านกับมุมในระหว่างด้าน

$$\text{เนื้อที่} = \frac{1}{2} \times ab \sin C$$

เมื่อ C เป็นมุมระหว่างด้าน ab



ง. รู้ระยะเส้นฐานกับความสูง

$$\text{เนื้อที่} = \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$$

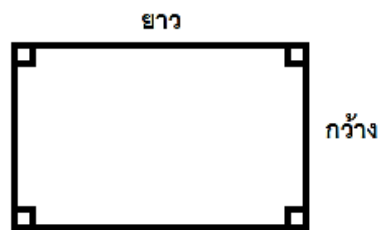


	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

2. การหาเนื้อที่จากรูปสี่เหลี่ยม

ก. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

เนื้อที่ = กว้าง×ยาว หรือ ด้าน×ด้าน



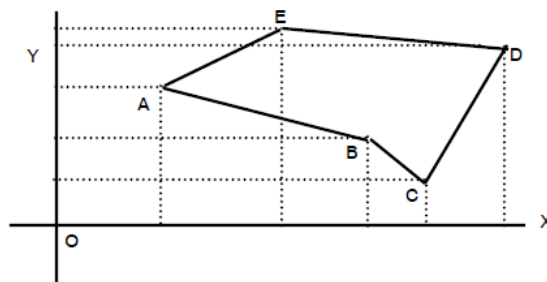
ข. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

$$\begin{aligned}\text{เนื้อที่} &= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ผลบวกของด้านคู่ขนาน} \\ &= \frac{1}{2} \times h \times (a+b)\end{aligned}$$



3. การหาเนื้อที่ด้วยระบบพิกัด (Area By Coordinate)

การคำนวณหาเนื้อที่ด้วยระบบพิกัดฉาก เป็นการหาเนื้อที่ที่มีความละเอียดถูกต้องการออกโฉนดที่ดินก็ใช้วิธีนี้ เพราะสามารถค้นหาจุดต่างๆ ที่สูญหายได้ ใช้กับงานวงจรรอบปิด โดยการรังวัดมุมภายในวงรอบ คำนวณหามุมภาคของทิศ หรือมุมทิศ ของทุกด้าน คำนวณหาระยะตั้ง(Latitude) และระยะราบ (Departure) คำนวณค่าพิกัดฉากของหมุดต่างๆ และคำนวณหาเนื้อที่



แสดงลักษณะการหาเนื้อที่โดยระบบพิกัดฉาก



สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
	แผ่นที่ : 3	

เนื้อที่ของรูปสี่เหลี่ยมที่ต้องการทราบ โดยจุดรวมต่างๆ จะทราบพิกัดฉากทุกจุดแล้ว หากได้จากค่าพิกัดทางราบของแต่ละมุมคูณกับผลต่างของระยะทางตั้งของจุดที่ตามมากับจุดที่อยู่ก่อนหน้านั้นตามเครื่องหมาย ครึ่งหนึ่งของผลรวมของผลคูณคือเนื้อที่ของรูปสี่เหลี่ยมตามต้องการ

จากรูปจะเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

เนื้อที่ (ABCDE)

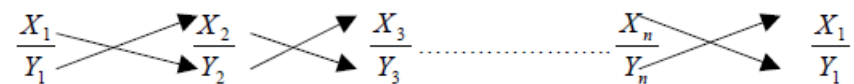
$$= \frac{1}{2} [X_A(Y_B - Y_E) + X_B(Y_C - Y_A) + X_C(Y_D - Y_B) + X_D(Y_E - Y_C) + X_E(Y_A - Y_D)]$$

เขียนในรูปสมการทั่วไปจะได้เนื้อที่

$$= \frac{1}{2} [X_1(Y_2 - Y_n) + X_2(Y_3 - Y_1) + \dots + X_n(Y_1 - Y_{n-1})]$$

$$\text{หรือเนื้อที่} = \frac{1}{2} [X_1Y_2 - X_1Y_n + X_2Y_3 - X_2Y_1 + \dots + X_nY_1 - X_nY_{n-1}] \dots \dots \dots (1)$$

จากสมการ (1) เขียนในรูปกฎของการคูณไขว้ โดยการเขียนค่าพิกัดของจุดในรูปของเศษส่วนโดยให้ค่าพิกัดทางราบเป็นพิเศษ ค่าพิกัดทางตั้งเป็นส่วน เวียนทวนเข็มนาฬิกา ตั้งแต่จุดเริ่มต้นไปตามลำดับที่ละจุดจนเข้าบรรจบหมดเดิม (หากเวียนตามเข็มนาฬิกาค่าจะติดลบ)



จากนั้นค่าค่าพิกัด X และ Y คูณกันเป็นคู่ๆ คูณลงให้มีค่าเป็นบวก คูณขึ้นให้มีค่าเป็นลบ ผลรวมของผลคูณ จะเป็นสองเท่าของเนื้อที่ นำ 2 หารจะได้เนื้อที่ตามต้องการ

$$\text{เนื้อที่} = \frac{1}{2} X_1Y_2 + X_2Y_3 + \dots + X_nY_1 - X_2Y_1 - X_3Y_2 - \dots - X_1Y_n \dots \dots \dots (2)$$

ตัวอย่าง จากข้อมูลที่กำหนดให้จงคำนวณหาเนื้อที่โดยพิกัดฉาก

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{สูตรหาเนื้อที่ ABCDEF} &= \frac{1}{2} [300(100 - 800) + 400(300 - 1200) + 600(800 - 1000) + 1000 \\
 &\quad (1200 - 400) + 1200(1000 - 100) + 800(400 - 300)] \\
 &= \frac{1}{2} (1,960,000 - 690,000) \\
 &= 635,000 \text{ ม.}^2 \\
 &= \frac{635,000}{1600} = 396.875 \text{ ไร่} \\
 &= 396 \text{ ไร่ } 3 \text{ งาน } 50 \text{ ตารางวา}
 \end{aligned}$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

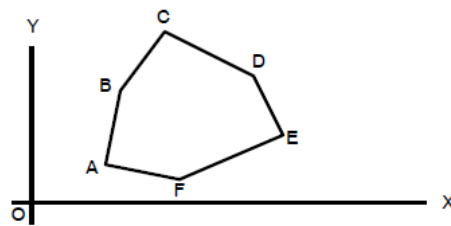
ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 4

Sta. พิกัด	A	B	C	D	E	F
X	300	400	600	1000	1200	800
Y	300	800	1200	1000	100	100

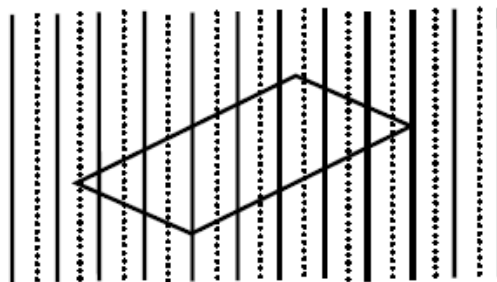


4. การหาเนื้อที่โดยการวัดจากแผนที่

การหาเนื้อที่โดยวิธีนี้มีข้อผิดพลาดจากการเขียนมาตราส่วนรูปแผนที่ เมื่อวัดระยะจากแผนที่ก็จะทำให้คลาดเคลื่อนไปได้ ดังนั้น วิธีการนี้จะใช้กับงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนักและใช้ตรวจสอบการคำนวณจากวิธีอื่นๆ มีหลายวิธีที่จะเลือกใช้ตามความเหมาะสม ดังนี้คือ

ก. โดยการแบ่งเนื้อที่บนแผนที่ออกเป็นสามเหลี่ยมหลายๆ รูป วัดระยะด้านทั้งสามของแต่ละรูป แล้วนำมาคำนวณหาเนื้อที่

ข. โดยการใช้สเกลหรือการสอบแสเนื้อที่ สเกลหรือนี่จะเป็นวัสดุโปร่งใสมีขนาด 20 - 30 ซม. ตรงกลางแบ่งเป็นช่องเท่าๆ กัน ขนาดหรือ 5 มิลลิเมตร มีเส้นประแบ่งกึ่งกลางช่องสำหรับปากคิบบับริมซ้ายขวาของมาตราส่วนสเกลหรือ จะกำหนดระยะความกว้างของเนื้อที่ไว้ตามมาตราส่วนต่างๆ วิธีการสอบแสเนื้อที่ โดยการนำมาตราส่วนสเกลหรือมาลงบนรูปแผนที่ ปรับมาตราส่วนสเกลหรือให้แนวเส้นแบ่งช่อง (เส้นทึบ) ทับมุมเขตในรูปแผนที่ทุกมุม กางปากคิบบับริมตามแนวเส้นแบ่งช่องกึ่งกลางช่อง (เส้นประ) ตามความกว้างของรูปแผนที่ ตั้งแต่ช่องแรกจนถึงช่องสุดท้ายความกว้างของปากคิบบับริมได้เท่าไร นำมาจับระยะหาเนื้อที่ตามช่องมาตราส่วนที่กำหนดไว้ก็จะได้อัตราส่วนออกมาตามต้องการ



แสดงลักษณะการหาเนื้อที่โดยการสอบแสเนื้อที่

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 5	

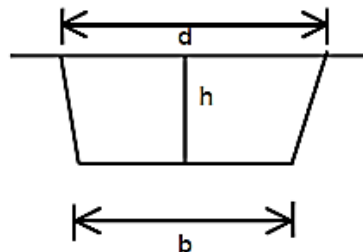
ค. โดยการใช้เครื่องมือวัดเนื้อที่ (PLANIMETER) PLANIMETER เป็นเครื่องมือที่ใช้หาเนื้อที่ของพื้นราบ ซึ่งเขียนขึ้นตามมาตราส่วนที่กำหนดรูปที่จะหาจะเป็นรูปชนิดใดก็ได้ โดยการลาก Tracing Point ไปตามของเขตของพื้นที่จากมุมเริ่มต้นตามเข็มนาฬิกาแล้วเข้าสมาบรรจบที่มุมเดิม โดยมี Tracing Arm เป็นแขนหมุนได้รอบจุด Hinge ปรับให้สั้นยาวตามมาตราส่วนของแผนที่ เมื่อเริ่มต้นค่าอ่านจาก Vernier เป็นศูนย์เมื่อลากกรอบรูปเข้าบรรจบ ก็อ่านค่าออกมาได้เนื้อที่เลย

ปัจจุบันมีเครื่องมือวัดเนื้อที่ แบบ Digital เป็น Electronic Planimeter ใส่ข้อมูลมาตราส่วนของแผนที่ลงในเครื่อง เลือกหน่วยที่ต้องการ เช่น cm^2 , m^2 , km^2 , ft^2 เป็นต้น จากนั้นก็ลากกรอบรูปตามเข็มนาฬิกาจบบรรจบจุดเดิม อ่านเนื้อที่ได้จากหน้าปัทม์ของเครื่อง Digital Planimeterได้เลย

5. การหาพื้นที่จากรูปหน้าตัด (Cross Section)

เมื่อเขียนรูปตัดตามขวาง และขึ้นรูปหน้าตัดลาดคั่นทาง รูปตัดจะมีหลายลักษณะคือ

ก. พื้นที่หน้าตัดระดับเดียว

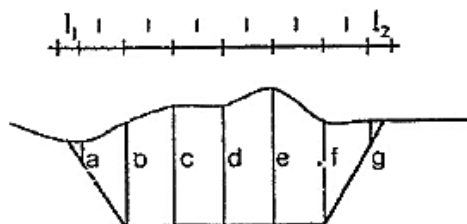


พ.ท.หน้าตัด

$$= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ผลบวกของด้านคู่ขนาน}$$

$$= \frac{1}{2} \times h \times (a+b)$$

ข. Irregular Section (Stripping Method)



$$\text{พ.ท.หน้าตัด} = \frac{1}{2} a l_2 + \left(\frac{a}{2} + b + c + d + e + f + \frac{g}{2} \right) l_2 + \frac{1}{2} g l_2$$



สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 6

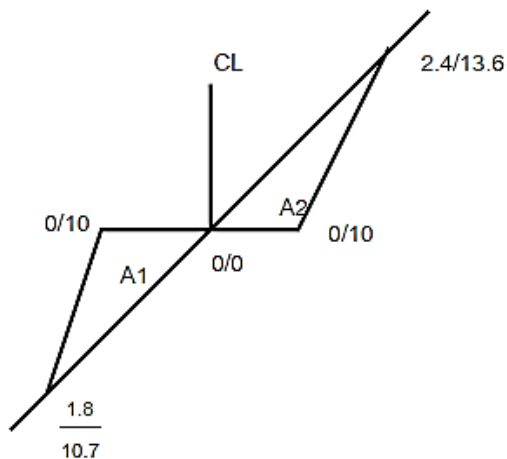
ค. Area By Coordinate

$$\text{พ.ท. } 2A = \begin{array}{ccccc} Y1 & Y2 & Y3 & Y4 & Y1 \\ \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \\ X1 & X2 & X3 & X4 & X1 \end{array}$$

คุณขึ้นมีค่าเป็นบวก

คุณลงมีค่าเป็นลบ

ตัวอย่างที่ 1



$$\begin{aligned} 2A1 &= \begin{array}{ccccc} 0 & 1.8 & 0 & 0 \\ \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \\ 0 & 10.7 & 10 & 0 \end{array} \\ &= (0 + 0 + 0) - 0 - 0 - 18 - 0 \\ 2A1 &= -18 \text{ ม.}^2 \quad A1 = -9 \text{ ม.}^2 = A_f \\ 2A2 &= \begin{array}{ccccc} 0 & 0 & 2.4 & 0 \\ \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \\ 0 & 10 & 13.6 & 0 \end{array} \\ &= (0 + 24 + 0) - 0 - 0 - 0 \\ &= 24, \quad A2 = 12 \text{ ม.}^2 = A_c \end{aligned}$$



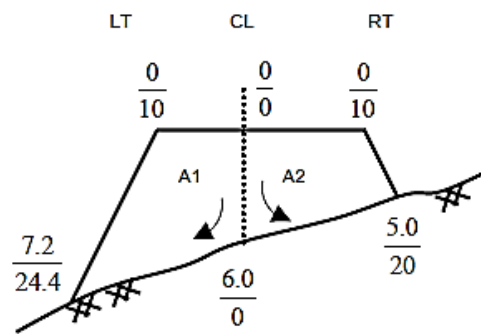
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 7

ตัวอย่างที่ 2



$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{6}{0} \times \frac{7.2}{24.4} \times \frac{0}{10} \times \frac{0}{0}$$

$$= (0 + 0 + 0) - 0 - 146.4 - 72$$

$$= -218.4$$

$$A1 = -109.2 \text{ ม.}^2$$

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{6}{0} \times \frac{5}{20} \times \frac{0}{10} \times \frac{0}{0}$$

$$= (0 + 0 + 0) - 0 - 120 - 50 - 0$$

$$= -170$$

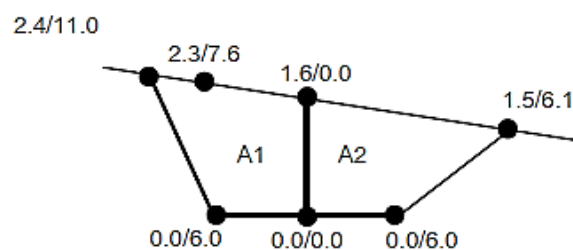
$$A2 = -85 \text{ ม.}^2$$

$$= A1 + A2 = 109.2 + 85$$

$$= 194.2 \text{ ม.}^2 \text{ Ans.}$$

ตัวอย่าง การให้ค่าพิกต์จากรูปหน้าตัดแบบต่างๆ

1. รูปตัดของดินตัด (Excavation Section)



ถนนกว้าง 12.00 ม.

-พิกต์ $\frac{0.0}{0.0}$ ที่เส้นระดับก่อสร้าง

รูปที่ 14.1.3 แสดงลักษณะการให้ค่าพิกต์จากรูปหน้าตัด ดินตัด



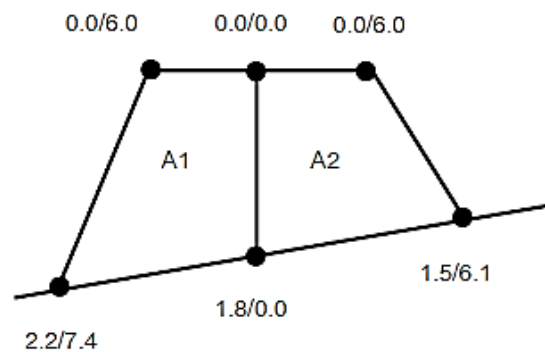
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 8

2. รูปตัดของดินถม (Embankment Section)

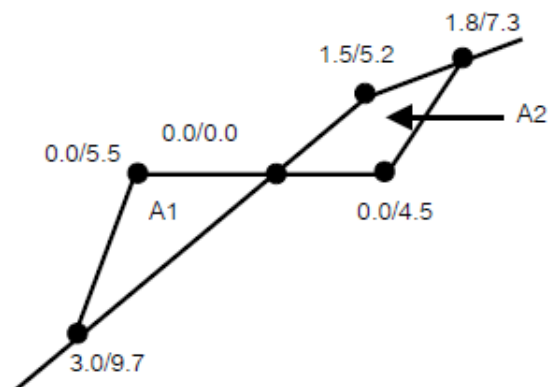


- ถนนกว้าง 12.00 ม.

- พิกัด $\frac{0.0}{0.0}$ ที่เส้นระดับก่อสร้าง

รูปที่ 14.1.4 แสดงลักษณะการให้ค่าพิกัดจากรูปหน้าตัด ดินถม

3. รูปตัดข้างเนิน (Sidehill Section)



- ถนนกว้าง 12.00 ม.

- พิกัด $\frac{0.0}{0.0}$ ที่เส้นระดับก่อสร้าง

รูปที่ 14.1.5 แสดงลักษณะการให้ค่าพิกัดจากรูปหน้าตัด ดินถม



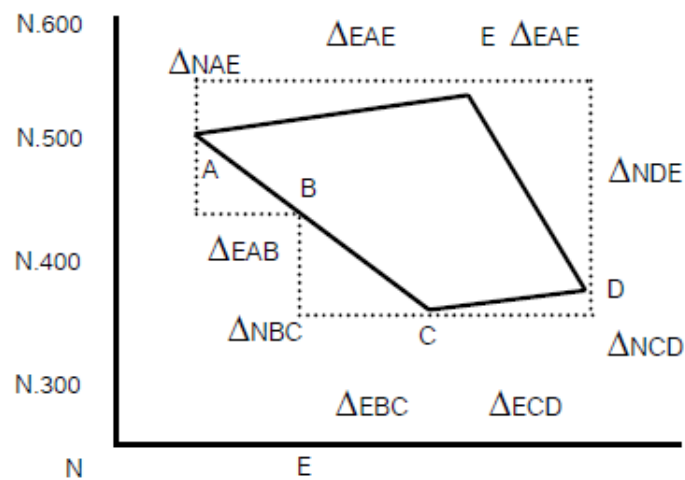
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 9

ตัวอย่าง การหาเนื้อที่แปลงที่ดินจากการทำวงรอบ (Traverse)



A	500.500,	500.000
B	464.105,	606.973
C	392.826,	718.663
D	396.823,	854.248
E	523.509,	743.924

$$N = 523.509 - 392.826 = 130.683$$

$$E = 854.248 - 500.000 = 345.248$$



สาขาวิชา : โยธา		ใบเนื้อหา	หน้าที่
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง	รหัสวิชา : 30121 - 2008		
ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน		แผนที่ : 10	

ตารางแสดงการคำนวณวงรอบหาเนื้อที่ดิน

STA	มุมที่รับวัด	ค่าแก้	มุมที่แก้แล้ว	ภาคของทิศ	ระยะ	LAT	ค่าแก้ +	DEP	ค่าแก้ +	พื้นที่จาก		ผลบวกพื้นที่จาก	Double Area	
										N	E	ออก - หัก	+	-
A	25° 44'29"	+12'	25° 56'29"	110° 26'14"	105.13	-36.709	+0.814	98.512	8.641	500.000	500.000	1106.973		39734.796
B	19° 45'51"	+12'	19° 57'51"	125° 24'5"	124.71	-72.244	+0.965	101.653	10.137	464.105	606.973	1325.638		94490.008
C	14° 31'2"	+12'	14° 43'12"	88° 37'7"	125.52	3.026	+0.971	125.483	10.102	392.826	718.663	1572.911	6286.925	
D	14° 31'2"	+12'	14° 43'34"	315° 10'41"	176.68	125.319	+1.367	-124.543	14.219	396.823	854.248	1598.172	202466.018	
E	46° 21'34"	+12'	46° 33'29"	264° 29'45"	268.81	-25.573	+2.063	255.381	21.457	523.509	743.924	1243.924		29244.653
A	12° 21'4"		12° 33'29"	110° 26'14"						500.000	1243.924			
B														
	539° 00'00"		540°		798.65	-6.181		-64.276					208752.9430	153469.457

มุมภายในรูปสี่เหลี่ยม = 180(N-2) = 180(5-2) = 540°
 -ความคลาดเคลื่อนทางตั้ง/1 ม. = $\frac{6.181}{798.65} = 0.0077393$
 -ความคลาดเคลื่อนทางราบ/1 ม. = $\frac{64.176}{798.65} = 0.0804808$

$$163469.457 = 45283.486 \div 2$$

$$22641.743 \text{ ม.}^3 \div 1600 = 14.151 \text{ ไร่}$$

Error = 540 - 539 = 1°
 ค่าแก้ = $\frac{1^\circ}{5} = \frac{60^\circ}{3} = 12^\circ$
 = 14 ไร่ 0 งาน 60 ตร.ว.ไร่

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผนที่ : 11	

4.2 การหาปริมาตร

ในการหาปริมาณงานดินจำเป็นที่จะต้องรู้พื้นฐานหรือเนื้อหาที่หน้าตัดเสียก่อนจึงจะคำนวณหางานดินได้ การหาเนื้อที่มีหลายวิธี

การหาปริมาตรจากรูปทรงเลขาคณิต

1. ปริมาตร = กว้าง × ยาว × สูง (หรือหนา หรือความลึก)

หากพื้นที่ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าก็หาปริมาตรโดย

$$\text{ปริมาตร} = \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง (หนา หรือความลึก)}$$

ซึ่งพื้นที่ฐานจะเป็นรูปสี่เหลี่ยม , สามเหลี่ยม หรือวงกลมก็ได้เมื่อหาพื้นที่ฐานได้แล้ว ก็นำไปคูณกับความลึกที่ขุดดิน หรือกลบดิน ก็จะได้ปริมาตรดินออกมา

ตัวอย่าง จากข้อมูลการรังวัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้ดังรูป ต้องการถมดินสูง 2.00 ม. จะใช้ปริมาณดินเท่าไร

วิธีทำ	ปริมาตร	=	พื้นที่ฐาน × สูง
	พื้นที่ฐาน	=	$\frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ผลบวกของด้านขนาน}$
		=	$\frac{1}{2} \times 20.00 \times (30.00 + 25.00)$
		=	$\frac{1}{2} \times 20.00 \times 55.00$
		=	500 ม. ²
	ถมสูง	=	2.00 ม.
	ปริมาตร	=	500 × 2.00
		=	1,000 ม. ³

2. การหาปริมาตรโดยพื้นที่หัวท้ายเฉลี่ย (end Area Method)

เป็นการหาปริมาณงานดินตัดหรือดินถม จากรูปตัดขวางที่ได้หาเนื้อที่แล้ว นำค่าเนื้อที่ Station แรก และ Station สุดท้ายมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วยระยะทางจาก Station แรก ถึง Station สุดท้ายก็จะได้ปริมาตรดินออกมา จะใช้วิธีนี้เมื่อ Station ที่อยู่ระหว่างกลางเนื้อที่ไม่แตกต่างกันมากนักหาเนื้อที่ระหว่าง Station แตกต่างกันมาก ก็หาโดยคิดเนื้อที่เฉลี่ยระหว่าง Station ถึง Station คูณด้วยระยะทาง Station ก็จะได้ปริมาตรดินออกมาเป็นตอนๆ แล้วนำปริมาตรดินแต่ละตอนรวมกัน ก็จะเป็นปริมาตรดินทั้งหมด

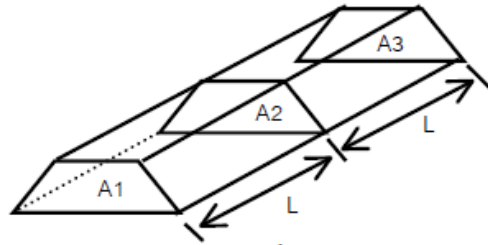


สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 12



แสดงลักษณะการหาปริมาตรโดยวิธีพื้นที่หัวท้ายเฉลี่ย

เมื่อ V = ปริมาตรทั้งหมด
 A = พื้นที่หน้าตัด
 L = ความยาวช่วงพื้นที่
 N = จำนวนพื้นที่หน้าตัด

3. การหาปริมาตรโดยวิธีปริซึม (Prismoidal Method)

วิธีนี้จะถูกต้องมากกว่าวิธีคิดพื้นที่หัวท้ายเฉลี่ย แต่จะยุ่งยากมากกว่า ปริซึมเป็นรูปทรงตัน มีหน้าตัดขนานกัน 2 หน้า โดยจะถูกแบ่งเป็นรูปปริมาตร (Pyramid) ปลายๆ รูปแต่ละรูปจะมีฐานเป็นหน้าสุดท้าย (End Face) และหน้าด้านข้าง (Side Face) ของรูปปริซึม หาปริมาตรโดยคิดรูปทรงปริซึมจะเท่ากับ $\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}$ จะได้ปริมาตรของแต่ละรูปนำมารวมกันก็จะได้ปริมาตรทั้งหมดของรูปปริซึม

เมื่อ V = ปริมาตรทั้งหมด
 A = พื้นที่หน้าตัด
 N = จำนวนพื้นที่หน้าตัด (จำนวนคี่)

4. การหาปริมาตรของบ่อขุด (Borrow Pit)

เป็นการหาปริมาตรดินตัดหรือดินถม ของดินหรือลูกรัง จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ในปริมาตรที่เท่ากัน จึงเรียกว่า บ่อขุด นิยมใช้ 2 วิธี

- 4.1 โดยวิธีการสร้างตารางกริด (Grid Method) โดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นตารางกริด แล้วส่องหาค่าต่างระดับของพื้นที่ ก็จะหาค่าความลึกที่ขุด หรือถมได้ ดังตัวอย่าง



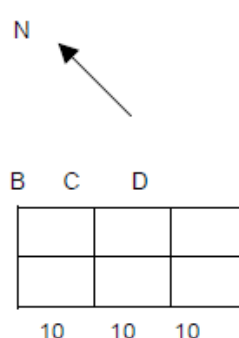
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 13

หน้าที่

ตารางแสดงการหาค่าระดับการทำบ่อยม

STA	BS.	HI.	IFS.	FS.	Elev.	Remark
BM.1	2.150	12.150			10.000	
AI			1.51		10.640	
BI			1.42		10.730	
CI			1.63		10.520	
DI			1.40		10.750	
A2			1.50		10.650	
B2			1.61		10.540	
C2			1.32		10.830	
D2			1.82		10.330	
A3			1.66		10.490	
B3			1.22		10.930	
C3			1.46		10.690	
D3			1.53		10.620	
BM.1				2.154	9.996	

$\Sigma 2.150$

$\Sigma 2.154$

ตรวจสอบการคำนวณ

$$\Sigma BS. + \Sigma FS. = \text{Last.Elev.} - \text{First.Elev.}$$

$$2.154 - 2.150 = 9.996 - 10.000$$

$$-0.004 = -0.004 \text{ O.K.}$$

$$\begin{aligned} \text{หาค่าระดับเฉลี่ยทั้งแปลง} &= 10.640 + 10.730 + 10.520 + 10.750 + 10.650 \\ &\quad 10.540 + 10.830 + 10.330 + 10.490 + 10.930 \\ &\quad 10.690 + 10.620 / 12 \\ &= \frac{127.72}{12} = 10.643 \text{ ม.} \end{aligned}$$

สมมติว่าต้องการถมระดับที่แปลงนี้ที่ระดับ 12.00 ม.

$$\begin{aligned} \text{ความสูงที่จะถม} &= 12.00 + 10.643 \text{ ม.} \\ &= 1.357 \text{ ม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรงานคิดที่ใช้ถม} &= \text{เนื้อที่ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= (20 \times 30) \times 1.357 \\ &= 814.2 \text{ ลูกบาศก์เมตร (ม.}^3\text{)} \end{aligned}$$

หากเป็นดินซุดก็จะต้องหาระดับที่ซุดว่าลึกเท่าไร เทียบกับค่าระดับดินเดิม ก็จะได้ความลึกที่ซุดคูณกับเนื้อที่ฐานก็จะหาปริมาณดินออกมาได้เช่นเดียวกัน



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

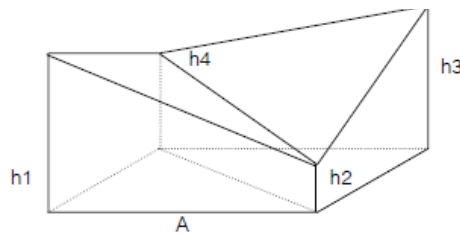
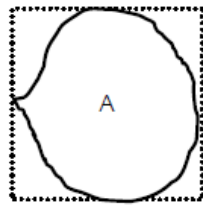
ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 15

- 4.2 การหาปริมาตรบ่อถมโดยคิดเนื้อที่ฐานหลักการหาระดับพื้นที่เช่นเดียวกับวิธีแรก แต่การคิดเนื้อที่ฐาน อาจแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยม และความถี่ของจุดระดับความสูงที่นำมาใช้คำนวณ จะต้องคือน้ำหนักการใช้ด้วย ทำให้ได้ค่าที่ละเอียดถูกต้องกว่าวิธีแรก



แสดงการหาน้ำหนักของความสูง

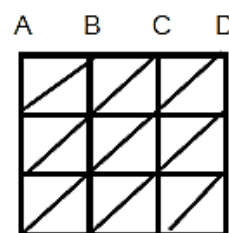
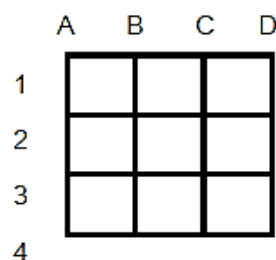
เมื่อ V = ปริมาตรทั้งหมด
 A = พื้นที่หน้าตัด
 h = ความสูง
 n = จำนวนครั้งของความสูง

สูตรที่ใช้คำนวณ

$$\text{เนื้อที่ฐานรูปสามเหลี่ยม} \quad V = A \frac{\sum (nh)}{3} = A \left[\frac{n_1 h_1 + n_2 h_2 + \dots + n_m h_m}{3} \right]$$

$$\text{เนื้อที่ฐานรูปสี่เหลี่ยม} \quad V = A \frac{\sum (nh)}{4} = A \left[\frac{n_1 h_1 + n_2 h_2 + \dots + n_m h_m}{4} \right]$$

ตัวอย่างการคำนวณ ต้องการขุดดินของพื้นที่ จนถึงระดับ 1.00 ม. กำหนดขุดตารางห่างกัน 10 ม. จงคำนวณหาปริมาตรดินขุดโดยวิธีเนื้อที่ฐานรูปสี่เหลี่ยมและวิธีเนื้อที่ฐานรูปสามเหลี่ยม





สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 16

ข้อมูลระดับของจุดบนพื้นดินตามข่ายตาราง

จุด	ระดับ (ม.)	จุด	ระดับ (ม.)
A1	2.5	C1	2.6
A2	2.4	C2	2.7
A3	2.4	C3	2.6
A4	2.2	C4	2.5
B1	2.4	D1	2.6
B2	2.5	D2	2.3
B3	2.3	D3	2.5
B4	2.3	D4	2.4

ตารางแสดงการคำนวณโดยคิดฐานรากสี่เหลี่ยมและฐานรูปสามเหลี่ยม

จุด	H	ฐานรูปสี่เหลี่ยม		ฐานรูปสามเหลี่ยม	
		n	nh	n	nh
A1	1.5	1	1.5	1	1.5
A2	1.4	2	2.8	3	4.2
A3	1.4	2	2.8	3	4.2
A4	1.2	1	1.2	2	2.4
B1	1.4	2	2.8	3	4.2
B2	1.5	4	6.0	6	9.0
B3	1.3	4	5.2	6	7.8
B4	1.3	2	2.6	3	3.9
C1	1.3	2	3.2	3	4.8
C2	1.7	4	6.8	6	10.2
C3	1.6	4	6.4	6	9.6
C4	1.5	2	3.0	3	4.5
D1	1.6	1	1.6	2	3.2
D2	1.3	2	2.6	3	3.9
D3	1.5	2	3.0	3	4.5
D4	1.4	1	1.4	1	1.4
รวม			52.9	รวม	79.3



สาขาวิชา : โยธา
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 17

การคำนวณ

1. วิธีพื้นที่ฐานสี่เหลี่ยม

$$\begin{aligned} V &= A \frac{\sum (nh)}{16} = A \left[\frac{n_1 h_1 + n_2 h_2 + \dots + n_{16} h_{16}}{4} \right] \\ &= (10 \times 10) \left(\frac{52.9}{4} \right) \\ &= 1,322.5 \text{ ม.}^3 \end{aligned}$$

Ans.

2. วิธีพื้นที่ฐานรูปสามเหลี่ยม

$$\begin{aligned} V &= A \frac{\sum (nh)}{3} = A \left[\frac{n_1 h_1 + n_2 h_2 + \dots + n_{16} h_{16}}{3} \right] \\ &= \left(\frac{1}{2} 10 \times 10 \right) \left(\frac{79.3}{3} \right) \\ &= 1,321.7 \text{ ม.}^3 \end{aligned}$$

Ans.



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 18

5. การหาปริมาตรจากเส้นชั้นความสูง

การคำนวณปริมาตรได้โดย

- 1) วิธีคิดเนื้อที่หัวท้ายเฉลี่ยและ/หรือ
- 2) วิธีคิดแบ่งแบบแท่งปริซึม

ตัวอย่างที่ 1 รูปตัดขวางระยะห่างกัน 20 ม. มีขนาดเนื้อที่ 120 70 30 40 และ 50 ตร.ม.

ตามลำดับ จงคำนวณหาปริมาตร โดยวิธีคิดเนื้อที่หัวท้ายเฉลี่ยและวิธีคิดแบ่งแบบแท่งปริซึม

- 1) วิธีคิดเนื้อที่หัวท้ายเฉลี่ยและ/หรือ

$$\begin{aligned}
 V &= L \left(\frac{A_1 + A_5}{2} + A_2 + A_3 + A_4 \right) \\
 &= 20 \left(\frac{120 + 50}{2} + 70 + 30 + 40 \right) \\
 &= 4,5000 \text{ ม.}^3
 \end{aligned}$$

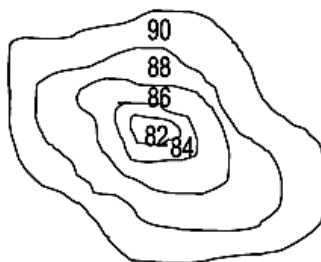
Ans.

- 2) วิธีคิดแบ่งแบบแท่งปริซึม

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{L}{3} (A_1 + A_5) + 4(A_2 + A_4) + (A_3) \\
 &= \frac{20}{3} (120 + 50) + 4(70 + 40) + 2(30) \\
 &= 4,467 \text{ ม.}^3
 \end{aligned}$$

Ans.

ตัวอย่างที่ 2 เนื้อที่ซึ่งเป็นทะเลสาบ มีข้อมูลของเส้นชั้นความสูงและเนื้อที่ภายในเขตดังนี้



เส้นชั้นความสูง (ม.)	เนื้อที่ในเขต (ตร.ม.)
90	3150
88	2460
86	1630
84	840
82	210

จงคำนวณหาปริมาตรน้ำในทะเลสาบถึงระดับ 90 ม. โดยวิธีคิดเนื้อที่หัวท้ายเฉลี่ยและวิธีคิดแบ่งแบบแท่งปริซึม

การคำนวณ

- 1) วิธีคิดเนื้อที่หัวท้ายเฉลี่ยและ/หรือ

$$\begin{aligned}
 V &= L \left(\frac{A_1 + A_5}{2} + A_2 + A_3 + A_4 \right) \\
 &= 20 \left(\frac{3150 + 210}{2} + 2460 + 1630 + 840 \right) \\
 &= 13,220 \text{ ม.}^3
 \end{aligned}$$

Ans.

- 2) วิธีคิดแบ่งแบบแท่งปริซึม

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{L}{3} (A_1 + A_5) + 4(A_2 + A_4) + (A_3) \\
 &= \frac{20}{3} (3,150 + 210) + 4(2,460 + 840) + 2(1,630) \\
 &= 13,213 \text{ ม.}^3
 \end{aligned}$$

Ans.

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผนที่ : 19	

นอกจากนี้ยังมีการคิดงานดิน งานประเภทอื่นๆ อีก เช่น

1. งานดินขุดดินฐานราก หน่วยนับเป็น ม.³ และปริมาณการปริมาตรงานขุดดินโดยคิดให้ขอบหลุมตั้งฉากกับระนาบกันหลุม และห่างจากขอบฐานราก ข้างละ 0.25 ม.ความลึกของหลุมถ้าไม่ระบุให้กำหนดว่าหลุมลึกถึงกันหลุม 1.00 ม. (รวมความลึกของชั้นคอนกรีตหยาบและทรายถมแน่น)
2. งานถมดิน หน่วยนับเป็น ม.³ หรือ ม.² (ซึ่งระบุความลึก)
 - ตรวจสอบระดับดินเดิม
 - ปริมาตรดินถมที่ได้เป็น .คิวแน่น. หาปริมาตร .คิวแหลม. โดยคิดเพิ่มอีก 50%
 - ตรวจสอบรายการก่อสร้างว่า การบดอัดมีการกำหนดความหนาแน่นหรือไม่ (ถ้ามีค่าแรงงานจะสูงขึ้น ซึ่งต้องรวมค่าใช้จ่ายในการทดสอบด้วย)
3. งานถางป่า ขุดตอ หน่วยนับเป็น ตร.ม. , ไร่
 - ตรวจสอบสถานที่ที่พิเศษต้นไม้
4. งานขุดดินเพื่อวางท่อ
 - ต้องใช้แผ่นเหล็กกันดินพัง (Sheet Pile) หรือไม่ ถ้าต้องใช้ จะใช้ขนาดใดจะซื้อหรือเช่า
 - ใช้รถขุด (Back Hoe) ต้องคิดเผื่อขุดลึกเกินไปอีกอย่างน้อย 10 ซม. ซึ่งทำให้ต้องคิดวัสดุถมกลับเพิ่มมากกว่าเดิม
 - ดินเดิมที่ขุดขึ้นมา ถ้าไม่ใช้ในการถมกลับ จะนำไปที่ใด

6. การหาการทรุดตัวและพองตัวของดิน

6.1 คิดโดยประมาณ

ดินธรรมชาติเมื่อขุดขึ้นมาจะเกิดการพองตัวขึ้น (Swell) ทำให้ปริมาณของดินดูเพิ่มมากขึ้นจากดินแน่นตามธรรมชาติ เป็นดินหลวม เช่น

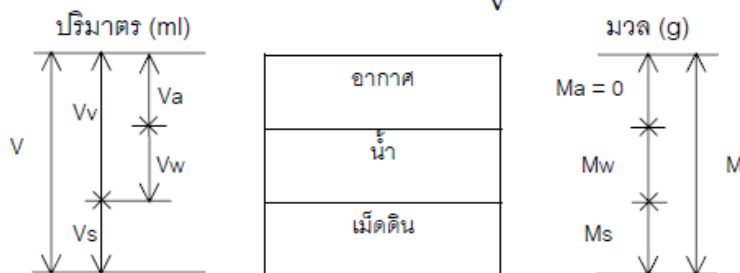
ทราย	เมื่อขุดขึ้นมาจะพองตัว เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 10%
ดินทั่วไป	เมื่อขุดขึ้นมาจะพองตัว เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 20 . 40%
ดินเหนียว	เมื่อขุดขึ้นมาจะพองตัว เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 25 . 70%
หิน	เมื่อขุดขึ้นมาจะพองตัว เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 50 . 100%

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 20	

ดังนั้น เมื่อมีการขุดดินและเคลื่อนย้ายดิน จะต้องคิดปริมาณดินเหลว จะต้องคิดถึงการทรุดตัวของดิน จึงจะประมาณราคางานดินได้ถูกต้องหรือใกล้เคียง ดังนั้นเมื่อคิดปริมาณดินถมได้แล้ว จะต้องคิดเปอร์เซ็นต์การบดอัด (Compacted) เพิ่มเติมโดยทั่วไปมักคิดจากดินพองตัว เพราะต้องการถมดินให้แน่นเหมือนกับดินธรรมชาติ

6.2 คิดอย่างละเอียดโดยการหาอัตราส่วนช่องว่างของเม็ดดิน (Void Ratio = e)

จากมวลดินที่จะนำมาถมดินมักจะเป็นดินชั้น ในเม็ดดินจะประกอบไปด้วย น้ำ . อากาศ
ดังแผนภาพ อัตราส่วนช่องว่างของเม็ดดิน $= e = \frac{V_v}{V_s}$



แสดงส่วนประกอบของเม็ดดิน

การหาคุณสมบัติต่างๆ ของดิน จะต้องทดสอบทางปฐพีกลศาสตร์ ของดินที่จะนำมาถม และความอัดแน่นของดินถมที่ต้องการเสียก่อน

ตัวอย่างการคำนวณ

การสร้างเขื่อนดิน ต้องการได้ดินหลังจากการบดอัดแล้ว มีอัตราส่วนช่องว่างเป็น 0.85 ใกล้สถานที่ก่อสร้างเขื่อนมีบ่อยืมดินที่ได้ทดสอบหาค่าอัตราส่วนช่องว่างไว้แล้ว คือ บ่อ A, B และ C มีค่าเป็น 0.95, 1.90 และ 1.65 ตามลำดับ

ถ้าดินต้องการใช้เมื่อมีอัตราส่วนช่องว่างเป็น 0.85 เท่ากับ 500,000 ม.³ อยากทราบว่า จะต้องใช้ดินจากบ่อ A, B และ C เป็นจำนวนเท่าไรการคำนวณให้ V_1 , V_2 , และ V_3 เป็นปริมาตรที่ต้องการของดินจากบ่อ A, B และ C ตามลำดับ V เป็นปริมาตรของดินที่ต้องการทั้งหมด

$$\text{จาก } \frac{V}{1+e} = \frac{V_1}{1+e_1} = \frac{V_2}{1+e_2} = \frac{V_3}{1+e_3} = \dots$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 21	

พิจารณาบ่อ A

$$\frac{V}{1+e} = \frac{V_1}{1+e_1}$$

$$V_1 = \frac{V}{1+e}(1+e_1) = \frac{(500,000)(1+0.95)}{1+0.85} = 527,027.03 \text{ ม.}^3$$

พิจารณาบ่อ B

$$\frac{V_2}{1+e_2} = \frac{V}{1+e}$$

$$V_2 = \frac{V}{1+e}(1+e_1) = \frac{(500,000)(1+0.95)}{1+0.85} = 527,027.03 \text{ ม.}^3$$

พิจารณาบ่อ C

$$\frac{V_3}{1+e_3} = \frac{V}{1+e}$$

$$V_3 = \frac{V}{1+e}(1+e_3) = \frac{(500,000)(1+1.65)}{1+0.85} = 716,216.22 \text{ ม.}^3$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{จะต้องใช้ดิน จากบ่อ A} &= 527,027.03 \text{ ม.}^3 \\ &B = 527,027.03 \text{ ม.}^3 \\ &C = 716,216.22 \text{ ม.}^3 \end{aligned}$$



สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

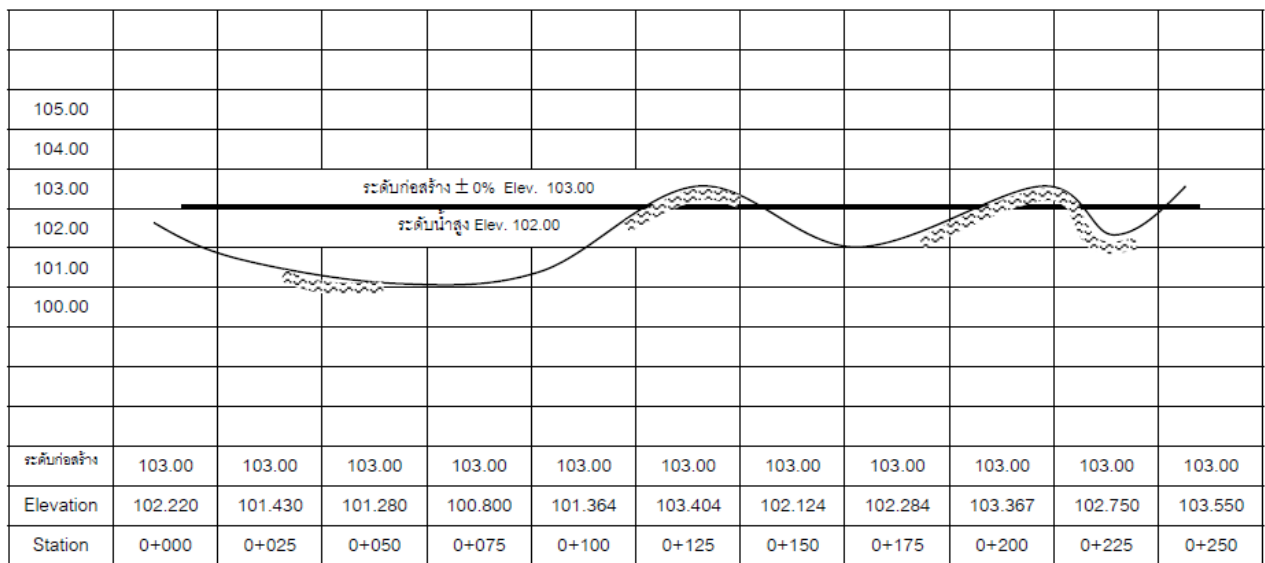
หน้าที่

แผนที่ : 22

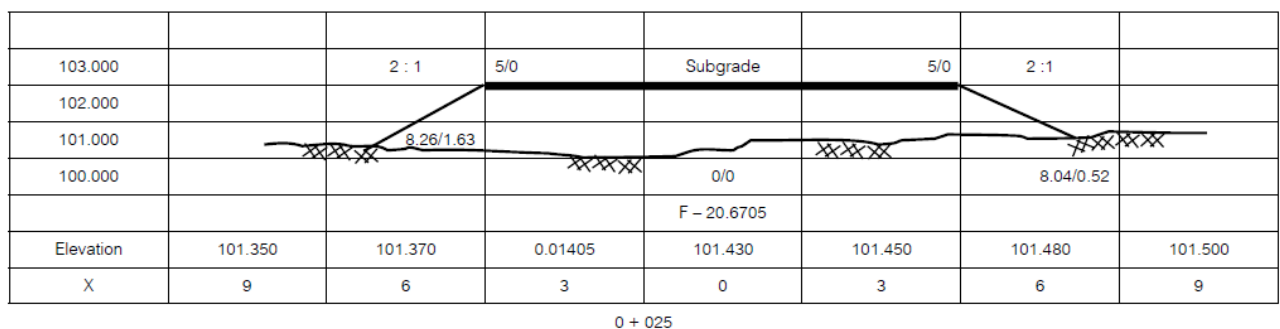
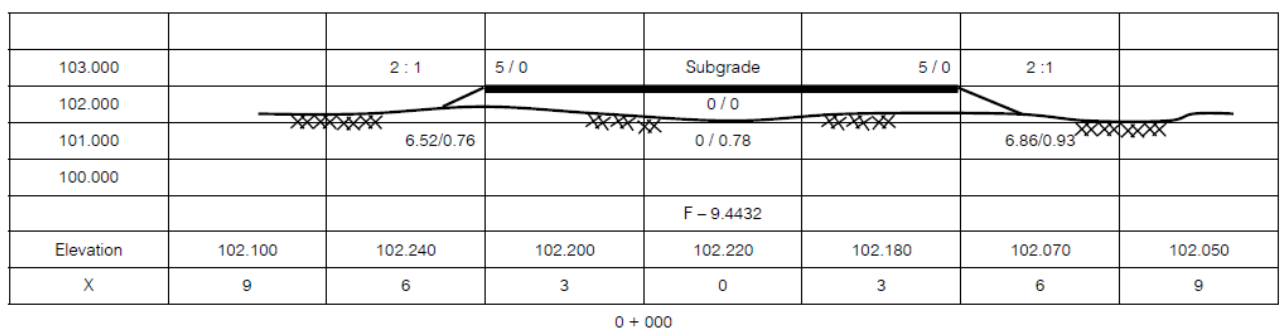
ตัวอย่าง การคำนวณหาปริมาณงานดิน โดยวิธีพื้นที่หัวท้ายเฉลี่ย
 จากแบบระดับตามยาวและตามขวาง รูปแสดงระดับตามยาวแสดงระดับก่อสร้าง

PROFILE แนวทางสาย ถนนสุรนาริ – เทคนิค

Sta. 0 + 000 – 0 + 250



มาตราส่วน H 1 : 100





สาขาวิชา : โยธา

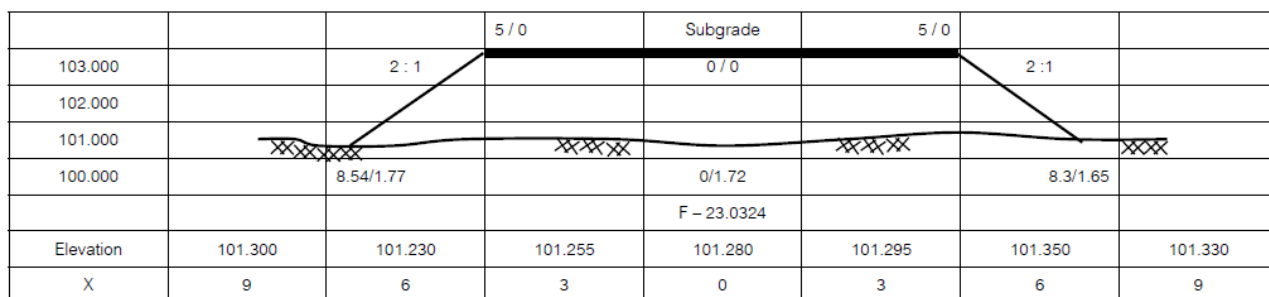
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

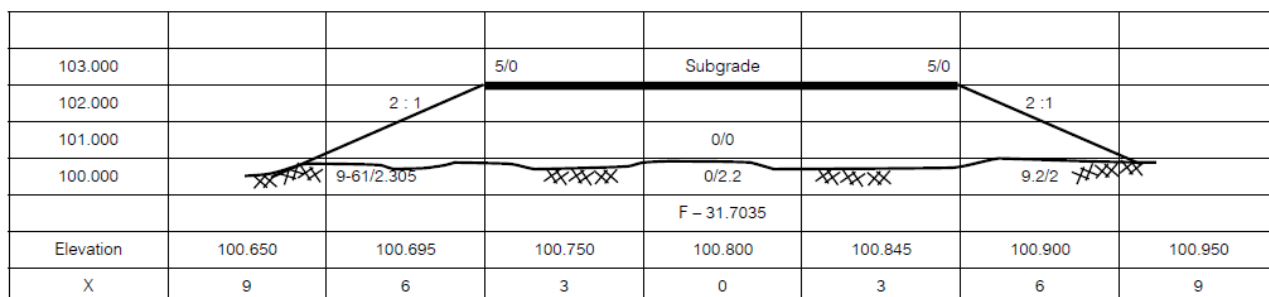
ใบเนื้อหา

หน้าที่

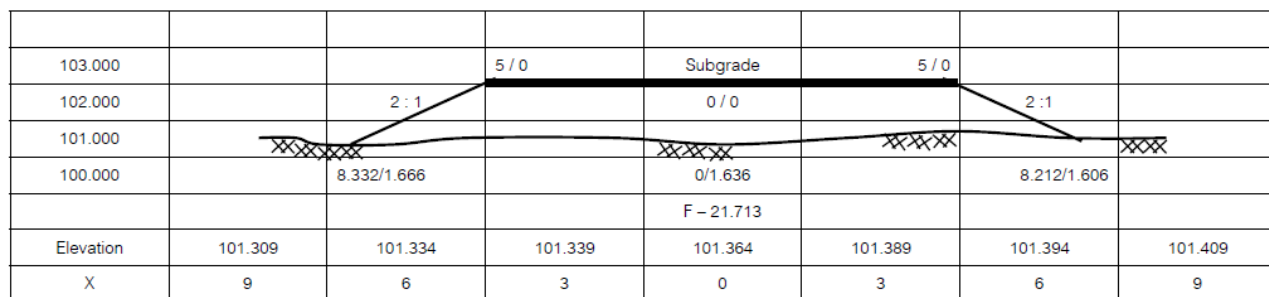
แผ่นที่ : 23



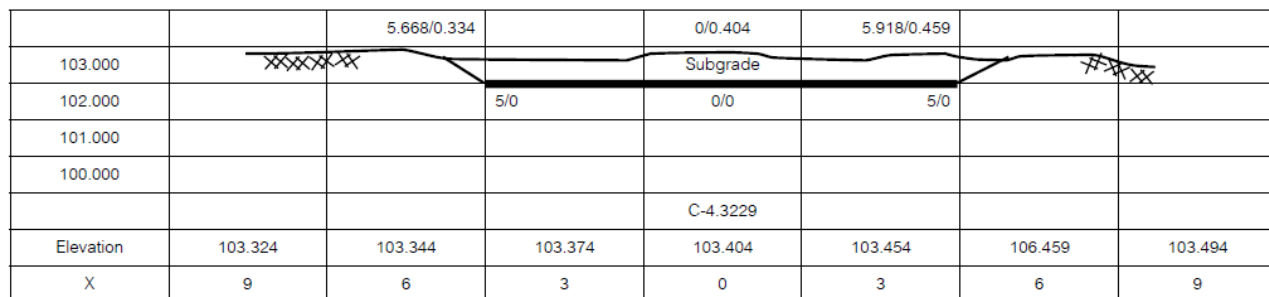
0 + 050



0 + 075



0 + 100



0 + 125



สาขาวิชา : โยธา

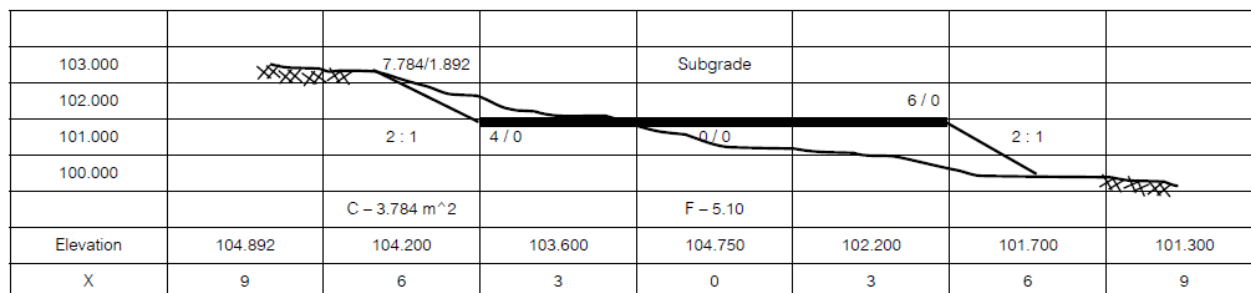
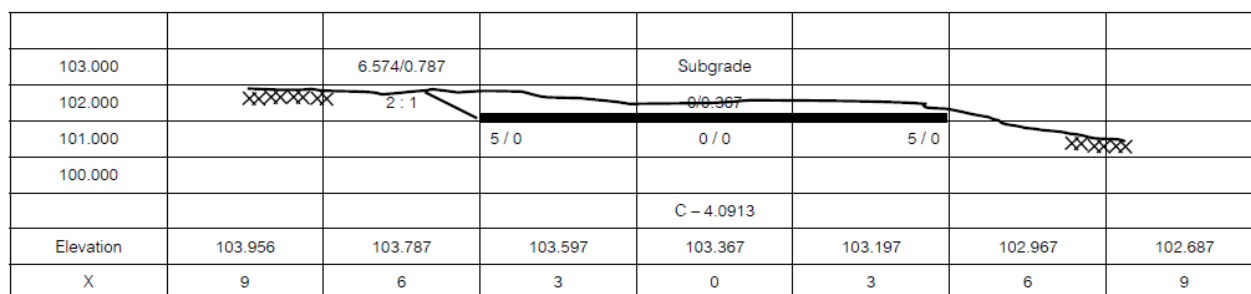
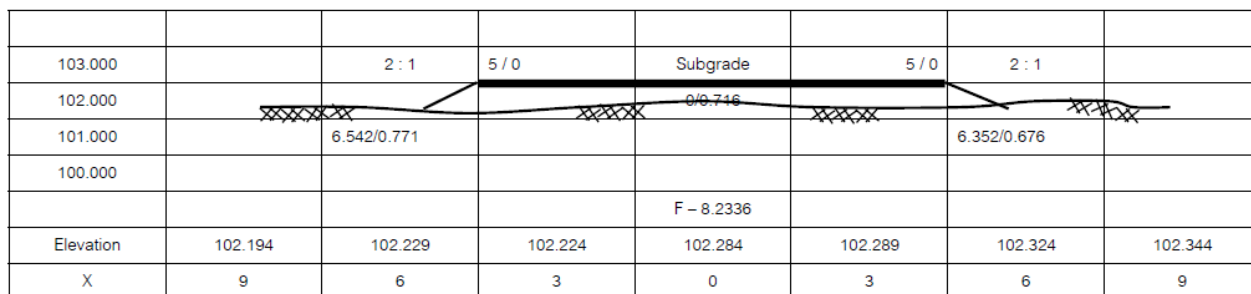
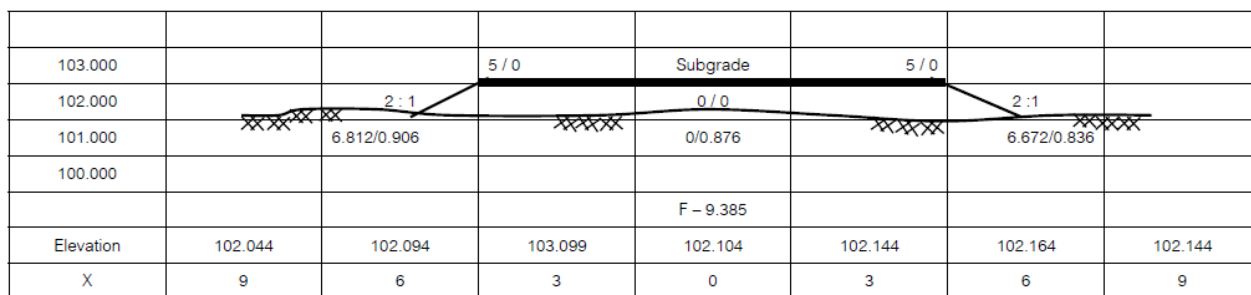
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผนที่ : 24



	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผนที่ : 25	

	11.006/2.003						
103.000				Subgrade			
102.000							
101.000		2 : 1		0 / 0	3/0		
100.000			7/0			2 : 1 6.2	
		C - 7.011 m ²		F - 2.4			
Elevation	105.033	104.797	104.300	103.550	102.750	101.950	101.400
X	9	6	3	0	3	6	9

0 + 250



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 26

การคำนวณหาเนื้อที่หน้าตัด

Sta. 0+000 (งานดินถม = Fill = F)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{0}{0.73} \times \frac{6.52}{0.76} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

- คูณขึ้น = $0 + 5.0856 + 308 + 0 = 8.8856$

- คูณลง = $0 + 0 + 0 + 0 = 0$

- ผลต่าง = $8.8856 - 0 = 8.8856$

$$2A1 = 8.8856, A1 = \frac{8.8856}{2}$$

$$A1 = 4.4428 \text{ ม.}^2$$

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{6.86}{0.93} \times \frac{0}{0.73} \times \frac{0}{0}$$

- คูณขึ้น = $0 + 0 + 0 + 0 = 0$

- คูณลง = $0 + 4.65 + 5.3508 + 0 = 10.0008$

- ผลต่าง = $10.0008 - 0 = 10.0008$

$$2A2 = 10.0008, A2 = \frac{10.0008}{2}$$

$$A2 = 5.0004 \text{ ม.}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A1 + A2 = 4.4428 + 5.0004 = 9.4432 \text{ ม.}^2$$

Sta. 0+025 (งานดินถม)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{0}{1.57} \times \frac{8.26}{1.63} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

- คูณขึ้น = $0 + 12.9682 + 8.15 + 0 = 21.1182$

- คูณลง = $0 + 0 + 0 + 0 = 0$

- ผลต่าง = $21.1182 - 0 = 21.1182$

$$2A1 = 21.1182, A1 = \frac{21.1182}{2}$$

$$A1 = 10.5591 \text{ ม.}^2$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 27

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{8.04}{1.52} \times \frac{0}{1.57} \times \frac{0}{0}$$

- คูณขึ้น = $0 + 0 + 0 + 0 = 0$

- คูณลง = $0 + 7.6 + 12.6628 + 0 = 20.2228$

- ผลต่าง = $20.2228 - 0 = 20.2228$

$$2A2 = 80.2228, A2 = \frac{20.2228}{2}$$

$$A2 = 10.1114 \text{ ม.}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 10.5591 + 10.1114 = 20.6705 \text{ ม.}^2$$

Sta. 0+050 (งานดินถม)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{0}{0.78} \times \frac{6.52}{0.76} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

- คูณขึ้น = $0 + 14.6888 + 8.85 + 0 = 23.5388$

- คูณลง = $0 + 0 + 0 + 0 = 0$

- ผลต่าง = $23.5388 - 0 = 23.5388$

$$2A1 = 23.5388, A1 = \frac{23.5388}{2}$$

$$A1 = 11.7694 \text{ ม.}^2$$

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{8.3}{1.65} \times \frac{0}{1.72} \times \frac{0}{0}$$

- คูณขึ้น = $0 + 0 + 0 + 0 = 0$

- คูณลง = $0 + 8.25 + 14.276 + 0 = 22.526$

- ผลต่าง = $22.526 - 0 = 22.526$

$$2A2 = 22.526, A2 = \frac{22.526}{2}$$

$$A2 = 10.263 \text{ ม.}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 11.7694 + 11.263 = 23.0324 \text{ ม.}^2$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 28

Sta. 0+075 (งานดินถม)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{0}{2.2} \times \frac{9.61}{2.305} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 21.142 + 11.525 + 0 = 32.667$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{ผลต่าง} = 32.667 - 0 = 32.667$$

$$2A1 = 32.667, A1 = \frac{32.667}{2}$$

$$A1 = 16.3335 \text{ ม.}^2$$

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{8.3}{1.65} \times \frac{0}{1.72} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 10.5 + 20.24 + 0 = 30.74$$

$$- \text{ผลต่าง} = 30.74 - 0 = 30.74$$

$$2A2 = 30.74, A2 = \frac{30.74}{2}$$

$$A2 = 15.37 \text{ ม.}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 16.3335 + 15.37 = 31.7035 \text{ ม.}^2$$

Sta. 0+100 (งานดินถม)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{0}{1.636} \times \frac{8.332}{1.666} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 13.6312 + 8.33 + 0 = 21.9612$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{ผลต่าง} = 21.9612 - 0 = 21.9612$$

$$2A1 = 21.9612, A1 = \frac{21.9612}{2}$$

$$A1 = 10.9806 \text{ ม.}^2$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 29

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{9.61}{1.606} \times \frac{0}{1.63} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 8.03 + 13.4348 + 0 = 21.4648$$

$$- \text{ผลต่าง} = 21.4648 - 0 = 21.4648$$

$$2A2 = 21.4648, A2 = \frac{21.4648}{2}$$

$$A2 = 10.7324 \text{ ม}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 10.9806 + 10.7324 = 21.7130 \text{ ม}^2$$

Sta. 0+125 (งานดินถม = Cut = C)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{5.668}{0.334} \times \frac{5}{0.404} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 1.67 + 2.2899 + 0 = 3.9599$$

$$- \text{ผลต่าง} = 3.9599 - 0 = 3.9599$$

$$2A1 = 3.9599$$

$$A1 = \frac{3.9599}{2} = 1.9799 \text{ ม}^2$$

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{0}{0.404} \times \frac{5.918}{0.459} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 2.3909 + 2.295 + 0 = 4.6895$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{ผลต่าง} = 4.6895 - 0 = 4.6895$$

$$2A2 = 4.6895$$

$$A2 = \frac{4.6895}{2} = 2.3429 \text{ ม}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 1.9799 + 2.3429 = 4.3229 \text{ ม}^2$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 30

Sta. 0+150 (งานดินถม)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0.876} \times \frac{4.812}{0.906} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 4.215 + 4.53 + 0 = 8.745$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{ผลต่าง} = 8.745 - 0 = 8.745$$

$$2A1 = 8.745$$

$$A1 = \frac{8.745}{2} = 4.373 \text{ ม}^2$$

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{6.672}{0.836} \times \frac{5}{0.876} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 4.18 + 5.84 + 0 = 10.025$$

$$- \text{ผลต่าง} = 10.025 - 0 = 10.025$$

$$2A2 = 10.025$$

$$A2 = \frac{10.025}{2} = 5.012 \text{ ม}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 4.373 + 5.012 = 9.385 \text{ ม}^2$$

Sta. 0+175 (งานดินถม)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{1}{0.716} \times \frac{6.542}{0.771} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 4.681 + 3.855 + 0 = 8.5391$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{ผลต่าง} = 8.5391 - 0 = 8.5391$$

$$2A1 = 8.5391$$

$$A1 = \frac{8.5391}{2} = 4.2696 \text{ ม}^2$$



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 31

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{9.352}{0.676} \times \frac{0}{0.716} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 3.38 + 4.548 + 0 = 7.928$$

$$- \text{ผลต่าง} = 7.928 - 0 = 7.928$$

$$2A2 = 7.928$$

$$A2 = \frac{7.928}{2} = 3.964 \text{ ม}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 4.2696 + 3.964 = 8.22336 \text{ ม}^2$$

Sta. 0+200 (งานดินตัด)

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{5}{0} \times \frac{6.574}{0.787} \times \frac{0}{0.367} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 3.935 + 2.413 + 0 = 6.348$$

$$- \text{ผลต่าง} = 6.348 - 0 = 6.348$$

$$2A1 = 6.348$$

$$A1 = \frac{6.348}{2} = 3.174 \text{ ม}^2$$

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{0}{0.367} \times \frac{5}{0} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 1.835 + 0 = 1.835$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{ผลต่าง} = 1.835 - 0 = 1.835$$

$$2A2 = 1.835$$

$$A2 = \frac{1.835}{2} = 0.917 \text{ ม}^2$$

$$\text{เนื้อที่หน้าตัด} = A = A1 + A2 = 3.174 + 0.917 = 4.091 \text{ ม}^2$$



สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 32

Sta. 0+225

งานดินตัด

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{4}{0} \times \frac{7.784}{1.892} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 7.568 + 0 = 7.568$$

$$- \text{ผลต่าง} = 7.568 - 0 = 7.568$$

$$2A1 = 7.568$$

$$A1 = \frac{7.568}{2} = 3.784 \text{ ม}^2$$

งานดินถม

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{6}{0} \times \frac{9.4}{1.7} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 10.20 + 0 = 10.20$$

$$- \text{ผลต่าง} = 10.20 - 0 = 10.20$$

$$2A2 = 10.20$$

$$A2 = \frac{10.20}{2} = 5.10 \text{ ม}^2$$

Sta. 0+250

งานดินตัด

$$2A1 = \frac{0}{0} \times \frac{7}{0} \times \frac{11.006}{2.003} \times \frac{0}{0}$$

$$- \text{คูณขึ้น} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$- \text{คูณลง} = 0 + 14.021 + 0 = 14.021$$

$$- \text{ผลต่าง} = 14.021 - 0 = 14.021$$

$$2A1 = 14.021$$

$$A1 = \frac{14.021}{2} = 7.011 \text{ ม}^2$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 33	

งานดินถม

$$2A2 = \frac{0}{0} \times \frac{3}{0} \times \frac{6.2}{1.6} \times \frac{0}{0}$$

- คูณขึ้น = $0 + 0 + 0 + 0 = 0$
- คูณลง = $0 + 4.80 + 0 = 4.80$
- ผลต่าง = $4.80 - 0 = 4.80$

$$2A2 = 4.80$$

$$A2 = \frac{4.80}{2} = 2.4 \text{ ม}^2$$

การหาปริมาณงานดิน (โดยวิธี Ended Area)

ตารางแสดงการหาปริมาณงานดิน

$$\text{ปริมาตร} = \frac{A1 + A2}{2} \times \text{ระยะทาง}$$

Sta.	เนื้อที่หน้าตัด (ตร.ม.)			ผลรวมเนื้อที่หน้าตัด		ปริมาตร (ลบ.ม.)	
	ดินถม (ตร.ม.)	ดินตัด (ตร.ม.)	ระยะทาง (ม.)	ดินถม (ตร.ม.)	ดินตัด (ตร.ม.)	ดินถม (ตร.ม.)	ดินตัด (ตร.ม.)
0+000	9.4432	0					
0+025	20.6705	0	25	30.1137	-	376.412	-
0+050	23.0324	0	25	43.7029	-	546.286	-
0+075	31.7035	0	25	54.7359	-	684.199	-
0+100	21.713	0	25	53.4165	-	667.706	-
0+125	0	4.3229	25	21.713	4.3229	271.413	54.036
0+150	9.385	0	25	9.385	4.3229	117.313	54.036
0+175	8.2336	0	25	17.6186	-	220.233	-
0+200	0	4.0913	25	8.2336	4.0913	102.92	51.141
0+225	5.100	3.784	25	5.100	7.8753	63.75	98.414
0+250	2.400	7.011	25	7.500	10.795	93.75	134.938
รวม						3143.982	392.565

ปริมาณงานดินถม 3143.982 ลบ.ม.

ปริมาณงานดินขุด 392.565 ลบ.ม.

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

การหาปริมาณงานดิน

เครื่องมือ - อุปกรณ์

การปฏิบัติงานเรื่องการหาปริมาณงานดิน นี้จะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลรูปตัดตามแนวยาว และตามแนวขวาง
2. เครื่องคำนวณ
3. ไม้วัดมาตราส่วน

วัตถุประสงค์

ในการปฏิบัติงานสนามเรื่องการหาปริมาณงานดิน มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อสามารถคำนวณเนื้อที่หน้าตัดงานดิน กรณีที่ดินถม – ดินตัด มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้อย่าง
2. เพื่อสามารถคำนวณปริมาตรงานดินจากรูปตัดตามแนวยาวและตามแนวขวางได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการหาปริมาณงานดินมีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาเนื้อที่หน้าตัดจากรูปตัดตามแนวขวาง STA ที่ไม่ได้ทำระดับตามแนวขวางจากข้อมูลใบงานงานระดับตามยาวและใบงานระดับตามขวาง โดยคำนวณจากสูตรสี่เหลี่ยมคางหมู

$$A = (W + sh)h$$
2. นำค่าเนื้อที่ที่คำนวณได้จากข้อ 1 มากรอกข้อมูลลงในตารางการคำนวณปริมาตร
3. คำนวณหาปริมาตรงานดินถม – ดินตัด โดยวิธี Average end area

ข้อควรระวัง

1. ตรวจสอบค่าระดับดินเดิมและระดับก่อสร้างจากรูปตัดตามแนวยาวให้รอบคอบ
2. การคำนวณให้ตรวจสอบความถูกต้อง โดยดูรูปประกอบว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกับรูปหรือไม่

ข้อเสนอแนะ

การคำนวณควรตรวจสอบตัวเลข ระยะต่างๆ และการใช้ฟังก์ชันของเครื่องคำนวณอย่างรอบคอบ โดยเฉพาะการใช้วงเล็บ และดูคำตอบที่ได้คร่าวๆ ว่าจะน่าจะถูกต้องหรือไม่

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

ผลการปฏิบัติงาน

CHIANGRAI TECHNICAL COLLEGE

DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION & CIVIL

SURVEYING DIVISION

Project Job No.

Location Group..... Date

Instrument

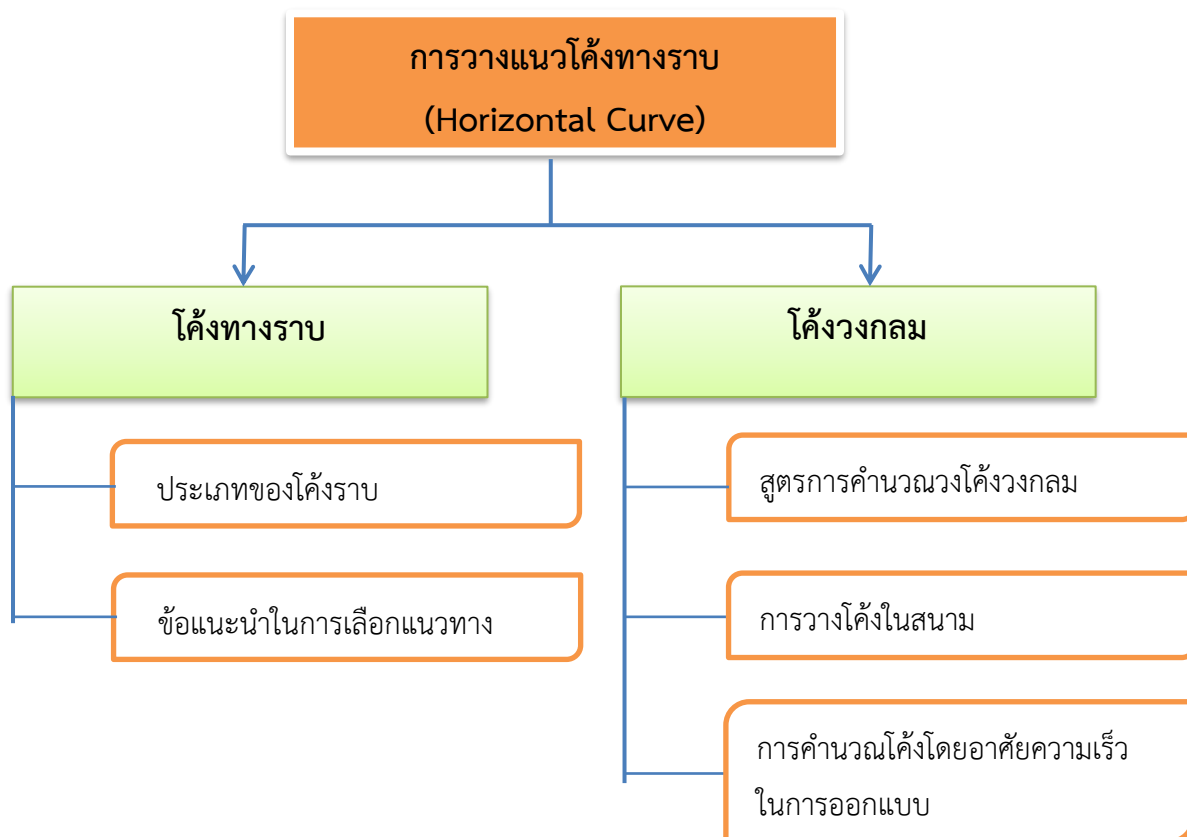
			สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การหาปริมาณงานดิน				วัดและ ประเมินผล	หน้าที่
							แผ่นที่ : 1	
กลุ่ม			หัวข้อการตรวจงาน [20]				รวม คะแนน [20]	
ลำดับ	รหัส นักศึกษา	ชื่อ - สกุล	การคำนวณ เนื้อที่ดินตัด - ถม [5]	การคำนวณ ปริมาตรงาน ดินตัด - ถม ตามแนวยาว [5]	การคำนวณ ปริมาตรงาน ดินตัด - ถม ตามแนว ขวาง [5]	การนำ ข้อมูลมา เขียนรูป [5]		

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 – 16	ดี
8 – 12	พอใช้
4 – 7	ต้องปรับปรุง
0 – 3	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ครูผู้ประเมิน
(.....)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	สอนครั้งที่ 9 – 11
		ชั่วโมงรวม 12
	ใบวิเคราะห์งาน	



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	สอนครั้งที่ 9 – 11
		ชั่วโมงรวม 12
วิชา การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา 30121 – 2008		จำนวนชั่วโมง 4

1. สาระสำคัญ

- 1.1 เส้นตรงเมื่อเกิดการหักเหเพื่อเปลี่ยนทิศทาง หรือหลีกเลี่ยงอุปสรรคในแนวทางราบ จำเป็นต้องใส่โค้งใน จุดหักเหนี้จะมีโค้งวงกลมวงเดียว โค้งวงกลมต่อเนื่องกัน 2 โค้ง หรือ โค้งต่อเนื่องกันแต่ย้อนทาง ส่วนจะเป็นวงกลมเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับมุมที่หักเหและการออกแบบ
- 1.2 โค้งวงกลม เป็นโค้งที่ใช้ส่วนหนึ่งของวงกลมมาออกแบบที่จุดหักเหเปลี่ยนทิศทาง จำเป็นต้อง คำนวณหาส่วนต่างๆ ของโค้งวงกลม เนื่องจากไม่สามารถวัดระยะเป็นเส้นโค้ง จึงแบ่งส่วน โค้งออกเป็นส่วนโค้งย่อยๆ a, a_1, a_2 ฯลฯ c, c_1, c_2 และมุม $\frac{d}{2}, \frac{d}{2}1, \frac{d}{2}2$ เพื่อนำมาใช้ วางโค้งในสนามต่อไป
- 1.3 ในการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะ ความชำนาญและประสบการณ์ในการวางโค้งในสนาม การออกแบบโค้งเมื่อวัดค่า E จากสนาม การออกแบบโดยกำหนดค่า D และการออกแบบโค้ง โดยอาศัยความเร็วของรถนำมาออกแบบโค้ง

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงการวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve) ได้
- 2.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณการวางโค้งวงกลมได้
- 2.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานจริงได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 ด้านความรู้
 - 3.1.1 รู้และเข้าใจโค้งทางราบแบบต่างๆ
 - 3.1.2 รู้และเข้าใจการวางโค้งวงกลม
- 3.2 ด้านทักษะ
 - 3.2.1 บอกความหมายโค้งทางราบได้
 - 3.2.2 บอกลักษณะของโค้งราบได้อย่างถูกต้อง
 - 3.2.3 บอกข้อเสนอแนะในการเลือกแนวทางได้อย่างถูกต้อง
 - 3.2.4 บอกความหมายโค้งวงกลมได้อย่างถูกต้อง
 - 3.2.5 สามารถคำนวณหาส่วนต่างๆของโค้งวงกลมได้
 - 3.2.6 สามารถวางโค้งและตรวจสอบโค้งในสนามได้
 - 3.2.7 สามารถนำวิธีการวางโค้งในสนามไปใช้งานได้ถูกต้อง

- 3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์
 - 3.3.1 ความเสียสละ
 - 3.3.2 ซื่อสัตย์สุจริต
 - 3.3.3 กตัญญูทักท้วง
 - 3.3.4 ความอดกลั้น
 - 3.3.5 ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน
 - 3.3.6 มีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม
 - 3.3.7 ความมีวินัย
 - 3.3.8 ความรับผิดชอบ
 - 3.3.9 ความรักสามัคคี
 - 3.3.10 มีมนุษยสัมพันธ์
 - 3.3.11 เชื่อมั่นในตนเอง
 - 3.3.12 ขยัน
 - 3.3.13 ประหยัด
 - 3.3.14 อดทน
 - 3.3.15 พึ่งตนเอง
 - 3.3.16 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอาชีวอนามัย
 - 3.3.17 การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
 - 3.3.18 ความสนใจใฝ่รู้
 - 3.3.19 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 3.3.20 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

- 4.1 โค้งทางราบแบบต่างๆ
- 4.2 การวางโค้งวงกลม

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- 5.1.1 ให้นักศึกษาทำสมาธิก่อนเรียน 5 นาที เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้ที่ประพฤติดีแล้วทำการเข้ครายชื่อ
- 5.1.2 ผู้สอนสนทนาซักถามความรู้ในเรื่องการวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.1.3 ผู้สอนกล่าวนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

5.2 การเรียนรู้

- 5.2.1 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.2 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)
- 5.2.3 ผู้สอนอธิบายโค้งทางราบแบบต่างๆ โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.4 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับโค้งทางราบแบบต่างๆ

5.2.5 ผู้สอนอธิบายการวางโค้งวงกลม โดยใช้สื่อ Power Point

5.2.6 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการวางโค้งวงกลม

5.2.7 นักศึกษาคำถามที่ผู้สอนซักถาม

5.2.8 นักศึกษาลงมือปฏิบัติตามใบงานที่ผู้สอนมอบหมายให้

5.3 การสรุป

5.3.1 นักศึกษาส่งงานจากการปฏิบัติงาน

5.3.2 ผู้สอนวิจารณ์และอภิปรายผลงาน

5.3.3 ผู้สอนและนักศึกษสรุปบทเรียน

5.3.4 ผู้สอนสรุปทางสังคมโดยชมเชย และประเมินผล

5.4 การวัดและประเมินผล

5.4.1 เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

ใบงานหน่วยเรื่อง การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

วิธีการวัด

ประเมินจากการปฏิบัติตามใบงานหน่วยเรื่อง การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

5.4.2 เครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

วิธีการวัด

ประเมินประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาได้รับผลการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้ด้วยคะแนนรวม 70 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

6.1.1 ใบเนื้อหาที่ 5 หน่วยเรื่อง การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

6.1.2 ใบงานที่ 5 เรื่อง การวางโค้งวงกลม

6.2 สื่อโสตทัศน

6.2.1 สื่อ Power Point

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง

6.3.1 กล้องวัดมุมประเภทต่างๆ

6.4 อื่นๆ

.....
.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- 7.1 ใบเนื้อหา
- 7.2 ใบงาน
- 7.3 ใบเฉลย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

- 8.1 บูรณาการกับวิชาชีวิตและวัฒนธรรมไทย ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และการฝึกปฏิบัติตนทางสังคมด้านการเตรียมความพร้อม ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้
- 8.2 บูรณาการกับวิชาเขียนแบบก่อสร้าง ด้านการออกแบบบ้าน
- 8.3 บูรณาการกับวิชาคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยี
- 8.4 บูรณาการกับวิชาเทคนิคก่อสร้าง ด้านขั้นตอนการทำงานก่อสร้าง
- 8.5 บูรณาการกับวิชาประมาณราคา ด้านการเลือกใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- 9.1.1 จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนตามที่ผู้สอนและบทเรียนกำหนด
- 9.1.2 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

9.2 ขณะเรียน

- 9.2.1 ปฏิบัติตามใบงานที่ 5 เรื่อง การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)
- 9.2.2 ดูตัวอย่างใบเนื้อหาที่ 5 เรื่อง การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)
- 9.2.3 ร่วมกันสรุป การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

9.3 หลังเรียน

- 9.3.1 ตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน
- 9.3.2 วัดประเมินผลตามหน่วยเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	สอนครั้งที่ 9 – 11
		ชั่วโมงรวม 12
บันทึกหลังการสอน		จำนวนชั่วโมง 4

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนกฯ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008

ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

ใบเนื้อหา

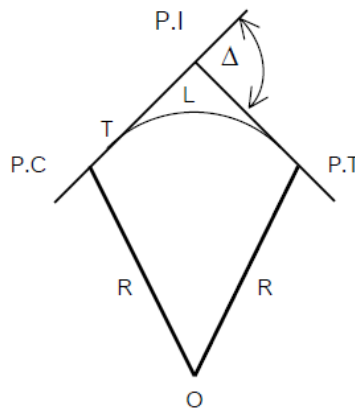
แผ่นที่ : 1

หน้าที่

5.1 โค้งทางราบ

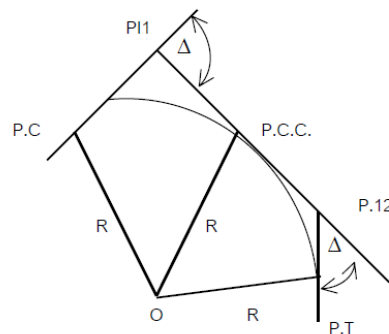
โค้งงานทางเกิดขึ้นเนื่องจากแนวทางเกิดการหักเหเปลี่ยนทิศทาง เพื่อไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการ หรือต้องการหลีกเลี่ยงปัญหา-อุปสรรค ในการก่อสร้าง เช่น ที่ลุ่มที่เกิดจากการทรุดตัวง่าย ภูเขาสูง หุบเขา อ่างเก็บน้ำ เป็นต้นโค้งราบ (Horizontal Curve) เป็นโค้งบนพื้นราบ มีหลายลักษณะ คือ

1. โค้งวงกลม (Circular Curve) หรือ Simple Curve เป็นโค้งที่เป็นส่วนหนึ่งของวงกลมเชื่อมต่อด้วยเส้นสัมผัส (Tangent Line) สองเส้นที่ยาวเท่ากัน

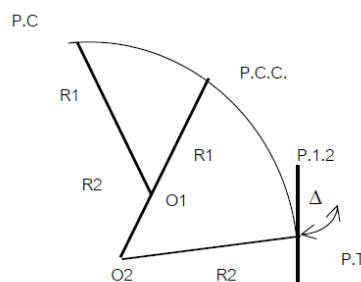


โค้งวงกลม

2. โค้งผสม (Compound Curve) หมายถึง โค้งวงกลม 2 วง ใช้เส้นสัมผัสร่วมกัน 2 เส้น มี 2 แบบ คือ แบบรัศมีเท่ากันและรัศมีไม่เท่ากัน



แบบรัศมีเท่ากัน



รัศมีไม่เท่ากัน



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008

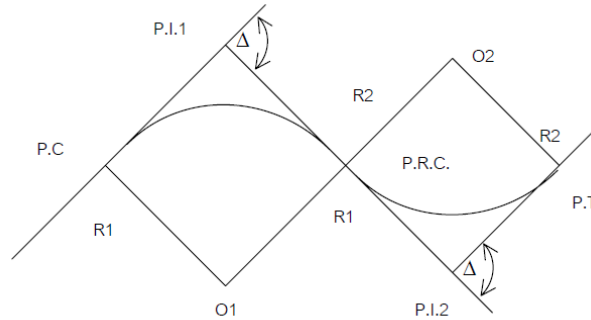
ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

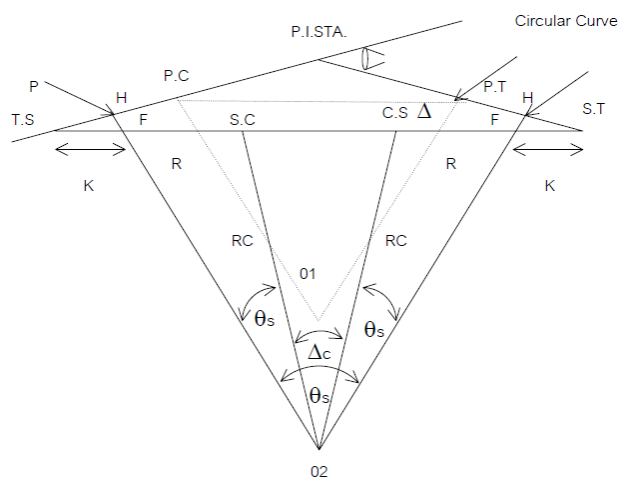
หน้าที่

3. โค้งผสมย้อนทาง (Reversed Curve) หมายถึงโค้งผสมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ตรงกันข้าม



โค้งผสมย้อนทาง

4. โค้งก้นหอย (Spiral Curve) เป็นโค้งกลมที่ออกแบบขยายให้ใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มรัศมีการเลี้ยวจุดประสงค์เพื่อต้องการความเร็วสูงในการเข้าโค้ง บังคับให้รถเลี้ยวได้ง่ายกว่าโค้งวงกลม จึงมีความปลอดภัยสูงขึ้น



โค้งก้นหอย

ข้อแนะนำในการเลือกแนวทาง

1. แนวทางควรมีส่วนเป็นเส้นตรงให้มากที่สุด
2. การใส่โค้ง ต้องใส่โค้งให้มีรัศมีการโค้งให้มากที่สุด รวมทั้งระยะการมองเห็น(Side Distance) ต้องได้ มาตรฐาน (รัศมีการโค้งในทางราบที่น้อยที่สุด 400 เมตร)
3. ถ้า P.I. มีมุมหักเหเล็กน้อย จะต้องใส่โค้งให้มีความยาวดังนี้
มุมเบี่ยงเบน 1 องศา ไม่ต้องใส่โค้ง
มุมเบี่ยงเบน 2 องศา ความยาวโค้ง = 250 เมตร



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008

ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 3

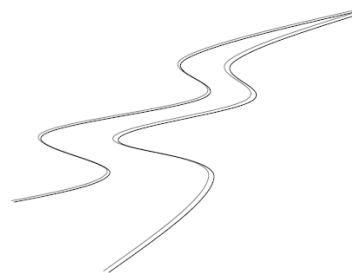
หน้าที่

มุมเบี่ยงเบน 3 องศา ความยาวโค้ง = 220 เมตร

มุมเบี่ยงเบน 4 องศา ความยาวโค้ง = 180 เมตร

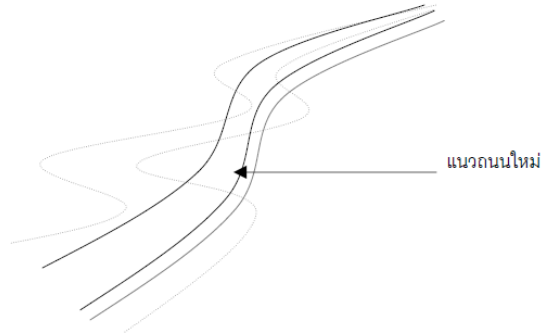
มุมเบี่ยงเบน 5 องศา ความยาวโค้ง = 150 เมตร

4. แนวทางไม่ควรเป็นโค้งบริเวณที่จะต้องเป็นทางร่วมทางแยก
5. ตำแหน่ง P.C หรือ P.T. ควรอยู่ห่างจากตลิ่งของทางน้ำที่เห็นว่าจะต้องสร้างสะพาน
6. แนวทางไม่ควรผ่านไปในที่ลุ่มต่ำที่จะต้องถมสูงเป็นระยะยาว แต่ถ้าจำเป็นที่จะต้องผ่านทางช่วงนั้น ก็ไม่ควรจะมีโค้ง แต่ถ้าจำเป็นจะต้องมีโค้ง ก็พยายามให้มีมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
7. โค้งที่อยู่ใกล้กันและไปทางเดียวกัน ควรจะมีระยะที่เป็นเส้นตรงระหว่างโค้งให้มากที่สุดที่จะทำได้ และรัศมีความโค้งของทั้งสามไม่ควรต่างกันเกิน 50%
8. หลีกเลี่ยงการใส่ Reverse Curve ถ้าจำเป็นจะต้องมี ควรให้มีระยะที่เป็นเส้นตรงระหว่างโค้งทั้งสองให้มากที่สุด
9. แนวทางไม่ควรผ่านเข้าไปในบริเวณที่เห็นว่าเป็นพื้นดินอ่อนเป็นช่วงยาวๆ
10. แนวทางไม่ควรไต่ไปตามพื้นที่ ซึ่งชันกว่าความชันมาตรฐานของถนนมากและเป็นแนวยาวๆ จนเกินไป
11. แนวทางที่ผ่านลำน้ำใหญ่ ควรจะให้แนวทางตั้งฉากกับลำน้ำ ถ้าจำเป็นที่จะ Skew ก็ให้ Skew น้อยที่สุด
12. แนวทางไม่ควรเลียบใกล้ตามตลิ่งของลำน้ำ ที่เห็นว่ามีกรกัดเซาะสูง
13. แนวทางที่ข้ามลำน้ำกว้างๆ ไม่ควรข้ามในระดับที่สูงกว่าท้องน้ำมาก เพราะจะทำให้มีปัญหาในการออกแบบ ตอม่อสะพานกลางลำน้ำ
14. แนวถนนเดิมคดเคี้ยวไปมาโดยไม่จำเป็น

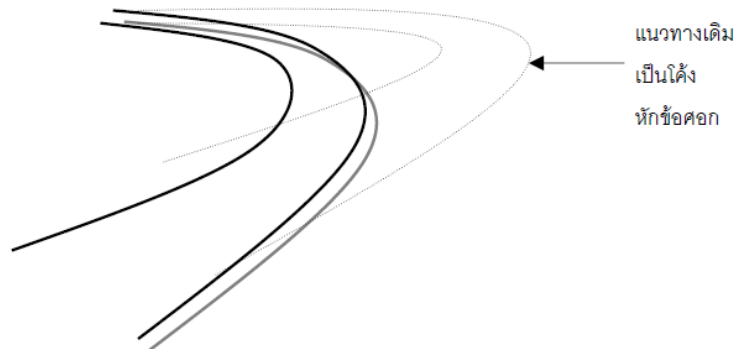


	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 4	

15. เมื่อจะปรับปรุงถนนเดิมควรแก้ไขแนวถนนให้เป็นแนวตรงหรือมีจำนวนโค้งน้อยลงเท่าที่จะทำได้
แนวถนนใหม่



16. เมื่อจะปรับปรุงถนนใหม่ ควรแก้ไขแนวทางเดิมตรงที่เป็นโค้งหักศอกโดยวางแนวโค้งใหม่ให้กว้าง
มากขึ้นแนวทางเดิมเป็นโค้งหักข้อศอก

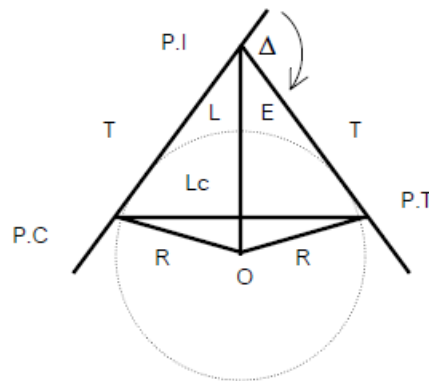


17. ไม่สมควรวางแนวทางที่จะก่อสร้างใหม่เข้าเชื่อมโดยตรงกับแนวถนนในหมู่บ้าน ซึ่งมีอยู่เดิมแล้ว
และมีแนวถนน คดเคี้ยว
18. ควรวางแนวถนนที่จะก่อสร้างให้ผ่านใกล้หรือให้เฉียดหมู่บ้านไปข้างใดข้างหนึ่ง แล้วทำถนนเชื่อม
ระหว่างแนวถนนใหม่กับถนนเดิมในหมู่บ้าน

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 5	

5.2 โค้งวงกลม (SIMPLE CURVE หรือ CIRCULAR CURVE)

โค้งวงกลม คือ โค้งที่มีลักษณะเป็นส่วนหนึ่งของวงกลม นิยมใช้กันมาก เพราะออกแบบง่ายและการวางโค้งในสนามก็สามารถทำได้ง่าย องค์ประกอบของโค้งวงกลม



แสดงส่วนประกอบของโค้งวงกลม

P.I.	=	POINT OF INTERSECTION	คือ จุดที่แนวตรงสองแนวมาพบกัน
P.C.	=	POINT OF CURVATURE	คือ จุดเริ่มต้นโค้งที่เบี่ยงเบนออกจากเส้นตรง
P.T.	=	POINT OF TANGENCY	คือ จุดปลายโค้งวงกลมซึ่งเข้ามาบรรจบกัน เส้นตรง
Δ	=	INTERSECTION ANGLE	คือ มุมตัดหรือมุมภายนอก
T	=	TAMGENT DISTANCE	คือ ระยะเส้นสัมผัสจาก P. C. หรือ P.I.
L	=	LENGTH OF CURVE	คือ ระยะความยาวของโค้งวงกลม หรือระยะจาก P. C. หรือ P.T. ซึ่งวัดตามแนวโค้ง
Lc	=	LONG CHORD	คือ ความยาวตามชยา (Chord) จาก P. C. ถึง P.T.
E	=	EXTERNAL DISTANCE	คือ ระยะจากจุด P.I. ถึงจุดกึ่งกลางของโค้ง วงกลม
D	=	DEGREE OF CURVE	คือ ค่าที่บอกค่าด้วยรัศมี (R) D คือ ค่ามุมที่จุด ศูนย์กลางโค้งที่รองรับโค้งยาว 100 ฟุต หรือ 100 ม. แล้วแต่ระยะที่ใช้

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 6	

สูตรในการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{5,729.578}{D} \quad \text{หรือ} \quad D = \frac{5,729.578}{R} \\
 T &= R \tan \frac{\Delta}{2} \left(D=1, T = 5,729.578 \tan \frac{\Delta}{2} \right) \\
 E &= T \tan \frac{\Delta}{4} = R \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right) \\
 Lc &= 2R \sin \frac{\Delta}{2} \\
 L &= 100 \frac{\Delta}{2} \\
 M &= R \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right) \\
 P.C. Sta &= P.I. Sta. - T \\
 P.T. Sta &= P.C. Sta. + L
 \end{aligned}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเห โค้งและชยา (DEFLECTION ANGLE, ARC, CHORD)

จาก Arc Definition

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{D} &= \frac{a}{100} \\
 \therefore d &= \frac{aD}{100} (\text{degree})
 \end{aligned}$$

ในทำนองเดียวกัน	d1	=	$\frac{a1D}{100} (\text{degree})$
	D2	=	$\frac{a2D}{100} (\text{degree})$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 7	

การคำนวณมุมเหและมุมเหยอย (SUBDEFLECTION ANGLE)

$$\begin{aligned}
&\text{จาก} \quad \frac{d}{2} = \frac{aD}{2 \times 100} \text{ degree} \\
&\quad \frac{d}{2} = 0.3aD \text{ degree} \\
&\text{ในทำนองเดียวกัน} \quad \frac{d_1}{2} = 0.3a_1D \text{ min ute} \\
&\quad \frac{d_2}{2} = 0.3a_2D \text{ min ute}
\end{aligned}$$

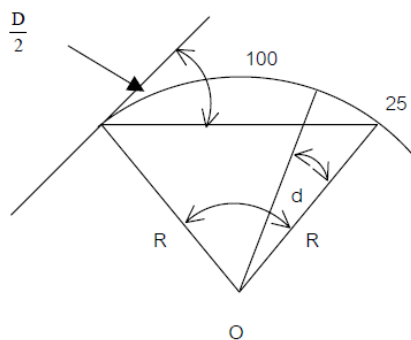
การคำนวณหา ขยาและขย่าย่อย (SUBCHORD) เมื่อ (a = 25 หรือ < 25 ม.)

การพิสูจน์เหมือนกับการหาสูตรมุมเห

$$\begin{aligned}
\therefore \text{จะได้ว่า} \quad C &= 2 R \sin \frac{d}{2} \\
C &= 2 R \sin \frac{d_1}{2} \\
C_1 &= 2 R \sin \frac{d_2}{2}
\end{aligned}$$

องศาความโค้ง (DEGREE OF CURVE = D)

D คือ มุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งที่ยาวเท่ากับ 100 ม. เรียกว่า Arc Definition



แสดงองศาความโค้ง

$$\begin{aligned}
\text{จากสัดส่วน } 100 : 2\pi R &= D : 360^\circ \\
R &= \frac{100}{2\pi} \times \frac{360}{D} \\
&= \frac{5729.578}{D}
\end{aligned}$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 8	

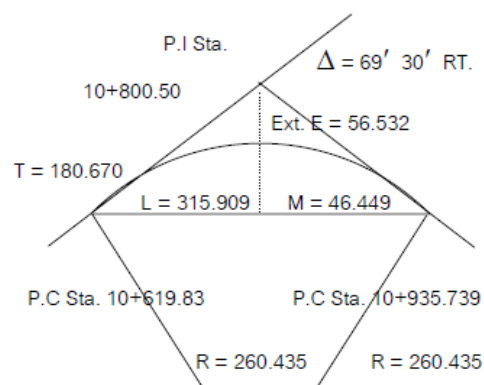
ตัวอย่างของโค้งถนนทางหลวงชนบท

จงคำนวณสัดส่วนต่างๆ ของโค้งและตารางสำหรับการวางแผนโค้งวงกลม โดยมีข้อมูลดังนี้ PI.

Sta 10 + 800.50 $\Delta = 69^\circ - 30' - 00''$ Rt กำหนดให้ , R = 260, 435 a = 25 ม.

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 1. \quad T &= R \tan \Delta/2 \\
 &= 25.0435 \tan (69^\circ 30'/2) \\
 &= 180.670 \text{ ม.} \\
 2. \quad E &= R (\sec \Delta/2 - 1) \\
 &= 260.435 \sec (69^\circ 30'/4) \\
 &= 56.532 \text{ ม.} \\
 3. \quad L &= 100 \times \Delta/D \\
 &= 100(69^\circ 30'/22) \\
 &= 315.909 \text{ ม.} \\
 4. \quad P.C. &= P.I. - T \\
 &= 100 + 800.50 - 186.670 \\
 &= 10 + 619.830 \\
 5. \quad P.T. &= P.C. + L \\
 &= 10 + 619.830 + 315.909 \\
 &= 10 + 935.739
 \end{aligned}$$



ระยะต่างๆ ของโค้ง

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 9	

จากตัวอย่างหาโค้งย่อย a1 จาก Sta .P.C. 10 + 619.830 จากงานทางของ ร.พ.ช. Sta.ของทางจะเป็น Sta. เต็ม คือ 25, 50, 75, 100 เป็นต้น จาก Sta. P.C. ค่าระยะทางต่อไปนี้เป็น Sta.เต็ม คือ Sta. 10 + 625

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{โค้งย่อย a1} &= \text{Full Sta. 10 + 625.000} \\
 &\quad \text{P.C. Sta 10 + 619.830} \\
 &= 5.170 \text{ ม.}
 \end{aligned}$$

โค้งย่อย a2 คิดจาก Sta. เต็มก่อนถึงจุด P.T.

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{โค้งย่อย a2} &= \text{P.T. Sta 10 + 935.739} \\
 &\quad \text{Full Sta. 10 + 925.000} \\
 &= 10.739 \text{ ม.}
 \end{aligned}$$

การคำนวณหาจุดกึ่งกลางโค้ง

$$\begin{aligned}
 \text{P.C. Sta.} &10 + 619.830 \\
 \text{L/2} &157.954 \\
 \text{Ext. Sta} &10 + 777.784 \\
 \text{Full Sta} &10 + 775.00 \\
 \therefore \text{โค้งย่อย a3} &= 2.784 \text{ ม.}
 \end{aligned}$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 10	

การคำนวณมุมเหจากสูตร

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{2} &= 0.30 \times 25 \times 22 \\
 &= 165' \\
 &= 2^\circ 45' 00''
 \end{aligned}$$

การคำนวณมุมเหย้อยจากสูตร

$$\begin{aligned}
 \frac{d_1}{2} &= 0.30 \times 5.170 \times 22 \\
 &= 34.122'' \\
 &= 0^\circ 34' 07.32'' \\
 \frac{d_2}{2} &= 0.30 \times 10.739 \times 22 \\
 &= 70.8774'' \\
 &= 1^\circ 10' 52.644s''
 \end{aligned}$$

หาจุดกลางโค้ง

$$\begin{aligned}
 \frac{d_3}{2} &= 0.30 \times 2.784 \times 22 \\
 &= 18.3744'' \\
 &= 1^\circ 18' 22.464''
 \end{aligned}$$

การคำนวณหาชยาและชย่าย้อย จากสูตร

$$\begin{aligned}
 C &= 2 \times 260.435 \times \sin 2^\circ 45' 00'' \\
 &= 24.990 \text{ ม.} \\
 C_1 &= 2 \times 260.435 \times \sin 0^\circ 34' 07.32'' \\
 &= 5.170 \text{ ม.} \\
 C_2 &= 2 \times 260.435 \times \sin 1^\circ 10' 52.644'' \\
 &= 10.738 \text{ ม.}
 \end{aligned}$$

จุดกึ่งกลางโค้ง

$$\begin{aligned}
 C_3 &= 2 \times 260.435 \times \sin 0^\circ 18' 22.464'' \\
 &= 2.784 \text{ ม.}
 \end{aligned}$$



สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008
 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 11

หน้าที่

ตารางแสดงการวางโค้งจาก P.C

STA		Arc	Deflection			Σ Deflection			Chord	Remark
		A	$\frac{d}{2}$			$\Sigma \frac{d}{2}$			C	
P.C.	10+619.83		°	'	"	°	'	"		CURVEDATA
Sta.	10+625	5.170	0	34	07.32	0	34	07.32	5.170	P.I. Sta.
	10+650	25	2	45	00	3	19	07.32	24.990	100+800.5
	10+675	25	2	45	00	6	04	07.32	24.990	$\Delta=69^{\circ}30'RT$
	10+700	25	2	45	00	8	49	07.32	24.990	$D=22^{\circ}$
	10+725	25	2	45	00	11	34	07.32	24.990	$R=260.435$
	10+750	25	2	45	00	14	19	07.32	24.990	$T=180.670$
	10+775	25	2	45	00	17	04	07.32	24.990	$E=56.532$
Ext.	10+777.84	2.784	0	18	22.465	17	22	29.78	2.784	$M=46.449$
	10+800	25	2	45	00	19	49	07.32	24.990	คิดจาก
	10+825	25	2	45	00	22	34	07.32	24.990	10+775
	10+850	25	2	45	00	25	19	07.32	24.990	
	10+875	25	2	45	00	28	04	07.32	24.990	
	10+900	25	2	45	00	30	49	07.32	24.990	
	10+925	25	2	45	00	33	34	07.32	24.990	
P.T.	10+935.739	10.739	1	10	52.664	34	44	59.96	10.739	
Sta.					$\frac{\Delta}{2}$	34	45	00		
					Error	0.04				



สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008
 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 12

หน้าที่

ตารางแสดงการวางโค้งจาก P.T

STA		Arc	Deflection			$\sum$ Deflection			Black Deflection			Chord
		A	$\frac{d}{2}$			$\sum \frac{d}{2}$			$360 - \sum \frac{d}{2}$			C
P.T.	10+935.739		o	'	"	o	'	"	o	'	"	
	10+925	10.739	1	10	52.644	1	10	52.64	358	49	07.36	10.738
	10+900	25	2	45	00	3	55	52.64	356	04	07.36	24.990
	10+875	25	2	45	00	6	40	52.64	353	19	07.36	24.990
	10+850	25	2	45	00	9	25	52.64	350	34	07.36	24.990
	10+825	25	2	45	00	12	10	52.64	347	49	07.36	24.990
	10+800	25	2	45	00	14	55	52.64	345	04	07.36	24.990
Ext.	10+777.784	22.216	2	26	37.54	17	22	30.18	342	37	29.83	22.209
	10+775	2.784	0	18	22.46	17	40	52.64	342	19	07.36	2.784
	10+750	25	2	45	00	20	25	52.64	339	34	07.36	24.990
	10+725	25	2	45	00	23	10	52.64	336	49	07.36	24.990
	10+700	25	2	45	00	25	55	52.64	334	04	07.36	24.990
	10+650	25	2	45	00	28	40	52.64	331	19	07.36	24.990
	10+625	25	2	45	00	31	25	52.64	328	34	07.36	24.990
	10+925	25	2	45	00	34	10	52.64	314	49	07.36	24.990
P.C.	10+619.830	5.170	0	34	07.32	34	44	59.69	325	15	00.04	5.170
					$\frac{\Delta}{2}$	34	45	00				
					Error	0.04						

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 13	

การวางโค้งในสนาม

1. ตรวจสอบหาหมุด P.O.T. , P.C. , P.T. โดยอาศัยหมุด R.P. ที่ทำไว้
2. ตรวจสอบและวัดมุม Δ ว่าได้เท่ากับแบบหรือไม่
3. เมื่อตรวจสอบตามข้อ 1 และ 2 เสร็จแล้ว กำหนดมุม P.C. และ P.I.
4. ตั้งกล้องที่จุด P.C. ส่องไปที่จุด P.I. ตั้งค่าจานองศาราบเท่ากับศูนย์
5. เปิดมุมกล้องให้อ่านค่ามุม $0^\circ 34' 07.32''$ วัดระยะตามแนวเล็งกล้องเท่ากับ 5.170 จะได้ Sta. 10 + 625
6. เปิดกล้องอ่านมุมต่อเนื่องเท่ากับ $3^\circ 34' 07.32''$ จากตารางวัดระยะจาก Sta.10+625 ให้ได้เท่ากับ 24.990 ม. จะได้ Sta. 10+650
7. เปิดกล้องอ่านมุมต่อเนื่อง เท่ากับ $0^\circ 34' 07.32''$ จากตารางวัดระยะจากSta.10+650 ให้ได้เท่ากับ 24.990 ม. ให้ระยะตัดกับแนวกล้อง จะได้ 10 + 675 ทำดังนี้เรื่อยๆ ไปจนถึง Sta. P.T. ซึ่งแนวเล็งกล้องการวัดระยะตัดแนวเล็ง จะต้องตรงกับSta. พอดี

หมายเหตุ การอ่านค่ามุมควรอ่านทั้งสองหน้าของกล้อง

ตัวอย่างการวางโค้งกรมทางหลวง

กำหนด $\Delta = 36^\circ 30'$ จุด P.I. อยู่ที่ Sta. 4 + 678.900 ทำการวัดค่า E ในสนามจากจุด P.I. ถึงกลางถนนที่มีอยู่เดิม = 13.20 ม. ต้องการทราบข้อมูลสำหรับส่วนต่างๆ ของโค้งรวมทั้งค่ามุมและชยาสำหรับส่วนโค้ง 25 ม.

ขั้นตอนการคำนวณ

$$D = 1^\circ, T = 5729.578 \tan \frac{\Delta}{2} = 5729.578 \tan \frac{(36^\circ 30')}{2} = 1889.33148$$

$$D = 1^\circ, E = T \cdot \tan \frac{\Delta}{4} = 1889.33148 \tan \frac{(36^\circ 30')}{4} = 303.4674582 \text{ ม.}$$

$$E = 303.4674582 \quad D = 1^\circ$$

$$E = 13.20 \text{ ม. (ในสนาม)} \quad D = \frac{303.4674582}{13.20} = 22.98995895^\circ = 22^\circ 59' 23.85''$$

$$\text{เลือกใช้ } D = 23^\circ$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 14	

2. คำนวณค่าต่างๆ ของโค้ง

$$R = \frac{5729.578}{D} = \frac{5729.578}{23} = 249.112 \text{ ม.}$$

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} = 249.112 \tan \frac{(36^\circ - 30'.0'')}{2} = 13.194 \text{ ม.}$$

$$E = T \tan \frac{\Delta}{4} = 13.194 \tan \frac{(36^\circ - 30'.0'')}{4} = 13.194 \text{ ม.}$$

$$L = \frac{\Delta \times 100}{D} = \frac{(36^\circ - 30'.0'') \times 100}{23} = 158.696 \text{ ม.}$$

$$P.C. \text{ Sta.} = P.I. - T = (4 + 678.900) - 13.194 = 4 + 596.755$$

$$P.T. \text{ Sta.} = P.C. + L = (4 + 596.755) + 158.696 = 4 + 755.451$$

3. พิจารณาจุดอื่นๆ ที่จะวางบนแนวโค้ง ถัดจากจุด P.C. (4+596.755) ก็จะเป็น P.T. ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายบนโค้ง คือ จุด 4 + 755.451 สำหรับ Sta. แรกที่อยู่บนเส้นตรงเป็นแนวทางต่อไปก็คือ 4 + 775

4. คำนวณมุมเหของจุดต่างๆ บนโค้ง

$$\begin{aligned} \therefore \text{โค้งย่อย } a1 &= \text{Full Sta. } 4 + 600.00 \\ &\quad \text{P.C. Sta } 4 + 596.755 \\ &= 3.245 \text{ ม.} \end{aligned}$$

โค้งย่อย a2 คัดจาก Sta. เดิมก่อนถึงจุด P.T.

$$\begin{aligned} \therefore \text{โค้งย่อย } a2 &= \text{P.T. Sta. } 4 + 755.451 \\ &\quad \text{Full Sta. } 4 + 596.755 \\ &= 5.451 \text{ ม.} \end{aligned}$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผนที่ : 15	

การคำนวณหาจุดกึ่งกลางโค้ง

P.C. Sta. 4 + 596.755

L/2 79.348

Ext. Sta. 4 + 676.103

Full Sta. 4 + 675.00

∴ โค้งย่อย a3 = 1.103 ม.

การคำนวณมุมเหจากสูตร

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{2} &= 0.30 \times 25 \times 23 \\
 &= 172.5' \\
 &= 2^\circ 52' 30''
 \end{aligned}$$

การคำนวณมุมย่อยจากสูตร

$$\begin{aligned}
 \frac{d_1}{2} &= 0.30 \times 3.245 \times 23 \\
 &= 22.3905' \\
 &= 0^\circ 22' 23.43'' \\
 \frac{d_2}{2} &= 0.30 \times 5.451 \times 23 \\
 &= 37.6119' \\
 &= 0^\circ 37' 36.71''
 \end{aligned}$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 16	

จุดกลางโค้ง

$$\begin{aligned}
 \frac{d_2}{2} &= 0.30 \times 1.103 \times 23 \\
 &= 7.6107' \\
 &= 0^\circ 7' 36.64''
 \end{aligned}$$

การคำนวณหาชื่อย่อย จากสูตร

$$\begin{aligned}
 C &= 2 \times 249.112 \times \sin 2^\circ 52' 30'' \\
 &= 24.990 \text{ ม.} \\
 C_1 &= 2 \times 249.112 \times \sin 0^\circ 22' 23.43'' \\
 &= 3.245 \text{ ม.} \\
 C_2 &= 2 \times 249.112 \times \sin 0^\circ 37' 36.71'' \\
 &= 5.451 \text{ ม.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จุดกึ่งกลางโค้ง } C_3 &= 2 \times 249.112 \times \sin 2^\circ 7' 36.64'' \\
 &= 1.103 \text{ ม.}
 \end{aligned}$$

5. นำข้อมูลที่คำนวณได้ทั้งหมดเขียนลงในตารางดังนี้

แสดงข้อมูลการวางโค้งจาก P.C.

STA		Arc	Deflection			Σ Deflection			Chord	Remark
		A	$\frac{d}{2}$			$\Sigma \frac{d}{2}$			C	
P.C.	4+596.755		o	'	''	o	'	''		CURVEDATA
	4+600	3.245	0	22	23.43	0	22	23.43	3.245	P.I. Sta.
	4+625	25	2	52	30	3	14	53.43	24.990	4 + 678
	4+650	25	2	52	30	6	07	23.43	24.990	$\Delta=69^\circ 30' RT$
	4+675	25	2	52	30	8	59	53.43	24.990	D=23°
	4+700	25	2	52	30	11	52	23.43	24.990	R=249.112
	4+725	25	2	52	30	14	44	53.43	24.990	T=82.145
	4+750	25	2	52	30	17	37	23.43	24.990	E=13.194
P.T.	4+755.451	5.451	0	37	36.71	18	15	0.14	5.451	
					$\frac{\Delta}{2}$	18	15	00		
					Error	0.14				



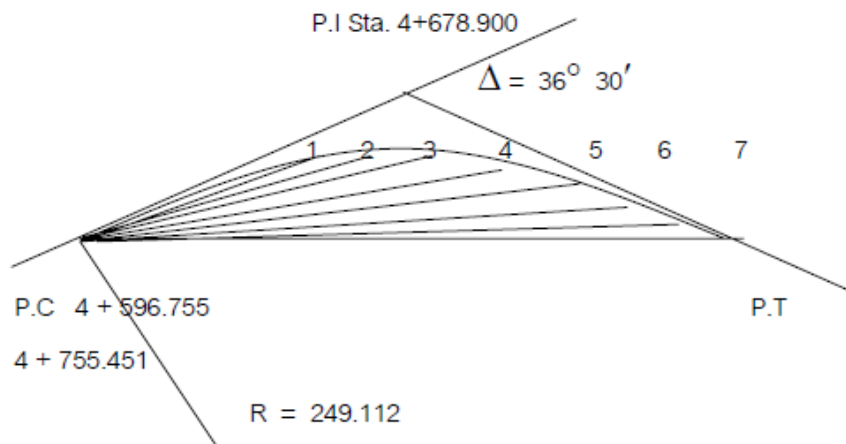
สาขาวิชา : โยธา
ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008
ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 17

หน้าที่

จากตารางข้างบนนี้คือข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการวางโค้งในสนาม



แสดงการวางโค้งในสนาม

วิธีการวางโค้งในสนาม

เครื่องมือ

1. กล้องวัดมุมซึ่งอ่านจานองศาราบได้ละเอียดถึง 0.1 ลิปดา
2. เทปวัดระยะ
3. ห่วงคเชแนน
4. หมุดไม้
5. หล็กขาวแดง

วิธีปฏิบัติ

1. จากที่ได้ทำการวางแนวทางขั้นต้นไว้แล้ว ทำให้เรามีแนวเส้นตรง มีหมุด P.I. สำหรับจุดที่เปลี่ยนแปลงแนวทางและได้ทำการวัดมุมภายนอก (Δ) ไว้แล้ว ($\Delta=36^\circ 30'$) จึงทำให้ การคำนวณหาข้อมูลของโค้งตั้งตัวอย่างข้างต้นไว้
2. ตั้งกล้องที่จุด P.I. ตั้งค่าจานองศาราบ 0° เล็งแนวเส้นตรงไปยังหมุดของแนวหลังวัดระยะทางตามแนวกล้องเท่ากับ T (82.145 ม.) ตอกหมุดให้เป็นจุด P.C. และตอกตะปูเข็มทำเครื่องหมายไว้ที่หัวหมุด
3. กระจกกล้องกลับเปิดค่ามุมราบ หมุนกล้องเล็งไปยังหมุด P.T. หรือ P.O.T. ของแนวหน้า ตรวจสอบว่า จานองศาราบอ่านค่าได้เท่ากับค่าที่อ่านได้เท่ากับมุมภายนอก ($\Delta=36^\circ 30'$) ในข้อ 1 หรือไม่



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008

ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 18

หน้าที่

4. วัดระยะไปตามแนวเล็งกล้องเท่ากับ T ตอกหมุด ให้เป็นจุด P.T. ทำเครื่องหมายบนหัวหมุดโดยใช้ตะปูเข็มตอกบนหมุดไม้
5. ย้ายกล้องไปตั้งที่ P.C. จับที่หมายที่ P.I. ตั้งค่าจานองศาราบเป็น 0°
6. เปิดมุมสองกล้องไปที่ P.T. อ่านค่าจานองศาที่อ่านได้จะต้องเท่ากับ 2Δ ($18^\circ 15'$) เป็นการตรวจสอบว่า จุด P.C. , P.T. และข้อมูลที่นำมาคำนวณนั้นถูกต้องหรือไม่
7. ทำการวางหมุดที่ 1 บนแนวโค้ง โดยการตั้งค่าบนจานองศาราบให้มีค่า $0^\circ 22' 23.43''$ วางเทปวัดระยะให้ปลายศูนย์อยู่ที่ P.C. วัดระยะ 3.245 ม. อยู่ตรงกับแนวเล็งของกล้อง ตอกหมุดไม้เป็นหมุดที่ 1
8. ทำการวางหมุดที่ 2 ตั้งค่าจานองศาราบให้อ่านได้ $3^\circ 14' 53.43''$ วางปลายศูนย์ของเทปวัดระยะจุดที่ 1 วัดระยะ 24.990 ม. อยู่บนแนวเล็งของกล้องตอกหมุดไม้ของหมุดที่ 2
9. วางหมุดถัดไป โดยตั้งค่าจานองศาราบให้มีค่าในบรรทัดถัดลงไปในช่วงมุม $6^\circ 07' 23.43''$ วางเทปวัดระยะให้ปลายศูนย์อยู่เหนือหมุดที่ 2 วัดระยะ 24.990 ม. อยู่ในแนวเล็งตอกหมุดที่ 3
10. ทำเช่นนี้เรื่อยๆ ไปจนได้หมุดที่ 7 จากนั้นให้ตั้งค่าจานองศาให้ได้เท่ากับมุมค่ามุมเหสุดท้ายของตาราง $18^\circ 15' (\Delta/2)$ วางปลายศูนย์เหนือจุด 7 และวัดระยะ 5.451 ม. เทปวัดระยะอยู่ในแนวเล็งและอยู่บนหัวตะปูที่จุด P.I. พอดี
11. ถ้าวัดระยะจากหมุดที่ 7 ไปยังจุด P.T. ที่ได้ทำการวางไว้ตั้งแต่ก่อนเริ่มการวางโค้งระยะที่วัดได้มากหรือน้อย คือความคลาดเคลื่อนของการวางโค้ง ถ้าหากไม่น้อยไปกว่า 1: 1,000 ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ถ้าหากมีค่าความคลาดเคลื่อนมากก็ควรจะมีการตรวจสอบใหม่ทั้งหมด

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 19	

ข้อแนะนำ

1. การวางมุม P.C. , P.T ตามวิธีปฏิบัติจากข้อ 1 ถึง 4 จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพราะถ้าหากวางตำแหน่งของจุดเหล่านี้คลาดเคลื่อนไปก็จะส่งผลไปถึงการวางโค้งตอนสุดท้ายด้วย

2. ในการวางตำแหน่งของ P.C. และ P.T ควรทำการวางระยะสวนกลับไปที่ P.I. อีกครั้งหนึ่งเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการวัดระยะ นั่นคือควรทำการวัดระยะทางทั้งไปและกลับ

3. ในการวางเทพวัดระยะเพื่อวางตำแหน่งมุมบนโค้ง ผู้ที่ถือเทพวัดระยะคนหน้าจะต้องแกว่งเทพวัดระยะให้อยู่ในแนวเส้นของกล้อง โดยการเอาห่วงคะแนนจับไว้กับเทพวัดระยะตรงความยาว 24.999 ม. พอดี (หรือระยะอื่นๆ ตามความยาวขาที่ต้องการ)

4. ถ้าหากตำแหน่งของจุดต่างๆ บนโค้งอยู่เรียงกันในทิศทางเข็มนาฬิกา การเตรียมข้อมูลสำหรับการวางโค้งจะต้องจัดเตรียมค่าจนวนองศาราบที่จะต้องตั้งในการวางจุดต่างๆ เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งช่องด้วย

เนื่องจากการคำนวณโค้งตามวิธีดังกล่าวข้างต้นนั้นเป็นการปฏิบัติงานที่สะดวก และรวดเร็วในสนามตามสภาพภูมิประเทศ และความกว้างของเขตทางเดิม แต่อย่างไรก็ตาม ค่ารัศมีโค้ง (R) ที่ได้รับจากการคำนวณนี้ จะต้องนำไปตรวจสอบค่า R ซึ่งคำนวณมาจากข้อกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำที่ใช้ออกแบบจากสูตรต่อไปนี้ด้วย

$$S.E. = 0.004v^2/R$$

โดยใช้ข้อกำหนดดังนี้

$$S.E. = 0.04 \text{ ม./ม. ทางในเขตย่านชุมชน}$$

$$S.E. = 0.06 \text{ ม./ม. ทางหลวงแผ่นดินสายประธานและสายรองประธาน}$$

$$S.E. = 0.08 \text{ - } 0.10 \text{ ม./ม. ทางหลวงจังหวัดและภูมิประเทศที่เป็นภูเขา}$$

หมายเหตุ S.E. มาจาก Superelevation หมายถึง การยกโค้ง

การคำนวณโค้งโดยอาศัยความเร็วในการออกแบบ

ตัวอย่าง P.I. Sta. 4+678.900 วัดมุม $\Delta = 36^\circ 30' \text{ LT}$ ในการคำนวณโค้งทางราบภูมิประเทศที่เป็นภูเขา กำหนดความเร็วในโค้งอยู่ระหว่าง 60-80 กม./ชม. (พิจารณาใช้ความเร็ว 75 กม.-ชม.)

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผนที่ : 20	

ลำดับขั้นตอนในการคำนวณ

1. หา R จาก $S.E. = 0.004 \frac{V^2}{R} \leq 0.10 \text{ ม./ม.}$ เลือกใช้ $S.E. = 0.08$

$$R = 0.004 \frac{V^2}{0.08} = \frac{0.004(75)^2}{0.08} = 281.250$$

2. หา D

$$D = \frac{5729.578}{R} = \frac{5729.578}{281.250} = 20.372$$

เลือกใช้ $D = 20^\circ$

$$\therefore R = \frac{5729.578}{D} = \frac{5729.578}{20} = 286.479 \text{ ม.}$$

3. ตรวจสอบค่า S.E.

$$S.E. = 0.004 \frac{V^2}{R} = \frac{0.004(75)^2}{286.479} = 0.078 < 0.08 \rightarrow \text{O.K.}$$

4. หาค่าส่วนต่างๆ ของโค้ง

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2} = 94.467 \tan \frac{(36^\circ - 30')}{2} = 94.467 \text{ ม.}$$

$$E = t \tan \frac{\Delta}{4} = 94.467 \tan \frac{(36^\circ - 30')}{4} = 15.173 \text{ ม.}$$

$$L = \frac{\Delta \times 100}{D} = \frac{(36 - 30) \times 100}{20} = 182.500 \text{ ม.}$$

$$P.C. \text{ Sta.} = P.I. - T = 4+678.900 - 94.467 = 4 + 584.433$$

$$P.T. \text{ Sta.} = P.C. \text{ Sta.} + L = 4+584.433 + 182.500 = 4 + 766.933$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 21	

จะเห็นได้ว่า ถ้าคำนวณโค้งราบนี้โดยใช้ความเร็วตามมาตรฐานขั้นต่ำที่ใช้ออกแบบ จะได้ค่า $R = 286.479$ ม. และค่า $E = 15.173$ ม. ซึ่งจะมากกว่าการคำนวณโดยใช้ค่า E ที่วัดได้ในสนาม ($R = 249.112$ ม. $E = 13.194$ ม. $D = 23^\circ$) และจากตัวอย่างทั้งสองนี้ ค่ารัศมีโค้ง R ก็ยังอยู่ในข้อกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำ ซึ่งใช้ได้ทั้งสองโค้ง เพียงแต่ถ้าใช้ค่า $D = 23^\circ$ จะต้องยก $S.E. = 0.09$ โดยใช้ความเร็ว 75 กม./ชม. เท่ากัน

ฉะนั้น ควรเลือกใช้ค่า $D = 20$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

การวางโค้งวงกลม

เครื่องมือ - อุปกรณ์

การปฏิบัติงานเรื่องการวางโค้งวงกลม นี้จะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|--------------|
| 1. กล้องวัดมุม (Theodolite) พร้อมขา | จำนวน 1 ชุด |
| 2. เทปวัดระยะ | จำนวน 1 เส้น |
| 3. ค้อน | จำนวน 1 ตัว |
| 4. ตะปู 3 นิ้ว ผูกโปแดง | จำนวน 5 ตัว |
| 5. ห่วงคะแนน | จำนวน 5 อัน |
| 6. ร่ม | จำนวน 1 คัน |
| 7. ชุดค้ายันขากล้อง (ใช้ในกรณีอยู่บนพื้นคอนกรีต) | จำนวน 1 ชุด |
| 8. ถ่านแบตเตอรี่ ขนาด AA | จำนวน 6 ก้อน |

วัตถุประสงค์

ในการปฏิบัติงานสนามเรื่องการวางโค้งวงกลมมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อสามารถคำนวณหาส่วนต่างๆ ของโค้งวงกลมได้
2. สามารถวางโค้ง และตรวจสอบโค้งในสนามได้
3. สามารถนำวิธีการวางโค้งในสนามไปใช้งานได้ถูกต้อง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการวางโค้งวงกลมมีขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบโค้งวงกลม โดยเลือกแนวทางจากใบงานที่ 2 ที่ P.I. Sta 1 + 0.34 , Δ 40°20' 40" Rt.
วัดค่า E ในสนามเพื่อออกแบบได้ E = 6.50 ม.
2. คำนวณหาส่วนต่างๆ ของโค้ง

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

ข้อควรระวัง

1. การกำหนดจุด P.C. เพื่อตั้งกล้อง และการรังวัดมุมต่างๆ จะต้องใช้ที่หมายเล็กๆ และอยู่บนแนวเดียวกัน การวางจุด Sta. ต่างๆ เช่นเดียวกัน หากใช้ที่หมายใหญ่ ก็จะทำให้ค่ามุมที่รังวัดเกิดความคลาดเคลื่อนได้
2. การเปิดค่ามุมหักเห มุมเหยี่ยว ต้องระมัดระวังว่าเป็นการเปิดค่ามุมตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา แต่หากเป็นกล้องอิเล็กทรอนิกส์ ก็กดค่ามุมหมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ แต่ถ้าเป็นกล้องวัดมุม Mechanical ค่ามุมทวนเข็มนาฬิกา จะเปลี่ยนไปจากข้อมูลที่คำนวณได้ โดยตัวเลขจะค่อยๆ ลดลงตามค่ามุมที่ต้องการ

ข้อเสนอแนะ

1. หากฝึกการวางโค้งจาก P.C. Sta. จนชำนาญแล้ว ให้ลองฝึกการวางโค้งจาก P.T. Sta. และ P.I. Sta. เพื่อให้เกิดทักษะและความชำนาญยิ่งขึ้น
2. จุดวางโค้ง Sta. ต่างๆ อย่าให้สูญหายเพราะการฝึกปฏิบัติครั้งต่อไป จะต้องยกโค้งในโค้งที่วางไว้

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 3	

ผลการปฏิบัติงาน

CHIANGRAI TECHNICAL COLLEGE

DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION & CIVIL

SURVEYING DIVISION

Project Job No.

Location Group..... Date

Instrument

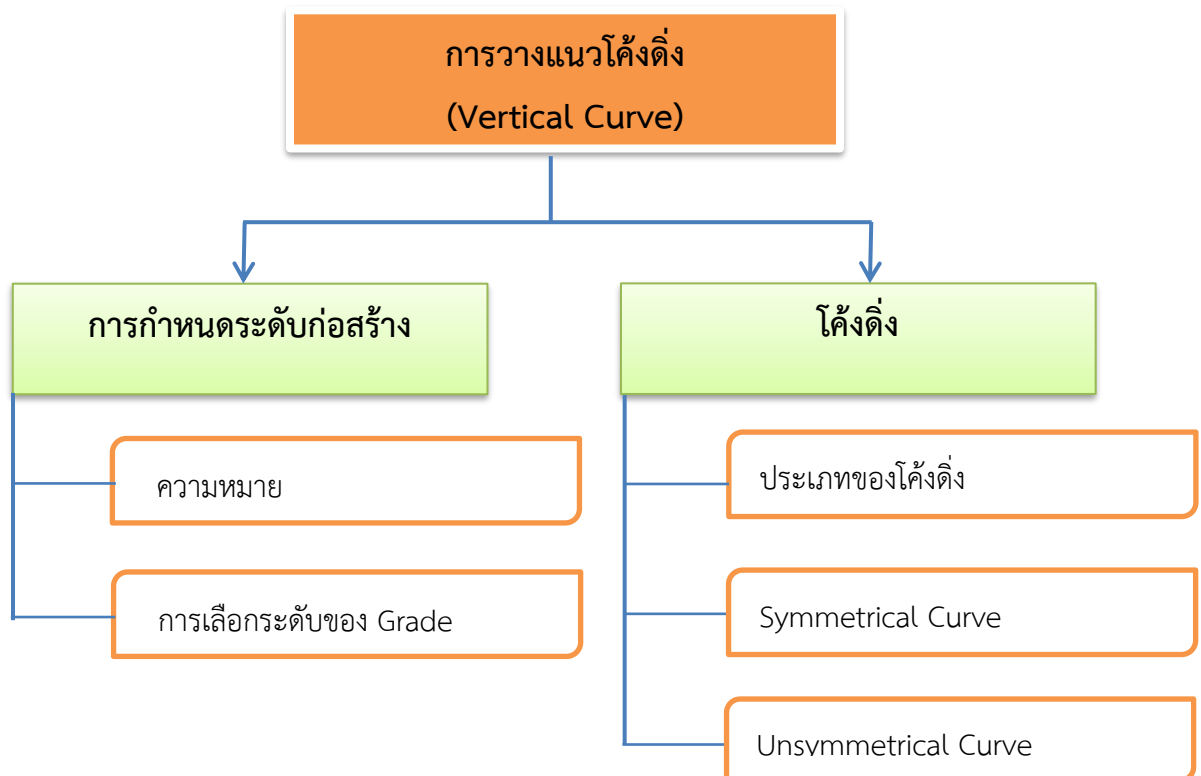
			สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 – 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งทางราบ (Horizontal Curve)				วัดและ ประเมินผล	หน้าที่
							แผ่นที่ : 1	
กลุ่ม			หัวข้อการตรวจงาน [20]				รวม คะแนน [20]	
ลำดับ	รหัส นักศึกษา	ชื่อ – สกุล	การ ออกแบบ โค้งวงกลม [5]	การคำนวณ โค้งวงกลม [5]	การวางโค้ง วงกลมใน สนาม [5]	การนำ ข้อมูลโค้ง เขียนลงใน แบบ แพลน [5]		

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 – 16	ดี
8 – 12	พอใช้
4 – 7	ต้องปรับปรุง
0 – 3	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ครูผู้ประเมิน
 (.....)

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย การวางแนวโค้งดิ่ง (Vertical Curve)	สอนครั้งที่ 12 – 14
		ชั่วโมงรวม 12
	ใบวิเคราะห์งาน	จำนวนชั่วโมง 4



	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	สอนครั้งที่ 12 – 14
		ชั่วโมงรวม 12
วิชา การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา 30121 - 2008		จำนวนชั่วโมง 4

1. สารสำคัญ

- 1.1 ระดับของแนวทางมักจะไม่น่าราบเรียบ สูงๆต่ำๆ ไปตามสภาพภูมิประเทศ หากผ่านภูเขาจะเห็นได้ชัดเจน การกำหนดระดับก่อสร้างมักจะกำหนดไปตามสภาพภูมิประเทศ เพื่อประหยัดงานดินตัด-ดินถมหรือน้ำท่วมถึงก็ต้องกำหนดระดับก่อสร้างให้สูงกว่าระดับน้ำที่จะท่วมถึงหรือการกำหนดความลาดเอียงจะต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ที่จะทำให้รถวิ่งได้ขึ้นเนินได้เป็นต้น
- 1.2 การกำหนดระดับก่อสร้างที่มีความลาดเอียง จะทำให้เกิดมุมหักเหในทางโค้งขึ้น นำส่วนหนึ่งของวงกลมมาเป็นส่วนหนึ่งของแนวตั้งที่จุดหักเหในทางโค้งส่วนจะเป็นโค้งวงเล็กหรือวงใหญ่ขึ้นอยู่กับกำหนดระยะความยาวของโค้งนั้นๆ และชนิดของโค้งตั้งที่เลือกออกแบบ
- 1.3 ในการฝึกปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญและประสบการณ์ในการวางโค้งทางตั้ง การกำหนดระดับก่อสร้างการหาเปอร์เซ็นต์ความลาดเอียงการออกแบบและคำนวณค่าระดับบนโค้งตั้งการวางโค้งตั้งในสนามและการนำข้อมูลโค้งตั้งเขียนลงในแบบระดับตามยาว

2. สมรรถนะประจำหน่วย

- 2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงการวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve) ได้
- 2.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำหนดระดับก่อสร้างได้
- 2.3 เพื่อให้ผู้เรียนบอกวิธีการวางโค้งตั้ง (Vertical Curve) แบบต่างๆ ได้
- 2.4 เพื่อให้ผู้เรียนออกแบบและคำนวณโค้งตั้ง (Vertical Curve) แบบต่างๆ ได้
- 2.5 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานจริงได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 ด้านความรู้
 - 3.1.1 รู้และเข้าใจการกำหนดระดับก่อสร้าง
 - 3.1.2 รู้และเข้าใจโค้งตั้ง
- 3.2 ด้านทักษะ
 - 3.2.1 บอกวิธีการกำหนดระดับก่อสร้างได้อย่างถูกต้อง
 - 3.2.2 กำหนดระดับก่อสร้างได้
 - 3.2.3 บอกวิธีการวางโค้งตั้งแบบต่างๆ ได้
 - 3.2.4 ออกแบบและคำนวณโค้งตั้งแบบต่างๆ ได้
 - 3.2.5 สามารถนำวิธีการวางโค้งตั้งไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

- 3.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์
 - 3.3.1 ความเสียสละ
 - 3.3.2 ซื่อสัตย์สุจริต
 - 3.3.3 กตัญญูกตเวที
 - 3.3.4 ความอดกลั้น
 - 3.3.5 ละเว้นสิ่งเสพติดและการพนัน
 - 3.3.6 มีจิตสำนึกและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและสังคม
 - 3.3.7 ความมีวินัย
 - 3.3.8 ความรับผิดชอบ
 - 3.3.9 ความรักสามัคคี
 - 3.3.10 มีมนุษยสัมพันธ์
 - 3.3.11 เชื่อมมั่นในตนเอง
 - 3.3.12 ขยัน
 - 3.3.13 ประหยัด
 - 3.3.14 อดทน
 - 3.3.15 พึ่งตนเอง
 - 3.3.16 ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยอาชีวอนามัย
 - 3.3.17 การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
 - 3.3.18 ความสนใจใฝ่รู้
 - 3.3.19 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 3.3.20 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. เนื้อหาสาระการเรียนรู้

- 4.1 การกำหนดระดับก่อสร้าง (Grade Line)
- 4.2 โค้งตั้ง (Vertical Curve)

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

5.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

- 5.1.1 ให้นักศึกษาทำสมาธิก่อนเรียน 5 นาที เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้ที่ประพฤติดีแล้วทำการเข้ครายชื่อ
- 5.1.2 ผู้สอนสนทนาซักถามความรู้ในเรื่องการวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.1.3 ผู้สอนกล่าวนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve)

5.2 การเรียนรู้

- 5.2.1 ผู้สอนอธิบายความรู้เกี่ยวกับการวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.2 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve)
- 5.2.3 ผู้สอนอธิบายการกำหนดระดับก่อสร้าง (Grade Line) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.4 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับการกำหนดระดับก่อสร้าง (Grade Line)

- 5.2.5 ผู้สอนอธิบายโค้งดิ่ง (Vertical Curve) โดยใช้สื่อ Power Point
- 5.2.6 นักศึกษาฟังคำอธิบายเกี่ยวกับโค้งดิ่ง (Vertical Curve)
- 5.2.7 นักศึกษาคำถามที่ผู้สอนซักถาม
- 5.2.8 นักศึกษาลงมือปฏิบัติตามใบงานที่ผู้สอนมอบหมายให้

5.3 การสรุป

- 5.3.1 นักศึกษาส่งงานจากการปฏิบัติงาน
- 5.3.2 ผู้สอนวิจารณ์และอภิปรายผลงาน
- 5.3.3 ผู้สอนและนักศึกษาสรุปบทเรียน
- 5.3.4 ผู้สอนสรุปทางสังคมโดยชมเชย และประเมินผล

5.4 การวัดและประเมินผล

- 5.4.1 เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้
ใบงานหน่วยเรื่อง การวางแผนโค้งดิ่ง (Vertical Curve)

วิธีการวัด

ประเมินจากการปฏิบัติตามใบงานหน่วยเรื่อง การวางแผนโค้งดิ่ง (Vertical Curve)

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

- 5.4.2 เครื่องมือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้
แบบประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

วิธีการวัด

ประเมินประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน

นักศึกษาได้รับผลการประเมินผลหน่วยการเรียนรู้ด้วยคะแนนรวม 70 % ขึ้นไป
ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- 6.1.1 ใบเนื้อหาที่ 6 หน่วยเรื่อง การวางแผนโค้งดิ่ง (Vertical Curve)
- 6.1.2 ใบงานที่ 6 เรื่อง การวางแผนโค้งดิ่ง (Vertical Curve)

6.2 สื่อโสตทัศน

- 6.2.1 สื่อ Power Point

6.3 หุ่นจำลองหรือของจริง

- 6.3.1 กล้องวัดมุมประเภทต่างๆ

6.4 อื่นๆ

.....
.....

7. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (ใบความรู้ ใบงาน ใบมอบหมายงาน ฯลฯ)

- 7.1 ใบเนื้อหา
- 7.2 ใบงาน
- 7.3 ใบเฉลย

8. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น

- 8.1 บูรณากับวิชาชีวิตและวัฒนธรรมไทย ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และการฝึกปฏิบัติตนทางสังคมด้านการเตรียมความพร้อม ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้
- 8.2 บูรณาการกับวิชาเขียนแบบก่อสร้าง ด้านการออกแบบบ้าน
- 8.3 บูรณาการกับวิชาคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยี
- 8.4 บูรณาการกับวิชาเทคนิคก่อสร้าง ด้านขั้นตอนการทำงานก่อสร้าง
- 8.5 บูรณาการกับวิชาประมาณราคา ด้านการเลือกใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ก่อนเรียน

- 9.1.1 จัดเตรียมเอกสาร สื่อการเรียนการสอนตามที่ผู้สอนและบทเรียนกำหนด
- 9.1.2 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

9.2 ขณะเรียน

- 9.2.1 ปฏิบัติตามใบงานที่ 6 เรื่อง การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)
- 9.2.2 ดูตัวอย่างใบเนื้อหาที่ 6 เรื่อง การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)
- 9.2.3 ร่วมกันสรุป การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)

9.3 หลังเรียน

- 9.3.1 ตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน
- 9.3.2 วัดประเมินผลตามหน่วยเรียนรู้

	แผนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นสมรรถนะ	หน่วยที่ 6
	ชื่อหน่วย การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	สอนครั้งที่ 12 – 14
		ชั่วโมงรวม 12
		บันทึกหลังการสอน

10. บันทึกหลังการสอน

10.1 ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ลงชื่อ.....หัวหน้าแผนกฯ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

6.1 การกำหนดระดับก่อสร้าง (Grade Line)

การเลือกระดับของ Grade โดยทั่วไป จะต้องเลือกให้เข้ากับเงื่อนไข 2 ประการ คือ ความลาดชันของ grade ต้องไม่เกินความลาดชันสูงสุดตามข้อกำหนด และงานดินจะต้องมีน้อยที่สุดก่อนที่จะออกแบบ Grade Line จะต้องพิจารณาถึงจุดบังคับต่างๆ ที่ Grade Line ผ่านเช่น จุดเริ่มต้น จุดปลายทาง ระดับของทางที่แนวทางผ่าน ระดับของทางรถไฟที่ตัดผ่าน ระดับสะพาน ฯลฯ โดยละเอียด

1. ค่าของ Grade Line จะต้องไม่มากกว่าค่าสูงสุดที่กำหนดให้ โดยกรมทางหลวงกำหนด Grade Line ไว้ไม่เกิน 10%
2. ค่าระดับของคันทางจะต้องอยู่สูงกว่าคันนา (ถ้าแนวทางผ่านท้องนา) ไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร
3. ระหว่างจุดบังคับ ควรเลือก Grade Line ที่ทำให้มีงานดินและการขนย้ายดินน้อยที่สุดซึ่งจะทำการหาได้โดยใช้ Mass Diagram (รายละเอียดหน่วยที่ 15)
4. เส้น Grade Line ไม่ควรเป็นช่วงสั้น ๆ และหักไปมา
5. เส้น Grade Line ไม่ควรหักลงเป็นแอ่ง เพราะจะทำให้ผู้ขับรถไม่สามารถมองเห็นรถหรือสิ่งกีดขวางซึ่งอาจมีได้
6. ถ้าเส้น Grade Line เป็นลูกคลื่นด้านที่ลาดลงอาจมีประโยชน์สำหรับรถที่บรรทุกหนักทำให้มีแรงส่งสำหรับที่จะขึ้นเนินถัดไป แต่ไม่ควรให้มีมาซึ่งจะทำให้รถทั่วไปไม่สามารถที่จะทำความเร็วได้
7. เส้น Grade Line ที่ชันมาก เช่นที่ขึ้นเขา ควรให้มีความลาดชันที่เชิงเขามากที่สุดแล้วลดความลาดลงที่ยอดเขา
8. ไม่ควรออกแบบ Reverse Vertical Curve สั้น ๆ หรือ Sag Vertical Curve ที่จุดที่เป็นดินตัด และ Crest Vertical Curve ที่เป็นดินถม เพราะการระบายน้ำตามแนวทางตามความยาวจะกระทำได้นยาก
9. ในตอนที่ผ่านหมู่บ้าน ให้หลีกเลี่ยงที่จะออกแบบ Grade Line แล้วเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินต่าง ๆ เช่นการถล่ม หรือชุด ให้ระดับต่างกับบริเวณของชาวบ้านมาก
10. ถ้าพื้นดินเดิมเป็นดินที่ไม่เหมาะสมเป็นชั้นรองพื้นทาง Grade Line ไม่ควรอยู่ชิดดินเดิมควรให้อยู่สูงกว่า หรือต่ำกว่า (โดยการตัดเอาดินนั้นออกหรือเอาดินดีมาถมให้สูง
11. เส้น Grade Line ควรมีความชันไม่น้อยกว่า 0.35% นอกจาก จะเห็นว่าบริเวณนั้นมีการระบายน้ำที่ดี ซึ่งอาจจะให้ความลาดต่ำกว่านี้ก็ได้
12. ถ้าเป็นไปได้ ควรวางจุดตัดของลาด (P.V.I.) ไว้ที่หลักระยะจำนวนคู่เพื่อสะดวก และง่ายต่อการคำนวณ
13. ระดับคันทางจะต้องสูงจากหลังท่อระบายน้ำ ไม่น้อยกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อระบายน้ำ



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 2

หน้าที่

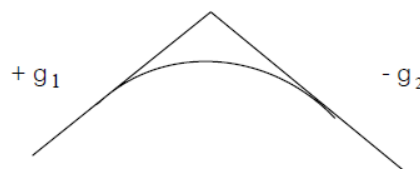
14. สำหรับสะพานข้ามลำน้ำ จะต้องมีย่อลอดจากระดับน้ำสูงสุด ไปถึงส่วนที่ต่ำที่สุดของสะพาน ไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร เพื่อให้วัตถุที่ลอยมาตามน้ำผ่านไปได้สะดวก
15. ไม่ควรออกแบบโค้งตั้งสั้นๆ หลายๆ อันต่อเนื่องกันไป พยายามให้โค้งตั้งยาวที่สุดเท่าที่จะทำได้
16. ความยาวของ Crest Vertical Curve จะต้องยาวไม่น้อยกว่าระยะที่สั้นที่สุดที่ผู้ขับขี่จะมองเห็นได้โดยปลอดภัย เมื่อไม่มีการแซง
17. สำหรับ Sag Vertical Curve จะต้องยาวไม่น้อยกว่า 130 เมตร ถ้าสมมติว่า การเลือกแนวทาง และ Grade Line ให้เข้ากับ Factors ต่างๆ ได้แล้ว เส้นทางที่ดีที่สุดครั้งสุดท้ายที่ จะได้คือ เส้นทางที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับงานดินน้อยที่สุด ซึ่งมักจะต้องออกแบบให้งานติดตล เท่ากับงานดินถม และการขนย้ายดินมีน้อยที่สุด

6.2 โค้งตั้ง

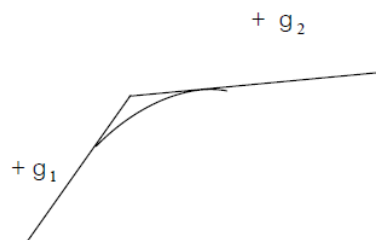
โค้งตั้ง (Vertical Curve) เป็นโค้งในแนวตั้งเชื่อมต่อระหว่างเส้นระดับก่อสร้าง (Grade Line) สองเส้นระดับก่อสร้างเอียงขึ้น หรือลง ตามลักษณะภูมิประเทศ มี 2 ลักษณะ คือ

1. โค้งคว่ำ (Crest Vertical Curve)

- 1.1 เส้นระดับก่อสร้างขึ้น (Upgrade = + g_1 %) ตามเส้นระดับก่อสร้างลง (Downgrade = - g_2 %)



- 1.2 เส้นระดับก่อสร้างขึ้น (Upgrade = + g_1 %) ตามเส้นระดับก่อสร้างลง (Downgrade = + g_2 %)





สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

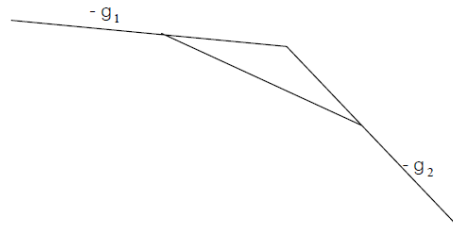
ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 3

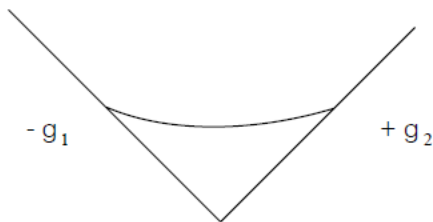
หน้าที่

- 1.3 เส้นระดับก่อสร้างลง (Downgrade = - g_1 %) ตามเส้นระดับก่อสร้างลง
(Downgrade = - g_2 %)

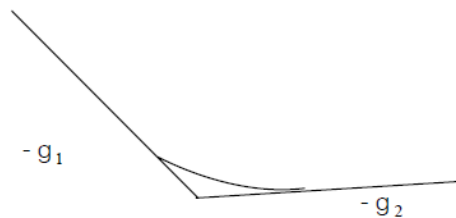


2. โค้งหงาย (Sag Vertical Curve)

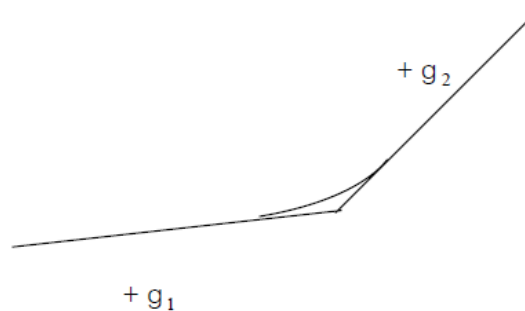
- 2.1 เส้นระดับก่อสร้างลง ตามด้วยเส้นระดับก่อสร้างขึ้น



- 2.2 เส้นระดับก่อสร้างลง ตามด้วยเส้นระดับก่อสร้างลง



- 2.3 เส้นระดับก่อสร้างขึ้น ตามด้วยเส้นระดับก่อสร้างขึ้น



	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 4	

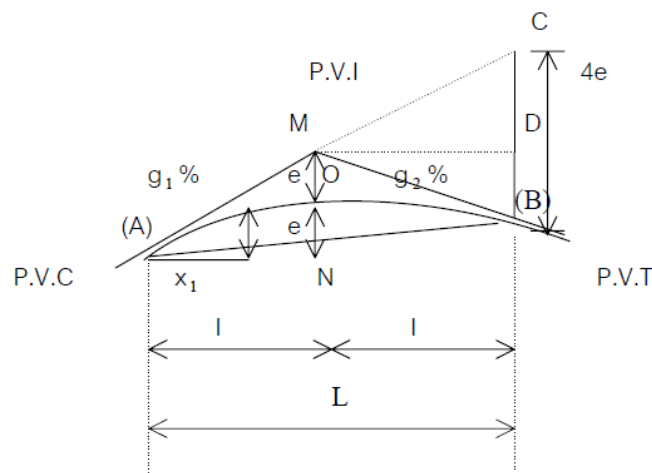
จาก 2 ลักษณะดังกล่าว โค้งตั้ง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก. Symmetrical Curve โค้งที่ระยะเส้นสัมผัสเท่ากัน 2 ข้าง

ข. Unsymmetrical Curve โค้งที่ระยะเส้นสัมผัส 2 ข้าง ไม่เท่ากัน

ก. SYMMETRICAL CURVE

SYMMETRICAL CURVE หมายถึงโค้งที่มีระยะสัมผัส (Tangent Line) เท่ากันทั้งสองข้าง หรือมี l เท่ากัน



แสดงส่วนประกอบของ SYMMETRICAL CURVE

กำหนดให้ P.V.C (A) = จุด Origin

y	=	Vertical Offset ใด ๆ
A	=	$g_2 - g_1$ (Algebraic Difference in Grade)
X	=	ระยะราบใด ๆ
AM MB	=	เส้นสัมผัส (เส้นเกรด)
$g_1 g_2$	=	Percent Grade (Gradient)
L	=	ความยาวของโค้งตั้งทั้งหมด = VC
e	=	Vertical Offset
O	=	จุดกึ่งกลางโค้ง
λ	=	$\frac{1}{2} L$
MO	$\approx$	ON
e	$\approx$	$\frac{1}{2} MN$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 5	

สูตรในการคำนวณ

$$e = \frac{(g_2 - g_1) L}{800} = \frac{AL}{800} \dots\dots\dots(1)$$

$$y = \frac{(g_2 - g_1) x^2}{200L} \dots\dots\dots(2)$$

$$y = \frac{\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2 A x^2}{200L} \dots\dots\dots(3)$$

$$y = e \dots\dots\dots(4)$$

การคำนวณหาค่าระดับบนโค้งตั้ง

ก่อนที่จะหาค่าระดับบนโค้งจะต้องคำนวณหา Grade Elevation ของเส้นสัมผัสของ Sta. ต่าง ๆ เสียก่อน ต่อไปก็คำนวณหาค่า y ที่จุดนั้น ๆ ค่า y นี้จะใช้สมการที่ (2) หรือ (4) ก็ได้สำหรับค่า e จะมีทั้งบวกและลบ ถ้าค่า e มีค่าเป็นลบว่าโค้งนั้นเป็นโค้งแบบ Crest Vertical Curve (โค้งคว่ำ) ถ้า e มีค่าเป็นบวกก็แสดงว่าโค้งนั้นเป็นชนิด Sag Vertical Curve (โค้งหงาย) ค่า e นี้จะทำให้ค่า y มีค่าเป็นบวกและลบ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าระดับ

$$y = \frac{1}{2} \left[\frac{(g_2 - g_1) x^2}{100L} \right]$$

$$\text{หรือ } y = e \left[\frac{x}{\lambda} \right]^2$$

$$\text{ค่าระดับบนโค้ง} = \text{ค่าระดับบนเส้นสัมผัส} \pm y$$

$$\text{หรือ } E_x = E_T \pm y$$

$$\text{ค่าระดับบนโค้ง} = \text{ค่าระดับของจุด Origin} \pm \frac{gx}{100} \pm y$$

$$\text{หรือ } E_x = E_a \pm \frac{gx}{100} \pm y$$

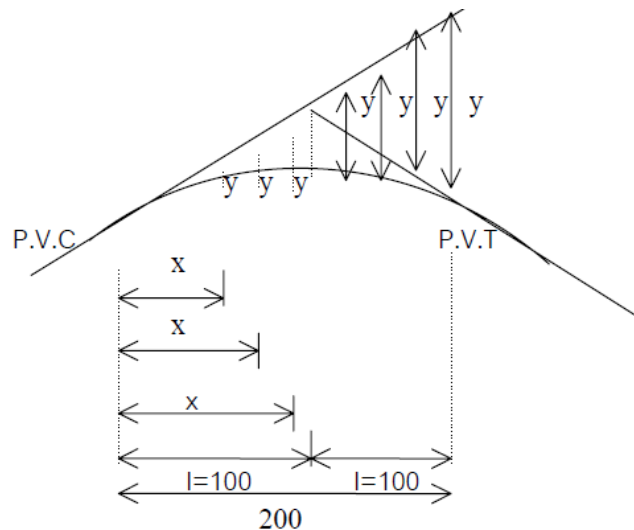
	สาขาวิชา : โยธา	ใบเนื้อหา	หน้าที่
	ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	แผ่นที่ : 6	

โดยการคำนวณตามสูตรหรือวิธี Offset

กรณีที่ 1 ให้ A (หรือจุด P.V.C หรือ B.V.C = Beginning Of Vertical Curve) เป็นจุด Origin เพียงจุดเดียวเพราะฉะนั้นระยะ x จะเท่ากับ O ถึง L ซึ่งก็คือระยะถึงจุด P.V.T (หรือ E.V.C =End Of Vertical Curve)

$$\begin{aligned} \text{สูตรที่ใช้ } y &= e \left[\frac{x}{L} \right]^2 \\ e &= \frac{(g_2 - g_1) L}{800} = \frac{AL}{800} \\ E_x &= E_a \pm \frac{gx}{100} \pm y \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1 เส้นระดับก่อสร้างมีค่าระดับ + 1% (Upgrade) และ -2% (Downgrade) ตามลำดับ ตัดกันที่จุด P.V.I Sta. 5 + 500 ค่าระดับ เท่ากับ 100.0 ม. กำหนดให้ L = 200.0 ม. จงคำนวณหาค่าระดับบนโค้งทุก ๆ 25.00 ม.



แสดงการออกแบบโค้งคว่ำโดยคิด P.V.C เป็นจุด Origin

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 7	

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 คำนวณหาค่า x แล้วคำนวณหาค่าระดับบนเส้นระดับก่อสร้างหรือค่าระดับบนเส้นสัมผัสวิธีนี้จะใช้ g_1 % ตลอดระยะของ L ส่วน g_2 % จะใช้ในการหาค่า g_1 เป็นบวก เพราะฉะนั้นค่า $\frac{g_1 x}{100}$ จึงมีค่าบวกนำค่าที่ได้ใส่ในช่องที่ 4

100

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่า $\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$ ในช่องที่ 3 ของตารางที่ 3

ขั้นที่ 3 คำนวณหาค่า e และค่า y

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{(g_2 - g_1)L}{800} \\
 &= \frac{(-2 - 1)200}{800} = -0.750 \text{ ม.} \\
 \therefore y &= -0.750 \left[\frac{x}{\lambda}\right]^2
 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 คำนวณหาระดับบนโค้ง (E) = $ET + y$

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบการคำนวณโดยการคำนวณหาค่า Second Difference ซึ่งจะตรงเท่ากันทุกตัว

แสดงข้อมูลการวางโค้งคว่ำโดยคิด P.V.C เป็นจุด Origin

STA	X ม.	$\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev. on Grade	Offset Y = 0.75 $\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev. on Curve E x	First Diff.	Second Diff.
P.V.C+400	-	-	99.000	-	99.000		
5+425	25	0.0625	99.250	-0.047	99.203	+0.230	-0.094
5+450	50	0.2500	99.500	-0.187	99.313	+0.109	-0.094
5+475	75	0.5625	99.750	-0.421	99.329	+0.015	-0.094
P.V.I+500	100	1.0000	100.00	-0.750	99.250	-0.079	-0.094
5+525	125	1.5625	100.250	-0.175	99.078	-0.172	-0.094
5+550	150	2.2500	100.500	-1.688	98.812	-0.266	-0.094
5+575	175	3.0625	100.750	-2.297	98.453	-0.359	-0.094
P.V.T+600	200	4.0000	101.000	-3.000	98.000	-0.453	-0.094



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

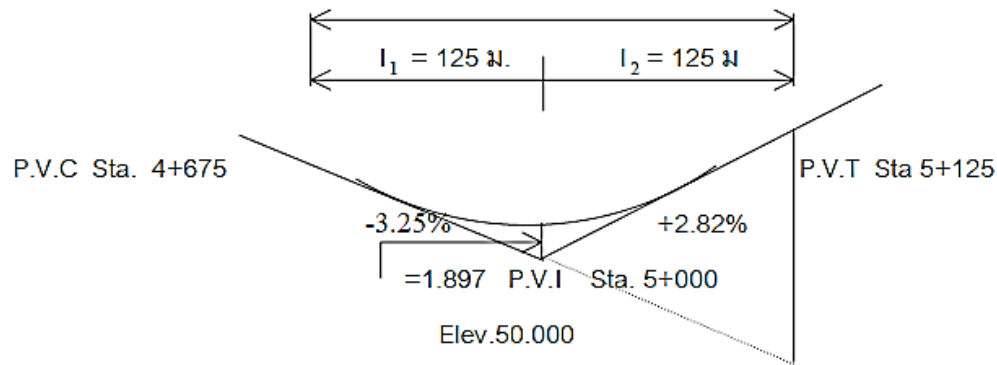
ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)

ใบเนื้อหา

แผ่นที่ : 8

หน้าที่

ตัวอย่างที่ 2 จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงคำนวณหา Elev.on Curve ทุก ๆ 25 ม. $L = 250$ ม.



รูปที่ 13.2.3 แสดงการออกแบบโค้งหงาย โดยคิด P.V.C เป็นจุด Origin

$$e = \frac{(g_2 - g_1) \times L}{800}$$

$$e = \frac{(2.82 - (-3.25)) \times 250}{800} = 1.897$$

$$y = e \left[\frac{x}{L} \right]^2 = 1.897$$

แทนค่าในสูตร เมื่อ $x =$ ระยะต่าง ๆ จะได้ y

แสดงการออกแบบโค้งหงาย โดยคิด P.V.C เป็นจุด Origin

Sta.	X (ม.)	$(X / L)^2$	Eiev.on Grade	Y	Eiev.on Curve	RMK
P.V.C Sta. 4+875	-	-	54.063	-	54.063	
+900	25	0.040	53.250	0.076	53.326	
+925	50	0.160	52.438	0.304	52.742	
+950	75	0.360	51.625	0.683	52.308	
+975	100	0.640	50.813	1.214	52.027	
P.V.I Sta. 5+000	125	1.000	50.000	1.897	51.897	
+025	150	1.440	49.188	2.732	51.920	
+050	175	1.960	48.375	3.718	52.093	
+075	200	2.560	47.563	4.586	52.149	
+100	225	3.240	46.750	6.146	52.896	
P.V.I Sta. 5+125	250	4.000	45.938	7.588	53.526	



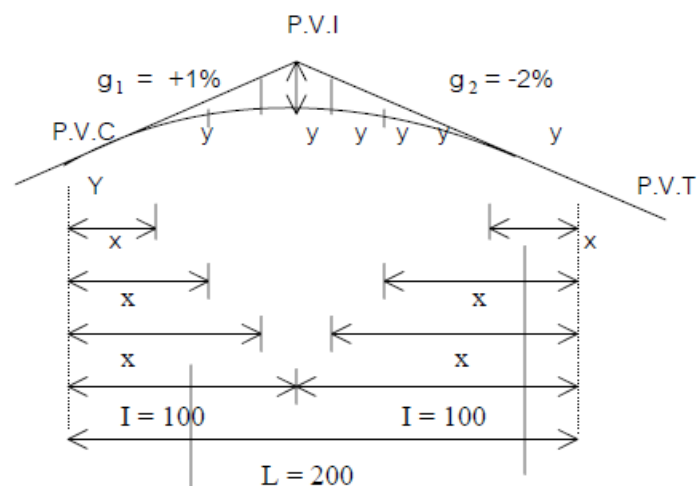
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งดิ่ง (Vertical Curve)

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 9

กรณีที่ 2 ให้จุด A (หรือจุด P.V.C) และจุด B (หรือ P.V.T) เป็นจุด Origin ทั้งสองจุด เพราะฉะนั้น ระยะ x จะนับจากทั้งสองจุดไปพบกันที่จุด P.V.I การหาค่าระดับของ Grade Line ก็นับจากทั้งสองจุด โดยใช้ g_1 % หรือ g_2 %



แสดงการคิด P.V.C และ P.V.T เป็นจุด Origin

สูตรที่ใช้

$$y = e \left[\frac{x}{\lambda} \right]^2$$

$$e = \frac{(g_2 - g_1) L}{800}$$

$$E_x = E_a \pm \frac{gx}{100} \pm y$$

$$E_x = \text{ค่าระดับของโค้งที่ระยะ } x \text{ ใด ๆ}$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งดิ่ง (Vertical Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 10	

การคำนวณ

ขั้นที่ 1 คำนวณหาระดับบนเส้นระดับก่อสร้างจะต้องหาค่าระดับที่จุด P.V.C และ P.V.Tเสียก่อนโดยคิดจาก P.V.I

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่า $\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$

ขั้นที่ 3 หาค่า e, และค่า y

ขั้นที่ 4 หาค่าระดับของโค้ง

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบการคำนวณโดยการคำนวณหา First Diff และ Second Diff.

แสดงข้อมูลการวางโค้งโดยคิด P.V.C และ P.V.T เป็นจุด Origin]

STA	X ม.	$\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev.on Grade	Offset Y = 0.75 $\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev.on Curve (E _x)	First Diff	Second Diff.
P.V.C5+400	0	0	99.00	0	99.000		
5+425	25	0.0625	99.250	-0.047	99.203	+203	-93
5+450	50	0.2500	99.500	-0.187	99.313	+110	-95
5+475	75	0.5625	99.750	-0.421	99.329	+015	-94
P.V.I5+500	100	1.0000	100.000	-0.750	99.250	-079	-93
5+525	75	0.5625	99.500	-0.421	99.079	-172	-94
5+550	50	0.2500	99.000	-0.187	98.812	-266	-93
5+575	25	0.0625	98.500	-0.047	98.453	-359	-94
P.V.T5+600	0	0	98.000	0	98.000	-453	



สาขาวิชา : โยธา

ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008

ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)

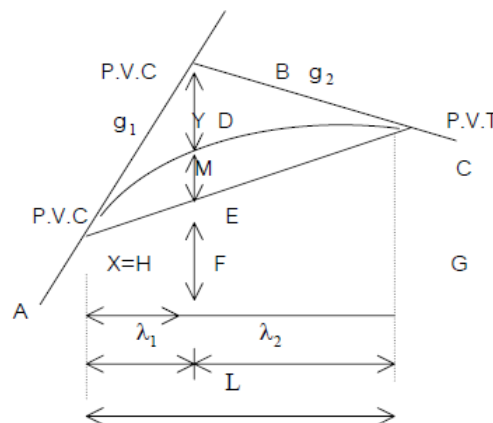
ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 11

ข. UNSYMMETRICAL CURVE

หมายถึง Vertical Curve ที่มีระยะ ไม่เท่ากันในที่นี้สมมติให้เท่ากับ 1λ และ 2λ และ Gradeint เท่ากับ g_1 และ g_2



แสดงส่วนประกอบของ UNSYMMETRICAL CURVE

การหาค่าระดับบนโค้ง Unsymmetrical Curve

การคำนวณโค้งจะเหมือนกับ Symmetrical Curve และการคำนวณจะให้ P.V.C และ P.V.T เป็นจุด Origin ทั้งสองจุด เพราะฉะนั้น x ก็จะนับออกจาก Origin ทั้งสองสูตรที่ใช้มี ดังนี้

$$y_1 = e^{\left[\frac{x_1}{\lambda_1}\right]^2}$$

$$y_2 = e^{\left[\frac{x_2}{\lambda_2}\right]^2}$$

$$ET = \frac{Ea \pm gx}{100}$$

$$Ex = \frac{Ea \pm gx \pm y}{100}$$

$$Ea = \text{ค่าระดับของหมด Origin}$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งดิ่ง (Vertical Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผนที่ : 12	

เนื่องจากว่า โค้งนี้จะไม่นิยมใช้ในการออกแบบ โดยเฉพาะโค้งคว่ำ เพราะเวลารถวิ่ง อาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถ พยายามจะไปในแนวเส้นตรง แต่เนื่องจากโค้งมีความลาดลงผิดปกติ ทำให้รถลอยขึ้นและตกลงมาเมื่อการขึ้น การขึ้นสะพานโค้งด้วยความเร็วสูง เราจะรู้สึกเสียสไเวลาารถวบลง มา แต่ถ้าเป็นโค้งหงายก็จะมีปัญหาอะไรมาจนักการใช้ Unsymmetrical Curve นี้จะใช้เมื่อต้องการลดงานดิน

ตัวอย่างที่ 1 เส้นระดับ ก่อสร้าง มี Gradient .0.4 % และ .0.1% P.V. Sta. 1+300 GradeElevation เท่ากับ 50.00 ม. กำหนดให้ L = 150 ม. ($\lambda = 50$ ม. , $\lambda = 100$ ม.) จงคำนวณหาค่าระดับบนโค้งทุก ๆ 25 ม.

$$e = \frac{(g_2 - g_1) l_1 l_2}{200 (l_1 + l_2)} = \frac{(-1 - (-4)) 50 \times 100}{200 (50 + 100)}$$

$$= 0.500$$

$$y_1 = \left[\frac{x_1}{L_1} \right]^2 e = 0.50 (25/50)^2 = 0.125$$

$$y_2 = \left[\frac{x_2}{L_2} \right]^2 e = 0.50 (25/100)^2 = 0.031$$

แสดงข้อมูลการออกแบบโค้งหงาย Unsymmetrical Curve

Sta.	X ม.	(x/l) ²	Elev.on Grade	Y	Elev.on Curve	Remark
P.V.C 1+250	-	-	52.000	-	52.000	
1+275	25	0.250	51.000	0.125	51.125	
P.V.I 1+300	50	1.000	50.000	0.500	50.500	
P.V.I 1+300	100	1.000	50.000	0.500	50.500	
1+325	75	0.563	50.250	0.281	50.531	
1+350	50	0.250	50.500	0.125	50.625	
1+375	25	0.063	50.750	0.031	50.781	
P.V.T 1+400	-	-	51.000	-	51.000	



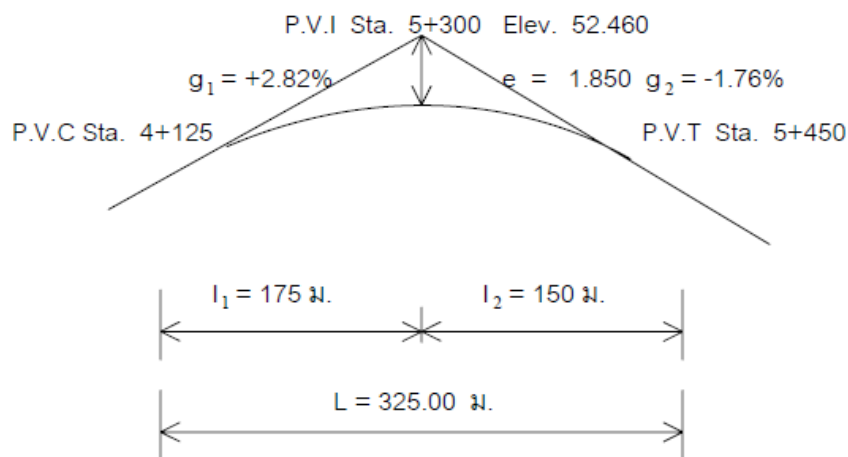
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งดิ่ง (Vertical Curve)

ใบเนื้อหา

หน้าที่

แผ่นที่ : 13

ตัวอย่างที่ 2 จากข้อมูลที่กำหนดให้จงคำนวณหา Elev.on Curve ทุก ๆ 25 ม.



แสดงการคำนวณหาโค้งคว่ำแบบ Unsymmetrical Curve

$$e = \frac{(g_2 - g_1)l_1l_2}{200(l_1 + l_2)}$$

$$= \frac{(-1.76 - (+2.82)) \times 175 \times 150}{200(325)} = -1.850$$

$$y_1 \text{ เมื่อ } x_1 = 25 = e(x_1/l_1)^2 = -1.850 (25/175)^2 = -0.038$$

$$y_2 \text{ เมื่อ } x_2 = 25 = e(x_1/l_1)^2 = -1.850 (25/150)^2 = -0.051$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งดิ่ง (Vertical Curve)	ใบเนื้อหา	หน้าที่
		แผ่นที่ : 14	

แสดงข้อมูลการออกแบบโค้งคว่ำ Unsymmetrical Curve

Sta.	X ม.	$(x/l)^2$	Elev.on Grade	Y	Elev.on Curve	Remark
P.V.C Sta 5+125	-	-	53.525	-	53.525	
5+150	25	0.020	54.230	-0.038	54.192	
5+175	50	0.082	54.935	-0.151	54.784	
5+200	75	0.184	55.640	-0.340	55.300	
5+225	100	0.327	56.345	-0.604	55.741	
5+250	125	0.510	57.050	-0.944	56.106	
5+275	150	0.735	57.755	-1.356	56.396	
P.V.I Sta. 5+300	175	1.000	58.460	-1.850	56.610	Check
P.V.I Sta . 5+300	150	1.000	58.460	-1.850	56.610	Check
5+325	125	0.694	58.020	-1.284	56.736	
5+350	100	0.444	57.580	-0.822	56.758	
5+375	75	0.250	57.140	-0.462	56.675	
5+400	50	0.111	56.700	-0.206	56.494	
5+425	25	0.028	56.260	-0.051	56.209	
P.V.T Sta. 5+450	-	-	55.820	-	55.820	

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 1	

การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)

เครื่องมือ - อุปกรณ์

การปฏิบัติงานเรื่องการวางโค้งวงกลม นี้จะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|--------------|
| 1. กล้องวัดมุม (Theodolite) พร้อมขา | จำนวน 1 ชุด |
| 2. เทปวัดระยะ | จำนวน 1 เส้น |
| 3. ค้อน | จำนวน 1 เค้า |
| 4. ตะปู 3 นิ้ว ผูกโปแดง | จำนวน 5 ตัว |
| 5. ห่วงคาน | จำนวน 5 อัน |
| 6. ร่ม | จำนวน 1 คัน |
| 7. ชุดค้ายันขากล้อง (ใช้ในกรณีอยู่บนพื้นคอนกรีต) | จำนวน 1 ชุด |
| 8. ถ่านแบตเตอรี่ ขนาด AA | จำนวน 6 ก้อน |
| 9. หลักไม้ 1.×1.×2. | จำนวน 7 หลัก |

วัตถุประสงค์

ในการปฏิบัติงานสนามเรื่องการวางโค้งตั้ง (Vertical Curve) มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อสามารถบอกถึงส่วนต่าง ๆ ของโค้งตั้ง (Vertical Curve) ได้
2. เพื่อสามารถสรุปวิธีการคำนวณหาส่วนต่าง ๆ ของโค้งตั้ง (Vertical Curve) ได้
3. เพื่อ สามารถนำวิธีการวางโค้งทางตั้ง (Vertical Curve) ไปใช้งานได้ถูกต้อง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการวางโค้งตั้ง (Vertical Curve) มีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดระดับก่อสร้าง เพื่อเป็นการฝึกปฏิบัติให้ครบตามรายการจึงกำหนดระดับก่อสร้างให้เป็น $\pm 0\%$ ลาดเอียงลง (-) ลาดเอียงขึ้น (+) โดยมีทั้งงานดินตัน-ดินถม และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความ ลาดเอียง ดังนี้คือ
 - 1.1 จาก Sta 0+000 . 0+300 กำหนดระดับก่อสร้างที่ Elev. 101.000 ไม่มีความลาดเอียง $\pm 0\%$ และ P.V.I Sta. คือ 0+300
 - 1.2 จาก P.V.T Sta 0+300 . 0+600 กำหนด Sta. 0+600 เป็น P.V.I Sta. ที่ Elev. 97.000 ดังนั้น จึงคำนวณหาความลาดเอียงจากระยะทางราบ 300 ม.(0+600-0+300) ระยะตั้ง 4 ม. (101.00-97.00) ระยะทางราบ100 ม. ระยะตั้ง $\frac{100 \times 4}{300} = 3\%$ เป็นลบ (-)

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 2	

1.3 จาก P.V.I Sta 0+600-0+900 กำหนด Sta 0+900 เป็น P.V.I Sta ที่ Elev. 100.000 ดังนั้นคำนวณหาความลาดเอียงจากระยะทางราบ 300 ม. (0 + 900 . 0 + 600) ระยะตั้ง 3 ม. (100.000-97.00) ระยะทางราบ 100 ม. ระยะตั้ง $\frac{100 \times 3}{300} = 1\%$ เป็นบวก

(+)

1.4 จาก P.V.I Sta 0+900 . 1+200 กำหนดระดับก่อสร้างที่ Elev. 100.000 ไม่มีความลาดเอียง $\pm 0\%$

2. ออกแบบโค้งทางตั้ง โดยออกแบบโค้งทางตั้งเป็น 3 โค้งดังนี้ คือ

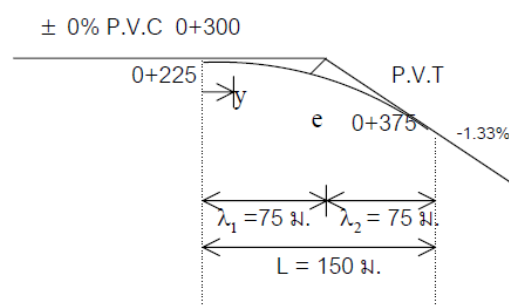
2.1 ที่ P.V.C Sta.0+300 ออกแบบโค้งเป็น Symmetrical Curve กำหนด $L = 150$ ม. $\lambda_1 = \lambda_2 = 75.00$ ม. คำนวณโดยยึด P.V.C Sta เป็นจุดหมุน

2.2 ที่ P.V.I Sta 0+600 ออกแบบโค้งเป็น Symmetrical Curve กำหนด $L = 200$ $\lambda_1 = \lambda_2 = 100.00$ ม. คำนวณโดยยึด P.V.C และ P.V.T เป็นจุดหมุน

2.3 ที่ P.V.I Sta 0+900 ออกแบบโค้งเป็น Unsymmetrical Curve กำหนด $L = 150$ ม. $\lambda_1 = 100$ ม. $\lambda_2 = 50$ ม.

3. การคำนวณโค้งทางตั้ง

3.1 ที่ P.V.I 0+300



$$e = \frac{(g_2 - g_1)L}{800} = \frac{(-1.33-0)150}{800} = -0.25 \text{ ม.}$$

$$\therefore Y = -0.25 \left[\frac{x}{\lambda} \right]^2$$



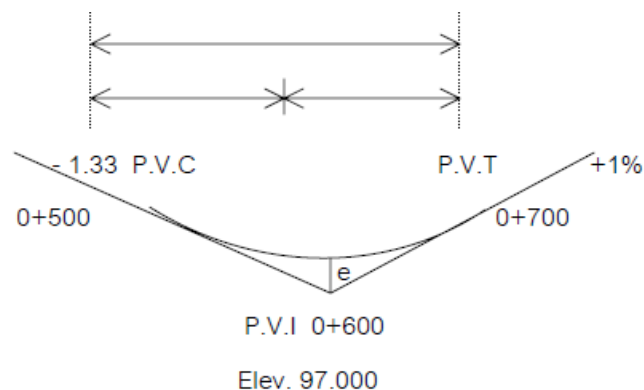
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve)

ใบงาน
 แผ่นที่ : 3

หน้าที่

STA	X ม.	$\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev.on Grade	Offset $Y = -0.25$ $\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev.on Curve
P.V.C 0+225	-	-	101.000	-	101.000
0+250	25	0.1111	101.000	-0.028	100.972
0+275	50	0.4444	101.000	-0.111	100.889
P.V.I 0+300	75	1.0000	101.000	-0.25	100.750
0+325	100	1.7778	101.000	-0.444	100.556
0+350	125	2.7778	101.000	-0.694	100.306
P.V.T 0+375	150	4.0000	101.000	-1.000	100.000

3.2 ที่ P.V.I 0+600



$$e = \frac{(g_2 - g_1)L}{800} = \frac{[1 - (-1.33)] \times 200}{800} \times 200 = 0.5825$$

$$\therefore Y = 0.5825 \left[\frac{x}{\lambda} \right]^2$$



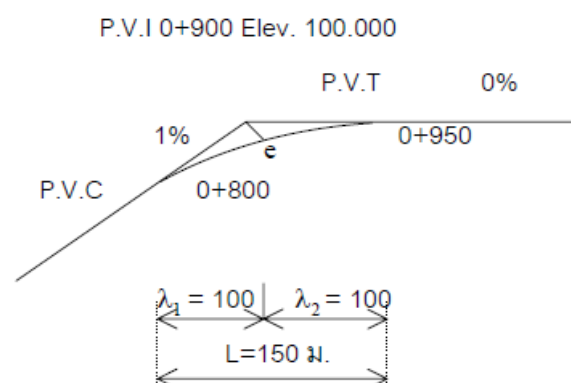
สาขาวิชา : โยธา
 ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008
 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)

ใบงาน
 แผ่นที่ : 4

หน้าที่

STA	X ม.	$\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev.on Grade	Offset $Y = 0.5825$ $\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev.on Curve
P.V.C 0+500	0	0	98.332	0	98.332
0+525	25	0.625	97.999	0.036	98.035
0+550	50	0.250	97.666	0.146	97.812
0+575	75	0.5625	97.333	0.328	97.661
P.V.I 0+600	100	1.000	97.000	0.583	97.583
0+625	75	0.5625	97.250	0.328	97.578
0+650	50	0.250	97.500	0.146	97.646
0+675	25	0.0625	97.750	0.036	97.786
P.V.T 0+700	0	0	98.000	0	98.000

3.3 ที่ P.V.I 0+900



$$e = \frac{(g_2 - g_1) \lambda_1 \lambda_2}{200 (\lambda_1 + \lambda_2)} = \frac{(0 - 1)(100)(50)}{200(100+50)}$$

$$= -0.167$$

$$y_1 = \left[\frac{x_1}{\lambda_1}\right]^2 \cdot e, \quad y_2 = \left[\frac{x_2}{\lambda_2}\right]^2 \cdot e$$

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 5	

STA	X ม.	$\left[\frac{x}{\lambda}\right]^2$	Elev.on Grade	Offset Y	Elev.on Curve
P.V.C 0+800	-	-	99.000	-	99.000
0+825	25	0.0625	99.250	-0.010	99.240
0+850	50	0.250	99.500	-0.042	99.458
0+875	75	0.5625	99.750	-0.094	99.656
P.V.I 0+900	100	1.000	100.000	-0.167	99.833
P.V.I 0+900	50	1.000	100.000	-0.167	99.833
0+925	25	0.25	100.000	-0.042	99.958
0+950	-	-	100.000	-	100.000

4. การให้ระดับหลักโค้งทางตั้ง

ฝึกปฏิบัติให้ระดับหลักโค้งตั้งตลอดเส้นทาง หรือ เลือกฝึกปฏิบัติ Symmetrical Curve ก็ได้ เพราะใช้หลักการเดียวกัน พิจารณาดูสภาพพื้นที่แนวทางผ่านว่าจะตอกหลักไม้ให้ระดับได้หรือไม่และจะเกิดความสูญเสียแก่พื้นที่หรือไม่ในที่นี้จะเลือกฝึกปฏิบัติงานสนามตามรายการคำนวณโค้งที่ 1 P.V.I Sta0+300

4.1 จากแนวเส้นตรงที่ผ่านเนินดิน ตั้งแต่ Sta. 0+225 ถึง Sta. 0+375 จำนวน 7 Sta. ตั้งตอกหลักไม้ให้แน่นพประมาณ

4.2 พิจารณา BM. ที่อยู่ใกล้สุด คือ $\frac{1}{2}$ BM. $\frac{1}{2}$ Elev. 99.920 ม.

4.3 ตั้งกล้องระดับอ่านค่า BS. ที่ BM. $\frac{1}{2}$ ได้ 1.244 จะได้ค่า HI. ของกล้อง
= Elev. + BS.
= 99.920 + 1.244
= 101.164

4.4 คำนวณค่าอ่านได้ที่ Sta. ต่าง ๆ จาก

HI. . FS. = Elev.

FS. = 101.164 . Elev.on Curve ที่ Sta. ต่าง ๆ

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 6	

Sta.	Elev.On Curve	Reading (C.L)
P.V.C Sta 0+225	101.000	0.164
0+250	100.972	0.192
0+275	100.889	0.275
0+300	100.750	0.414
0+325	100.556	0.608
0+350	100.306	0.858
P.V.T Sta 0+375	100.000	1.164

ค่าระดับที่ไหล่ทางขึ้นอยู่กับ Crown Slope ในชั้นนี้จะหาเฉพาะชั้น Subgrade เท่านั้น หากชั้นชั้นต่อ ๆ ไปจะพิจารณาถึง Crown Slope ด้วยและในชั้นนี้จะหาเฉพาะที่ศูนย์กลางทางเท่านั้น

ส่องกล้องไปที่ Sta. ต่าง ๆ ตอกหลักลงไป นำไม้วัดระดับวางบนหัวหลัก อ่านค่าให้ได้เท่ากับค่า Reading ที่ Sta. นั้น ๆ

สังเกตดูว่าเมื่อให้ระดับหลักทุก Sta. แล้วค่าระดับที่หัวหลักเป็นโค้งที่ต่อเนื่องกันหรือไม่ (Smooth Curve)

5. การลงที่หมายเส้นระดับก่อสร้างและโค้งทางตั้งในแบบระดับตามยาว
 - 5.1 นำแบบระดับตามยาว เขียนเส้นระดับที่กำหนดขึ้น ลงในแบบ
 - 5.2 ตรงจุดหักเห (P.V.I) แต่ละจุด เมื่อคำนวณโค้งตั้งได้แล้ว ให้กำหนดจุด P.V.C, P.V.T และค่า e ลงที่หมายในแบบตามมาตราส่วน แล้วใช้โค้งกระดูกงูลากเส้นสัมผัสกับแนวเส้นตรง
 - 5.3 นำค่าระดับ Elev.on Curve เขียนลงในแบบระดับตามยาวให้ตรง Sta. ที่ช่อง Construction Elevation (Con.Elev.)
 - 5.4 ลงตำแหน่งและระดับที่ตลอดให้ตรงกับแปลนแนวทาง

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 7	

ข้อควรระวัง

1. การส่งค่าระดับหลัก เมื่อให้ตอกลง เพื่อให้ อ่านได้ตามที่คำนวณไว้ คนส่งกล้องต้องคอยตรวจสอบตลอดเวลา เมื่อใกล้ค่าที่คำนวณไว้ ต้องระมัดระวังอย่าให้ตอกลงลึกมากเกินไปกว่าค่าอ่าน เพราะการถอนหลักขึ้น หลักจะโยก ไม่แน่น ต้องเริ่มตอกและให้ระดับใหม่
2. การย้ายกล้องต้องระมัดระวัง การทำ TP. จะต้องคำนวณหา HI. และหาค่าอ่านที่จะให้ระดับหลัก ทุกครั้งที่ย้ายกล้อง

ข้อเสนอแนะ

1. การกำหนดค่า BM. เพื่อใช้เป็นค่าในระดับหลัก ถ้าเป็นการฝึกปฏิบัติอาจจะสมมติให้ใกล้เคียงกับค่าระดับที่จะให้ เพื่อจะได้เตรียมหลักไม้ ไม่ยาวมากนัก
2. หากพื้นที่การฝึกปฏิบัติมีจำกัด และช่วง Sta. ของระยะทางยาวเกินไป ให้ย่อส่วนลงเป็น Sta. ละ 10 ม. ก็ได้
3. หากมีเวลาเพียงพอ ควรให้นักศึกษาลงฝึกปฏิบัติให้ระดับหลักตลอดแนวทางเลยก็ได้

	สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแนวโค้งตั้ง (Vertical Curve)	ใบงาน	หน้าที่
		แผ่นที่ : 8	

ผลการปฏิบัติงาน

CHIANGRAI TECHNICAL COLLEGE

DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION & CIVIL

SURVEYING DIVISION

Project Job No.

Location Group..... Date

Instrument

			สาขาวิชา : โยธา ชื่อวิชา : การสำรวจเส้นทาง รหัสวิชา : 30121 - 2008 ชื่อหน่วย : การวางแผนโค้งตั้ง (Vertical Curve)				วัดและ ประเมินผล	หน้าที่
							แผ่นที่ : 1	
กลุ่ม			หัวข้อการตรวจงาน [20]				รวม คะแนน	
ลำดับ	รหัส นักศึกษา	ชื่อ - สกุล	การกำหนด ระดับ ก่อสร้าง [5]	การ ออกแบบ โค้งทางตั้ง [5]	การคำนวณ โค้งทางตั้ง [5]	การให้ ระดับหลัก โค้งทางตั้ง [5]		[20]

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17 – 20	ดีมาก
13 – 16	ดี
8 – 12	พอใช้
4 – 7	ต้องปรับปรุง
0 – 3	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ครูผู้ประเมิน
(.....)