# การพัฒนาไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

# THE DEVELOPMENT OF LEVELLING ROD FOR USING IN THE DARK AREA


นายธรรมรัตน์ กาญจนสุระกิจ รหัส 48380007

นายวรวุฒิ ทักหลำ รหัส 48380277



ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 156704
เลขเรียกหนังสือ
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ป5
ส3531
2551


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551

# ใบรับรองปริญญานิพนธ์

| | |
|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | การพัฒนาไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | นายธรรมรัตน์ กาญจนสุระกิจ รหัส 48380007 |
| | นายวรวุฒิ ทักหลำ รหัส 48380277 |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | อาจารย์ ภัคพงศ์ หอมเนียม |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมโยธา |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| **ปีการศึกษา** | 2551 |

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์ ภัคพงศ์ หอมเนียม)

.....กรรมการ
(อาจารย์ บุญพล มีไชโย)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....หัวหน้าภาควิชา
(อาจารย์ ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

**ชื่อหัวข้อโครงงาน** การพัฒนาไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ
**ผู้ดำเนินโครงงาน** นายธรรมรัตน์ กาญจนสุระกิจ รหัส 48380007
นายวรวุฒิ ทักหลำ รหัส 48380277
**ที่ปรึกษาโครงงาน** อาจารย์ ภัคพงศ์ หอมเนียม
**สาขาวิชา** วิศวกรรมโยธา
**ภาควิชา** วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
**ปีการศึกษา** 2551

## บทคัดย่อ

การสำรวจได้เข้ามีส่วนเกี่ยวข้องกับทุกๆ สิ่งใกล้ตัวมนุษย์มากขึ้น หากพิจารณาแล้วจะเห็นว่าในงานวิศวกรรม และสถาปัตยกรรมได้นำการสำรวจมาใช้เพื่อการออกแบบก่อสร้าง อีกทั้งยังใช้การสำรวจเพื่อการกำหนดเขตที่ดิน ในปัจจุบันได้มีการขยายการสำรวจออกไปจากเดิมที่ใช้ในงานวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมเพื่อการออกแบบและก่อสร้างแล้ว ยังถูกนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น งานสำรวจเหมืองใต้ดิน งานสำรวจรถไฟใต้ดิน เป็นต้น ดังนั้นคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นความสำคัญของงานสำรวจ จึงได้พัฒนาไม้ระดับให้สามารถใช้งานในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอได้ และได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ โดยทำแบบทดสอบกับนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา จำนวน 10 คน พบว่าคุณสมบัติที่ได้จากผู้ทดสอบ มีความถูกต้องและแม่นยำตรงกับค่าระดับจริงที่ได้อ่านไว้

| | | |
|---|---|---|
| **Project title** | The development of levelling rod for using in the dark area | |
| **Name** | Mr. Tammarut Kanjanasurakit | ID. 48380007 |
| | Mr. Worawut Takhlum | ID. 48380277 |
| **Project advisor** | Mr. Phakphong Homniam | |
| **Major** | Civil Engineering | |
| **Department** | Civil Engineering | |
| **Academic year** | 2008 | |


## Abstract

The survey has been increasingly involved most of human activities nowadays. In the works of engineering and architecture, surveying is being used for designing the construction and also to specify the size of the land. Nowadays, the survey has been increased not only for the work of engineering and architecture as for designing the construction, however, it is also being used in many kinds of industrial works such as the survey in the underground mine and underground train. Hence, the organizers who realize the importance of the survey, has surveyed the various qualities together with others 10 students from Department of Civil Engineering. As the result, the received qualities from the testers are correct and accurate as same as the proper rate.

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการพัฒนาไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ สามารถสำเร็จได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณอาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำแนะนำและวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆ ในเวลาที่ผ่านมาของโครงงาน ทั้งในความรู้ด้านงานสำรวจ เอกสารที่ใช้ในการทำโครงงาน นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรสำหรับความอนุเคราะห์ทุนการศึกษา เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการศึกษาตลอดโครงงาน

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสำรวจ วิทยาลัยเทคนิค จังหวัดแพร่ ทุกท่านสำหรับคำแนะนำอันเป็นประโยชน์และการช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือโครงงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นายธรรมรัตน์ กาญจนสุระกิจ
นายวรวุฒิ ทักหลำ

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ง
สารบัญตาราง..... ช
สารบัญรูป..... ซ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 หลักการและเหตุผล..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 2
1.3 ขอบเขตของการดำเนินโครงการ..... 2
1.3.1 ขอบเขตด้านโครงสร้าง..... 2
1.3.2 ขอบเขตด้านการใช้งาน..... 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 2
1.4.1 ขั้นตอนการวางแผน..... 2
1.4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน..... 2
1.4.3 ขั้นตอนการทดลองและตรวจสอบ..... 2
1.4.4 ขั้นตอนการปรับปรุง..... 3
1.4.5 สรุปผลการทำโครงงานวิจัย..... 3
1.5 ตารางแผนการดำเนินงาน..... 3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
1.7 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง..... 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.2 กล้องระดับ Level..... 5

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.1 ชนิดของกล้องระดับ ..... 6
2.2.2 ส่วนประกอบของกล้องระดับ ..... 8
2.3 ไม้ระดับ Staff ..... 12
2.3.1 ชนิดของไม้ระดับ ..... 12
2.3.2 การอ่านไม้ระดับ ..... 13
2.4 ขาตั้งกล้อง Tripod ..... 14
2.4.1 ประเภทของขาตั้งกล้อง ..... 14
2.4.2 ขั้นตอนและวิธีการในการตั้งขากล้องระดับและกล้องระดับ ..... 15

บทที่ 3 อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง
3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในโครงงาน ..... 16
3.1.1 วัสดุที่ใช้ประกอบขึ้นเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ..... 16
3.1.2 วัสดุที่ใช้ในการทำแผงวงจรไฟฟ้า ..... 16
3.1.3 วัสดุที่ใช้ทำตัวไม้ระดับ ..... 16
3.2 ขั้นตอนการทำไม้ระดับ ..... 17
3.3 ขั้นตอนการทำแผงวงจรไฟฟ้า ..... 19
3.4 ขั้นตอนการประกอบไม้ระดับ ..... 21
3.5 ขั้นตอนการทำแหล่งกำเนิดพลังงาน ..... 23
3.6 ข้อควรระวัง ..... 25

บทที่ 4 ผลการทดสอบ
4.1 ขั้นตอนการทดลอง ..... 26
4.2 ผลจากการทดสอบระยะในการมองเห็น ..... 26
4.3 ผลจากการทดสอบระยะในการใช้งาน ..... 27

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย..... 29

5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย..... 29

5.3 แผนในการพัฒนาไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ..... 30

5.4 การนำไปใช้งานจริง..... 30

5.5 ข้อเสนอแนะ..... 30

เอกสารอ้างอิง..... 31

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน..... 32

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเปรียบเทียบไม้ระดับปกติและไม้ระดับทดสอบที่ทำการทดสอบในเวลากลางวัน..... 27

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของไม้ระดับที่ทำการทดสอบในเวลากลางคืน..... 28

# สารบัญรูป

หน้า


รูปที่ 2.1 นิยามกล้องระดับ..... 5
รูปที่ 2.2 กล้องระดับดัมปี Dumpy Level..... 6
รูปที่ 2.3 กล้องระดับทิลติ้ง Tilting Level..... 7
รูปที่ 2.4 กล้องระดับทิลติ้ง Tilting Level..... 7
รูปที่ 2.5 กล้องระดับอัตโนมัติ Automatic Level..... 8
รูปที่ 2.6 แสดงส่วนโครงสร้างของกล้องระดับ..... 8
รูปที่ 2.7 แสดงหลักการทำงานของกล้องระดับ..... 9
รูปที่ 2.8 ลูกน้ำฟองกลม..... 9
รูปที่ 2.9 หลอดระดับยาว..... 10
รูปที่ 2.10 การทำงานของ Compensator ที่สภาวะกล้องต่างๆ..... 11
รูปที่ 2.11 ฐานรองกล้องระดับ ( Tribrach )..... 11
รูปที่ 2.12 การปรับระดับลูกน้ำฟองกลม..... 11
รูปที่ 2.13 การปรับหลอดระดับยาว..... 12
รูปที่ 2.14 แสดงการอ่านค่าไม้ระดับแบบ E-type..... 13
รูปที่ 2.15 แสดงระยะสเตเดีย..... 13
รูปที่ 2.16 การอ่านและคำนวณค่าไม้ระดับ..... 14
รูปที่ 2.17 ขาตั้งกล้อง และ Prism แบบอลูมิเนียม และไม้..... 15
รูปที่ 3.1 แสดงการติดเทปกาวซ้ำหลายชั้น..... 17
รูปที่ 3.2 แสดงการแรเงาเทปกาวให้เกิดตัวเลข..... 17
รูปที่ 3.3 แผ่นพลาสติกใสที่พ่นสีแล้ว..... 18
รูปที่ 3.4 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม..... 19
รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งเต้ารับเข้ากับรางอลูมิเนียม..... 19
รูปที่ 3.6 ภาพแดงการต่อวงจรแบบอนุกรมของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ..... 20
รูปที่ 3.7 แสดงการต่อรางอลูมิเนียมโดยการใช้ข้อพับเหล็ก..... 21
รูปที่ 3.8 แสดงการยึดติดแผ่นพลาสติกด้วยน๊อต..... 21

# สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.9 แสดงการติดตั้งฟองกลม..... 22
รูปที่ 3.10 ไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอที่เสร็จสมบูรณ์แล้วแบบพับเก็บ..... 22
รูปที่ 3.11 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ยึดติดกับกล่องพลาสติก..... 23
รูปที่ 3.12 แสดงการต่อวงจรของแหล่งกำเนิดพลังงาน..... 23
รูปที่ 3.13 แหล่งกำเนิดพลังงานที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว..... 24
รูปที่ 3.14 ภาพแสดงวงจรของแหล่งกำเนิดพลังงาน..... 25

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 หลักการและเหตุผล

การสำรวจ (Surveying) คือ ศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคนิคในการหาตำแหน่ง หรือการกำหนดตำแหน่งต่างๆ ในลักษณะตำแหน่งสัมพัทธ์ และตำแหน่งสัมบูรณ์ด้วย ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆ ในปัจจุบันทำให้การสำรวจได้มีความซับซ้อน และมีการประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ มากมาย ในการได้มาซึ่งข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial Data) รวมไปถึงการบริหารจัดการข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องข้อมูลเชิงตำแหน่งดังกล่าว

การสำรวจหาตำแหน่งในพื้นที่ จะหาค่าพิกัดซึ่งเป็นค่าพิกัด 3 มิติ (3-dimensional) หรืออย่างน้อยเป็นค่าพิกัดทางราบ 2 มิติ (2-dimensional) นั้น ต้องมีการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลที่รังวัดได้ในสนาม ได้แก่ ทิศทาง ระยะทางระหว่างจุดสองจุด และมุมระหว่างทิศทางแต่ละทิศดังนั้นการสำรวจในทุกวันนี้ ได้มีความก้าวหน้ามากขึ้นทั้งทางด้านเทคโนโลยี และวิธีการใหม่ๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

งานสำรวจสามารถแบ่งชนิดของงานได้ตามเฉพาะของเรื่องๆ นั้นได้ดังนี้

1 งานสำรวจรังวัดควบคุม

2 งานสำรวจภูมิประเทศ

3 งานสำรวจแปลงที่ดิน

4 งานสำรวจทางวิศวกรรม

5 งานสำรวจทางชลศาสตร์

6 งานสำรวจเส้นทาง

7 งานสำรวจเหมืองแร่

8 งานสำรวจงานอุตสาหกรรม

อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานสำรวจนั้น ประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

1 ขาตั้งกล้อง (Tripod)

2 กล้องระดับ (Level)

3 ไม้ระดับ (Staff)

4 ฐานรองไม้ระดับ (Food Plate)

ในงานสำรวจทางวิศวกรรมมีไม้ระดับ (Staff) ที่ใช้ทำงานอยู่หลายประเภทด้วยกัน อาทิ เช่น ไม้ระดับอลูมิเนียมแบบชัก ไม้ระดับอลูมิเนียมแบบพับ ไม้ระดับเกจ เป็นต้น

เนื่องจากในปัจจุบันยังพบปัญหาในการทำงานในพื้นที่ที่แสงสว่างน้อย ทำให้ไม่สามารถทำงานสำรวจได้ จึงได้เกิดแนวคิดในการพัฒนาไม้ระดับเพื่อความสามารถใช้ในงานสำรวจในพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อย หรือต้องการทำงานในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ นี้ขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อพัฒนาไม้ระดับสำหรับการทำงานในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

## 1.3 ขอบเขตของการดำเนินโครงการ

1.3.1 ขอบเขตด้านโครงสร้าง

1.3.1.1 ขนาดของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ขนาดกว้าง 0.065 เมตร ยาว 3 เมตร หนา 0.003 เมตร

1.3.1.2 น้ำหนักโดยรวมของไม้ระดับสำหรับทำงานในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ขนาด 3.985 กิโลกรัม

1.3.2 ขอบเขตด้านการใช้งาน

1.3.2.1 ทำให้ไม้ระดับสามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืน และมีระยะเวลาในการใช้งานไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

## 1.4 ขั้นตอนในการดำเนินโครงการ

1.4.1 ขั้นตอนการวางแผน

1.4.1.1 จัดทำแผนการดำเนินงาน

1.4.1.2 ศึกษารายละเอียดของไม้ระดับและอุปกรณ์ต่างๆ

1.4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1.4.2.1 ออกแบบไม้ระดับ

1.4.2.2 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

1.4.2.3 ทำการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ตามที่ออกแบบไว้

1.4.2.4 ทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของไม้ระดับ

1.4.3 ขั้นตอนการทดลองและตรวจสอบ

1.4.3.1 ทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าในไม้ระดับ

1.4.3.2 ทดสอบการทำงานของไม้ระดับในพื้นที่จริง

1.4.4 ขั้นตอนการปรับปรุง

1.4.5 สรุปผลการทำโครงงานวิจัย

## 1.5 ตารางแผนการดำเนินงาน

| เดือน / กิจกรรม | ตุลาคม 2551 | พฤศจิกายน 2551 | ธันวาคม 2551 | มกราคม 2552 | กุมภาพันธ์ 2552 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.การนำเสนอโครงงาน | | | | | |
| 2.ศึกษาและรวบรวมข้อมูล | | | | | |
| 3.ดำเนินงานตามขั้นตอน | | | | | |
| 4.นำไปใช้หน้างานสำรวจและหาข้อผิดพลาด | | | | | |
| 5.วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น | | | | | |
| 6.เขียนโครงงาน | | | | | |

## 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถใช้ทำระดับในที่มืดได้ เพื่อรองรับการสำรวจการสร้างสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ทำงานสำรวจในสถานที่ต่างๆ ในที่มืดได้

1.5.2 เป็นอุปกรณ์นำทางในการทำระดับในที่มืดได้

## 1.7 งบประมาณที่ใช้ในการทดลอง

| | | |
|---|---|---|
| - ค่าวัสดุอุปกรณ์ | 1000 | บาท |
| - ค่าถ่ายเอกสาร | 500 | บาท |
| - ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ | 500 | บาท |
| รวมค่าใช้จ่าย | 2,000 | บาท (สองพันบาทถ้วน) |

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

## 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (วิชัย, 2548)

การสำรวจ (Surveying) เป็นการหาตำแหน่งที่แน่นอนของจุด และความสำพันธ์ของตำแหน่งของจุดที่อยู่บนหรืออยู่ใต้ผิวโลกหรืออยู่ในอากาศ โดยมีพิกัดกำกับ หรือเป็นการวัดระยะราบ ระยะดิ่งระหว่างวัตถุหรือจุด การวัดมุมราบ มุมสูง การวัดระยะและทิศทางของเส้นนั้น ค่าที่วัดได้จากการสำรวจจะนำมาคำนวณหาระยะจริง มุมทิศทาง ตำแหน่ง ค่าระดับเนื้อที่ และปริมาตร ค่าที่ได้จะนำไปสร้างเป็นแผนที่ได้ หรือนำไปเขียนแบบสำรวจเพื่อใช้กำหนดแบบแผนแม่บท (Master Plan) ใช้ในการออกแบบก่อสร้างและคำนวณราคา

1. การสำรวจภาคพื้นดิน (Earth surface Surveying) เป็นการสำรวจโดยใช้เครื่องมือสำรวจทั่วไปเช่นการสำรวจด้วยโซ่ (Chain Surveying) การสำรวจด้วยก้อง Theodolite และเทปวัด การสำรวจด้วยก้อง ETS (Electronic Total Station) การหาทิศเหนือโดยใช้วิธีทางดาราศาสตร์ และ Gyroattachment หรือ Autogyroattachment ถ้าใช้เครื่องรับดาวเทียมหาทิศจะต้องตั้งห่างไกล ตามความละเอียดของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS Reciever)

2. การสำรวจทางอากาศ (Aerial Survey) เป็นการสำรวจโดยการบินถ่ายรูปทางอากาศ ปัจจุบันได้พัฒนาไปใช้เครื่องมือทางอิเลคทรอนิคส์ และรังสีอินฟราเรด หรือเรดาร์โดยใช้วิธีการ Scan แล้วเก็บภาพไว้ในระบบเทปวีดีทัศน์นอกจากนี้ยังมีการสำรวจโดยใช้ระบบความเฉื่อย การสำรวจหาความสูงต่ำของพื้นที่ โดยการใช้เลเซอร์ติดตั้งบนเครื่องบิน (Aircorne Laser Terrian Profiler) การหาความสูงและถ่ายภาพด้วยระบบเรดาร์ (Aircorne Raber Profiler)

3. การสำรวจด้วยดาวเทียม (Satellite Surveying) การสำรวจด้วยดาวเทียมจะมีหลายอย่างเช่น การใช้ดาวเทียมเพื่อกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System = GIS) และการใช้ดาวเทียมถ่ายรูปโลกโดยการสะแกนเหมือนกับใช้เครื่องบิน

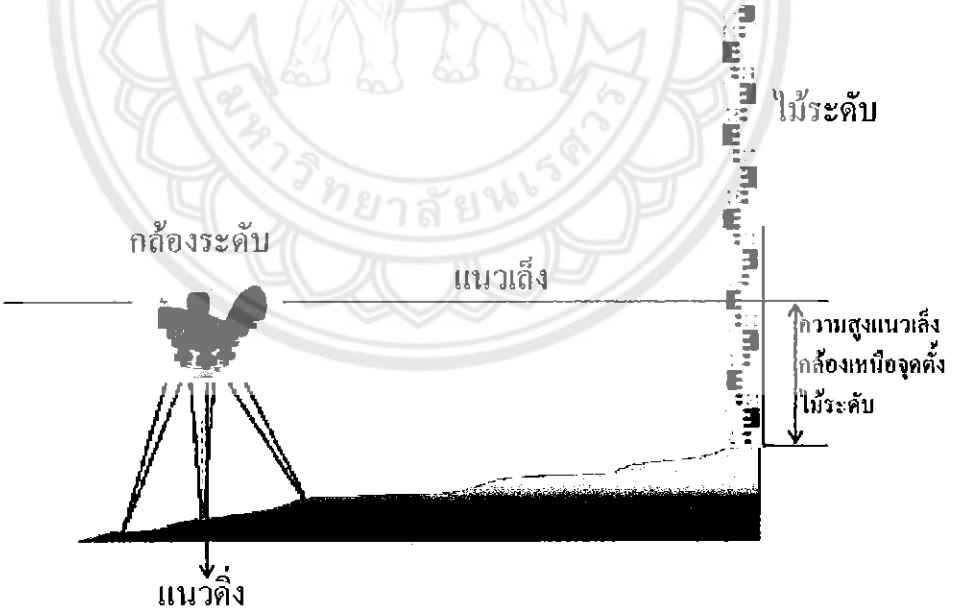
4. การสำรวจใต้ดิน (Underground Surveying) เป็นการเจาะเพื่อหาแร่ธาตุและทรัพยากรต่าง ๆ ปริมาณแร่หรือน้ำมันสำรอง การสำรวจเพื่อการเจาะอุโมงค์ การสำรวจทางธรณีวิทยา เพื่อหาโครงสร้างของเปลือกโลก ทั้งนี้การกำหนดตำแหน่งโดยทางการสำรวจจะมีความสำคัญต่อการสำรวจชนิดนี้เป็นอย่างมาก

5. การสำรวจทางสมุทรศาสตร์ เป็นการสำรวจหาความเร็วของกระแสน้ำ ทิศทางของกระแสน้ำ การหาความสูงต่ำของท้องทะเลเพื่อการเดินเรือ เพื่อทำแผนที่ทางทะเล การหาอุณหภูมิ

ของน้ำทะเลเพื่อใช้ประโยชน์ในการประมงซึ่งการสำรวจจะใช้ดาวเทียม โดยใช้ระบบอินฟราเรด เนื่องจากงานสำรวจรังวัดได้เป็นที่รู้จักและนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย ทำให้ในปัจจุบันได้มีเอกสารและหนังสือเกี่ยวกับ การสำรวจ ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติออกเผยแพร่ให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาหาความรู้ โดยผู้ที่ต้องการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับงานสำรวจรังวัด สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก วิชัย เยี่ยงวีรชน (2548), ดำเนิน คงพาลา (2544), ปราณี สุนทรศิริ (2540) โดยในบทนี้จะอธิบายเพียงเนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น ในส่วนแรกจะอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของกล้องระดับ จากนั้นจะเป็นการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับไม้ระดับ ลำดับถัดมาเป็นเรื่องขาตั้งกล้องระดับ และสุดท้ายเป็นเรื่องวิธีการตั้งขาตั้งกล้องระดับ

## 2.2 กล้องระดับ ( Automatic Level )

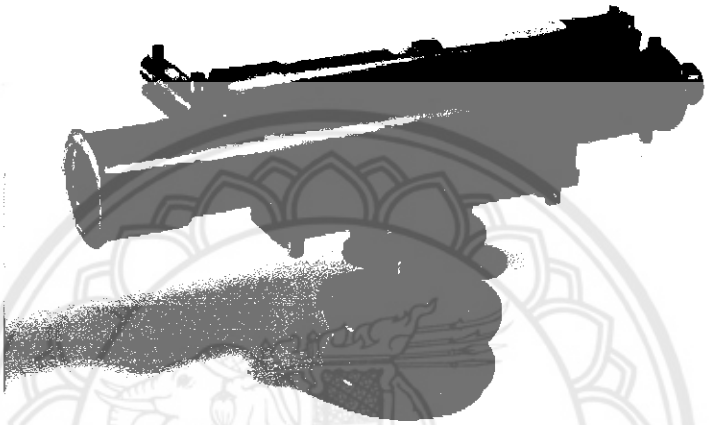
กล้องระดับ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการอ่านค่าความสูงของแนวเล็งกล้องจากไม้ระดับเหนือพื้นผิวที่ไม้ระดับตั้งอยู่ ดังนั้นเมื่อกล้องระดับติดตั้งอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานแล้ว แกนดิ่งของกล้องระดับจะอยู่ในแนวดิ่ง และแนวเล็งของกล้องซึ่งตั้งฉากจากแกนดิ่งจะอยู่ในแนวราบหรือแนวระดับ (วิชัย , 2548 )




รูปที่ 2.1 นิยามกล้องระดับ (วิชัย, 2548)

2.2.1 ชนิดของกล้องระดับ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

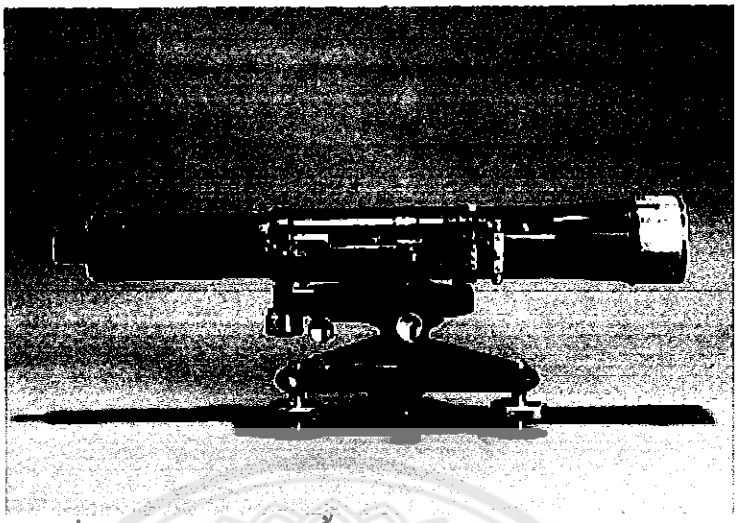
2.2.1.1 กล้องระดับดัมปี Dumpy level ตัวกล้องโทรทัศน์และแกนดิ่งเป็นโลหะหล่อเนื้อเดียวกัน มีหลอดระดับติดอยู่ทางด้านซ้ายของกล้องโทรทัศน์ ระดับฟองกลมติดอยู่บนฐานเหนือปุ่มปรับระดับ เพื่อใช้ในการตั้งกล้องให้อยู่ในแนวระดับโดยประมาณ ไม่เหมาะสมในปัจจุบันแล้ว



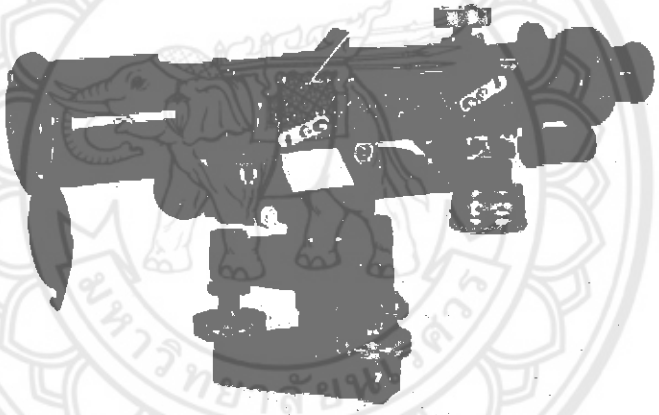
รูปที่ 2.2 กล้องระดับดัมปี Dumpy level (www.eng.ru.ac.th)

2.2.1.2 กล้องระดับทิลติ้ง Tilting level ลักษณะส่วนใหญ่ของกล้องระดับทิลติ้งคล้ายกับกล้องระดับดัมปี เช่น กล้องโทรทัศน์ หลอดระดับ และวงสายใย แต่มีลักษณะแตกต่างจากกล้องดัมปีโดยที่ไม่ตรึงตัวกล้องโทรทัศน์ติดกับแกนดิ่ง แต่ติดบานพับและปรับแนวเล็งให้อยู่ในแนวราบโดยหมุนปุ่มปรับความลาดเอียง ( tilting screw ) ก่อนอ่านค่าไม้ระดับ ดังนั้นแนวเล็งของกล้องระดับไม่จำเป็นต้องตั้งฉากกับแกนดิ่งของกล้อง การตั้งกล้องให้ได้ระดับอาศัยหลอดระดับฟองกลมและปรับตำแหน่งของหลอดระดับหลอดยาวโดยใช้ปุ่มปรับความลาดเอียง

กล้องระดับชนิดนี้ให้ความถูกต้องสูง หลอดระดับที่ใช้กับกล้องชนิดนี้ได้แก่ หลอดระดับเขาควาย หรือหลอดระดับหลอดยาวติดอยู่ด้านข้างของกล้องโทรทัศน์เช่นเดียวกับกล้องระดับดัมปี

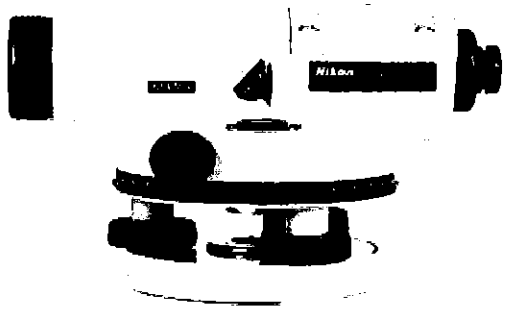


รูปที่ 2.3 กล้องระดับทิลติ้ง Tilting level (www.eng.ru.ac.th)



รูปที่ 2.4 กล้องระดับทิลติ้ง Tilting level (www.eng.ru.ac.th)

2.2.1.3 กล้องระดับอัตโนมัติ Automatic level กล้องระดับชนิดนี้เมื่อตั้งกล้องให้อยู่ในแนวราบโดยประมาณด้วยหลอดระดับฟองกลม แนวเล็งของกล้องจะอยู่ในแนวราบโดยระบบอัตโนมัติภายในกล้อง การตั้งกล้องให้ได้ระดับทำได้รวดเร็วมาก โดยหลอดระดับฟองกลมแต่เพียงอย่างเดียว (ปราณี , 2540 )



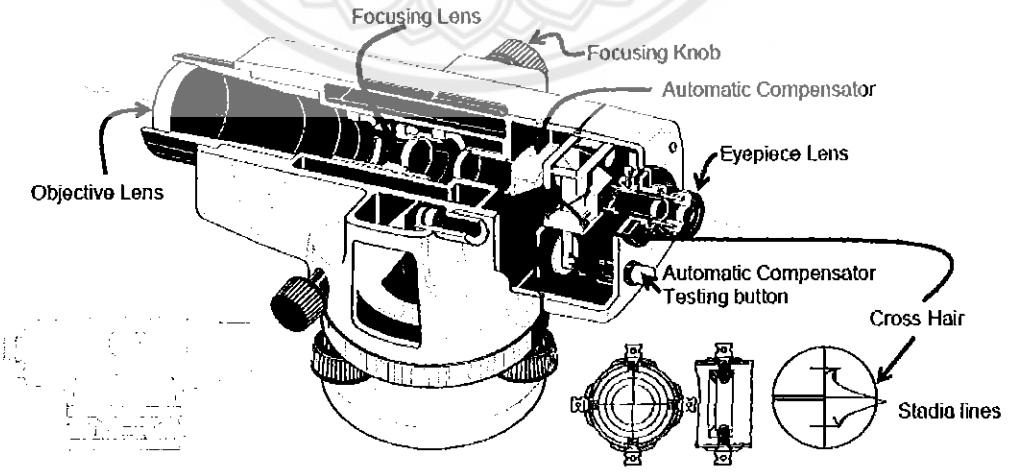
รูปที่ 2.5 กล้องระดับอัตโนมัติ Automatic level (www.hollywod.co.th)

2.2.2 ส่วนประกอบของกล้องระดับ

ส่วนประกอบโครงสร้างของกล้องระดับที่สำคัญได้แก่

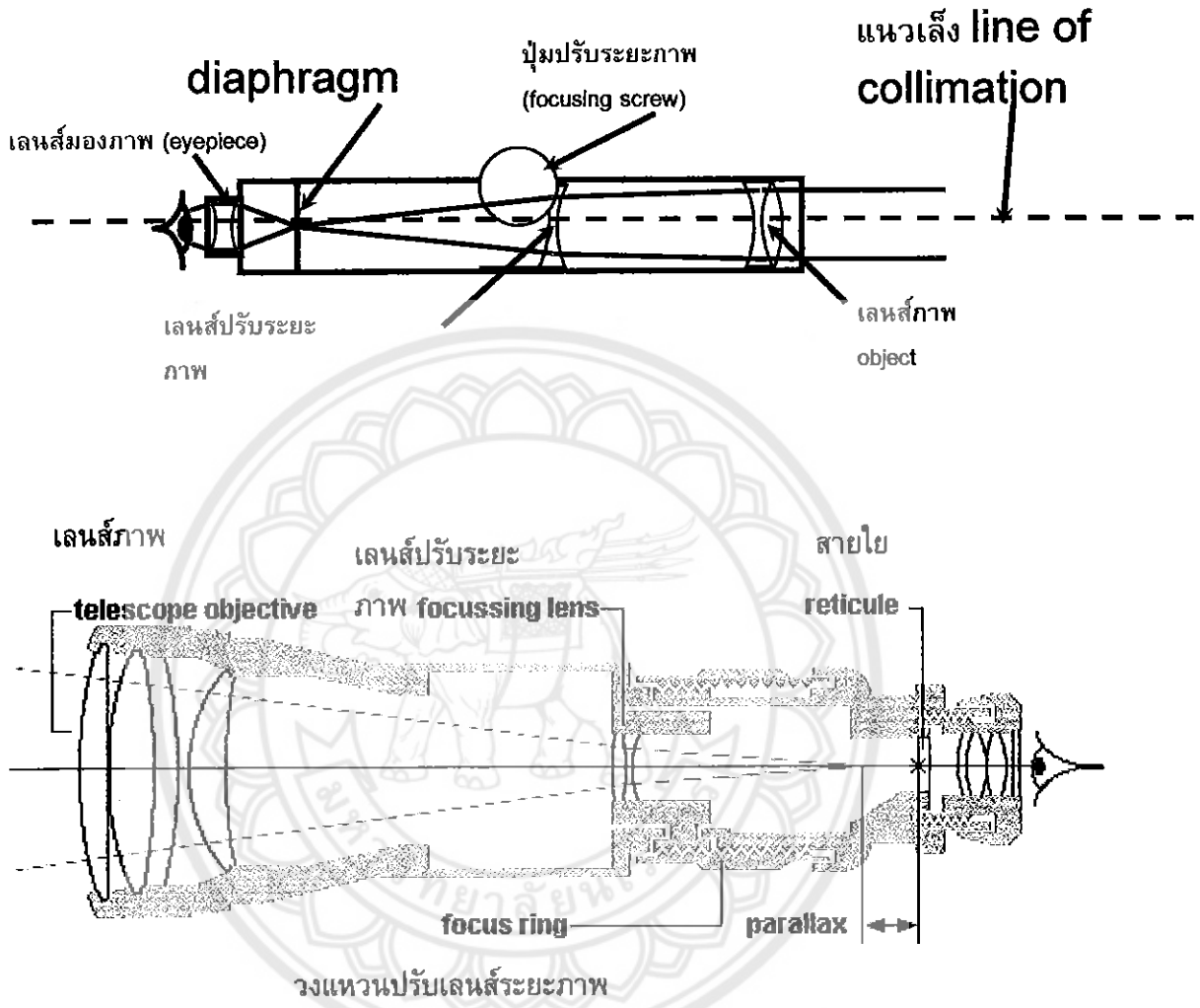
2.2.2.1 กล้องโทรทัศน์ (Telestope)

ใช้สำหรับการเล็งไปยังไม้ระดับสามารถขยายและปรับความคมชัดของภาพไม้ระดับได้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังรูป คือ เลนส์ตา ( Eyepiece Lens ) แผ่นสายใย ( Cross Hair ) ทำด้วยแก้วมีรอยขีดของสายใยปรากฏอยู่ เลนส์ปรับภาพ (Focusing Lens ) สำหรับสายใยนั้นจะมีสายใยราบจำนวน 3 สายใย คือ บน กลาง ล่าง และสายใยดิ่ง 1 สายใย การปรับความคมชัดของภาพสายใยสามารถปรับได้ที่เลนส์ตา ซึ่งต้องทำการปรับก่อนการปรับภาพวัตถุ เพื่อไม่ให้เกิดภาพเหลื่อมระหว่างภาพของสายใยและภาพวัตถุ ( Parallax ) (วิชัย , 2548 )




รูปที่ 2.6 ส่วนโครงสร้างของกล้องระดับ (วิชัย, 2548)

2.2.2.2 หลักการทำงานของกล้องโทรทัศน์ ( Telescope )

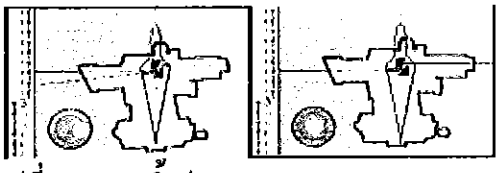



รูปที่ 2.7 แสดงหลักการทำงานของกล้องโทรทัศน์ (www.eng.ru.ac.th)

2.2.2.3 หลอดระดับของกล้อง

สิ่งที่สำคัญของกล้องระดับ คือ การปรับระดับของกล้องให้แนวเล็งอยู่ในแนวราบ ซึ่งมี 2 ขั้นตอนคือ

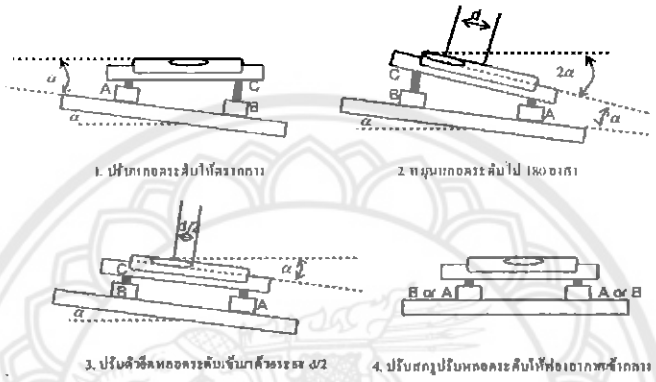
2.2.2.3.1 ปรับระดับโดยประมาณด้วยลูกน้ำที่มีลักษณะกลม(Circular Bubble )



รูปที่ 2.8 ลูกน้ำฟองกลม (www.eng.ru.ac.th)

2.2.2.3.2 ปรับอย่างละเอียด โดยสามารถทำได้ คือ

2.2.2.3.2.1 ใช้หลอดระดับยาว ( Level Tube ) เป็นหลอดแก้วรูปตัดขวางเป็นวงกลม ด้านบนมีลักษณะเป็นผิวโค้ง บรรจุด้วยของเหลวเช่น อีเทอร์ หรือแอลกอฮอล์เป็นต้น มีช่องว่างไว้เป็นฟองอากาศสำหรับการปรับฟองอากาศให้เข้ากลาง ซึ่งแนวเล็งจะขนานกับแกนหลอดระดับเพื่อให้แนวเล็งอยู่ในแนวราบ

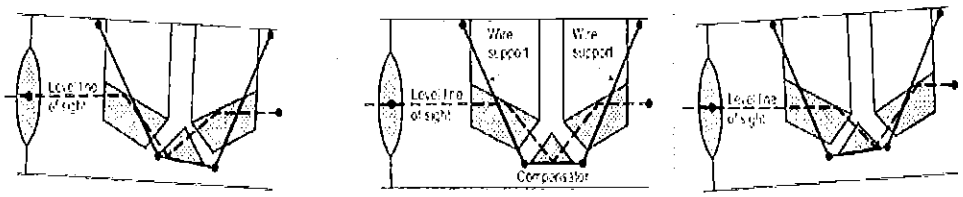


รูปที่ 2.9 การปรับแก้หลอดระดับยาว (www.eng.ru.ac.th)

ความไวของหลอดระดับมีผลต่อความละเอียดถูกต้องของกล้องระดับด้วย ความไวหลอดระดับแปรผันตามรัศมีความโค้งของหลอดดังกล่าวคือ รัศมีความโค้งมากความไวก็มากและเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูงด้วย การแสดงค่าความไวของหลอดระดับทำได้ 2 ลักษณะ คือ แสดงเป็นความยาวรัศมีความโค้ง หรือเป็นค่ามุมต่อช่วงบนหลอดระดับเป็นค่ามุมที่จุดศูนย์กลางความโค้งซึ่งเป็นที่นิยมใช้ทั่วไป เช่น 20 นิ้ว ต่อ ช่อง 2 มิลลิเมตร เป็นต้น โดยคำนวณจากความสัมพันธ์ระหว่างมุม ระยะ และรัศมี คือ

$$R = a / \emptyset = ( 2mm \times 206265 ) / ( 20" \times 1000 ) = 20.63 \text{ m}$$

2.2.2.3.2.2 ระบบอัตโนมัติ (Automatic Leveling) กล้องระดับอัตโนมัติ จะมีระบบการปรับแนวเล็งให้อยู่ในแนวระดับโดยอัตโนมัติ เรียกว่า ตัวชดเชยระดับอัตโนมัติ (Automatic Compensator) อย่างไรก็ตามการทำงานของระบบอัตโนมัติจะมีช่วงการทำงานที่แนวเล็งกล้องอยู่ในแนวระดับโดยประมาณช่วงหนึ่ง ด้วยการตั้งกล้องด้วยลูกน้ำฟองกลมก่อน เพื่อให้เป็นอิสระและสามารถลอยตัวได้ ทำให้แสงจากวัตถุซึ่งเดินทางเป็นเส้นตรงเข้ามาอยู่ในแนวขนานกับแนวระดับ ถึงแม้กล้องจะเอียงก็ตาม



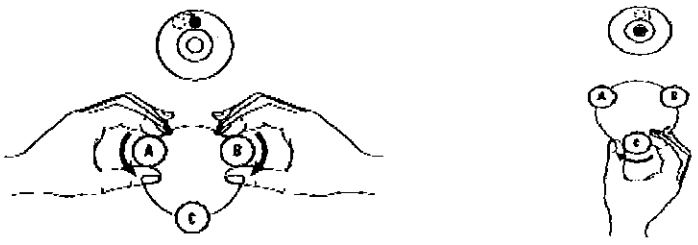

รูปที่ 2.10 การทำงานของ Compensator ที่สภาวะกล้องต่างๆ (วิชัย, 2548)

2.2.2.4 ฐานรองกล้องระดับ ( Tribrach ) คือส่วนฐานของกล้องซึ่งรองรับตัวกล้องจะมีสกรูสำหรับปรับระดับ ( Foot Screws ) กล้องสามตัว สำหรับกล้องระดับโดยมากตัวฐานจะถูกประกอบเข้ากับตัวกล้องไม่สามารถปลดตัวกล้องออกจากฐานได้

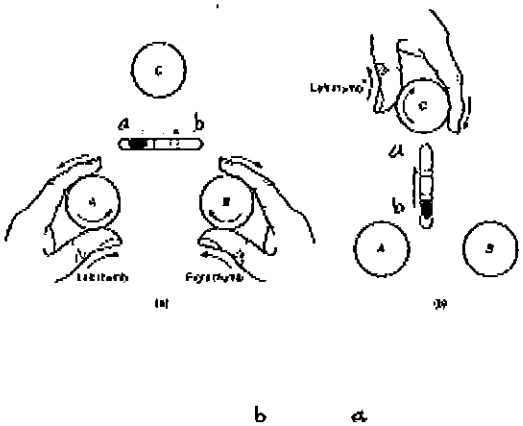
รูปที่ 2.11 ฐานรองกล้องระดับ Tribrach (www.mainetechnicalsource.com)

2.2.2.4 การปรับระดับกล้อง

- กรณีกล้องระดับธรรมดา คือ กล้องระดับที่ใช้หลอดระดับยาวในการปรับระดับกล้อง หลังจากที่ได้ทำการตั้งระดับกล้องด้วยลูกน้ำฟองกลม แล้ว การใช้หลอดระดับยาวซึ่งจะมีช่องมองเห็นเป็นลักษณะปลายสองข้างของหลอดระดับชนกัน ให้ทำการปรับทุกครั้งก่อนการอ่านค่าไม้ระดับด้วยสกรูปรับหลอดระดับ (Tilting Screw)




รูปที่ 2.12 การปรับระดับลูกน้ำฟองกลม (www.eng.ru.ac.th)



รูปที่ 2.13 การปรับหลอดระดับยาว (คำเนิน, 2544)

● กรณีกล้องระดับอัตโนมัติ กล้องระดับอัตโนมัติ เมื่อทำการตั้งระดับกล้องด้วยลูกน้ำฟองกลมแล้ว ตัวชดเชยระดับอัตโนมัติจะอยู่ในสภาพที่ทำงานได้ การตรวจสอบการทำงานของตัวชดเชยระดับอัตโนมัติ สามารถทำได้โดยการกดปุ่มทดสอบที่กล้อง ซึ่งเมื่อกดขณะมองภาพในกล้องจะเห็นภาพสั่นเคลื่อนไหวขึ้นลงจนกระทั่งนิ่ง แสดงว่าระบบทำงานปกติ การใช้งานไม่จำเป็นต้องกดปุ่มนี้ทุกครั้ง เพราะระบบจะทำงานตลอดเวลาที่กล้องตั้งระดับโดยประมาณ (วิชัย, 2548)

## 2.3 ไม้ระดับ ( Staff )

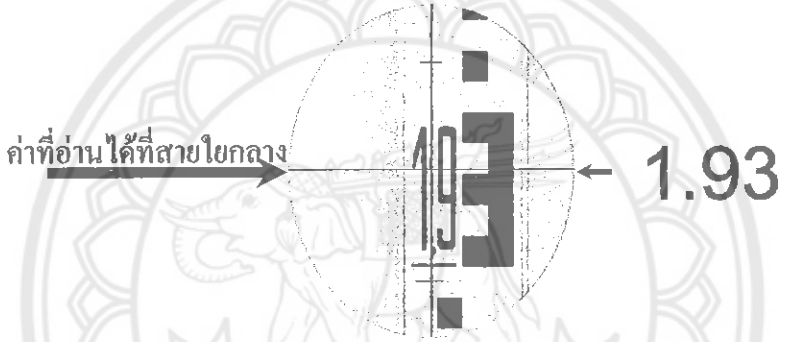
2.3.1 ชนิดของไม้ระดับนั้นมีหลายแบบเพื่อความสะดวกในการขนย้ายและประโยชน์ในการใช้งาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.3.1.1 ไม้ระดับธรรมดา ทำด้วยไม้หรือโลหะมีความยาว 3-4 เมตร แบ่งรายละเอียดช่องละ 1 เซนติเมตร มีตัวเลขและเครื่องหมายแสดงไว้ชัดเจน จะแบ่งออกเป็นไม้วัดระดับที่ใช้กับงานทำแผนที่ภูมิประเทศเรียกว่า โทโปกราฟิก สต๊าฟ ( Topographic Staff ) และไม้วัดระดับที่ใช้กับงานวัดระยะทางด้วยกล้องเรียกว่า ทาคีโอเมติก สต๊าฟ ( Tacheometric Staff ) นอกจากนี้ยังมีไม้ระดับที่ทำด้วยอลูมิเนียม สามารถถอดออกได้เป็นเมตร ๆ เรียกว่า เซคชันแนล สต๊าฟ ( Sectional Staff ) ใช้ในงานที่ไม่ต้องการความละเอียด เช่น งานก่อสร้างขนาดเล็ก ถ้าเป็นแบบหัวกลับ จะใช้กับกล้องระดับวาย ( wye, ) กล้องระดับไซส์ ( Zeise ) และกล้องระดับวิลด์ ( wild )

2.3.1.2 ไม้ระดับชนิดอินวาร์ เป็นไม้ระดับที่ทำด้วยโลหะอินวาร์ มีการขยายตัวน้อยมาก ประมาณ 1.3 ไมครอน ต่อ 1 เมตร ต่อ 1 องศาเซลเซียส ลักษณะของไม้ระดับชนิดนี้ ในส่วนกลางจะเป็นแผ่นโลหะอินวาร์ มีสกรูปรับแก้ความตึงให้ได้มาตรฐาน ตัวเลขทั้ง 2 ข้างเป็นตัวเลขที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตรหรือเมตร แล้วแต่ชนิดของไม้ระดับ ถ้าเป็นของวิลด์ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร จะบอกทีละ 2 เซนติเมตร ผลต่างของเลขทางซ้ายและเลขทางขวาจะเท่ากับ 301.55 เซนติเมตร (ดำเนิน , 2544 )

2.3.2 การอ่านค่าไม้ระดับ

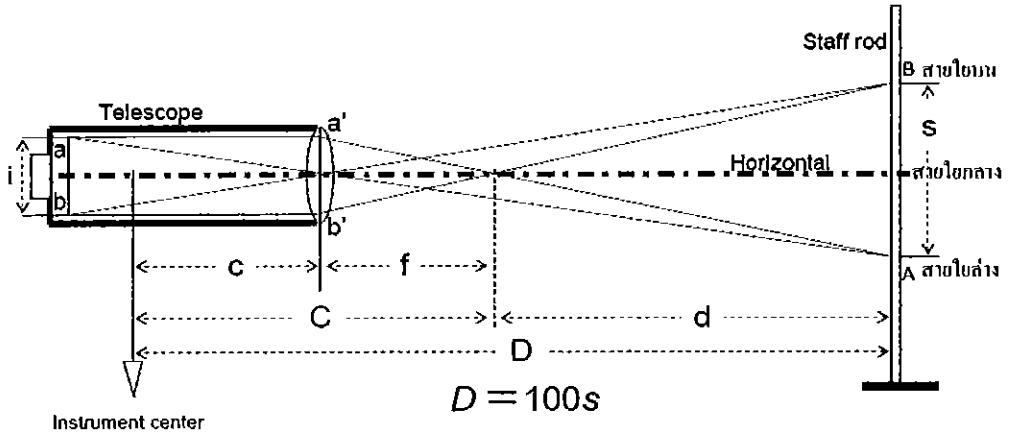
2.3.2.1 การอ่านค่าไม้ระดับแบบ E-type คือการอ่านค่าไม้ระดับโดยอ่านค่าที่ค่ากลางของสายใย




รูปที่ 2.14 แสดงการอ่านค่าไม้ระดับแบบ E-type (www.eng.ru.ac.th)

2.3.2.2 การอ่านค่าไม้ระดับแบบสามสายใย ( Stadia )

การอ่านไม้ระดับด้วยกล้องระดับซึ่งมีสายใยสามสายใย หรือที่เรียกว่า สเตเดีย ( Stadia ) เมื่อตั้งกล้องได้ระดับ และอ่านค่าระดับได้สามค่า คือ ค่าสายใยบน กลาง ล่าง จะสามารถคำนวณระยะสเตเดียหรือระยะห่างกล้องถึงไม้ระดับ ( D ) ได้ดังนี้




รูปที่ 2.15 แสดงระยะสเตเดีย (วิชัย, 2548)

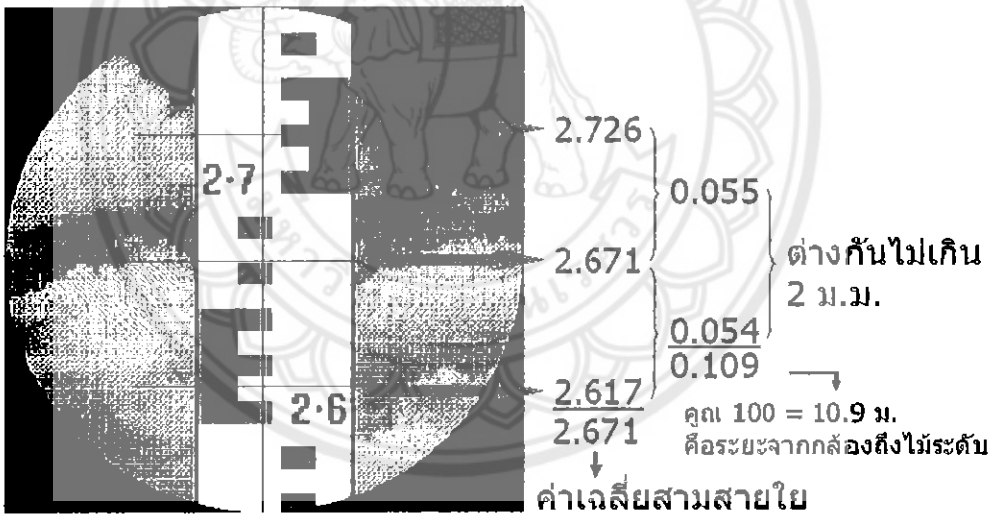
จากรูป จะเห็นได้ว่า $d = (f/i)s$ เมื่อ s เป็นค่าช่วงบนไม้ระดับ ( Stadia Interval ) ที่อ่านได้ i เป็นระยะห่างระหว่างสายใยบนและล่างของกล้องระดับ f เป็นความยาวโฟกัสของกล้องระดับ ซึ่งทั้ง i และ f มีค่าคงที่สำหรับกล้องแต่ละกล้อง ถ้าให้ $K = f/i$ ฉะนั้น $d = Ks$ และได้ว่า

$$D = Ks + C$$

ในการผลิตกล้องระดับจะผลิตให้กล้องมีค่า $K = 100$ และ $C = 0$ ดังนั้น

$$D = 100s$$

การอ่านค่าไม้ระดับทั้งสามสายใยด้วยกล้องระดับ ตัวเลขหลักสุดท้ายจะเป็นตัวเลขที่ได้จากการประมาณของผู้อ่าน เมื่อนำค่าทั้งสามมาเฉลี่ยจะเป็นค่าของสายใยกลาง การตรวจสอบผลที่อ่านว่ายอมรับได้หรือไม่นั้นพิจารณาจากค่าผลต่างระหว่างค่าต่างสายใยบนและกลาง และค่าต่างสายใยกลางและล่างว่าเกิน 2 มิลลิเมตรหรือไม่ หากไม่เกินถือว่ายอมรับได้ และถ้าเกินต้องทำการอ่านใหม่จนได้ผลต่างไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ดังตัวอย่างในรูป (วิชัย , 2548 )



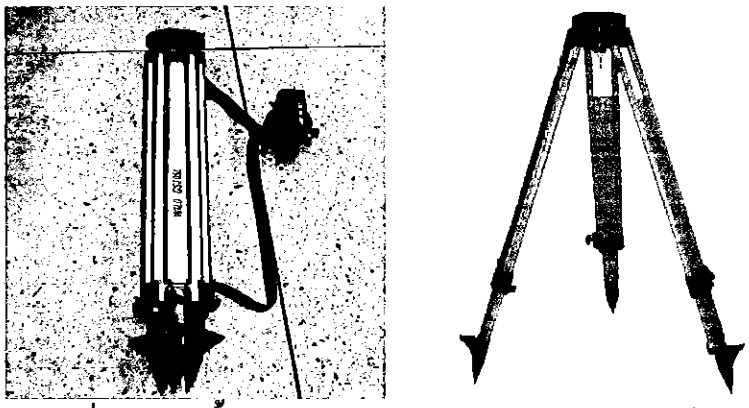

รูปที่ 2.16 การอ่านและคำนวณค่าไม้ระดับ (วิชัย, 2548)

## 2.4 ขาตั้งกล้องระดับ ( Tripod )

2.4.1 ประเภทของขาตั้งกล้องมี 2 ประเภท

2.4.1.1 ขาตั้งกล้อง และ Prism แบบไม้ ( Wooden Tripod )

2.4.1.2 ขาตั้งกล้อง และ Prism แบบอลูมิเนียม ( Aluminium Tripod )



รูปที่ 2.17 ขาตั้งกล้อง และ Prism แบบอลูมิเนียม และไม้

2.4.2 ขั้นตอนและวิธีการในการตั้งขากล้องระดับและกล้องระดับ

2.4.2.1 ตรวจสอบอุปกรณ์ ทุกครั้งก่อนนำมาใช้งาน

2.4.2.2 คลาย Lock ขาตั้งกล้อง ให้มีความสูงประมาณปลายคางของผู้ตั้ง

2.4.2.3 กางขาตั้งกล้องออกให้ฐานวางกล้องได้ระดับขนานกับพื้นดิน 15

2.4.2.4 นำลูกดิ่งมาแขวน โดยเลื่อนขาตั้งกล้องให้ดิ่งอยู่ในตำแหน่งพอดี

2.4.2.5 นำตัวกล้องระดับมาวางบนฐานตั้งกล้อง หมุนLockให้แน่น

2.4.2.6 หมุนตัวกล้อง (Telescope) ให้ตัวปรับระดับคู่ใดคู่หนึ่งขนานกับตัวผู้ตั้ง

2.4.2.7 ถ้าฟองระดับอยู่ทางซ้าย ให้หมุนควงปรับระดับเข้าหากัน (ฟองระดับจะเคลื่อนจากซ้ายไปขวา )

2.4.2.8 ถ้าฟองระดับอยู่ทางขวา ก็ให้หมุนควงปรับระดับออกจากกัน

2.4.2.9 เมื่อฟองระดับอยู่กึ่งกลางเรือนระดับแล้ว แต่ถ้าอยู่ล้ำไปด้านบนก็ให้หมุน ควงปรับระดับ ล้ำลงมาทางด้านล่าง (หรือชิดตัวผู้ตั้ง) ก็หมุนตามเข็มนาฬิกา ฟองระดับจะ เคลื่อนขึ้นเข้าในวงกลม

2.4.2.10 ค่อยๆ หมุนควงปรับระดับทั้ง 3 ตัว เพื่อให้ฟองระดับเคลื่อน จนกว่าฟองระดับจะอยู่กึ่งกลางทุกทิศ

2.4.2.11 ปรับโฟกัสภาพ ให้ตำแหน่งภาพที่ส่องมีความชัดเจน

2.4.2.12 ปรับความคมชัดของเส้นสายใย

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง

ไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ เป็นไม้ระดับที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดยทีมวิจัย เป็นไม้ระดับที่สามารถช่วยให้การสำรวจมีความสะดวกมากขึ้นสามารถทำการสำรวจได้ทุกที่ทุกเวลา

## 3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในโครงงาน

3.1.1 วัสดุที่ใช้ประกอบขึ้นเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน

- ถ่านไฟฉาย อัลคาไลน์ ขนาด AAA จำนวน 4 ก้อน
- หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 6 วัตต์
- สวิตส์เปิด-ปิด
- กล่องพลาสติกสี่เหลี่ยม

3.1.2 วัสดุที่ใช้ในการทำแผงวงจรไฟฟ้า

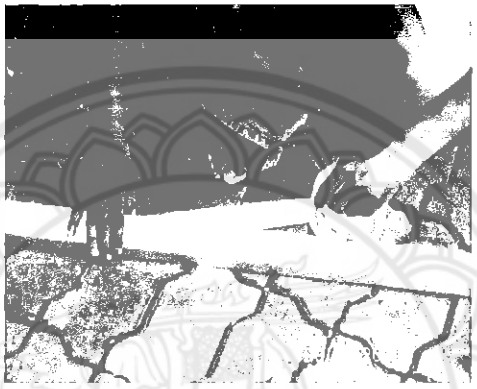
- สายไฟ
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร จำนวน 9 อัน
- ที่บลัดกรี และ ตะกั่ว
- เต้ารับ

3.1.3 วัสดุที่ใช้ในการทำตัวไม้ระดับ

- รางอลูมิเนียมรูปตัว C ขนาดกว้าง 0.065 เมตร ยาว 1 เมตร หนา 0.003 จำนวน 3 อัน
- ขาพับเหล็ก จำนวน 4 ตัว
- แผ่นพลาสติกใส ขนาดกว้าง 0.065 เมตร ยาว 1 เมตร จำนวน 3 แผ่น
- สีสเปรย์ จำนวน 4 สี สีบรอนซ์ สีเขียว สีส้ม และสีชมพู
- แผ่นกระดาษกาว 1 อัน
- สายรัดไม้ระดับ จำนวน 1 อัน
- ที่จับไม้ระดับ จำนวน 1 อัน
- นอตขัดไม้ระดับ
- ฟองกลม จำนวน 1 อัน

## 3.2 ขั้นตอนการทำไม้ระดับ

เริ่มจากการนำแผ่นพลาสติกใส มาตัดออกเป็น สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดความกว้าง 0.0065 เมตร ความยาว 1 เมตร จำนวน 3 อัน ต่อจากนั้นให้นำแผ่นพลาสติกใสที่ตัดแล้วมาทำการลอกลาย โดยเราจะติดเทปกาว ลงบนตัวแบบไม้ระดับจริงที่ใช้ในงานสำรวจ โดยจะติดเทปกาวซ้ำๆ หลายชั้น



รูปที่ 3.1 แสดงการติดเทปกาวซ้ำหลายชั้น

จากนั้นแรเงาเทปกาวให้เกิดตัวเลขขึ้น เมื่อได้แล้วเราจะลอกเทปกาวที่ได้แรเงาไว้มาติดที่แผ่นพลาสติกใสที่เตรียมไว้ แล้วและใช้คัตเตอร์ทำการแกะเทปกาวตามแบบตัวเลขที่ได้แรเงาไว้

รูปที่ 3.2 แสดงการแรเงาเทปกาวให้เกิดตัวเลข

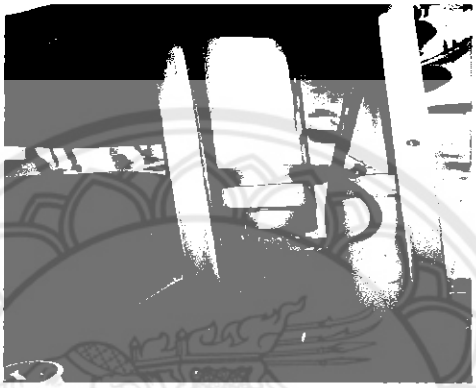
นำแผ่นพลาสติกที่แกะไว้แล้วมาพ่นสี หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วลอกเทปกาวที่ติดไว้ออก แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง อีกครั้ง โดยเราจะทำขั้นตอนดังกล่าวไว้ ข้างต้นจนครบทั้ง3 อัน โดยให้แต่ละอันมีสีต่างกัน คือ 1 เมตรแรก กำหนด ให้ใช้ สีชมพู เมตรที่ 2 กำหนดให้ใช้ สีเขียว เมตร

ที่ 3 กำหนด ให้ใช้ สีส้ม ในส่วนของตัวไม้ระดับเราจะใช้ รางอลูมิเนียมรูปตัว C ขนาดความกว้าง 0.065 เมตร ความยาว 1 เมตร เท่ากับแผ่นพลาสติกในที่ตัดไว้ โดยในส่วนของรางอลูมิเนียม จะทำการติดตั้งแผงวงจรไฟฟ้าไว้ด้วย

รูปที่ 3.3 แผ่นพลาสติกใสที่พ่นสีแล้ว

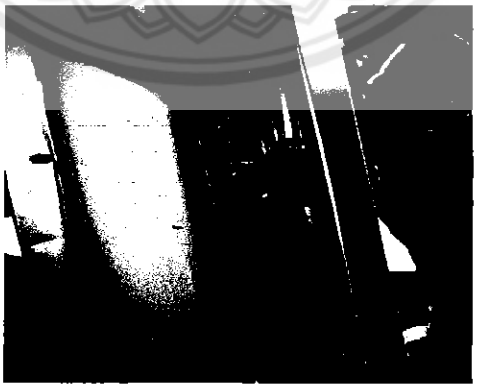
## 3.3 ขั้นตอนการทำแผงวงจรไฟฟ้า

นำหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 0.34 เมตร จำนวน 3 อัน มาต่อเรียงกันแบบอนุกรม โดยนำสายไฟมาเชื่อมต่อเข้ากับขั้วของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ของแต่ละอันเพียง 1 ขั้ว

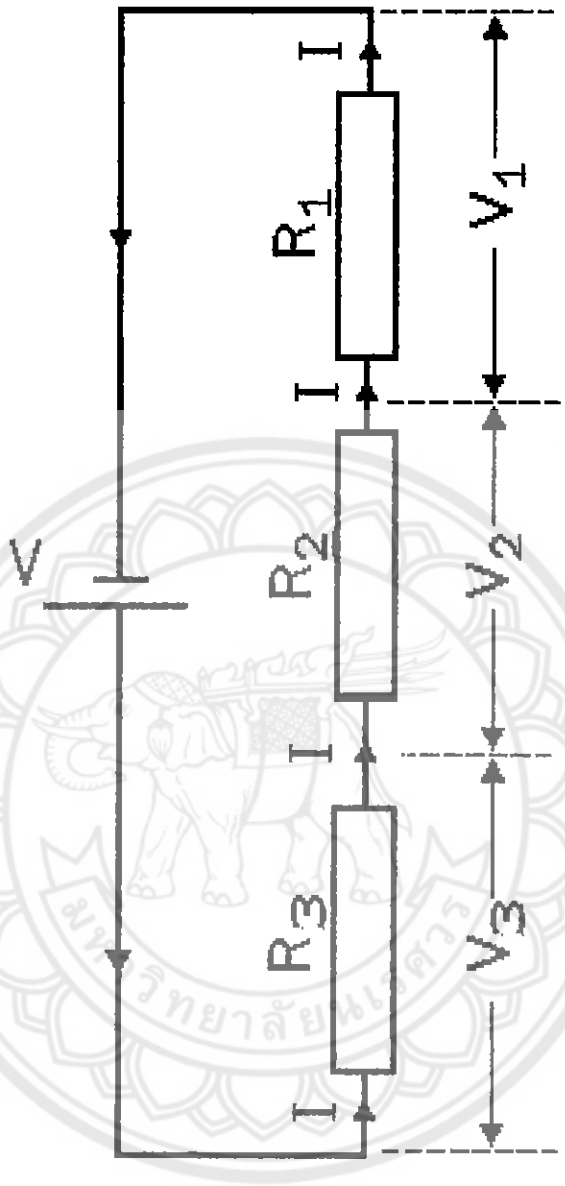


รูปที่ 3.4 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

จากนั้นนำหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ต่อแบบอนุกรมไว้มาติดตั้งเข้ากับตัวรางอลูมิเนียม โดยใช้ตัวยึดหลอดไฟยึดติดเข้ากับรางอลูมิเนียม จากนั้นทำการเจาะรูตัวรางอลูมิเนียมรูปตัว C เป็นช่องสำหรับติดตั้ง เต้ารับ และนำปลายสายไฟทั้งสองด้าน ที่ต่อแบบอนุกรมกับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ไว้แล้วมาเชื่อมติดกับเต้ารับ โดยเราจะทำขั้นตอนดังกล่าวมาข้างต้นนี้จนครบทั้งสามอัน



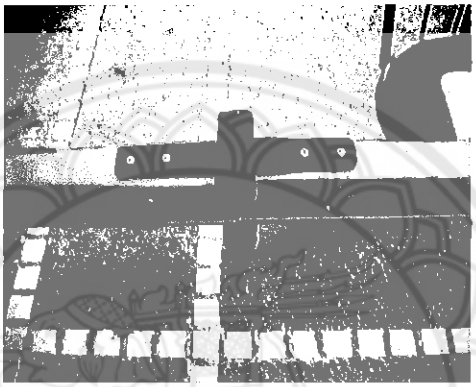
รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งเต้ารับเข้ากับรางอลูมิเนียม




รูปที่ 3.6 ภาพแสดงการต่อวงจรแบบอนุกรมของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

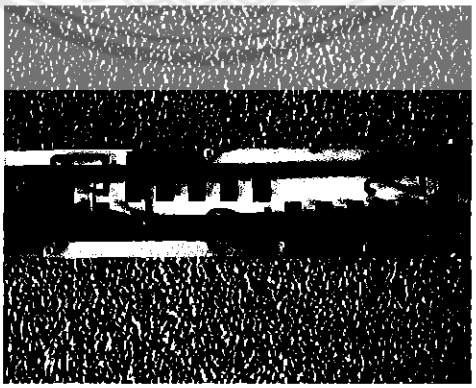
## 3.4 ขั้นตอนการประกอบไม้ระดับ

เมื่อประกอบแผงวงจรไฟฟ้าเข้ากับตัวรางอลูมิเนียมรูปตัว C จนครบทั้งสามอันแล้ว จากนั้นเราจะนำรางอลูมิเนียมทั้งสามมาเรียงต่อกันโดยใช้การยึดติดกันด้วยข้อพับเหล็ก ทั้ง 2 ด้าน จำนวน 4 ตัว ซึ่งออกแบบมาให้สามารถพับได้เพื่อความสะดวกในการขนย้ายและการจัดเก็บโดยใช้พื้นที่ไม่มากนัก



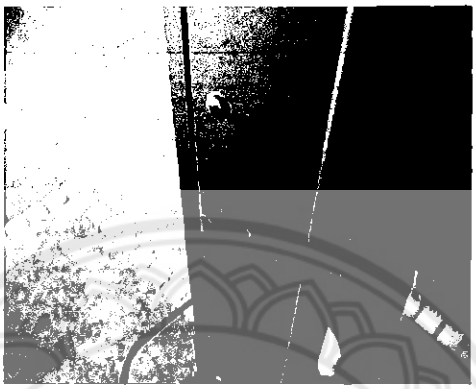
รูปที่ 3.7 แสดงการต่อรางอลูมิเนียมโดยการใช้ข้อพับเหล็ก

เมื่อประกอบข้อพับเสร็จแล้ว ให้เจาะรูที่ขอบด้านบนของรางอลูมิเนียมรูปตัว C ทั้งสามอัน โดยนำแผ่นพลาสติกมาวางทาบกับรางอลูมิเนียมแล้วเจาะพร้อมกันเพื่อใช้น็อตยึดแผ่นพลาสติกเข้ากับรางอลูมิเนียม

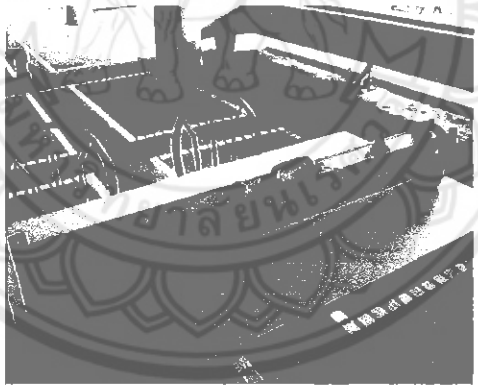


รูปที่ 3.8 แสดงการยึดติดแผ่นพลาสติกด้วยน็อต

จากนั้นให้ติดตั้งฟองกลม ที่จับไม้ระดับและสายรัดไม้ระดับ ไว้ที่ด้านหลังของรางอลูมิเนียม โดยให้ฟองกลมและที่จับไม้ระดับอยู่ที่ด้านหลังรางอลูมิเนียมส่วนกลาง และสายรัดไม้ระดับอยู่ที่ด้านหลังรางอลูมิเนียมส่วนบน



รูปที่ 3.9 แสดงการติดตั้งฟองกลม



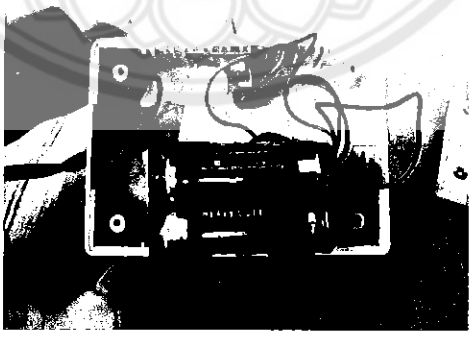
รูปที่ 3.10 ไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอที่เสร็จสมบูรณ์แล้วแบบพับเก็บ

## 3.5 ขั้นตอนการทำแหล่งกำเนิดพลังงาน

เริ่มจากการนำสายไฟที่ติดตั้งเต้าเสียบ มาเชื่อมต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 6 โวลต์ และติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 6V. ไว้ด้านบนของกล่องพลาสติก ขนาดความกว้าง 7 เซนติเมตร ความยาว 10.5 เซนติเมตร

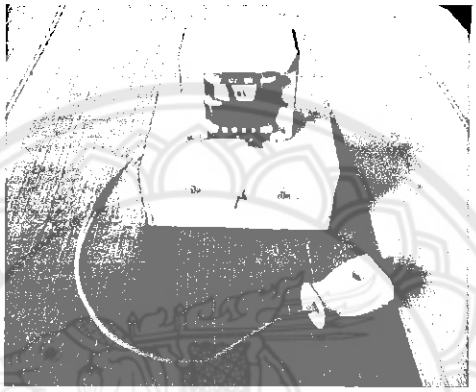
รูปที่ 3.11 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ยึดติดกับกล่องพลาสติก

จากนั้นนำกล่องใส่ถ่านขนาด AAA จำนวน 4 ก้อน มาต่ออนุกรมกับ สวิสต์ เปิด-ปิด และหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 6V. และนำเต้าเสียบ มาต่อเข้ากับวงจรอนุกรมดังที่กล่าวมา



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรของแหล่งกำเนิดพลังงาน

จากนั้นนำมาทำการทดสอบกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ว่าวงจรที่ได้กระแสไฟฟ้าไหลออกหรือไม่ และกระแสไฟฟ้าไหลออก 6V หรือไม่ จากนั้นนำกล่องพลาสติก อีกส่วนมาเจาะรูด้านข้าง เพื่อทำการติดตั้ง สวิสต์สำหรับ เปิด-ปิด และเจาะรูด้านล่าง เพื่อติดตั้งน๊อตไว้สำหรับใช้ยึดติดกับตัวไม้ระดับที่เราได้เจาะรูเตรียมไว้แล้ว



รูปที่ 3.13 แหล่งกำเนิดพลังงานที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

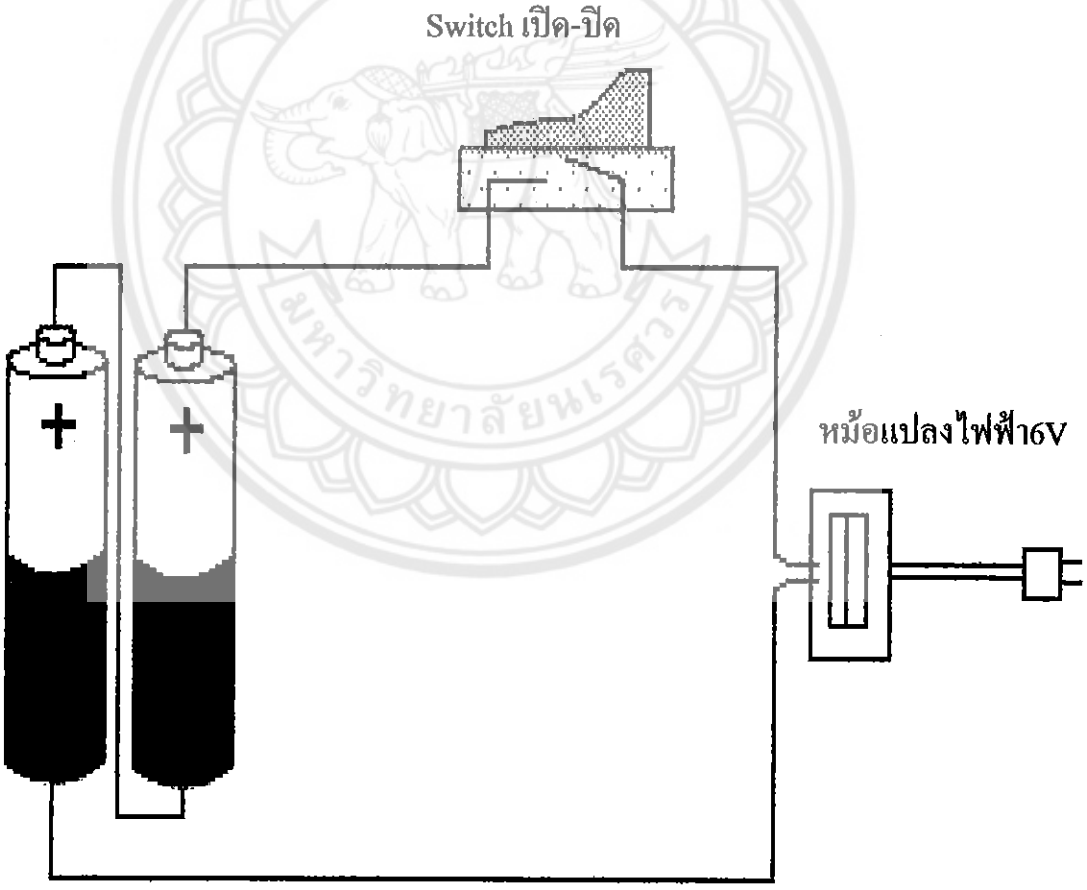


ปร.
ช353ก
2551

### 3.6 ข้อควรระวัง

ในการต่อแหล่งกำเนิดพลังงานกับไม้ระดับจะต้องใช้กระแสไฟไม่เกิน 6V. เนื่องจากถ้าจ่ายกระแสไฟเกิน 6V. อาจทำให้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ในตัวไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ เกิดขาดได้ ส่งผลให้เสียเวลาในการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ในไม้ระดับใหม่ได้ และอาจเป็นอันตรายต่อสายตาของผู้ทำการสำรวจ

150104129.




รูปที่ 3.14 ภาพแสดงวงจรของแหล่งกำเนิดพลังงาน

# บทที่4

# ผลการทดสอบ

## 4.1 ขั้นตอนการทดลอง

การทดสอบค่าเปรียบเทียบของไม้ระดับปกติและไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

1. การทดสอบไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ในเวลากลางวัน โดยการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่ได้ในเวลากลางวัน
2. การทดสอบไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ในเวลากลางคืน โดยการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่ได้ในเวลากลางวัน

ทั้งนี้นอกจากการทดสอบค่าเปรียบเทียบไม้ระดับปกติและไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอแล้ว คณะผู้จัดทำได้ทำการทดสอบความสามารถและหาข้อผิดพลาดในการทำงานของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงได้ทดสอบการใช้งาน เพื่อหาข้อบกพร่องและทำการเก็บข้อมูลต่างๆ เบื้องต้นว่าเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่ทำการทดสอบเบื้องต้น ดังนี้

1. ทดสอบระยะในการมองเห็นของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ
2. ทดสอบระยะเวลาในการใช้งานของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

## 4.2 ผลจากการทดสอบระยะในการมองเห็น

จากการทดสอบในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ในแต่ละที่จะมีความสามารถในการมองเห็นที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่นั้นๆ ถ้าพื้นที่ที่มีความมืดมากจะให้ระยะในการมองเห็นที่ประมาณ 50-100 เมตร และถ้าในพื้นที่ที่ไม่มืดมากจะให้ระยะการมองเห็นที่ประมาณ 100 เมตร

**4.3 ผลจากการทดสอบระยะเวลาในการใช้งาน**

จากการทดสอบระยะเวลาการใช้งานของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ โดยทดสอบไม้ระดับด้วยการเปิดการใช้งานติดต่อกัน ผลที่ได้คือ มีระยะเวลาการใช้งานประมาณ 6 ชั่วโมง

**ตารางที่ 4.1** แสดงค่าเปรียบเทียบไม้ระดับปกติและไม้ระดับทดสอบที่ทำการทดสอบในเวลากลางวัน

| | ไม้ระดับปกติ | | | ไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | B.S | F.S | ค่าต่างระดับ | B.S | F.S | ค่าต่างระดับ |
| สายใยบน | 1.430 | 1.660 | | 1.562 | 1.795 | |
| สายใยกลาง | 1.189 | 1.410 | | 1.320 | 1.545 | |
| สายใยล่าง | 0.945 | 1.160 | | 1.075 | 1.295 | |
| เฉลี่ย | 1.188 | 1.410 | 0.222 | 1.319 | 1.545 | 0.226 |

จากการทดสอบในเวลากลางวัน ค่าที่ได้ของไม้ระดับปกติจะมีค่าความต่างระดับ อยู่ที่ 0.222 เมตร ในขณะที่ไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอจะมีค่าความต่างระดับอยู่ที่ 0.226 เมตร จากค่าที่ได้จะเห็นได้ว่า ค่าความต่างระดับของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอนั้นคลาดเคลื่อนไปจากไม้ระดับปกติ อยู่ที่ 0.004 เมตร

**ตารางที่ 4.2** แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของไม้ระดับที่ทำการทดสอบในเวลากลางคืน

ไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

| จำนวน | B.S | F.S | ค่าต่างระดับ |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.35 | 1.575 | 0.223 |
| 2 | 1.26 | 1.485 | 0.226 |
| 3 | 1.31 | 1.535 | 0.225 |
| 4 | 1.335 | 1.55 | 0.215 |
| 5 | 1.41 | 1.628 | 0.218 |
| 6 | 1.26 | 1.485 | 0.225 |
| 7 | 1.189 | 1.415 | 0.226 |
| 8 | 1.16 | 1.384 | 0.224 |
| 9 | 1.225 | 1.445 | 0.22 |
| 10 | 1.45 | 1.67 | 0.22 |
| | | Aug | 0.222 |
| | | Min | 0.215 |
| | | Max | 0.226 |

จากการทดสอบในเวลากลางคืน ค่าต่างระดับของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.222 เมตร เมื่อเทียบกับค่าต่างระดับของไม้ระดับจริงในเวลากลางวันแล้วไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัดระดับ แต่ในการทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนในจำนวน 10 ครั้งในเวลากลางคืนนี้ จะเห็นได้ว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากค่าต่างระดับจริงอยู่มากที่สุดที่ 0.226 เมตร และน้อยที่สุดที่ 0.215 เมตร ซึ่งเป็นผลจากการอ่านค่าของผู้ทำการทดสอบ เพราะการประมาณค่าในหน่วย มิลลิเมตร( mm ) มีความไม่ชัดเจน

# บทที่ 5
# สรุปและอภิปรายผล

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ในการออกแบบดำเนินการสร้างและทดสอบไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอนั้น ทีมวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาไม้ระดับขึ้น โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เป็น 2 วิธี สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การออกแบบและดำเนินการสร้างไม้ระดับ

ทีมวิจัยได้ทำการออกแบบและดำเนินการสร้างไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอโดยไม้ระดับนี้มีขนาดความกว้าง 0.065 เมตร ความยาว 3 เมตร ความหนา 0.003 เมตร น้ำหนักรวมของไม้ระดับ 3.985 กิโลกรัม และเพิ่มความสามารถในการมองเห็นโดยประกอบเข้ากับชุดวงจรไฟฟ้าที่ช่วยให้เกิดแสงสว่างเพียงพอในการมองเห็น สามารถใช้งานได้จริงในเวลากลางคืน และมีระยะเวลาการใช้งานประมาณ 6 ชั่วโมง โดยไม่เป็นอันตรายต่อสายตา

ไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอนี้ทีมวิจัยสร้างขึ้น เพื่อรองรับการสำรวจในภาคพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อย ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.1.2 การทดสอบไม้ระดับ

ทีมวิจัยได้แบ่งการทดสอบไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ออกเป็นการทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้น การทดสอบระยะในการมองเห็น ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

## 5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

1. การกำหนดสเกลของไม้ระดับให้มีความถูกต้องตรงตามมาตรฐานค่อนข้างจะทำได้ยาก เนื่องจากการกำหนดสเกลโดยใช้การวัดนั้นทำให้เกิดการผิดพลาดจากการกะระยะได้ ดังนั้นจึงได้ทำสเกลโดยการลอกลายสเกลกับไม้ระดับปกติ แล้วทำการทาบกับไม้ระดับทดลอง

2. การประกอบแผ่นพลาสติกเข้ากับรางอลูมิเนียมรูปตัว C ด้วยการขันนอตเข้ากับรางนั้นต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะจะทำให้แผ่นพลาสติกที่ทำสเกลไว้แล้วเกิดรอยแตกได้

## 5.3 แผนในการพัฒนาไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

จากโครงงานนี้ ผลที่เห็นได้เด่นชัดคือ ไม้ระดับนี้ มีราคาที่ค่อนข้างสูงและมีน้ำหนักมาก ซึ่งทำให้ในการเคลื่อนย้ายนั้นมีความลำบาก และคุณสมบัติของแบตเตอรี่ ในการใช้ไฟฟ้ายังสว่างไม่เพียงพอ อาจส่งผลให้การอ่านค่ามีความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ ซึ่งแผนในการพัฒนาไม้ระดับนั้นจะเริ่มจากน้ำหนักของไม้ระดับ โดยในการเคลื่อนย้ายไปตามหมุดต่างๆ ควรจะไม่ใช้เปลืองแรงจากน้ำหนักของไม้ระดับมากเกินไป และแบตเตอรี่ที่ใช้ควรพัฒนาให้มีความสามารถในการให้แสงสว่างกับตัวไม้วัดระดับเพิ่มมากขึ้นไปอีกด้วย โดยที่คำนึงถึงความปลอดภัยต่อสายตา และความสามารถในการทำงานได้ อีกทั้งต้องคำนึงถึงความประหยัดเรื่องราคาอีกด้วย

## 5.4 การนำไปใช้งานจริง

จากการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอนั้น จะพบว่าให้ผลออกมาอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ในช่วงกลางวันและกลางคืน เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วค่าของไม้ระดับทั้งสองค่านั้นค่าจะแตกต่างกันไปไม่มาก ซึ่งพูดได้ว่า ค่าของไม้ระดับทั้งสองค่านี้ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละค่าจะไม่เกิน 0.04 mm เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของไม้ระดับปกติ ดังนั้นความสามารถของไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอนี้จึงสามารถนำไปใช้งานได้จริงในงานสำรวจ

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบไม้ระดับสำหรับใช้ในพื้นที่ที่แสงสว่างไม่เพียงพอนั้น คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นแนวทางต่างๆ หลายๆ แนวทางที่จะพัฒนาการออกแบบให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง แต่ข้อจำกัดต่างๆ โดยเฉพาะข้อจำกัดด้านเวลา ทำให้เป้าหมายและความตั้งใจบางประการของผู้จัดทำยังไม่อาจบรรลุสู่ความเป็นจริงได้ เพื่อไม่ให้ความคิดและแนวทางต่างๆ ที่ได้วางไว้ต้องสูญเปล่า ทางคณะผู้จัดทำจึงเสนอแนวทาง และข้อเสนอแนะบางอย่างสำหรับผู้ที่เห็นความสำคัญ ดังนี้

1. ปรับปรุงการออกแบบต่างๆ ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นโดยหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ได้วิธีการออกแบบไม้ระดับที่ครอบคลุมการใช้งานที่กว้างขวาง หรืออาจออกแบบไม้ระดับใหม่ที่ให้ผลที่ได้จากเดิมมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

2. ทำการศึกษาความละเอียดของไม้ระดับและกล้องระดับหาค่าความคลาดเคลื่อนของไม้ระดับ ให้มีความคลาดเคลื่อนของไม้ระดับ เกิดความผิดพลาดให้น้องลง

3. ปรับปรุงน้ำหนักและราคาของไม้ระดับให้ถูกลง และทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ

# เอกสารอ้างอิง


**ภาษาไทย**

วิชัย เยี่ยงวีรชน.2548. การสำรวจรังวัด : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดำเนิน ดงพาลา.2544. สำรวจ 1(SURVEYING1). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ( ไทย-ญี่ปุ่น )

ปราณี สุนทรศิริ.2540. การรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ TOPOGRAPHIC SURVEYING. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ภาษาอังกฤษ**

http://www.cte.kmutt.ac.th:8080/WebProjectProduct/geomatic/su_b.html [2009, May 10]

http://www.eng.ru.ac.th/envi/aj/CVE201/CVE201_2006/CVE201Plan20061.htm [2009, May 11]

http:www.mainetechnicalsource.com/media/7311-35%20tribrach.jpg [2009, May 13]

# ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายธรรมรัตน์ กาญจนสุระกิจ
ภูมิลำเนา 10 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 54000

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับประถมศึกษาจาก โรงเรียนเมธัง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนนารีรัตน์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **casbaros@hotmail.com**

ชื่อ นายวรวุฒิ ทักหลำ
ภูมิลำเนา 57/2 หมู่ 2 ตำบลหอกลอง อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก 65150

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับประถมศึกษาจาก โรงเรียนอนุบาลโรจนวิทย์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัพิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **liberty_eka@hotmail.com**