



เอกสารประกอบการสอน

วิชานระดับก่อสร้าง

(2106-2114)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2545

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

สาขาวิชาช่างก่อสร้าง

โดย

นางสาวพัชรินทร์ ปัญญา

แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

เอกสารประกอบการสอนวิชา งานระดับก่อสร้าง รหัสวิชา 2106-2114 เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2545 สาขาวิชาช่างก่อสร้าง โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับงานระดับก่อสร้าง เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้แบ่งเนื้อหาสาระออกเป็น 8 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 เครื่องมือและอุปกรณ์ของก่อสร้างระดับ หน่วยที่ 2 การตั้งกล้องระดับ และการอ่านค่าไม้วัดระดับ หน่วยที่ 3 การทำระดับโดยวิธีหาค่าความสูงต่างแบบต่อเนื่อง หน่วยที่ 4 การทำระดับหลายจุด โดยตั้งกล้องครั้งเดียว หน่วยที่ 5 การทำระดับแบบสวนกลับ หน่วยที่ 6 การทำระดับตามแนวยาวและการเขียนภาพตัดตามแนวยาว หน่วยที่ 7 การทำระดับตามแนวขวางและการเขียนภาพตัดตามแนวขวาง หน่วยที่ 8 การทำระดับเส้นชั้นความสูงและวิธีการเขียนเส้นชั้นความสูง ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดเป็นความรู้ที่เกี่ยวกับงานระดับก่อสร้าง และเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนการสอนของแผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ผู้จัดทำได้เรียบเรียงเอกสารประกอบการสอนที่มีการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนามาเป็นลำดับ โดยให้มีเนื้อหาครอบคลุมสอดคล้องกับหลักสูตรและจุดประสงค์ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อให้เอกสารมีความสมบูรณ์ และถูกต้องที่สุด เกิดประโยชน์แก่นักเรียน ครูผู้สอน และผู้ที่สนใจทั่วไป

(นางสาวพัชรินทร์ ปัญญา)

ครู คศ. 2

แผนกวิชาช่างก่อสร้าง

วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

## คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน วิชา งานระดับก่อสร้าง (2106 – 2114)

เอกสารประกอบการสอน วิชางานระดับก่อสร้าง (2106 – 2114) ผู้เขียนมีความประสงค์ให้ครูผู้สอน และผู้เรียนใช้เอกสารประกอบการสอน ที่มีเนื้อหาที่ครอบคลุมตรงตามหลักสูตร ในระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ (ปวช) 2545 ประกอบด้วยคำบรรยาย และรูปภาพประกอบที่ชัดเจน เข้าใจง่าย

การเรียบเรียงเนื้อหาภายในเล่มเป็นเรื่องเกี่ยวกับ งานระดับก่อสร้าง ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ ของก่อก่อระดับ การตั้งก่อก่อระดับและการอ่านค่าไม้วัดระดับ การทำระดับโดยวิธีหาค่าความสูงต่าง แบบต่อเนื่อง การทำระดับหลายจุดโดยการตั้งก่อก่อครั้งเดียว การทำระดับแบบสวนกลับ การทำระดับตาม แนวยาวและการเขียนภาพตัดตามแนวยาว การทำระดับตามแนวขวางและการเขียนภาพตัดตามแนวขวาง การ ทำระดับเส้นชั้นความสูงและวิธีการเขียนเส้นชั้นความสูง กำหนด 18 สัปดาห์ (รวมสอบปลายภาค) เนื้อหาใน เอกสารเล่มนี้ประกอบไปด้วย 8 หน่วยคือ

### หน่วยที่ 1 เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของก่อก่อระดับ

มีเนื้อหาเกี่ยวกับชนิดของก่อก่อระดับ ชื่อและส่วนประกอบของก่อก่อระดับ แบบของไม้วัดระดับ และ รูปแบบของขาตั้งก่อก่อระดับแบบต่าง

### หน่วยที่ 2 เรื่อง การตั้งก่อก่อระดับ และการอ่านค่าไม้วัดระดับ

มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการตั้งก่อก่อระดับที่ถูกต้อง รวดเร็ว การอ่านค่าระดับจากไม้วัดระดับ ความละเอียด และความระมัดระวังในการตั้งก่อก่อระดับ

### หน่วยที่ 3 เรื่อง การทำระดับโดยวิธีหาค่าความสูงต่างแบบต่อเนื่อง

มีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้ก่อก่อระดับหาค่าต่างระดับ ระหว่างจุดต่างๆได้ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ร่วมกันเพื่อหาค่าระดับ การคำนวณ การตรวจสอบผลของการคำนวณค่าระดับ และวิธีการทำระดับแบบต่อเนื่อง

### หน่วยที่ 4 เรื่องการทำระดับ หลายจุด โดยตั้งก่อก่อครั้งเดียว

มีเนื้อหาเกี่ยวกับการตั้งก่อก่อครั้งเดียว แต่อ่านค่าระดับหลายจุด การบันทึก การคำนวณค่าการทำระดับ แบบหลายจุด และการตรวจสอบการคำนวณ

### หน่วยที่ 5 เรื่องการทำระดับ แบบสวนกลับ (Reciprocal)

มีเนื้อหาเกี่ยวกับการหาค่าระดับผ่านสิ่งกีดขวาง หรือระยะทางระหว่างจุดไกลเกินไป วิธีการคำนวณ ตรวจสอบผลของการสำรวจ และการใช้เครื่องมือที่ใช้ร่วมกันในการทำระดับ

## หน่วยที่ 6 เรื่องการทำระดับเพื่อทำรูปตัดตามยาว (Profile Leveling)

### และการเขียนภาพรูปตัดตามแนวยาว (Plot – Profile Leveling)

มีเนื้อหาเกี่ยวกับการทำระดับตามแนวยาว เช่น Center Line หรือแนว Survey Line วิธีการคำนวณ และบันทึกข้อมูลค่าระดับ การตรวจสอบการคำนวณค่าระดับ การเขียนรูปตัดตามแนวยาว จากข้อมูลการทำสำรวจ (ข้อมูลค่าระดับ) การกำหนดมาตราส่วนทางแนวดิ่งและแนวราบ

## หน่วยที่ 7 เรื่องการทำระดับ ตามแนวขวาง (Cross - Section Leveling)

### และการเขียนภาพรูปตัดตามแนวขวาง (Plot – Cross - Section)

มีเนื้อหาเกี่ยวกับการทำระดับตามแนวขวาง วิธีการคำนวณ และบันทึกข้อมูลค่าระดับ การตรวจสอบการคำนวณค่าระดับ วิธีเขียนรูปตัดตามแนวขวาง จากข้อมูลการทำระดับ (Cross - Section Leveling) การกำหนดมาตราส่วนทางแนวดิ่งและแนวราบ (Vertical and Horizontal Scale)

## หน่วยที่ 8 เรื่องการทำระดับ เส้นชั้นความสูง (Contour Line)

### และวิธีการเขียนเส้นชั้นความสูง (Interpolation of Contour)

มีเนื้อหาเกี่ยวกับการทำระดับเพื่อกำหนดเส้นชั้นความสูง (Contour Line) วิธีการบันทึกและการคำนวณข้อมูลที่ทำการระดับ (Contour Line) การนำข้อมูลจากการทำระดับ ไปเขียนเป็นแผนที่ เส้นชั้นความสูง (Contour Map) การกำหนดมาตราส่วนที่เหมาะสมในการเขียนแผนที่เส้นชั้นความสูงวิธีการเขียนเส้นชั้นความสูงตามที่ต้องการ

.....  
( นางสาวพัชรินทร์ ปัญญา )

ครู คศ.2

แผนกวิชาช่างก่อสร้าง

วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ก

ง

## ๓ ๒ ๒ ๒

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน	ข
สารบัญ	ง
หลักสูตรวิชางานระดับก่อสร้าง (2106 – 2114)	1
คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการจัดการเรียนรู้	2
ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานรายวิชาและสมรรถนะรายวิชา	3
แผนการจัดการเรียนรู้	4
เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 1	10
แบบทดสอบท้ายหน่วย	29
เอกสารอ้างอิง	30

## หลักสูตรรายวิชางานระดับก่อสร้าง รหัสวิชา 2106 – 2114

จำนวนหน่วยกิต / ชั่วโมง 2(4) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2545

สาขาวิชาการก่อสร้าง

---

### จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในการใช้เครื่องมืองานระดับ การใช้กล้องระดับ การทำระดับแบบต่าง ๆ
2. เพื่อให้มีความสามารถ ในการทำระดับในงานก่อสร้าง การเขียนรูปตัดตามยาว การรูปตัดตามขวางและการเขียนเส้นชั้นความสูง
3. เพื่อให้มีทัศนียภาพในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีความรับผิดชอบ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักเบื้องต้นในการทำระดับ
2. ดำรงทำระดับด้วยวิธีต่าง ๆ
3. ดำรงทำระดับตามแนวยาว
4. ดำรงทำระดับตามแนวขวาง
5. กำหนดระดับในงานก่อสร้าง

### สมรรถนะรายวิชา

1. อธิบายขั้นตอน หลักการ และวิธีการ การใช้เครื่องมือ การใช้กล้อง และการทำระดับแบบต่างๆ ได้
2. เรียงลำดับขั้นตอนการดูแลรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ ในงานระดับได้
3. คำนวณดินตัดดินถมในการทำระดับในงานก่อสร้างได้
4. เขียนรูปตัดตามยาวได้
5. เขียนรูปตัดตามขวางได้
6. แสดงทัศนียภาพที่ดีในการทำงาน ในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

มีระเบียบ วินัย

มีความรับผิดชอบ

มีความซื่อสัตย์สุจริต

มีความเชื่อมั่นในตนเอง

มีความรัก ความสามัคคีในหมู่คณะ

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการงานของกล้องระดับ การทำระดับ เครื่องมือที่ใช้ในการทำระดับ การใช้กล้องระดับ การทำระดับแบบต่าง ๆ การเขียนรูปตัดตามยาว ตามขวาง เส้นชั้นความสูง การคำนวณดินตัด คินถม การทำระดับในงานก่อสร้าง การบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ ในงานระดับ

### หน่วยการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับ	4
2	เรื่อง การตั้งกล้องระดับ และการอ่านค่าไม้วัดระดับ	4
3	เรื่อง การทำระดับโดยวิธีหาค่าความสูงต่างแบบต่อเนื่อง	8
4	เรื่อง การทำระดับ หลายจุด โดยตั้งกล้องครั้งเดียว	8
5	เรื่อง การทำระดับ แบบสวนกลับ (Reciprocal)	8
6	เรื่อง การทำระดับ ตามแนวยาว (Profile Leveling)และการเขียนภาพรูปตัดตามแนวยาว (Plot – Profile Leveling)	12
7	เรื่องการทำระดับ ตามแนวขวาง (Cross - Section Leveling)และการเขียนภาพรูปตัดตามแนวยาว (Plot – Profile Leveling)	12
8	เรื่อง การทำระดับ เส้นชั้นความสูง (Contour Line)และวิธีการเขียนเส้นชั้นความสูง (Interpolation of Contour)	12
	สอบปลายภาค	4
	รวม	72

## ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา

วิชางานระดับก่อสร้าง รหัสวิชา 2106 – 2114 จำนวนหน่วยกิต / ชั่วโมง 2(4)

รายจำนวน 72 ชั่วโมง ระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2

มาตรฐานรายวิชา	สมรรถนะรายวิชา
<ol style="list-style-type: none"><li>1. เข้าใจหลักเบื้องต้นในการทำระดับ</li><li>2. ดำรงการทำระดับด้วยวิธีต่าง ๆ</li><li>3. ดำรงการทำระดับตามแนวยาว</li><li>4. ดำรงการทำระดับตามแนวขวาง</li><li>5. กำหนดระดับในงานก่อสร้าง</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. อธิบายขั้นตอน หลักการ และวิธีการ การใช้เครื่องมือ การใช้กล้อง และการทำระดับแบบต่าง ๆ ได้</li><li>2. เรียงลำดับขั้นตอนการดูแลรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานระดับได้</li><li>3. กำหนดดินตัดดินถมในการทำระดับในงานก่อสร้างได้</li><li>4. เขียนรูปตัดตามยาวได้</li><li>5. เขียนรูปตัดตามขวางได้</li><li>6. แสดงกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน ในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้<ol style="list-style-type: none"><li>6.1 มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี</li><li>6.2 มีระเบียบ วินัย</li><li>6.3 มีความรับผิดชอบ</li><li>6.4 มีความซื่อสัตย์สุจริต</li><li>6.5 มีความเชื่อมั่นในตนเอง</li><li>6.6 มีความรัก ความสามัคคีในหมู่คณะ</li></ol></li></ol>



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชา งานระดับก่อสร้าง รหัสวิชา 2106 – 2114 ระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2  
หน่วยที่ 1 เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับ เวลา 4 ชั่วโมง

---

### หัวข้อเรื่อง

1. ชนิดของกล้องระดับ
2. องค์ประกอบของกล้องระดับและการใช้งาน
3. รูปแบบของไม้วัดระดับแบบต่าง ๆ
4. รูปแบบและ ความแตกต่างของขาตั้งกล้องชนิดฐานเรียบ และฐาน โกง

### สาระสำคัญ

เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับ มีความจำเป็นมากในการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้หลายชนิด หลากหลายรูปแบบ ก่อนการฝึกปฏิบัติงานผู้เรียนจึงมีความจำเป็นต้องเข้าใจองค์ประกอบของเครื่องมือและอุปกรณ์ การนำเอาไปใช้ และการจัดเตรียมเครื่องมือเพื่อการปฏิบัติงาน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### จุดประสงค์ทั่วไป

1. มีความรู้เกี่ยวกับ กล้องระดับชนิดต่าง ๆ
2. ชื่อของส่วนประกอบของกล้องระดับ
3. แบบของ ไม้วัดระดับ รูปแบบต่าง ๆ
4. รูปแบบของขาตั้งกล้องระดับแบบต่าง ๆ
5. เข้าใจวิธีการเตรียมเครื่องมือประจำตัว และเครื่องมือประจำหน่วยงานก่อสร้าง
6. มีความรับผิดชอบและมีเจตคติที่ดีในการปฏิบัติงาน

#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. บอกชื่อแตกต่างระหว่างกล้องระดับอัตโนมัติ และกล้องระดับแบบ Tilting ได้ถูกต้อง
2. บอกชื่อชิ้นส่วนของกล้องระดับได้ถูกต้อง
3. บอกลักษณะของไม้วัดระดับ ได้ถูกต้อง
4. บอกชื่อแตกต่าง ระหว่างขาตั้งกล้องชนิดฐานเรียบ และฐาน โกงได้

### เนื้อหาสาระ

1. ชนิดของกล้องระดับแบบอัตโนมัติ และกล้องระดับแบบ Tilting
2. ส่วนประกอบต่าง ๆ ของกล้องระดับแบบ Tilting
3. ไม้วัดระดับ (Staff Rod) ชนิดหัวตรงและหัวกลับ
4. ขาตั้งกล้อง (Tri) ชนิดฐานเรียบและฐาน โกง

### กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

1. นำเอากล่องระดับอัตโนมัติ และแบบTilting ประกอบการบรรยาย ครูผู้สอนต้องแนะนำการใช้ บอกชื่อทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
2. บอกชื่ออุปกรณ์ประกอบ และหน้าที่หลักของชิ้นส่วนของกล่องระดับอัตโนมัติ และแบบTilting
3. นำเอาขาตั้งกล่องระดับ แบบฐานรองรับตัวกล่องชนิดราบ และชนิดโค้ง ประกอบคำบรรยาย บอก ข้อดีของขาตั้งกล่องทั้ง 2 ชนิด
4. นำเอาไม้วัดระดับแบบต่าง ๆ ให้นักศึกษาดูประกอบการฝึกอ่านค่าระดับที่กำหนดให้ได้ อย่าง ถูกต้อง

### ข้อควรระวัง

1. การนำเอาตัวกล่องออก และเก็บเข้ากล่องกล่องระดับจะต้องระมัดระวัง
2. การติดตั้งกล่องระดับ ติดกับขาตั้งกล่องจะต้องแน่นพอดี อย่าบิดสกรูล็อกแน่นเกินไปจะทำให้ เกลียวของสกรูยึดเสียหายเร็ว
3. การเก็บหรือยึดไม้วัดระดับต้องปฏิบัติให้ถูกต้อง

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรให้นักเรียนได้เห็นของจริงประกอบการบรรยายทุกชนิด
2. ครูผู้สอนควรสาธิตการใช้เครื่องมือให้นักเรียนดูประกอบการบรรยาย
3. ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสาธิตขณะที่ทำการเรียนการสอน
4. ควรจัดหาเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้นักเรียนดูในขณะที่บรรยายให้ได้มากที่สุด

### สื่อการจัดการเรียนรู้

#### สื่อสิ่งพิมพ์

1. เอกสารประกอบการเรียนรู้ วิชางานระดับก่อสร้าง เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล่องระดับ
2. แบบประเมินการสังเกตกิจกรรมการทำงาน แบบประเมินการปฏิบัติงาน/แบบประเมินผลงาน
3. เอกสารอ้างอิง
4. แบบทดสอบหลังเรียน

#### สื่อโสตทัศน

1. เครื่องฉายภาพโปร่งแสง (OVERHEAD PROJECTOR)
2. เครื่องโปรเจกเตอร์และคอมพิวเตอร์

#### สื่อวัสดุ

- ไม่มี

### สื่ออุปกรณ์

1. ก่อตั้งระดับแบบอัตโนมัติ (Automatic Level) จำนวน 1 ชุด
2. ก่อตั้งระดับแบบตัวกึ่งมีระดับน้ำฟองยาว หรือตัวกึ่งระดับกระดกได้เล็กน้อย (Tilting Level) จำนวน 1 ชุด
3. ไม้วัดระดับชนิดหัวตรง จำนวน 1 ชุด
4. ไม้วัดระดับชนิดหัวกลับ จำนวน 1 ชุด
5. ขาตั้งกึ่งระดับ ชนิดฐานเรียบ จำนวน 1 ชุด
6. ขาตั้งกึ่งระดับ ชนิดฐานโค้ง จำนวน 1 ชุด

### การวัดผลและประเมินผล

#### การวัดผล โดยวิธีการดังนี้

1. สังเกตพฤติกรรม โดยใช้แบบประเมิน สังเกตกิจนิสัยในการทำงาน ในด้านความซื่อสัตย์ สุจริต
2. ประเมินการทำงานกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินการทำงานกลุ่ม / ปฏิบัติงานกลุ่ม
3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของกึ่งระดับ เป็นรายบุคคล

#### การประเมินผล กำหนดเกณฑ์ดังนี้

1. คะแนนกิจนิสัยในการทำงาน คะแนนเต็ม 10 คะแนน เกณฑ์ผ่านสำหรับผู้ที่ได้จากการวัดผลร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. คะแนนการทำงานกลุ่ม คะแนนเต็ม 10 คะแนน เกณฑ์ผ่านสำหรับผู้ที่ได้จากการวัดผลร้อยละ 50 ขึ้นไป
3. คะแนนจากการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน เป็นรายบุคคล คะแนนเต็ม 10 คะแนน เกณฑ์ผ่านสำหรับผู้ที่ได้จากการวัดผลร้อยละ 50 ขึ้นไป

**บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

วิชา งานระดับก่อสร้าง รหัสวิชา 2106 – 2114 ระดับ ปวช.ชั้นปีที่ 2

หน่วยที่ 1 เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของกลึงระดับ เวลา 4 ชั่วโมง

1. จำนวนนักเรียนทั้งหมด.....คน  
มาเรียนจำนวน.....คน มาสายจำนวน.....คน ขาดเรียน.....คน
2. การประเมินผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้  
คำชี้แจง 1. ใช้เครื่องหมาย / เขียนลงในช่องว่างตามความคิดเห็น  
2. เกณฑ์ประเมินมี 4 ระดับ คือ ดีมาก = 4 ดี = 3 พอใช้ = 2 ปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	ดีมาก = 4	ดี = 3	พอใช้ = 2	ปรับปรุง = 1
1. การจัดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์				
2. วิธีการจัดการเรียนรู้				
3. การเลือกใช้สื่อ และแหล่งเรียนรู้				
4. เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้				
5. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน				
6. การให้คำแนะนำแก้ปัญหาแก่นักเรียน				

3. บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

วัน/เดือน/ปี.....

ชื่อ – สกุล.....เลขที่.....กลุ่ม.....

**แบบประเมินสังเกตกิจนิสัยในการทำงาน ในด้านมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี**

วิชา งานระดับก่อสร้าง รหัสวิชา 2106 – 2114 ระดับ ปวช.ชั้นปีที่ 2

หน่วยที่ 1 เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับ เวลา 4 ชั่วโมง

**เกณฑ์การประเมิน**

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพของเกณฑ์		
	ดีมาก (2)	ดี (1)	ปรับปรุง/ไม่ได้ ร่วมกิจกรรม (0)
1.ความมีมนุษยสัมพันธ์ (แสดงกิริยา ท่าทาง พูจาสุภาพต่อผู้อื่น ช่วยเหลือผู้อื่น รับฟังความคิดเห็น และให้ ความร่วมมือ)	ปฏิบัติได้ดี สม่ำเสมอ	ปฏิบัติได้พอใช้	ไม่ปฏิบัติ
2.ความมีวินัย (การแต่งกาย ระเบียบของสถานศึกษา ตรง ต่อเวลา ประพฤติตนถูกต้องตามศีลธรรมอัน ดีงาม)	ตรงเวลา ปฏิบัติได้ดี ถูกต้องตาม ระเบียบ	สาย ส่งงานช้า ผิดระเบียบในบาง เรื่อง	ไม่ปฏิบัติ
3.ความรับผิดชอบ (มีความพร้อมในการเรียน ตั้งใจ รอบคอบ ทำงานเสร็จตามเวลา)	ปฏิบัติได้ดี สม่ำเสมอ	ปฏิบัติได้พอใช้ มีความขัดแย้งเล็กน้อย	ไม่ปฏิบัติ ทำงานร่วมกับ กลุ่มไม่ได้
4.ความซื่อสัตย์สุจริต (ทำงานด้วยตนเอง ไม่ทุจริต ไม่ลักขโมย)	ปฏิบัติได้ดี สม่ำเสมอ	ปฏิบัติได้พอใช้	ไม่ปฏิบัติ
5.ความเชื่อมั่นในตนเอง (กล้าคิด กล้าแสดงออก ยอมรับความจริง)	ปฏิบัติได้ดี สม่ำเสมอ	ปฏิบัติได้พอใช้	ไม่ปฏิบัติ ไม่กล้าแสดงออก

ตารางบันทึกคะแนน

ตารางการประเมิน	ระดับคะแนน								
	ตนเอง			เพื่อน			ครู		
	2	1	0	2	1	0	2	1	0
1. ความมีมนุษยสัมพันธ์									
2. ความมีวินัย									
3. ความรับผิดชอบ									
4. ความซื่อสัตย์สุจริต									
5. ความเชื่อมั่นในตนเอง									
รวมคะแนนที่ได้ในแต่ละรายการ									
รวมคะแนนที่ได้									
คะแนนที่ได้โดยเฉลี่ย									
ชื่อผู้ประเมิน	.....								

## เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 1 เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับ

### หัวข้อเรื่อง

1. ความรู้เกี่ยวกับ กล้องระดับชนิดต่างๆ
2. ชื่อและส่วนประกอบของกล้อง
3. แบบของไม้วัดระดับ แบบต่างๆ
4. รูปแบบของขาตั้งกล้องระดับแบบต่างๆ

### สาระสำคัญ

1. ชนิดของกล้องระดับแบบอัตโนมัติ และกล้องระดับแบบ Tilting
2. ส่วนประกอบต่างๆ ของกล้องระดับแบบ Tilting
3. ไม้วัดระดับ (Staff Rod)
4. ขาตั้งกล้อง (Tri) ชนิดฐานเรียบและฐานโค้ง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกชื่อแตกต่างระหว่างกล้องระดับอัตโนมัติและกล้องระดับแบบ Tilting ได้ถูกต้อง
2. บอกชื่อชิ้นส่วนของกล้องระดับได้ถูกต้อง
3. บอกลักษณะของไม้วัดระดับ ได้ถูกต้อง
4. บอกชื่อแตกต่างระหว่างขาตั้งกล้องชนิดฐานเรียบและฐานโค้งได้

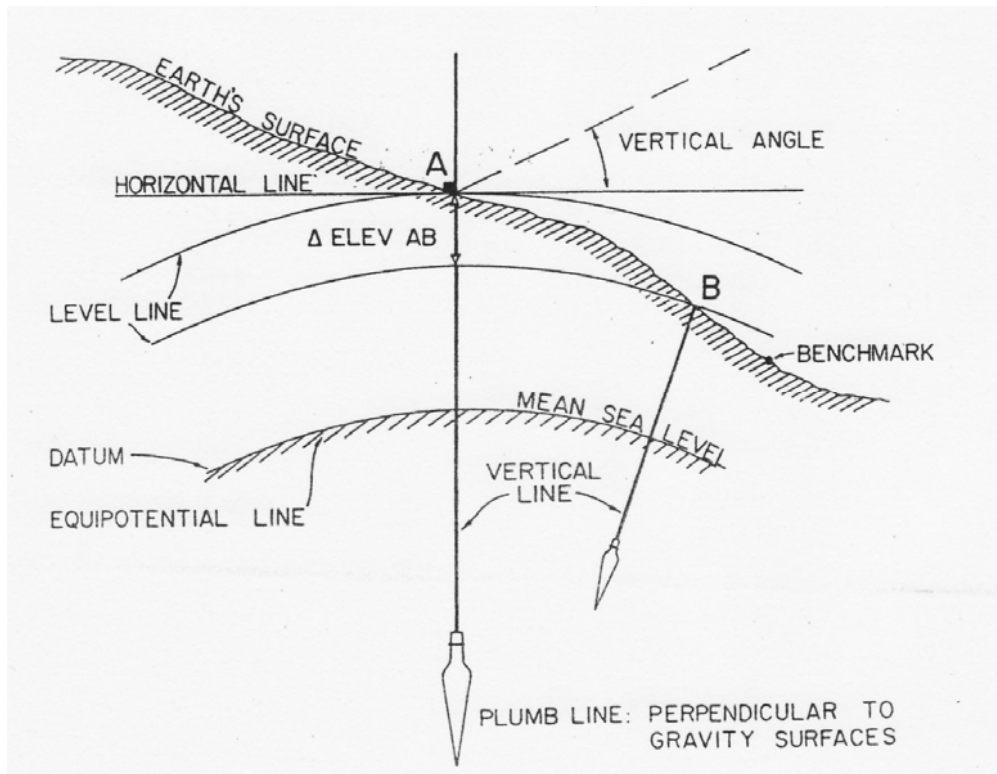
## หน่วยที่ 1 เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับ

### บทนำ

เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับมีหลายชนิด และมีความจำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ควบคู่กัน ในระหว่างการปฏิบัติงาน ซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดนั้นจะมีความสำคัญ มีคุณค่าภายในตัวมากในระหว่างการปฏิบัติงานจะขาดตัวใดตัวหนึ่งไม่ได้ จะเห็นว่าในการทำงานระดับนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องรู้จักวิธีการใช้เครื่องมือที่ใช้ในงานระดับเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งได้อย่างครบถ้วน การนำเครื่องมือไปใช้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุด มีการปรับกล้องที่ถูกวิธีตามขั้นตอนการปฏิบัติในเวลาอันรวดเร็ว และมีการเก็บรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง เพื่อถนอมรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานยิ่งขึ้น

### การระดับ

การระดับเป็นหาความสัมพันธ์ของความสูงหรือหาค่าระดับ (Elevation) ของจุดต่างๆ หรือวัตถุใดๆ บนพื้นโลก ซึ่งการหา นั้นจะอยู่ในแนวระนาบตั้ง (Vertical Plane) โดยมีพื้นฐานการระดับเป็นตัวอ้างอิง



รูปที่ 1 แสดงลักษณะเส้นต่างๆ



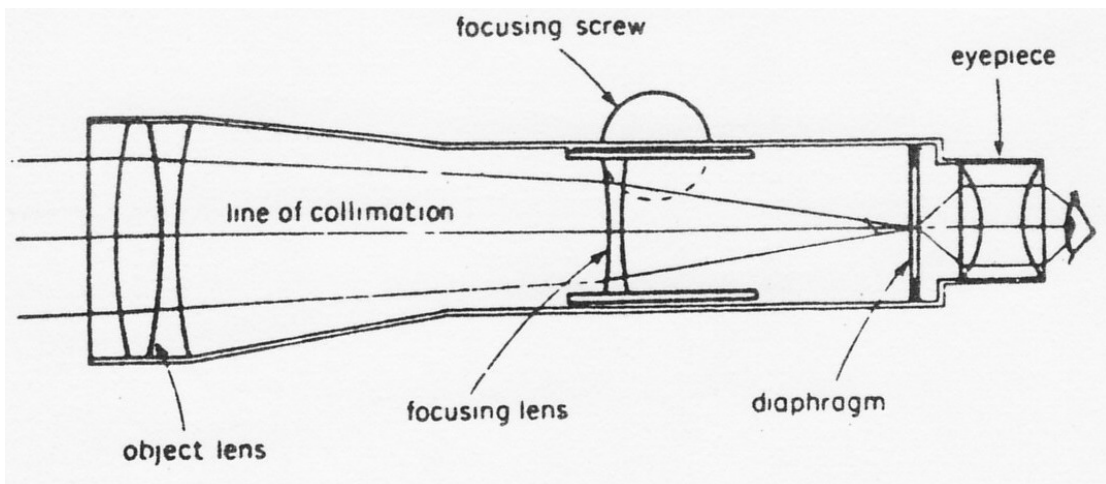
## กล้องระดับ

กล้องระดับ เป็นเครื่องมือที่ใช้หาค่าความสูงของระดับ ณ จุดต่างๆ ที่เราต้องการทราบและสามารถที่จะนำไปคำนวณหาค่าระดับของจุดนั้นๆ จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level = MSL) กล้องระดับมีหลายชนิด และหลายลักษณะ เมื่อมีการกำหนดข้อกำหนดของงานระดับขึ้นใหม่ บริษัทผู้ผลิตกล้องได้พัฒนากล้องให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด เพื่อให้ผลงานที่ออกมามีคุณภาพและประหยัดเวลา ดังนั้น ผู้ใช้กล้องจะต้องสามารถใช้กล้องให้เหมาะสมกับลักษณะและข้อกำหนดของงาน ซึ่งจะทำให้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอยู่ได้ข้อกำหนด โดยข้อกำหนดนี้จะระบุชนิดของกล้องและ Staff ให้เหมาะสมกับงานชั้นนั้น และระยะเวลาส่อง Staff ความผิดพลาดที่ยอมรับได้แยกไว้อย่างละเอียด

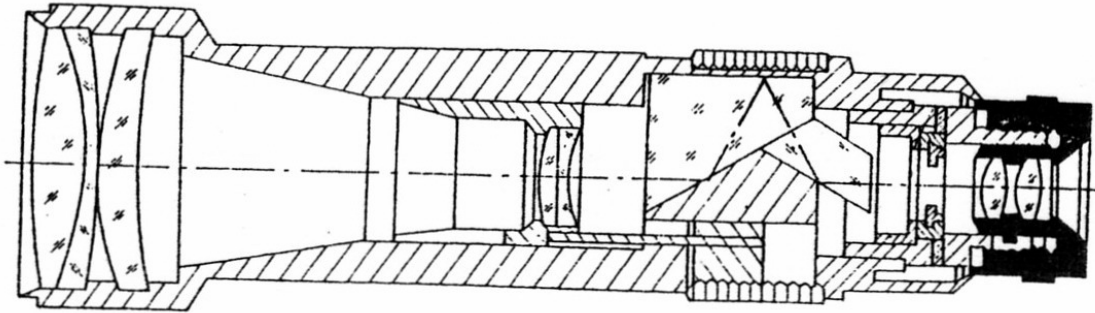
### 1. ลักษณะของกล้องสำรวจ (Surveying Telescope)

ตัวกล้องของกล้องระดับและ Theodolite จะมีลักษณะเหมือนกัน นอกจากกล้องอัตโนมัติเท่านั้นที่ไม่เหมือนกล้อง Theodolite ตัวกล้อง Telescope จะเป็นกล้อง Internally Focusing Telescope คือมี focusing lens อยู่ในตัวกล้อง ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อเราปรับ focusing screw ส่วน Objective lens และ Eyepiece นั้นจะติดคงที่ ตัวกล้องจะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

- 1.1 เลนส์ปากกล้องหรือ Objective lens ทำหน้าที่ดึงภาพเข้ามาในตัวกล้อง แล้วส่งต่อไปยัง focusing lens เลนส์ปากกล้องนี้จะเป็น Compound lens เช่นเลนส์เว้ากับเลนส์นูน ทั้งนี้เพื่อให้ระยะโฟกัสสั้นหรือยาวตามต้องการ
- 1.2 เลนส์ปรับความชัดของภาพ หรือ Focusing lens ซึ่ง lens ตัวนี้จะทำหน้าที่ขยายโฟกัสให้ใกล้หรือไกลเพื่อให้จุดโฟกัสไปตกบน Diaphragm ซึ่งเป็น plane ของสายใย ถ้าภาพตกลงบน plane พอดี จะทำให้ภาพของวัตถุและภาพของสายใยชัดเท่ากัน ก็แสดงว่าไม่มี parallax เกิดขึ้น ถ้าเป็นการส่อง staff ก็ส่องอ่านได้ทันที การเคลื่อนที่ของ Focusing lens จะเคลื่อนเนื่องจากเราปรับ focusing screw

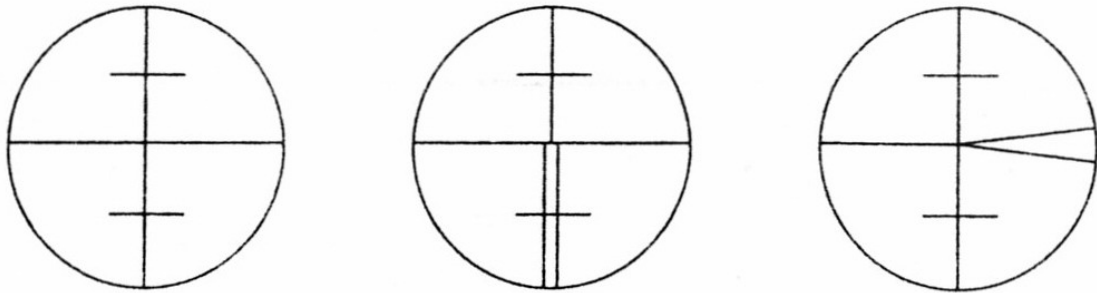


รูปที่ 2 แสดงลักษณะภายนอกของ Telescope



รูปที่ 3 แสดงลักษณะภายในของ Telescope

1.3 สายใย (Cross hair) หรือ Diaphragm จะเป็นแผ่นแก้วบาง ๆ ประกอบกัน 2 แผ่น ตรงกลางจะมีขีดสายใยไว้ซึ่งเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าแทบจะไม่เห็น แต่สายใยนี้จะถูกขยายด้วย Amplified ของเลนส์ Eyepiece จะก็เท่าที่ขึ้นอยู่กับกำลังขยายของกล้องนั้น ๆ

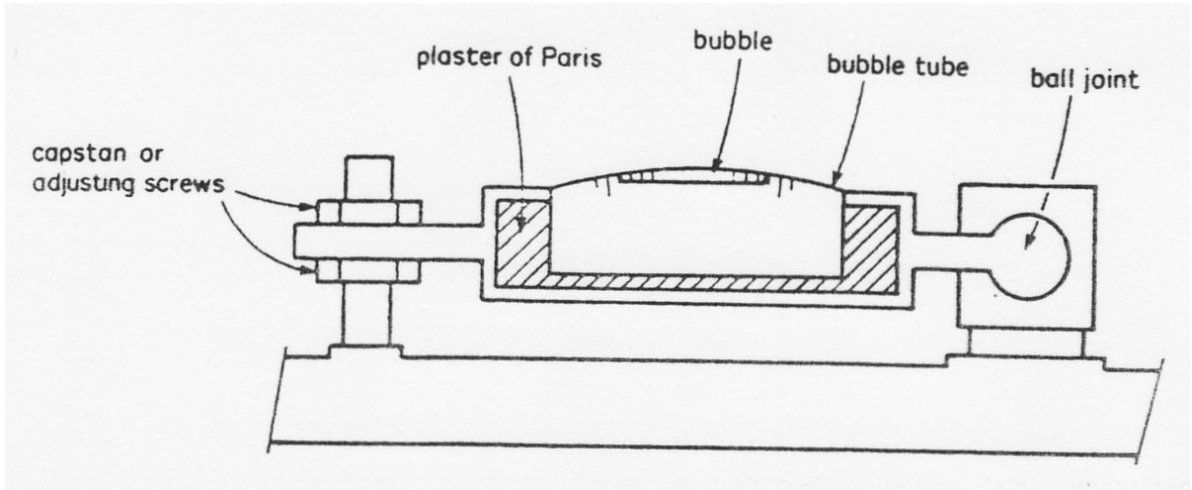


รูปที่ 4 แสดงสายใย

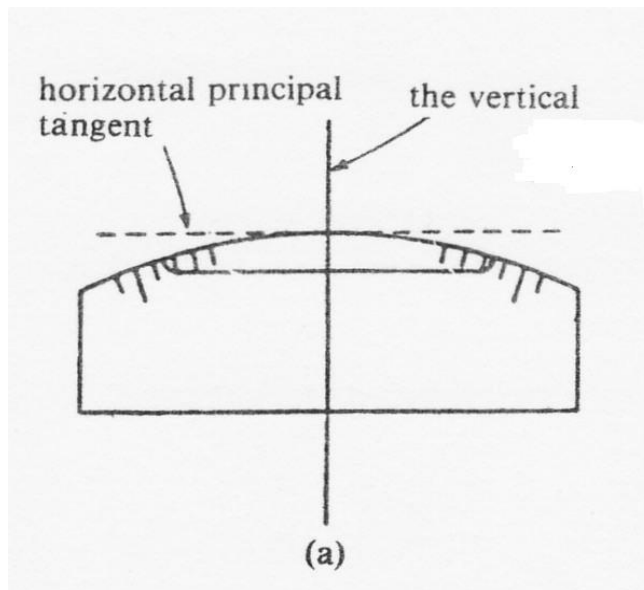
1.4 เลนส์ตากล้อง หรือ Eyepiece lens จะมีหลายชนิด เช่นกล้องหัวกลับซึ่งให้ภาพจริง และกล้องหัวตรงที่ให้ภาพเสมือน Eyepiece จะทำหน้าที่ขยายภาพและสายใยที่อยู่ใน Plane ของ Diaphragm ให้ชัดเจน ซึ่งจะสามารถปรับได้ เลนส์ที่ประกอบอยู่ใน eyepiece จะเป็นเลนส์นูนเป็นส่วนใหญ่และจะมีหลายอัน ในปัจจุบันจะใช้ระบบ prism ซึ่งเรียกว่า Pan focal เข้าช่วยจะสามารถปรับภาพหัวกลับให้เป็นหัวตรงได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนจะน้อยกว่าการใช้เลนส์

## 2. ลักษณะของหลอดระดับ (Spirit level หรือ Level tube)

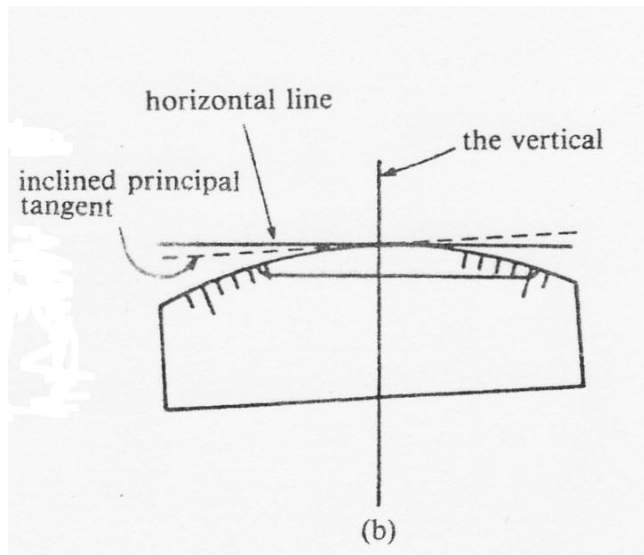
ในเครื่องมือสำรวจทุกชนิดจะมีระดับฟองยาวหรือฟองกลม (Circular level หรือ Pound level) สำหรับระดับฟองยาวจะมีหลอดระดับมีรูปร่างกลม ข้างในจะสร้างให้มีลักษณะของโค้ง เพราะอยู่ในรัศมีที่กำหนดไว้ ภายในบรรจุไว้ด้วยแอลกอฮอล์ หรือ อีเทอร์ซึ่งเป็นยาสลบ ที่หลอดจะมีขีดระดับยาวช่องละ 2 ม.ม. ซึ่งจะมีขีดยาวอยู่ 2 ขีด ขีดยาวนี้เรียกว่า ขีดศูนย์ หรือ Zero mark ถ้าเป็นระดับของกล้องระดับที่เรียกว่า Tilting Level จะไม่มีขีด ที่มีขีดเราจะเห็นในกล้องระดับแบบ Dumpy Level หรือในกล้อง Theodolite โดยทั่วไป



รูปที่ 5 แสดง Section of a spirit level



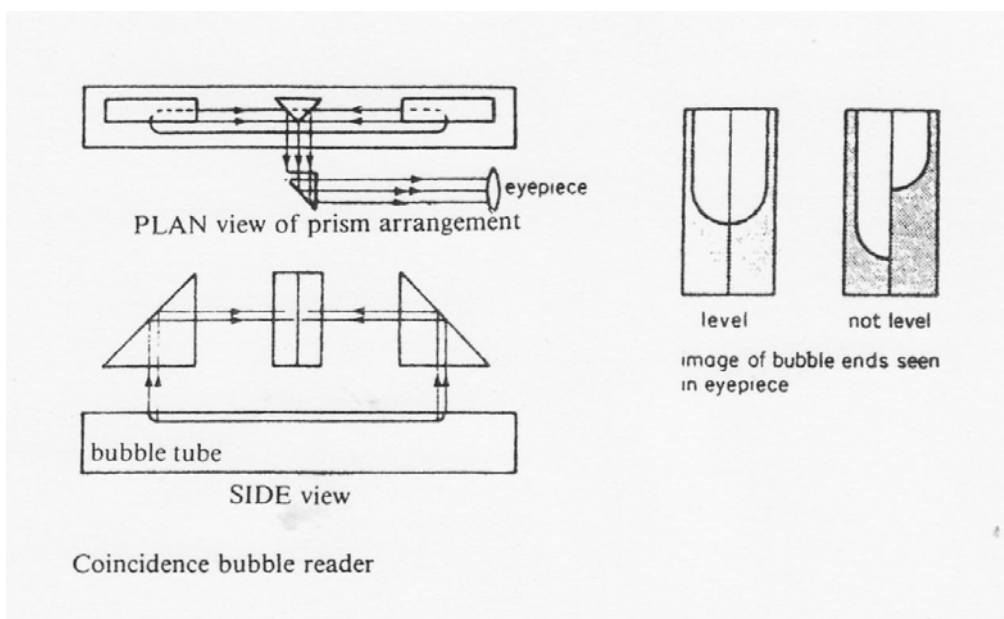
รูปที่ 6 แสดงหลอดระดับฟองยาว



รูปที่ 7 แสดงแกนหลอดระดับ

จากรูปที่ 6 เป็นหลอดระดับฟองยาว ซึ่งจะถูกใส่ไว้ในหลอดโลหะและใช้ปูนพลาสเตอร์ (plaster of paris) อุดไว้ให้แน่นละกึ่งที่ปลายข้างหนึ่งจะเป็น ball joint หรือเป็น Hinge ซึ่งสามารถจะขยับได้เมื่อเวลาปรับแก้ระดับ ปลายอีกข้างหนึ่งจะเป็นสกรูปรับแก้ฟองระดับ (adjusting screw) ซึ่งอาจจะมี 1, 2, 3, 4 ก็ได้แล้วแต่ชนิดของกล้อง

จากรูปที่ 7 เมื่อฟองระดับได้ระดับสมมุติมีเส้นแนวราบเส้นหนึ่งสัมผัสที่จุดสูงสุดของหลอดระดับ เส้นนี้เราเรียกว่า เส้นแกนหลอดระดับ (horizontal principal tangent หรือ axis of level tube) เวลาต้องกล้องเส้นนี้จะต้องอยู่ในแนว horizontal line หรือแนวราบเสมอ



รูปที่ 8 แสดงระดับเขาควาง

จากรูปที่ 8 เป็น Coincidence bubble reader หรือ Tilting level หรือระดับเขาควาง ระดับชนิดนี้จะใช้ในกล้องระดับที่มีความละเอียดทุกชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับความไวของฟองระดับ ถ้าความไวน้อย กล้องที่ใช้ก็จะละเอียดน้อย เช่น 60" ต่อ 1 จิต ถ้ามีความไวมากกล้องก็จะละเอียดมาก เช่น 10" ต่อ 1 จิต จะเห็นว่าตัวเลขน้อยจะมีความไวมาก มุม 10" นี้คือมุมที่จุดศูนย์กลางของฟองระดับที่ขยายโดย arc 1 จิตของฟองระดับ 1 จิตจะมีความยาวเท่ากับ 2 มม.

Tilting Level เมื่อหลอดระดับได้ระดับเราจะเห็นปลายของหลอดระดับทั้งสองข้างขบกัน เพราะปลายของฟองระดับสะท้อนผ่าน prism ซึ่งมีอยู่ 4 ตัว

### 3. ลักษณะแกนต่าง ๆ ของกล้องระดับ

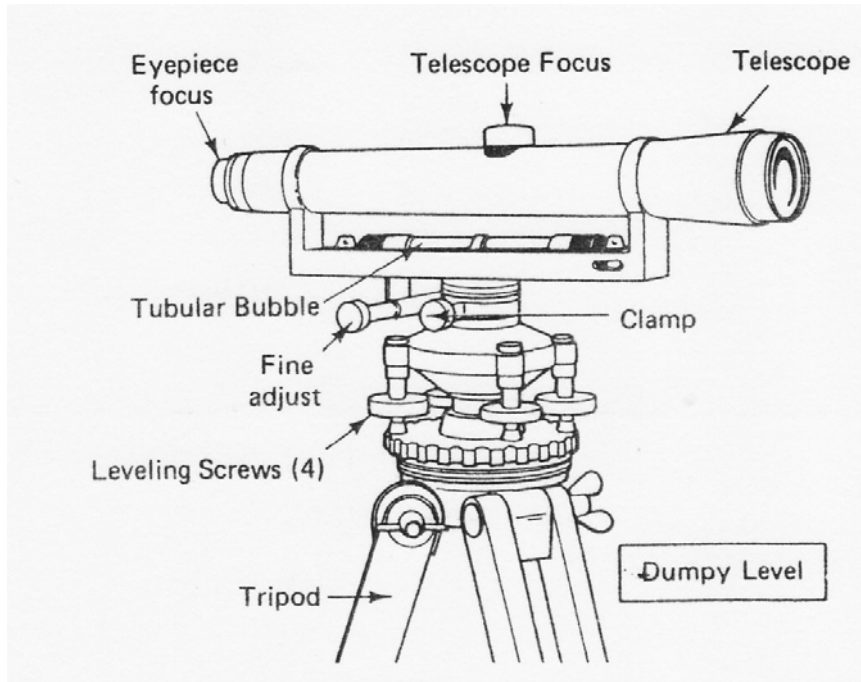
1. แกนกล้อง หมายถึง แกนที่ผ่านจุดศูนย์ Optic ของ objective lens ไปผ่านจุดศูนย์ optic ของ eyepiece lens
2. แนวเล็ง หรือ line of sight หรือ Collimation line คือ แนวที่ผ่านจุดตัดของสายใย และผ่านจุดศูนย์ optic ของเลนส์ปากกล้อง
3. แกนหลอดระดับ คือ แกนราบที่ผ่านจุดสูงสุดของฟองระดับ ถ้าฟองระดับได้ระดับแกนนี้จะอยู่ในแนวราบเสมอ แกนนี้จะต้องขนานกับแนวเล็งของกล้อง
4. แกนตั้งของกล้องระดับ คือ แกนตั้งที่ผ่านจุดแกนหมุนหมุนของกล้อง และแกนนี้จะต้องตั้งได้ฉากกับกับแกนหลอดระดับและแกนกล้อง เพราะฉะนั้นการตั้งระดับให้ได้ระดับ ก็คือการตั้งแกนตั้ง หรือ ซึ่งก็คือแนวเล็งของกล้องอยู่ในแนวราบที่แท้จริง

ถ้าหากว่าแกนต่าง ๆ เหล่านี้ของกล้องระดับคลาดเคลื่อน ก็จะทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้จะเรียกว่า instrument error เช่น สายใยเคลื่อน หรือหลอดระดับเคลื่อน เป็นต้น

### ชนิดของกล้องระดับ

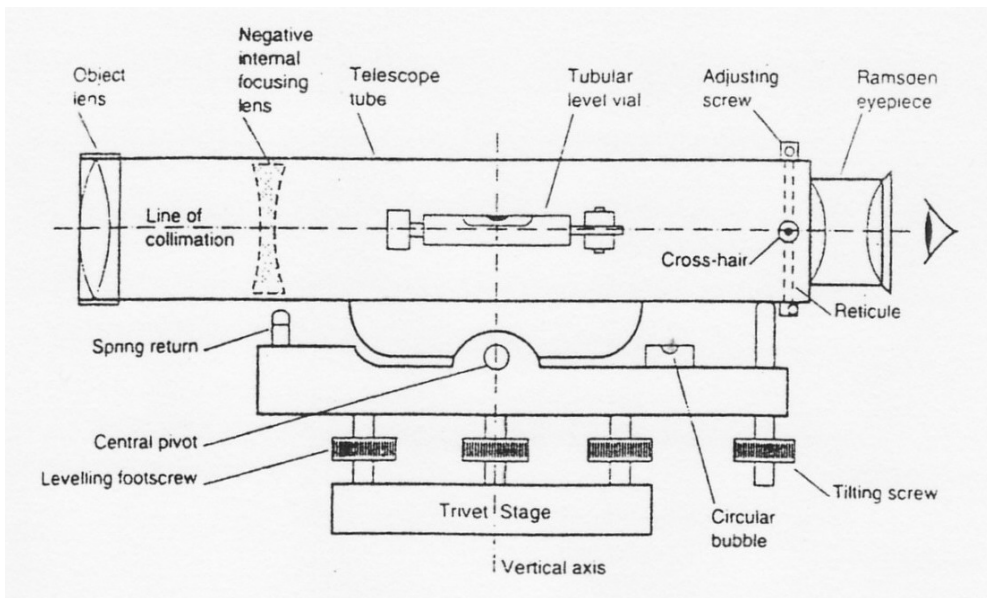
ชนิดของกล้องระดับแบ่งตามลักษณะ โครงสร้างและหลอดระดับ จะแบ่งออกได้ดังนี้

1. กล้องระดับดัมปี หรือ Dumpy Level คือกล้องที่ไม่มีควงสัมผัสทางตั้ง (Vertical tangent screw หรือ Tilting screw) ดังนั้นตัวกล้อง ส่องหรือกล้องโทรทรรศน์ (Telescope) จะติดตายโดยตัวกล้องจะหมุนได้โดยรอบแกนตั้งเท่านั้นซึ่งเรียกว่า Vertical axis หรือ Standing axis หลอดระดับจะมีทั้งฟองกลม และฟองยาว ปัจจุบันกล้องชนิดนี้ไม่ค่อยมีใช้ในการปฏิบัติงานแล้ว เนื่องจากมีความละเอียดมีน้อยและถูกกล้องชนิดอื่น ๆ เข้ามาแทนที่



รูปที่ 9 แสดงกล้องระดับแบบ Dumpy Level

2. กล้องระดับที่ปรับความลาดเอียงได้ หรือ Tilting level คือกล้องที่ใช้ระดับเขาควางทั้งหมด หรือกล้องที่ใช้ Tilting level ทั้งหมด กล้องชนิดนี้จะมีควงสัผัสทางตั้ง ซึ่งเรียกว่า Tilting screw ซึ่งส่วนมากจะอยู่อยู่ทาง Eyepiece



รูปที่ 10 แสดงกล้องระดับแบบ Tilting Level

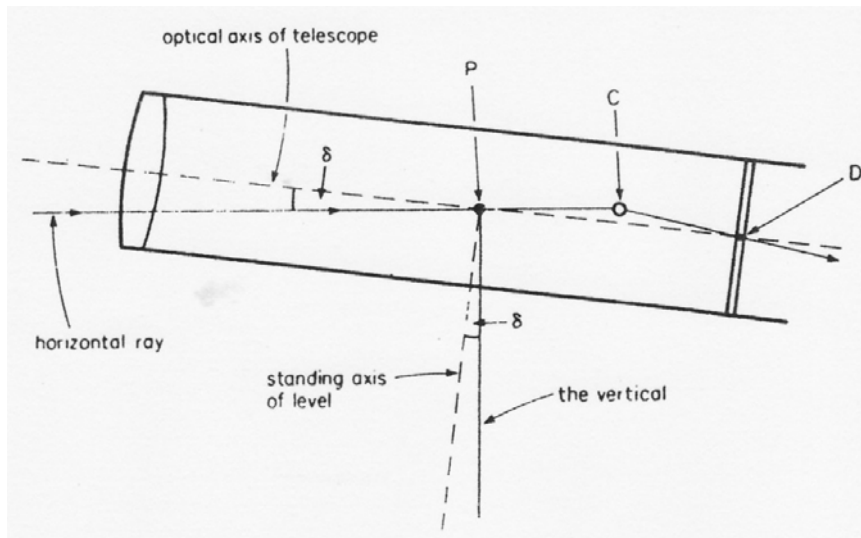
ลักษณะที่แตกต่างจาก Dumpy level ก็คือติดตั้งอยู่บน Pivot หรือ Hinge ทำให้ตัวกล้องกระดกได้โดยมี Spring box หรือ Spring Return เป็นตัวดันไว้ ปลายอีกข้างหนึ่งก็จะถูกดันโดย tilting screw ทำให้ Spring หดหรือยืดตัว ซึ่งทำให้หลอดระดับได้ระดับ ซึ่งก็คือการตั้งระดับนั่นเอง

ข้อแตกต่างระหว่างกล้องระดับระดับ Dumpy กับกล้องระดับ Tilting ก็คือ ตัวกล้องโทรทรรศน์ของกล้องระดับ Dumpy หล่นขึ้นเป็นชิ้นเดียวกับแกนคิง จึงสามารถหมุนได้เฉพาะในแนวราบส่วนกล้องระดับ Tilting ตัวกล้องโทรทรรศน์ใช้ติดบนพับหรือวางบนเดือย (Pivot) ทำให้สามารถหมุนได้ทั้งในแนวราบและแนวคิง สำหรับการ หมุนในแนวคิงอยู่ในช่วงจำกัด แต่ก็ยังเป็นข้อดีของกล้องระดับชนิด Tilting ที่มีเหนือกว่ากล้องระดับ Dumpy

3. กล้องระดับอัตโนมัติ Self-leveling level or automatic level หมายถึงกล้องระดับอัตโนมัติ ซึ่งมีทั้งชนิด High grade และ Low grade เหตุที่เรียกกล้องอัตโนมัติก็เนื่องจากว่ากล้องชนิดนี้สามารถปรับระดับของ Collimation line ให้อยู่ในแนวราบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเราเรียกว่า ระบบ Compensators

### หลักการของกล้องอัตโนมัติ

ระบบ Compensator ของกล้องอัตโนมัติจะแขวนลอยอยู่ โดยมีระยะแกว่งทำมุมไม่เกิน 15 องศาจากแนวคิงหรือ Vertical axis ซึ่งการตั้งระดับจะใช้วงตั้งระดับ ตั้งระดับฟองกลมให้ได้ระดับ จากนั้นกล้องก็จะปรับระดับเอง

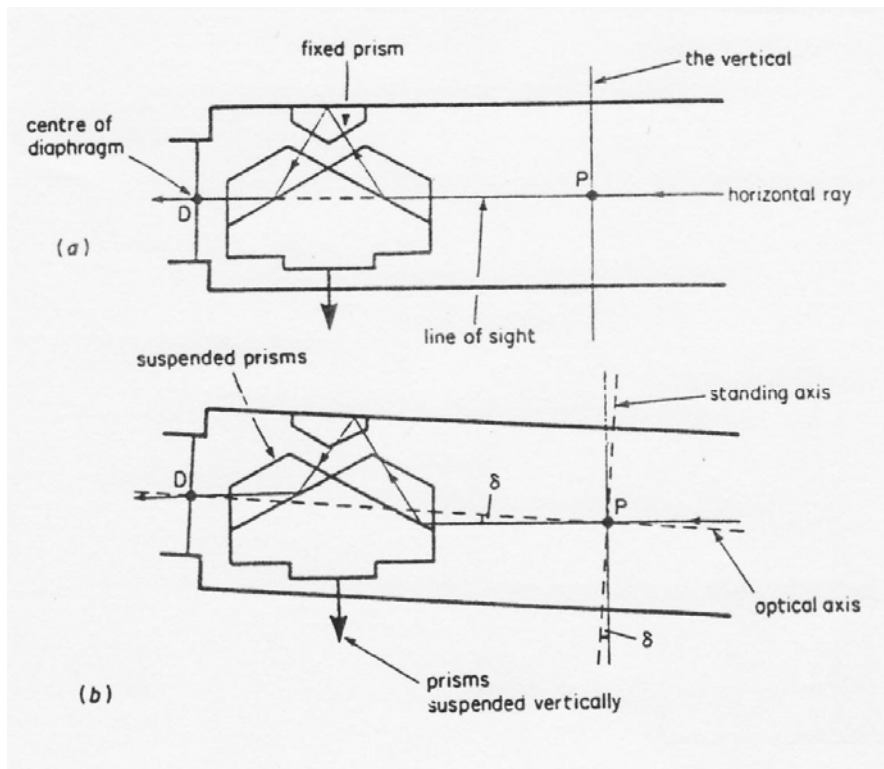


รูปที่ 11 แสดงหลักการของกล้องอัตโนมัติ

จากรูปที่ 11  $\delta$  จะต้งน้อยกว่า 15' หมายถึงแกนคิ่งของกล้อง (standing axis) ทำมุมกับแกนคิ่ง ซึ่งเป็นแนวแรงดึงดูดของโลก ถ้ากล้องได้ระดับแกนทั้งสองแกนนี้จะทับกันพอดี  $\delta$  นี้จะเท่ากับ มุมเอียง (Tilt) ของแนวเล็งของกล้องทำกับแนวราบด้วยที่ C เป็นระบบ Compensator เมื่อแสงผ่านก็จะปรับแนวให้ได้ระดับ ก็คือ แนว Line of sight จะถูกปรับให้ได้ระดับ โดยที่ C จะมีความสูงเท่ากับ P ทำให้อ่านค่า Staff ได้ถูกต้อง แต่การมองเห็นเราจะเห็นที่ D ซึ่งเป็น Diaphragm หรือสายใย

**ระบบ Compensator จะมี 2 อย่าง คือ**

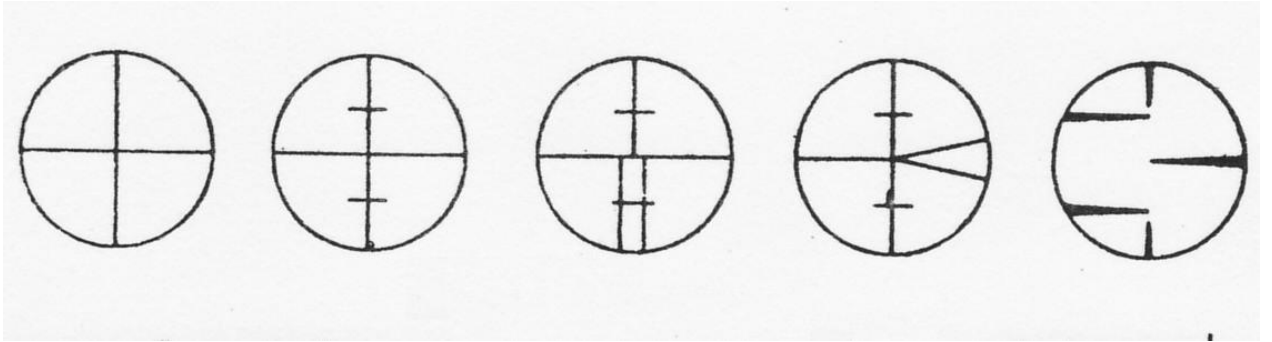
1. Free Suspension Compensator หรือชนิดแขวนลอยอิสระ ระบบการทำงานจะประกอบด้วยกระจกหรือ prism ที่ซึ่งแขวนลอยอยู่ใน Telescope ตามมุมที่กำหนดให้แก่วงตัวได้
2. Mechanical Compensator ระบบนี้จะใช้กระจก หรือ prism เหมือนกันแต่มี prism หนึ่งตัวหรือมากกว่าหนึ่ง จะถูก Fixed ติดกับ telescope โดยใช้ Spring เมื่อกล้องเอียง Spring ก็จะช่วยดันเพราะน้ำหนักของ prism ตัวที่แขวนลอยที่ตกลง



รูปที่ 12 แสดงระบบอัตโนมัติ



ทั้งสองระบบนี้เรียกว่า Air damping mechanism ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสั่นไหว เนื่องจากลมและความสั่นสะเทือนอื่น ๆ Air damping จึงถูกนำมาใช้ ระบบ Compensator นี้มีหลายชนิดและหลายระบบ บางชนิดใช้แม่เหล็กช่วยในการหยุดการแกว่งจากรูปที่ 12 เป็นระบบ Compensator ที่ใช้ Prism 3 อัน สองอันจะถูกแขวนลอย แต่อีกอันหนึ่งจะ fixed ติดกับตัว telescope เมื่อกล้องเกิดการเอียง ระบบ Compensator ก็จะปรับสายใยให้ได้ระดับ



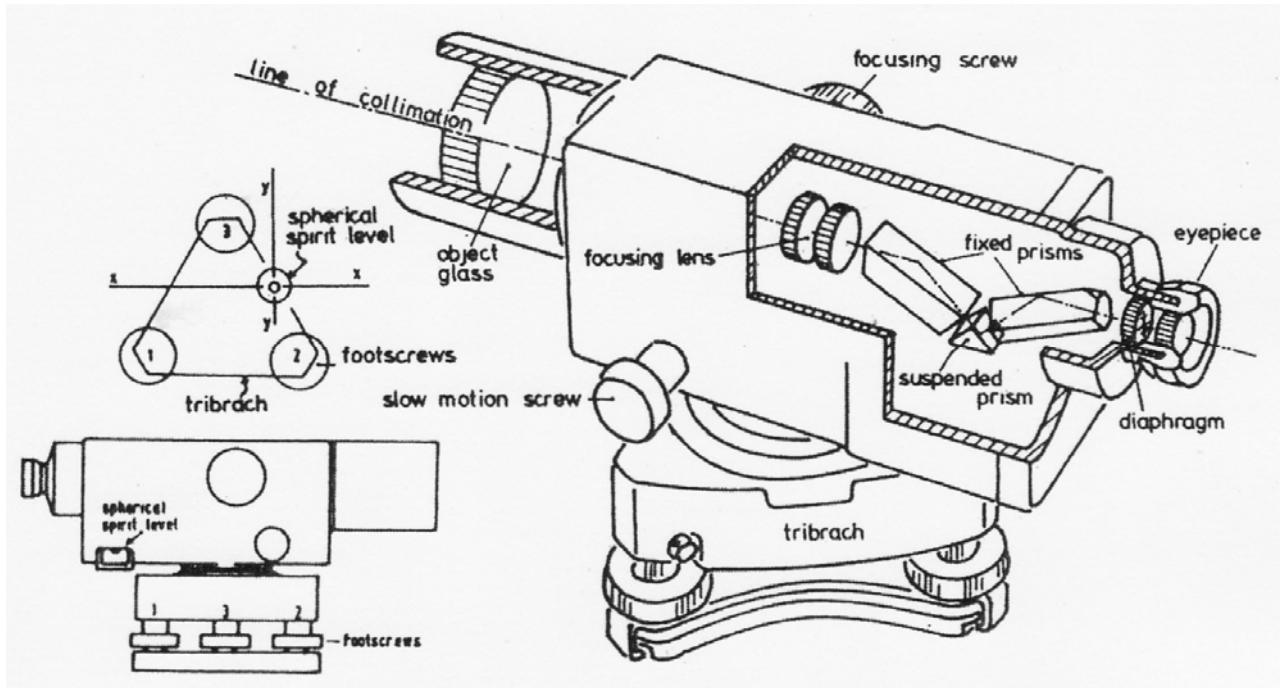
รูปที่ 13 แสดงภาพสายใยกล้องระดับที่ส่องไปยังไม้วัดระดับ

## ส่วนประกอบของกล้องระดับ

### 1. กล้องระดับที่ปรับความลาดเอียงได้ (Tilting level)

#### ตัวลากล้อง (Telescope)

รูปที่ 14 แสดงอุปกรณ์ภายในตัวลากล้องของกล้องระดับทั่วไปตามลำดับ ประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญดังต่อไปนี้



รูปที่ 14 แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตัวลากล้องของกล้องระดับทั่วไป

1. **ช่องมองภาพ (Eyepiece)** ภายในช่องมองภาพจะบรรจุเลนส์ตา (Eyepiece Lens) เอาไว้และที่เส้นรอบวงภายนอกของช่องมองภาพจะมีควงสัมผัสสำหรับปรับความชัดของภาพสายใยของกล้องที่กระจกสายใยภาพ (reticule) อีกด้วย ตัวอย่างของภาพสายใยของกล้องบนไม้วัดระดับได้แสดงเอาไว้ในภาพที่ 7.9(c) แล้ว
2. **ควงปรับระยะโฟกัส (Focusing Screw)** เป็นอุปกรณ์เพื่อหมุนปรับความชัดของภาพเป้าหมาย เล็งที่ระยะต่างๆ การที่หมุนควงดังกล่าวนี้จะเป็นการขยับเลนส์โฟกัส (Focusing Lens) ภายในตัวลากล้องไปมาจนกว่าจะได้ภาพเป้าหมายเล็งที่ชัดเจน
3. **เลนส์วัตถุ (Objective Lens)** เป็นเลนส์นูนที่ติดอยู่ทางด้านปลายของตัวลากล้องที่ส่องไปทางเป้าหมายเล็งต่างๆ

4. **ก้านเล็งแนว (Peep sights) หรือ หลอดเล็งแนว(Optical sights)**เป็นอุปกรณ์เล็งแนวแบบศูนย์ป็นติดตั้งอยู่ด้านบนของตัวกล้องใช้สำหรับเล็งเป้าหมายแบบหยาบ ก่อนทำการเล็งด้วยสายไขกกล้อง
5. **หลอดระดับ** ส่วนมากกล้องชนิดนี้ี้จะมีความไวของหลอดระดับมาก และหลอดระดับจะอยู่ภายในขนานกับ telescope เวลาจะดูฟองระดับน้ำจะต้องดูที่ช่องมอง โดยเฉพาะบางชนิดจะมี Prism สะท้อนเข้าไปใน telescope เวลาอ่าน staff ก็้จะเห็นระดับด้วย
6. **ควงสั้มีฝั้สทางคั้ง (Tilting screw)** เป็นควงตั้งระดับ tilting เมื่อฟองกลมได้ระดับแล้ว เนื่องจากว่ากล้องชนิดนี้มีลักษณะเป็น Hinge เพราะฉะนั้น tilting screw จึงทำหน้าที่ยกกล้องขึ้นหรือลงจนกว่าฟองขาวจะได้ระดับ
7. **ควงสามเส้า หรือสี่เส้า (Foot screw or Leveling screw)** เป็นควงที่ใช้ในการตั้งระดับฟองกลมเพื่อให้แกนคั้งของกล้องอยู่ในแนวคั้งโดยประมาณ เสร้จแล้วจึงใช้ tilting screw เพื่อให้แกนหลอดระดับอยู่ในแนวราบตามต้องการ
8. **สายไขกกล้อง (Cross hair)** ส่วนมากจะขีดลงบนแผ่นแก้ว แล้วเอาอีกแผ่นหนึ่งมาประกบ สายไขจะมีสายไขคั้งและสายไขราบ และ stadia hair line หรือสายไขบนและสายไขล่าง ใช้ในการหาระยะทางจากกล้องไปยัง staff
9. **ควงสั้มีฝั้สทางราบ (Tangent screw)** ทำหน้าที่ส่ายกล้องให้สายไขคั้งของกล้อง ไปตัดกับกั้งกลาง staff และการเคลื่อนที่ของกล้องจะเป็นไปอย่างช้า ๆ และนิ่มนวล
10. **ควงสำหรับล๊อคกล้อง (Clamp screw)** เป็นควงสำหรับล๊อคกล้องไม่ให้กล้องเคลื่อนไหว เสร้จแล้วจึงใช้ tangent screw ส่ายกล้อง กล้องบางชนิดไม่มีแต่จะอาศัยความฝั้ดแทน
11. **จานองศา** กล้องระดับบางชนิดจะมีจานอาศาราบ เพื่อใช้วัดมุมราบ เก็บรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ
12. **ช่องมองอาศาร** ใช้สำหรับอ่านค่าอาศาราบของกล้อง
13. **ระดับฟองกลม (Circular Level)** บางครั้งเรียกว่าระดับน้ำตาไก่ ถ้าปรับกล้องจนฟองกลม เข้าไปในวงกลมแสดงว่าแกนคั้งของกล้อง ได้คั้งโดยประมาณ
14. **แนวเล็ง (Gun sight)** ใช้เล็งเป้าหมายโดยประมาณเพื่อให้เสียเวลาในการส่องกล้องหา staff ส่วนมากจะติดอยู่ที่กั้งกลางของ telescope
15. **แผ่นสะท้อนแสง** จะติดอยู่ข้างล่างหลอดระดับสำหรับสะท้อนแสงเพื่อให้มองฟองระดับอย่างชัดเจน ทั้งนี้หลอดระดับจะอยู่ในเรือนหลอดระดับ ทำให้แสงเข้าได้ไม่เต็มที่

## 2. กล้องระดับดัมปี (Dumpy Level)

ส่วนประกอบต่าง ๆ ก็เหมือนกับกล้อง tilting ผิดกันแต่เพียงว่าไม่มี tilting screw มีหลอดระดับฟองยาว (Tubular Level) จะดูด้วยตาโดยตรง เวลากล้องได้ระดับฟองยาวจะอยู่ในขีดยาวทั้งสอง (Zero mark)

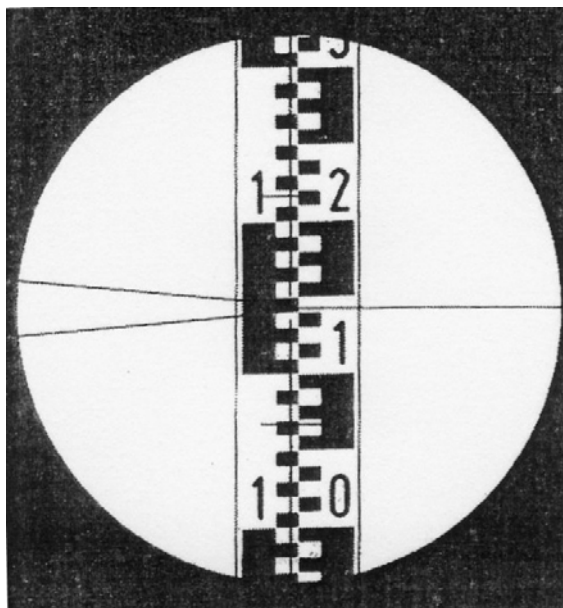
## 3. กล้องระดับอัตโนมัติ

จะมีระบบอัตโนมัติ หรือ Compensator คล้าย ๆ กับ pendulum จะแขวนลอยตัวอยู่อย่างอิสระตามแรงดึงดูดของโลก ระบบอัตโนมัติจะสามารถทำให้สายไขก้องอยู่ในแนวระดับเสมอ แม้ว่ากล้องจะเอียงก็ตาม

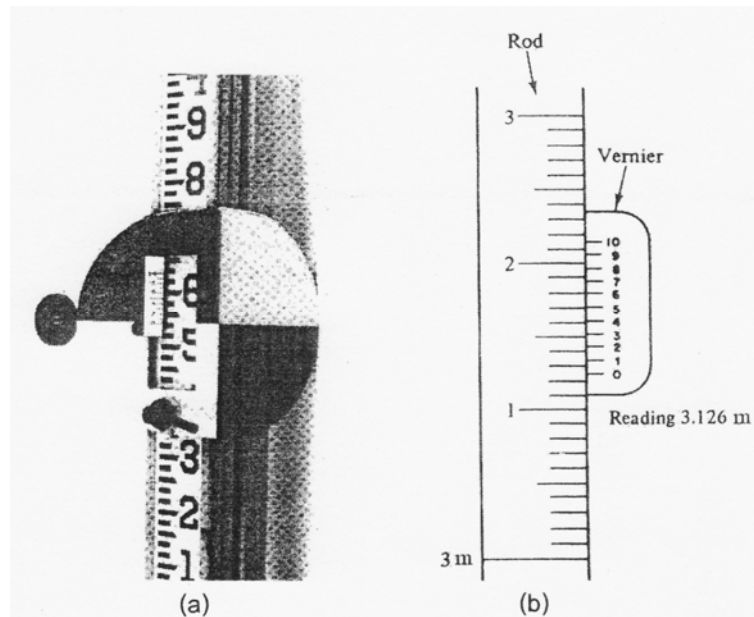
## ไม้วัดระดับ (Staff or Rod)

ไม้วัดระดับ staff มีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า rod บริษัทผู้ผลิตจะผลิตขึ้นตามลักษณะของงานต่าง ๆ และตามมาตรฐานการวัดระยะ เช่น เป็นฟุตและเป็นเมตร ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานวัดความสูงของพื้นดินที่ต้องใช้คู่กับกล้องระดับเสมอ มีลักษณะต่าง ๆ กันไปแล้วแต่บริษัทผู้ผลิตดังต่อไปนี้

1. แบ่งตามลักษณะการอ่าน แบ่งได้เป็นชนิดอ่านได้โดยตรง (Direct reading) และชนิดใช้เป้าเวอร์เนีย (Verniers target) ชนิดอ่าน โดยตรงนั้นสามารถอ่านความสูงได้โดยตรงจากบนสายไขก้องที่ตัดอยู่บนไม้วัดระดับ จากภาพที่ 7.18 สามารถอ่านค่าสายไขกลางจากไม้วัดระดับโดยตรงได้เท่ากับ 1.142 เมตร ส่วนชนิดที่อ่านจากเป้าเวอร์เนียภาพที่ 7.19 (a) นั้นผู้ถือไม้วัดระดับจะเป็นผู้ขยับเป้าเวอร์เนียจนกว่าจุดศูนย์กลางของเวอร์เนียตรงกับแนวสายไขกลางตามการบอกของผู้ส่องกล้อง จากภาพที่ 7.19 (b) ค่าความสูงที่อ่านได้จากเวอร์เนียมีค่าเท่ากับ 3.126 เมตร



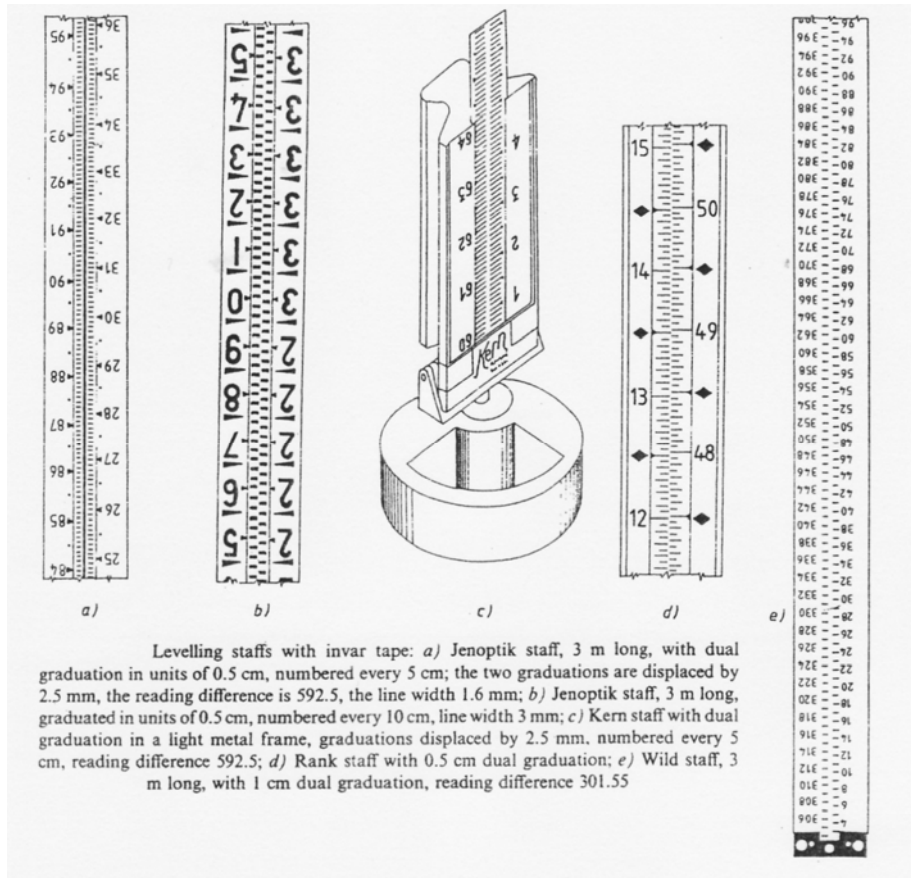
รูปที่ 15 แสดงการอ่านค่าสายไขกลางจากไม้วัดระดับโดยตรงได้เท่ากับ 1.142 เมตร



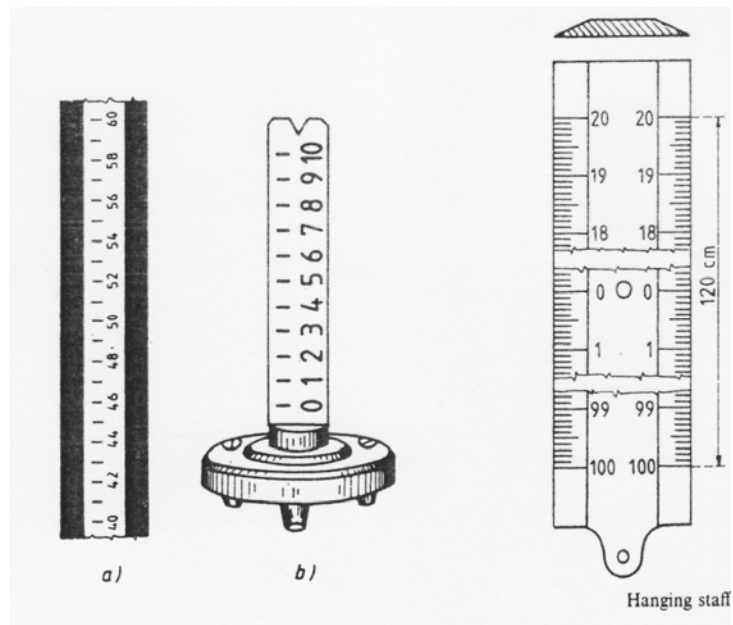
รูปที่ 16 แสดงไม้วัดระดับชนิดอ่านค่าจากเป้าเวอร์เนีย (Verniers target)  
แสดงค่าความสูงที่อ่านได้จากเวอร์เนียมีค่าเท่ากับ 3.126 เมตร

- แบ่งตามหน่วยของการอ่าน แบ่งได้เป็นชนิดหน่วยเมตร และหน่วยฟุต ชนิดหน่วยเมตรนั้นมิตั้งแบบความยาว 3 เมตร และ 4 เมตร ความกว้าง 38 มิลลิเมตร ส่วนชนิดหน่วยฟุตนั้นมิตั้งแบบความยาว 12 ฟุต และ 13 ฟุต ไม้วัดระดับทั้งสองหน่วยนี้มีทั้งแบบที่เป็นท่อนไม้เดี่ยว แบบพับและแบบชักเข้าออก
- แบ่งตามความละเอียด แบ่งได้เป็น ไม้วัดระดับธรรมดา และ ไม้วัดระดับอินวาร์ (Invar staff) ไม้วัดระดับในช่วง 1 เมตร จะแบ่งเป็น 10 เดซิเมตร แต่ละช่วง 1 เดซิเมตร ทาด้วยสีแดงสลับกับสีดำ และทุก 1 เดซิเมตรก็จะแบ่งเป็น 10 เซนติเมตร ผู้อ่านค่าสายใยกล้องบนไม้วัดระดับจะต้องประมาณค่ามิลลิเมตรด้วยตนเอง ไม้วัดระดับธรรมดานี้มีทั้งที่ทำจากวัสดุไม้, โลหะผสมอลูมิเนียม และใยแก้ว (Fiber glass) ส่วนไม้ระดับอินวาร์ เป็นไม้วัดระดับที่มีมาตรวัดระดับทำด้วยโลหะผสม (65% เหล็กกล้า และ 35% นิกเกิล) มีการขยายตัวเพียง 1.3 ไมครอน (micron) ต่อเมตร ต่อ 1 องศา (1 micron =  $10^{-6}$  เมตร) แผ่นมาตรวัดระดับอินวาร์นี้จะถูกขันเกลียว และปรับความตึงให้ได้มาตรฐาน ตรงไว้กับไม้วัดระดับ ตัวเลขทั้งสองข้างของมาตรวัดระดับอินวาร์จะบอกระยะที่ละสองเซนติเมตร มีผลต่างของตัวเลขทางซ้ายและขวาเท่ากับ 301.55 เซนติเมตร กล้องระดับที่ใช้อ่านค่าไม้วัดระดับแบบอินวาร์นี้จะต้องเป็นกล้องความละเอียดสูงที่ใช้ในงานระดับชั้นหนึ่ง หรืองานสำรวจชั้นสูง (Geodetic leveling) เช่นกล้องระดับอัตโนมัติ หรือ ทิลดิงชนิดที่มีไมโครมิเตอร์ (Micrometer)

สำหรับปรับระนาบสายใยรูปตัว Y ให้ขบได้พอดีกับขีดมาตรวัดทางซ้ายและขวานไม้ระดับ  
อินวาร์



รูปที่ 17 แสดงอินวาร์ staff แบบต่างๆ



รูปที่ 18 แสดง staff พิเศษเพื่องานวิศวกรรมโยธา

### ฐานกล้อง (Tribach)

ขาตั้งกล้อง (Tri) ชนิดฐานเรียบ และฐานโค้ง

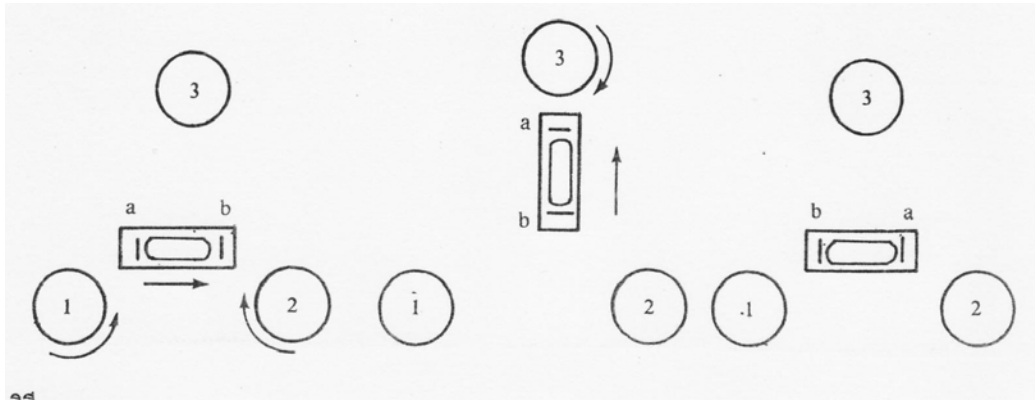


รูปที่ 19 แสดงขาตั้งกล้องชนิดฐานเรียบ



รูปที่ 20 แสดงขาตั้งกล้องชนิดฐานโค้ง

ฐานกล้องเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องระดับทั่วไปไม่ว่าจะเป็นชนิดฐานเรียบและฐานโค้ง ซึ่งประกอบด้วยส่วนของแกนดิ่งในการหมุนกล้องไปรอบๆ ในแนวนอน, ส่วนของควงปรับระดับแบบสามเสา (Three Foot Screws), หลอดระดับในแบบฟองกลม (Circular or Spherical Spirit Level) หรือ แบบฟองยาว (Tubula Spirit Level) และส่วนของแท่นสำหรับยึดติดกับสามขาเพื่อการตั้งกล้อง รูปรายละเอียดส่วนต่างๆ ของกล้องระดับรวมทั้งส่วนฐานกล้องได้แสดงเอาไว้ใน รูปที่ 19 และ รูปที่ 20



รูปที่ 20 แสดงการตั้งระดับของฐานกล้อง

ส่วนการตั้งระดับของฐานกล้องก่อนเริ่มทำการสำรวจทุกครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 20 สามารถกระทำได้ โดยการหมุนให้ตัวลากล้องขนานกับควงปรับระดับแบบสามเสาใดคู่หนึ่งก่อน เช่น ดังคู่ของ 1 และ 2 ทำการหมุนควงทั้งคู่เข้าหากัน หรือ ออกจากกันจนกว่า ฟองอากาศภายในหลอดระดับอยู่ตรงกลาง จากนั้นให้หมุนตัวลากล้องไปประมาณ 90 องศา ลากล้องจะอยู่ในแนวตรงกับควงที่ 3 ทำการหมุนควงจนฟองอากาศเข้ากลางอีกครั้งหนึ่ง ก็จะทำให้แนวเล็งของกล้องระดับอยู่ในระนาบราบ



## บทสรุป

1. กล้องระดับสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะโครงสร้างและหลอดระดับ ดังนี้
  - 1.1 กล้องระดับคัมปี หรือ Dumpy Level คือ กล้องที่ไม่มีควงสัมผัสทางดิ่ง
  - 1.2 กล้องระดับที่ปรับความลาดเอียงได้ หรือ Tilting Level คือ กล้องที่ใช้ระดับเขาควางทั้งหมด กล้องชนิดนี้จะมีควงสัมผัสทางดิ่ง

กล้องระดับอัตโนมัติ หรือ Automatic Level คือกล้องที่สามารถปรับระดับของ Collimation line ให้อยู่ในแนวราบได้อย่างถูกต้อง โดยการใช้ควงตั้งระดับฟองกลม จากนั้นกล้องก็จะปรับระดับเองโดยระบบ

### Compensator

2. กล้องระดับคัมปี มีส่วนประกอบพื้นฐานต่าง ๆ เหมือนกับกล้องระดับที่ปรับความลาดเอียงได้ ยกเว้นเพียงแต่กล้องระดับคัมปีจะไม่มี Tilting screw และกล้องระดับอัตโนมัติจะมีระบบ Compensator ซึ่งแขนลอยตัวอยู่อย่างอิสระตามแรงดึงดูดของโลก ทำให้สายใยกล้องอยู่ในแนวระดับเสมอ

3. ไม้วัดระดับสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของงาน และตามมาตรฐานการวัดระยะได้ดังนี้
  - 3.1 แบ่งตามลักษณะการอ่าน ซึ่งมีทั้งชนิดอ่านได้โดยตรง และชนิดใช้เป้าเวอร์เนีย
  - 3.2 แบ่งตามหน่วยการอ่าน เช่น หน่วยเป็นเมตร หน่วยเป็นฟุต
  - 3.3 แบ่งตามความละเอียด คือ ไม้วัดระดับแบบธรรมดา และไม้วัดระดับอินวาร์
4. ขาตั้งกล้องสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือชนิดฐานเรียบ และชนิดฐานโค้ง

**แบบทดสอบท้ายหน่วย**  
**เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ของกล้องระดับ**

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้มาพอสังเขป

1. กล้องระดับมีกี่ชนิด อะไรบ้าง
2. กล้องระดับมีส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญ อะไรบ้าง
3. กล้องระดับแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างไร
4. ลักษณะของไม้วัดระดับมีกี่ลักษณะ อะไรบ้าง
5. ข้อแตกต่างของขาตั้งกล้องชนิดฐานเรียบและฐานโค้ง

## เอกสารอ้างอิง

- นันทพล ปุญญพันธ์, สิบโท. แผนการสอนมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ รหัส 2106-2114 วิชางานระดับ  
ก่อสร้าง. เชียงใหม่: แผนกวิชาช่างก่อสร้าง คณะวิชาการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่,  
เอกสารอัดสำเนา, 2548
- เพ็ง โพธิ์ศรี. การสำรวจและการระดับ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2534
- ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: แผนกวิชาช่างสำรวจ  
คณะวิชาช่างโยธา วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2537
- ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. วิชาการสำรวจ. กรุงเทพฯ: แผนกวิชาช่างสำรวจ คณะวิชาช่างโยธา  
วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2534
- ยรรยง ทรัพย์สุขอำนวย. วิชาการสำรวจ 2. กรุงเทพฯ: แผนกวิชาช่างสำรวจ คณะวิชาช่างโยธา  
วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2544
- สมศักดิ์ เอื้ออักษณาสัย. วิศวกรรมสำรวจ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท ชูปเปอร์พริ้นท์ จำกัด, 2547