



เอกสารประกอบการบรรยาย
หลักสูตร เจ้าหน้าที่ข่าวอากาศข่าวอากาศ พ.ศ.๒๕๖๕
วิชา การตรวจอากาศชั้นบน

กองข่าอากาศ
กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

๑. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตรวจอากาศชั้นบน
๒. สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนของการตรวจลมชั้นบนได้
๓. สามารถนำข้อมูลในการปฏิบัติการตรวจลมชั้นบนมาเข้ารหัสเพื่อบันทึกค่าเข้าระบบ AWSS ได้
๔. มีทัศนคติที่ดีและตระหนักในการตรวจลมชั้นบน

สมรรถนะรายวิชา

ตรวจลมชั้นบนเป็นไปตามขั้นตอนการปฏิบัติ การเข้ารหัสและการบันทึกค่าเข้าระบบ AWSS ได้อย่างถูกต้อง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติการตรวจลมชั้น คำบรรยาย และการบันทึกค่าเข้าระบบ AWSS

คำนำ

คู่มือเล่มนี้ จัดทำขึ้นสำหรับเจ้าหน้าที่ข่าวอากาศ เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการตรวจอากาศชั้นบน โดยเฉพาะการตรวจลมชั้นบน “PILOT BALLOON : PIBAL” เมื่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานได้อ่านคู่มือเล่มนี้จบแล้ว จะช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถที่จะทำการตรวจอากาศชั้นบนในรูปการตรวจแบบ PIBAL ได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

การจัดทำคู่มือตรวจลมชั้นบน ได้ค้นคว้าหาข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นหน่วยงานที่ยอมรับ รวมถึงเจ้าหน้าที่ข่าวอากาศ แผนกตรวจอากาศ กองข่าวอากาศ กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดทำ และปรับปรุงคู่มือเล่มนี้ขึ้นมา อย่างไรก็ตามคู่มือตรวจลมชั้นบนฉบับนี้อาจมีข้อบกพร่อง และข้อผิดพลาดบางประการ หากผู้ใช้คู่มือเล่มนี้ พบข้อผิดพลาดและควรแก้ไข ขอได้โปรดแจ้งให้ แผนกตรวจอากาศ กองข่าวอากาศ กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ ทราบด้วย และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณคณะผู้จัดทำคู่มือฉบับนี้ทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือร่วมใจกันดำเนินงานให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย จนทำให้คู่มือการตรวจ PIBAL สำเร็จเป็นรูปเล่มด้วยความเรียบร้อย

แผนกตรวจอากาศ กองข่าวอากาศ กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ

๒๔ พ.ย. ๒๕๖๕

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1	การตรวจลมชั้นบน (PILOT BALLOON OBSERVATION : PIBAL)	1
-	การใช้วิทยุหยั่งอากาศ (RADIO SOUNDING OBSERVATION : RAOB)	2
-	การตรวจลมชั้นบนด้วยเครื่องเรดาร์ (RADAR WIND OBSERVATION : RAWIN)	3
-	การใช้วิทยุหยั่งอากาศและเรดาร์ตรวจลมชั้นบน (RADIO AND WIND SOUNDING : RAWINSONDE)	4
-	การตรวจลมชั้นบน (PILOT BALLOON OBSERVATION : PIBAL)	5
บทที่ 2	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจลมชั้นบน	6
-	การเลือกสถานที่สำหรับการตรวจลมชั้นบน	6
-	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจลมชั้นบน	6
-	ตารางการใช้หัวอัดแก๊ส	10
บทที่ 3	หลักการปฏิบัติและขั้นตอนในการตรวจลมชั้นบน	11
-	การเก็บรวบรวมข้อมูล และการอัดแก๊สบอลูน	11
-	การบันทึกลงบนแบบพิมพ์ อต.ทอ.๑๐๑๕	12
-	การใช้โปรแกรมบันทึกอัตโนมัติ	13
-	การรายงานข้อมูล	17
บทที่ 4	หลักเกณฑ์การรายงานข้อมูลต่างๆ ลงในแผ่นตรวจลมชั้นบน (อต.ทอ.๑๐๑๕)	20
-	ระดับหลักและระดับช่อมที่ใช้รายงานการตรวจลมชั้นบน	20
-	การบันทึกช่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการตรวจลมชั้นบน	20
-	ข้อกำหนดในการตรวจลมชั้นบน	21
-	ตัวอย่างการบันทึก แผ่น อต.ทอ.๑๐๑๕	22
	การตรวจลมชั้นบนแบบกึ่งอัตโนมัติ (TEBAL)	24
-	การเตรียมอุปกรณ์ตรวจลมชั้นบนแบบกึ่งอัตโนมัติ	24
-	การใช้โปรแกรมบันทึกอัตโนมัติ	33
-	แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน	40

บทที่ 1

การตรวจอากาศชั้นบน

(Upper Air Soundings)

เนื่องจากการตรวจอากาศผิวพื้นนั้น ยังไม่เป็นการเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ข่าวอากาศ เพื่อให้ได้ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในบรรยากาศ และทำให้การพยากรณ์อากาศนั้นมีความแม่นยำมากขึ้น จึงต้องมีการตรวจลมชั้นบนวันละ 4 ครั้ง คือเวลา 0000, 0600, 1200 และ 1800UTC ในประเทศไทยมีสถานีตรวจอากาศเป็นบางสถานีเท่านั้นที่จะทำการตรวจลมชั้นบน โดยการรายงานออกมาเป็นความกดอากาศ, อุณหภูมิ และความชื้นของบรรยากาศในระดับสูงมากที่สุดเท่าที่เครื่องมือจะสามารถรายงานได้ การรายงานข่าวอากาศดังกล่าว จะช่วยให้การพยากรณ์อากาศมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 ถึงเมื่อต้นปี ค.ศ.1930 ได้มีการสร้างวาวพิเศษขึ้นโดยได้มีการติดเครื่องมือตรวจอากาศขึ้นไปด้วย ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวจะบันทึก ความกดอากาศ, อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศไว้ ซึ่งเป็นรากฐานของการตรวจอากาศชั้นบน อย่างไรก็ตามในราวกลางปี ค.ศ.1930 ได้มีการใช้เครื่องบินแทนวาว โดยติดตั้งเครื่องมือบันทึกผลของการตรวจอากาศไว้บนเครื่องบิน และผลของการตรวจอากาศนี้จะถึงมือผู้ใช้เมื่อเครื่องบินลงสนามแล้ว การบินตรวจอากาศแบบนี้เรียกว่า APOBS (Airplane Observation) จนกระทั่งทุกวันนี้ APOBS ก็ยังเป็นประโยชน์อยู่มาก ในการตรวจอากาศชั้นบนไม่สามารถทำการตรวจในขณะที่มีพายุหมุนเขตร้อน (ไต้ฝุ่น) หรือลักษณะอากาศที่รุนแรงอื่นๆ ที่บอลูนไม่สามารถจะทะลุผ่านขึ้นไปได้

เนื่องจากข้อมูลข่าวอากาศต่างๆ ที่ได้มานั้น เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานด้านอุตุนิยมวิทยาเท่านั้นเป็นผู้เกี่ยวข้องโดยตรง จึงไม่จำเป็นสำหรับนักบินที่จะต้องทราบรายละเอียด แต่ถ้านักบินต้องการทราบรายละเอียดให้ติดต่อได้ที่สถานีตรวจอากาศนั้นๆ เพื่อใช้ในการบินทุกครั้ง

การตรวจอากาศชั้นบน ทำการตรวจเพื่อให้ได้ค่าทิศทางและความเร็วลมเหนือสถานีตรวจอากาศนั้น โดยมีชนิดของการตรวจลมชั้นบน และตรวจอากาศชั้นบน (WIND ALOFT OBSERVATION AND UPPER AIR OBSERVATION) ซึ่งแบ่งตามวิธีการดังนี้

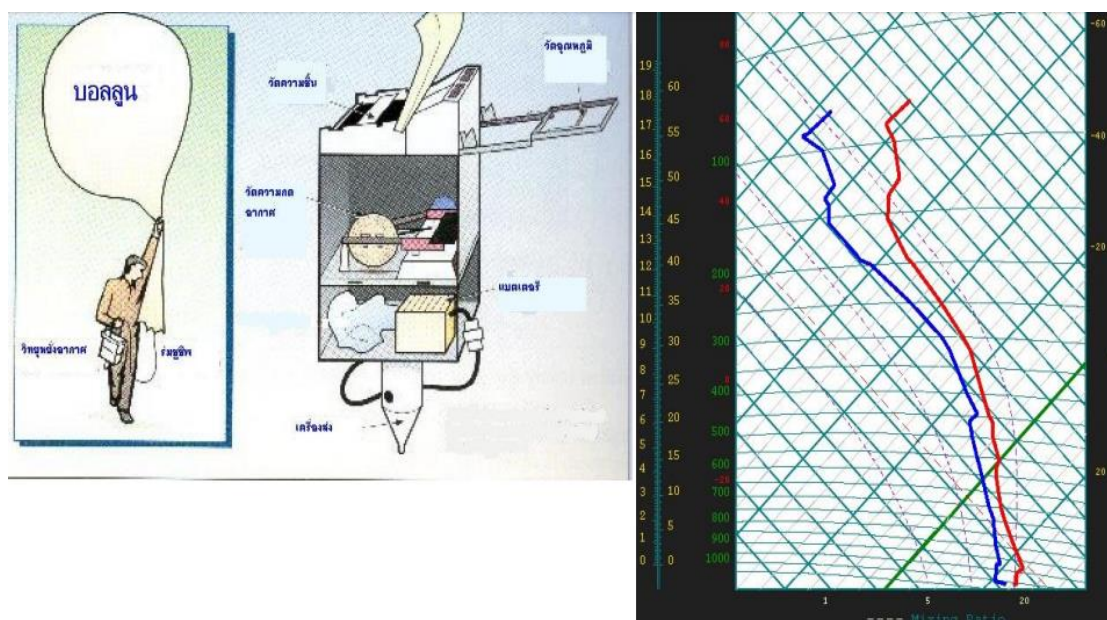
1. การใช้วิทยุหยั่งอากาศ (RADIO SOUNDING OBSERVATION : RAOB)
2. การตรวจลมชั้นบนด้วยเรดาร์ (RADAR WIND OBSERVATION : RAWIN)
3. การใช้วิทยุหยั่งอากาศและเรดาร์ตรวจลมชั้นบน (RADIO AND WIND SOUNDING : RAWINSONDE)
4. การตรวจลมชั้นบน (PILOT BALLOON OBSERVATION : PIBAL)

1. การใช้วิทยุหยังอากาศ (RADIO SOUNDING OBSERVATION : RAOB)

เป็นการตรวจอากาศชั้นบนโดยใช้บอลลูนซึ่งภายในบรรจุแก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียม ซึ่งจะได้ค่าความกดอากาศ เป็นเฮกโตปาสคาล, อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส, ความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยมีกล่องเครื่องมือซึ่งเป็นเครื่องส่ง วิทยุส่งติดตามไปขึ้นไปด้วย และจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุรายงานสารประกอบต่างๆ ลงมายังสถานีภาคพื้นดินซึ่งจะแปลง สัญญาณค่าวิทยุออกมาเป็นค่าอุณหภูมิ, ความกดอากาศ และความชื้นในระดับนั้นๆ และมีร่มชูชีพเล็กๆไว้สำหรับการ เพื่อชะลอความเร็วของกล่องเครื่องมือภายหลังกบอลลูนแตก เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สิน เมื่อบอลลูนตกลงสู่พื้นดิน

การใช้วิทยุหยังอากาศนั้นจะไม่มีค่าทิศทางและความเร็วลม จะได้เฉพาะอุณหภูมิ, ความกดอากาศ และความชื้นเท่านั้น

ถ้าการติดตามการเคลื่อนที่ด้วยกล้อง THEODOLITE เช่นเดียวกับการตรวจแบบ PIBAL จะเรียก การตรวจชนิดนี้ว่า “RABAL” แต่จะมีความถูกต้องมากกว่าการตรวจ PIBAL เพราะเครื่องส่งวิทยุที่ผูกติดไปกับ บอลลูนจะรายงานข้อมูลที่จะนำมาคำนวณหาตำแหน่งของบอลลูนให้ทราบทุกๆ 1 นาทีของการตรวจ



การตรวจอากาศชั้นบน แบบ “ RAOB ”

2. การตรวจลมชั้นบนด้วยเรดาร์ (RADAR WIND OBSERVATION : RAWIN)

เป็นการตรวจลมชั้นบนโดยใช้เรดาร์ (RADAR) ติดตามการเคลื่อนที่ของบอลลูนที่ใช้ในกรณีที่มีเมฆมาก ขณะที่ทำการตรวจลมชั้นบนเพราะไม่สามารถมองเห็นบอลลูนได้ การตรวจลมชั้นบนด้วยวิธีนี้จะผูกโลหะติดไปกับบอลลูน แล้วใช้เรดาร์ติดตามการลอยตัวของบอลลูนแทนการใช้กล้อง THEODOLITE สำหรับข้อมูลที่ได้ คือ ค่าทิศทางและความเร็วลมในระดับต่างๆ

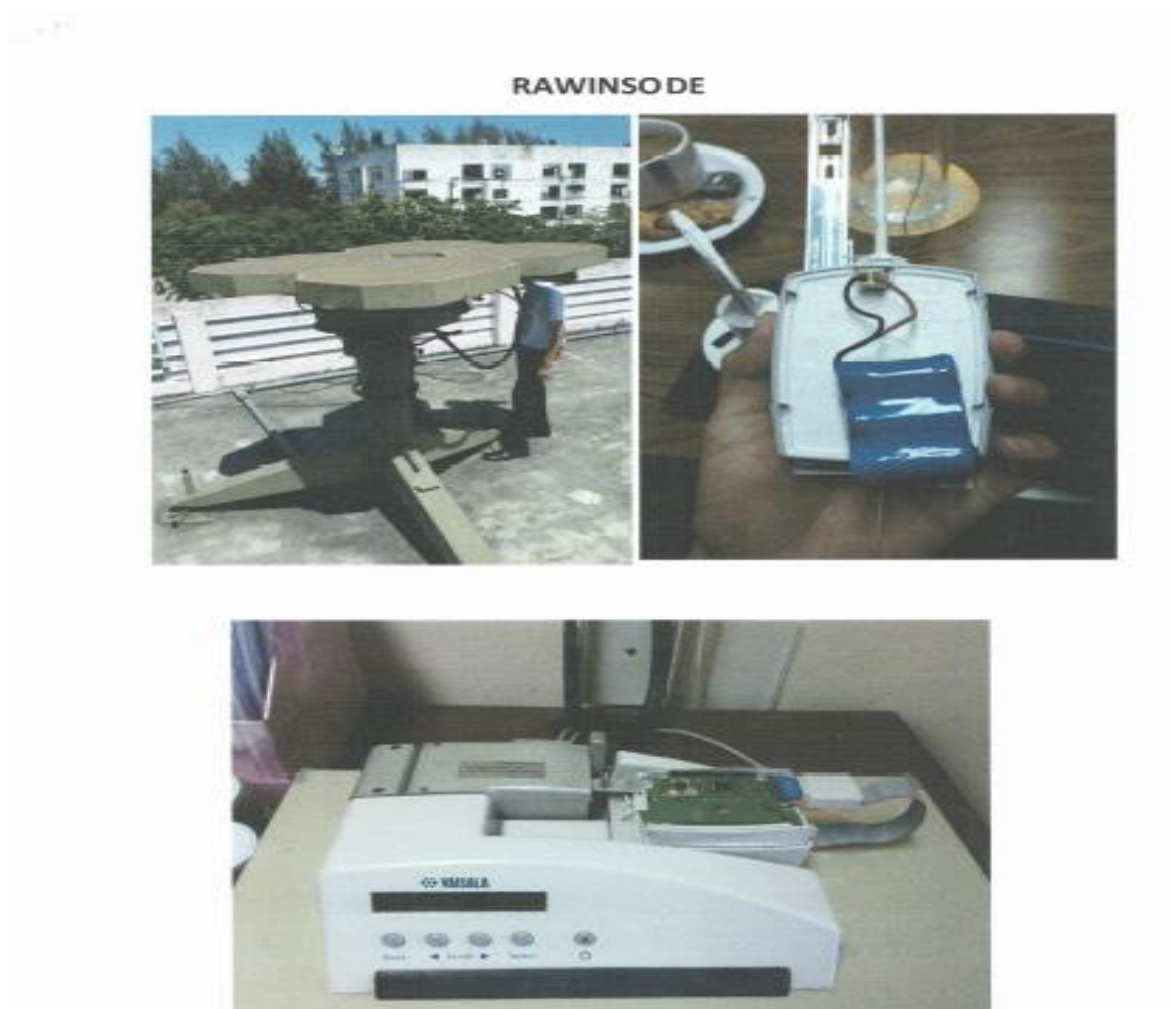
RAWIN



การตรวจอากาศชั้นบน แบบ “ RAWIN ”

3. การใช้วิทยุห้วงอากาศและเรดาร์ตรวจลมชั้นบน (RADIO AND WIND SOUNDING : RAWINSONDE)

บางสถานีตรวจอากาศชั้นบนแบบ RAOB และใช้เรดาร์ติดตามการลอยตัวของบอลลูน และเครื่องส่งวิทยุ การตรวจอากาศแบบนี้จึงประกอบไปด้วยแบบ RAOB และ RAWIN เมื่อรวมกันแล้วจึงเรียกรวมการตรวจชนิดนี้ว่า “RAWINSONDE” การตรวจชนิดนี้จะได้ข้อมูลคือ ทิศทาง, ความเร็วลม, อุณหภูมิ, ความกดอากาศ และความชื้น ในระดับความสูงต่างๆ จะทำการตรวจอากาศชั้นบนชนิดนี้วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 0000 UTC และเวลา 1200 UTC เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายแพงมากในประเทศไทยจะมีสถานที่ตรวจทำการตรวจดังกล่าว 5 สถานี คือ เชียงใหม่, อุบลราชธานี, สงขลา, ภูเก็ต และกรุงเทพฯ



การตรวจอากาศชั้นบน แบบ “ RAWINSONDE ”

4. การตรวจลมชั้นบน (PILOT BALLOON OBSERVATION : PIBAL)

จะตรวจได้โดยการใช้บอลลูนซึ่งบรรจุด้วยแก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียม แล้วปล่อยไปในอากาศ โดยใช้กล้อง THEODOLITE ส่องติดตามการลอยตัวของลูกบอลลูน สำหรับกลางคืนจะติดตั้งไฟดวงเล็กขึ้นไปด้วย การติดตามจะอ่านมุมทางตั้ง (Observe) และมุมนอน (Azimuth) โดยอ่านทุกๆ 1 นาที เมื่อนำมาคำนวณจะได้ค่าของทิศทาง และความเร็วลมในระดับความสูงต่างๆ การตรวจแบบ PIBAL นี้จะทำการตรวจ วันละ 4 ครั้ง คือเวลา 0000, 0600, 1200 และ 1800 UTC สถานีตรวจอากาศของ ทอ. ที่ทำการตรวจแบบ PIBAL นั้นคือ สถานีตรวจอากาศดอนเมือง



การตรวจอากาศชั้นบน แบบ “ PIBAL ”

ส่วนของกรมอุตุนิยมวิทยามีสถานีที่ทำการตรวจแบบ RAWINSONDE ดังนี้

สถานีเชียงใหม่ (327), อุบลราชธานี (407), บางนา (453), สงขลา (568), ภูเก็ต (565) จะทำการตรวจเวลา 0000 และ 1200 UTC

สถานีอุดรธานี (354), พิษณุโลก (378), นครราชสีมา (431), สัตหีบ (477), จันทบุรี (480), ประจวบคีรีขันธ์ (500) และสุราษฎร์ธานี (551) จะทำการตรวจแบบ PIBAL ตามเวลาที่กำหนด เว้นแต่มีการเปลี่ยนแปลงตามนโยบายของกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ และวิธีการตรวจแบบ PIBAL จะได้อีกต่อไปโดยละเอียดต่อไป

บทที่ 2

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจลมชั้นบน

ในการตรวจลมชั้นบนของกองทัพอากาศนั้น ใช้วิธีการตรวจ PIBAL (PILOT BALLOON OBSERVATION) โดยการปล่อยบอลลูนซึ่งบรรจุด้วยก๊าซไฮโดรเจน หรือฮีเลียม ปล่อยไปในบรรยากาศ แล้วติดตามการเคลื่อนที่ของลูกบอลลูนด้วยสายตาโดยส่องผ่านกล้อง THEODOLITE และบันทึกค่ามุมตั้งและมุมนอนในการเคลื่อนที่ทุกๆ 1 นาที ในกรณีการตรวจ PIBAL เวลากลางคืนจะผูกดวงไฟที่ใช้แบตเตอรี่เล็กๆ ติดไปกับบอลลูนด้วย เพื่อเป็นเป้าหมายในการติดตามการเคลื่อนที่ของบอลลูน จากการติดตามและบันทึกค่ามุมตั้งและมุมนอนในการเคลื่อนที่ทุกๆ 1 นาทีของบอลลูน โดยทราบค่าอัตราลอยตัวของบอลลูนโดยเฉลี่ยสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาคำนวณค่าทิศทางและความเร็วลมต่อไป

1. การเลือกสถานที่สำหรับการตรวจ PIBAL (SELECTION OF PIBAL OBSERVATION SITE) มีความจำเป็นอันดับแรกเนื่องจากจะทำให้ข้อมูลไม่ถูกต้องซึ่งมีหลักเกณฑ์ดังนี้

- 1.1 ควรเป็นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้ ตึก อาคาร หรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ
- 1.2 ถ้ามีความจำเป็นจริงๆ สิ่งกีดขวางเหล่านั้นควรจะอยู่สูงไม่เกิน 6 องศา กับแนวราบและควรหลีกเลี่ยงที่จะอยู่ใกล้ปล่องไฟ เพราะควันจะปิดบังบอลลูนขณะทำการตรวจได้
- 1.3 ควรตั้งบนยอดตึกที่ราบเรียบ และสูงกว่าระดับสถานีไม่มากนัก
- 1.4 ที่ตั้งติดกล้อง Theodolite ควรจัดทำเป็นฐานถาวร ถ้าหากตำแหน่งนั้นๆ จะใช้เป็นที่ตรวจ PIBAL เป็นประจำ
- 1.5 ในกรณีใช้ฐานสนาม(สามขา) ควรตั้งบนพื้นดินที่แข็งและควรทำเครื่องหมายหรือที่ยึดสำหรับขาของฐานสนามเพื่อป้องกันการล้ม หรือถ้าไม่มีที่ยึดควรใช้ด้วยความระมัดระวังในการติดตั้งกล้องและในขณะปฏิบัติงาน
- 1.6 สถานที่ตั้งจะต้องทราบค่า Latitude และ Longitude ของตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจอากาศนั้นๆ

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ PIBAL มีดังนี้

2.1 กล้อง THEODOLITE ที่ใช้เพื่อตรวจลมชั้นบนของสถานีบนบกนั้น ส่วนประกอบภายในก็คล้ายกล้องที่นักสำรวจใช้กันอยู่ แต่มีบางส่วนที่ปรับปรุงเพื่อใช้ในการตรวจ PIBAL โดยเฉพาะ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1.1 TELESCOPE ลักษณะเหมือนกล้องที่ใช้สำรวจทั่วๆ ไป แต่สามารถปรับโฟกัสตามสายตาของผู้ตรวจ และระยะทางของสายตา มีเลนส์สำหรับมอง 2 เลนส์ อันแรกมองเห็นครอบคลุมพื้นที่แคบแต่ไกล ส่วนเลนส์อีกอันสามารถมองเห็นครอบคลุมพื้นที่กว้างแต่ใกล้



กล้อง THEODOLITE

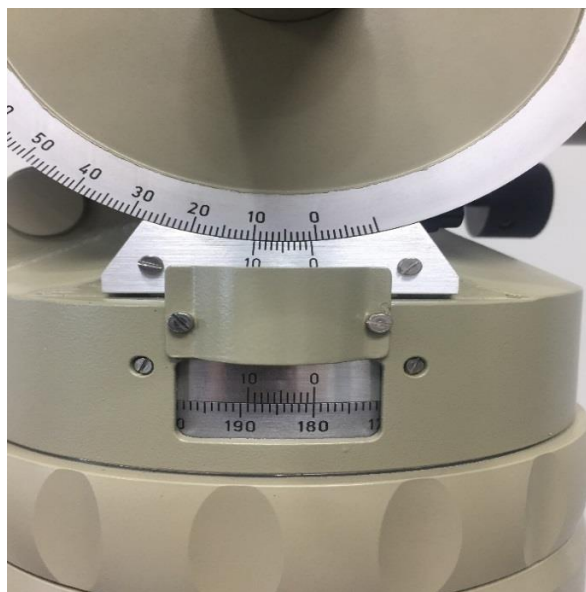


TELESCOPE

2.1.2 มุมตั้งและมุมนอน (Vertical and Horizontal circles) หรือมุมก้ม มุมเงย และมุมนอน (Elevation Angle and Azimuth Angle) จะเป็นดังนี้

ก. สเกลมุมตั้ง 0 -180 องศา

ข. สเกลแบบมุมนอน 0 -360 องศา การอ่านค่ามุมจะอ่านเป็นจำนวนเต็ม และจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยดูจาก Micrometer Drums



2.1.3 ระดับน้ำ และเข็มทิศ ระดับน้ำมีไว้เพื่อปรับให้กล้อง THEODOLITE ให้ได้ แนวระดับในกรณีใช้ฐานสนาม (สามขา) ส่วนเข็มทิศที่มีไว้เพื่อหาทิศเหนือจริง (TRUE NORTH) เพื่อความสะดวกในการตั้งกล้อง โดยใช้เข็มทิศหาเป้าหมายนั้นเป็นหลัก



2.1.4 แบตเตอรี่ และหลอดไฟ จะใช้เมื่อตรวจ PIVAL เวลากลางคืนเพื่อให้อ่านค่ามุมตั้งและมุมนอน



2.2 บอลลูน (BALLOON) ที่ใช้สำหรับการตรวจจะมีรูปร่างกลมๆ ทำด้วยยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์หลายสี โดยมีสีใช้ดังนี้



2.2.1 บอลลูนสีขาว (WHITE BALLOON) จะใช้ในโอกาสที่ท้องฟ้าโปร่งแจ่มใส (CLEAR SKY) หรือมีหมอกและฟ้าหลัวบางๆ เพราะบอลลูนสีขาวเมื่อลอยขึ้นไปจะสะท้อนแสงอาทิตย์ทำให้เห็นชัดเจน

2.2.2 บอลลูนสีแดง (RED BALLOON) จะใช้ในโอกาสที่ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน โดยมากเหมาะสมกับอากาศประเทศไทยซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงโดยฉับพลัน

2.2.3 บอลลูนสีดำ (BLACK BALLOON) จะใช้ในโอกาสที่ท้องฟ้ามีเมฆมากหรือเมฆหนาปกคลุมบริเวณที่ทำการตรวจและมีฟ้าหลัวทำให้ทัศนวิสัยเลว นานกว่าสีอื่นๆ

ถ้าขณะที่ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน แต่มีหมอกแดด ฝุ่นและควัน จะใช้บอลลูนสีขาวเพราะทำให้มองเห็นได้

สำหรับบอลลูนที่ใช้ในกิจการข่าวอากาศของ ทอ.นั้น จะใช้สีแดงเท่านั้น และเป็นขนาด 100 กรัม

(CR - 66 -100 GM) โดยใช้ควบคู่กับหัวอัดแก๊ส และต้มน้ำหนักถ่วงดังนี้

ตารางการใช้หัวอัดแก๊ส และตุ้มน้ำหนักถ่วง

แก๊สที่ใช้	เวลากลางวัน		เวลากลางคืน	
	ฮีเลียม	ไฮโดรเจน	ฮีเลียม	ไฮโดรเจน
นน. หัวอัดแก๊ส	139	125	139	125
นน. ตุ้มถ่วง	376	324	240 + 376	240 + 324
นน. รวม	515	449	755	689

ก่อนบรรจุแก๊ส ลูกบอลลูนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 นิ้ว และเมื่อบรรจุแก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียมปริมาณ 21 คิวบิกฟุต ลูกบอลลูนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 36 นิ้ว ในการอัดแก๊สบอลลูนนั้น การอัดจะสมบูรณ์เมื่อลูกบอลลูนลอยตัวได้เต็มที่ โดยสามารถยกหัวอัดแก๊ส และตุ้มถ่วงให้ลอยได้ในระดับหน้าอก

ซึ่งเมื่อบรรจุแก๊สตามตารางข้างบนจะได้อัตราการลอยตัวเฉลี่ยสำหรับลูกบอลลูน 100 กรัม คือ 280 เมตร (924 ฟุต) ต่อ 1 นาที

สำหรับการตรวจ PIBAL เวลากลางคืนนั้นหลังจากอัดแก๊สแล้ว จะผูกดวงไฟติดไปกับบอลลูนด้วย เพื่อไปใช้เป็นเป้าหมายสำหรับติดตามการเคลื่อนที่ของบอลลูน

เนื่องจากบอลลูนที่จะลอยขึ้นไปในอากาศต้องมีอัตราเร่ง ฉะนั้น

- นาฬิกาที่ 1 อัตราเร่งประมาณ 20% ของความเร็วการลอยของบอลลูน
- นาฬิกาที่ 2, 3 อัตราเร่งประมาณ 10% ของความเร็วการลอยของบอลลูน
- นาฬิกาที่ 4, 5 อัตราเร่งประมาณ 5% ของความเร็วการลอยของบอลลูน

ตั้งแต่นาฬิกาที่ 6 ขึ้นไป บอลลูนจะมีอาการลอยคงที่จนกระทั่งมีความสูงถึง 3 กิโลเมตรหรือมากกว่าเหนือพื้นดินการเก็บข้อมูลได้ไว้ในของที่ปิดให้ห้องที่อากาศอบอุ่นมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 49 องศาเซลเซียส

บัลลูนตรวจอากาศสำหรับงานอุตุนิยมวิทยา (PIBAL)

1. บอลลูนขนาด 30 กรัม หมายถึง บอลลูนหนัก 30 กรัมก่อนบรรจุแก๊ส ซึ่งจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 นิ้ว เมื่อบรรจุแก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียม 5 คิวบิกฟุต จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 24 นิ้ว และมีกำลังลอย 180 เมตรต่อนาที ใช้สำหรับตรวจระยะต่ำได้ประมาณ 9,000 เมตร ในเวลา 50 นาที

2. บอลลูนขนาด 100 กรัม หมายถึง บอลลูนหนัก 100 กรัมก่อนบรรจุแก๊ส ซึ่งจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 นิ้ว เมื่อบรรจุแก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียม 21 คิวบิกฟุต จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 36 นิ้ว และมีกำลังลอย 280 เมตรต่อนาที ใช้สำหรับตรวจระยะสูงได้ประมาณ 14,000 เมตร ในเวลา 50 นาที

บทที่ 3

หลักการปฏิบัติและขั้นตอนในการตรวจลมชั้นบน PIBAL (PILOT BALLOON OBSERVATION Procedures)

มีขั้นตอนการตรวจ PIBAL ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มตั้งแต่การตั้งกล้อง THEODOLITE การอ่านและการบันทึกของมุม การตรวจสอบสารประกอบอุตุนิยมวิทยาและบันทึกลักษณะอากาศซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 วิธีตั้งกล้อง THEODOLITE ตามปกติฐานกล้องจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ ฐานแบบถาวร กับ ฐานสนาม (สามขา) ฐานถาวรจะทำเป็นฐานคอนกรีต หรือทำเครื่องหมายที่ตั้งกล้องไว้ซึ่งจะยึดติดกับท่อเหล็ก โดยตั้งทิศเหนือ และระดับน้ำไว้พร้อมแล้ว แต่ฐานสนามมีความจำเป็นที่จะต้องตั้งทิศเหนือจริงและปรับระดับน้ำด้วยทุกครั้ง มิฉะนั้นจะทำให้ค่าของมุมต้งผิด ซึ่งจะหาคำนวณลมชั้นบนผิดด้วยโดยปรับระดับน้ำให้อยู่กึ่งกลางโดยตลอด หลักปฏิบัติในการตั้งกล้องมีดังนี้

ก. หมุนกล้องเข้ากับแท่นให้เรียบร้อย โดยให้ฐานรองรับกล้องขนานกับผิวพื้น และปรับระดับน้ำให้อยู่กึ่งกลาง

ข. ตั้งกล้องโดยให้หันหน้ากล้องไปทางทิศเหนือ ตามที่หมายของแต่ละสถานี

ค. ปรับทิศทางของมุมนอนด้านคนอ่านให้ตรงกับ 360 องศา โดยคลายหางปลาใต้ฐาน เมื่อตั้งตรงแล้วให้ปิดล็อกอย่างเดิม

ง. สำหรับกรณีที่จะใช้คำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์: PC ให้มุมนอนด้านคนอ่านให้ตรงกับ 180 องศา โดยคลายหางปลาใต้ฐาน เมื่อตั้งตรงแล้วให้ปิดล็อกอย่างเดิม

1.2 การอัดแก๊สบอลูน การอัดแก๊สบอลูนจะใช้แก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียม ทำการอัดให้ได้มาตรฐาน ซึ่งวิธีการวัดมาตรฐานของหัววัดมีหลายชนิดด้วยกัน

ขั้นตอนการอัดแก๊สบอลูน มีดังนี้

ก. นำลูกบอลูนออกมาใส่อากาศให้หมด โดยพับแล้วม้วนจากด้านบนลงไปหาปากลูกบอลูน

ข. เลือกตุ้มน้ำหนักถ่วงให้ตรงกับลูกบอลูนที่ใช้ตรวจ เช่น ลูกบอลูน 100 กรัม อัดโดยแก๊สไฮโดรเจน และหัววัดน้ำหนัก 125 กรัม จะต้องใช้ตุ้มน้ำหนัก 324 กรัมถ่วง

ค. การอัดแก๊สเมื่อนำปากบอลูนสวมกับหัววัดแก๊สแล้ว ให้เปิดวาล์วที่สายยาง โดยให้ลูกศรชี้ไปตามสายยางท่ออัดแก๊ส จากนั้นค่อยๆ เปิดวาล์วที่ถังแก๊ส จนกระทั่งบอลูนสามารถยกท่ออัดแก๊สพร้อมกับลูกตุ้มถ่วงให้ลอยระดับหน้าอก

ง. ในกรณีที่พบบรรยากาศ ให้รีบปิดวาล์วแก๊สทันที แล้วเปลี่ยนบอลูนลูกใหม่ พร้อมทั้งอัดแก๊สใหม่อีกครั้ง

จ. เมื่ออัดแก๊สเสร็จแล้ว ให้ปิดวาล์วให้เรียบร้อยทั้งที่ท่อแก๊สและหัวอัดแก๊ส

ฉ. ใช้เชือกด้ายดิบที่เตรียมไว้พันรอบคอลูกบอลูน 2 - 3 รอบแล้วมัดให้แน่น ถ้าคอลูกบอลูนยาวพอที่ม้วนได้ ให้พันคอบอลูนแล้วมัดซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

เมื่ออัดบอลูนเรียบร้อยแล้วให้เตรียมตัวปล่อยได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ก. แจ้งหอบังคับการบิน เพื่อความปลอดภัยต่ออากาศยานทุกครั้ง

ข. ปรับเลนส์หน้ากล้อง (Eyepiece) ให้ได้ภาพที่ชัดเจนที่สุด

ค. ขณะที่ติดตามการลอยตัวของบอลูน ถ้ามองเห็นภาพบอลูนไม่ชัดเจน ให้ปรับโฟกัสใหม่ให้ได้ภาพที่ชัดเจนที่สุด

เมื่อปล่อยบอลูนขึ้นไปในอากาศแล้ว จะใช้กล้อง Theodolite ติดตามการเคลื่อนที่ของลูกบอลูนและบันทึกค่าของมุมตั้ง และมุมนอนลงบนแบบพิมพ์ อด.ทอ.1015 ทุก 1 นาที (ก่อนบันทึกลงบนแบบพิมพ์ อด.ทอ.1015 ให้บันทึกชื่อของสถานที่ทำการตรวจ, Latitude และ Longitude ของตำแหน่งที่ตั้งของ สถานีตรวจอากาศ ให้เรียบร้อยทุกครั้ง)

1.3 การบันทึกลงบนแบบพิมพ์ 1015

บันทึกค่าทิศทางลมเป็นองศา และความเร็วลมเป็นนอต ลมสงบให้บันทึก “000” สำหรับทิศทาง และ “00” สำหรับความเร็วลม ค่าของลมผิวพื้นที่ที่บันทึกลงในช่องลมนี้จะเป็นค่าของลมที่ผิวพื้นภายในเวลา 15 นาทีก่อนการปล่อยบอลูน

ก. อ่านค่าของมุมตั้ง (Elevation angle) เป็นจำนวนเต็ม และจุดทศนิยม หนึ่งตำแหน่ง แล้วบันทึกลงในช่อง Observed ของช่อง Elevation angle

ข. อ่านค่าของมุมนอน (Azimuth angle) เป็นจำนวนเต็ม และจุดทศนิยม หนึ่งตำแหน่งแล้วบันทึกลงในช่อง Azimuth angle

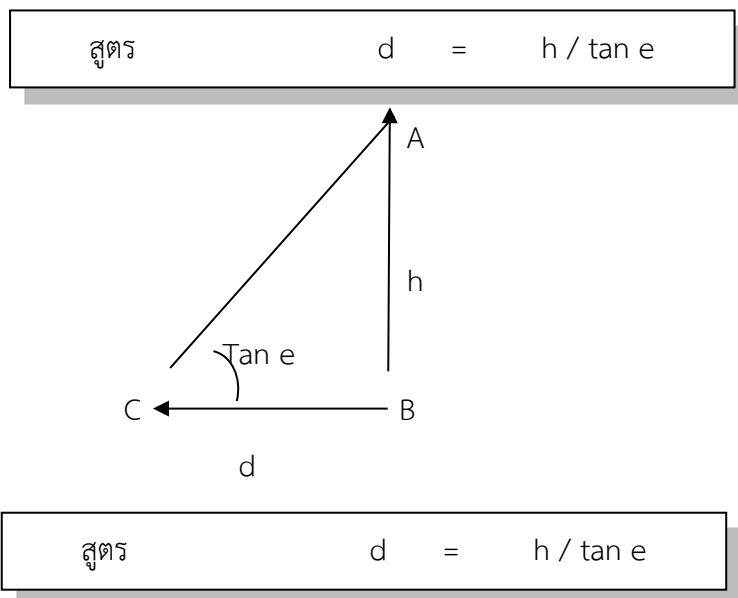
ง. บันทึกสารประกอบลักษณะอากาศปัจจุบันในขณะที่ทำการตรวจ PIBAL ลงช่องหมายเหตุ (Remarks)

ฉ. บันทึกเหตุผลที่ทำให้การตรวจ PIBAL ไม่ได้ เช่น บอลูนแตก (BALLOON BROKEN), บอลูนหายเข้าไปในเมฆ (LOST IN CLOUDS) หรือ QUIT ในช่องเหตุผลที่ไม่สามารถทำการตรวจต่อไปได้ (Reason for termination)

2. การคำนวณหาระยะในแนวนอนจากจุดตรวจ PIBAL

2.1 การคำนวณหาทิศทางและความเร็วลมโดยใช้สูตร

การคำนวณหาทิศทางและความเร็วลมนั้น จำเป็นจะต้องรู้ระยะห่างจากจุดปล่อยในแนวนอน ของการเคลื่อนที่ของบอลูนแต่ละนาที โดยคำนวณจากสูตรดังนี้



d = ระยะห่างจากจุดปล่อยในแนวนอนไปยังจุดที่อยู่ใต้บอลูนคือจุด B (BC)

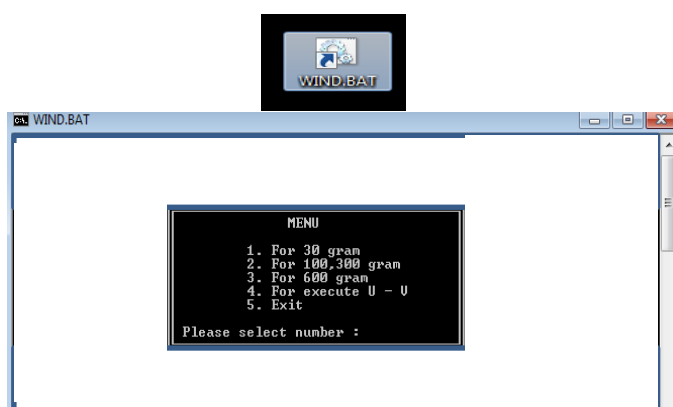
h = ความสูงของบอลูนเหนือจุดตรวจ ซึ่งจะได้มาจากอัตราการลอยของบอลูนแต่ละนาที (AB)

e = ค่าของมุมตั้ง (Elevation angle) ของบอลูนจากแนวระดับซึ่งอ่านค่ามาจากกล้อง Theodolite

ฉะนั้น ในการคำนวณดังกล่าวข้างต้น เมื่อทราบค่ามุมตั้ง หรือ $\tan e$ แล้วก็สามารถนำไปเปิดตารางหาค่าระยะห่างจากจุดปล่อยในแนวนอนหรือค่า d ได้ ซึ่งค่าที่จะรายงานเป็นเมตร ซึ่งจะมีความสะดวกขึ้นโดยการเปิดตารางค่าจาก table for computing horizontal distance for pilot balloon

2.2 การคำนวณหาทิศทางและความเร็วลมขึ้นบนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ : PC

การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้คำนวณนี้ จะทำงานบนระบบ DOS เป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้สะดวก และรวดเร็วเมื่อสั่ง RUN PROGRAM แล้วจะแสดง MENU การใช้งานขึ้นบนหน้าจอ Display ให้เลือก MENU อยู่ 5 MENU ตามหัวข้อ 1 - 5 ซึ่งกำหนดไว้ให้เลือกตามขนาดน้ำหนักของบอลลูนตรวจอากาศ ตามภาพ 1



หลังจากที่เราเลือก MENU ตามขนาดบอลูนแล้ว ที่หน้าจอจะแสดงรายละเอียดตามภาพที่ 2 - 4

WIND.BAT

D7: (F1) U 325.2

Alt+Q=QUIT [EASY] 100 GRAM From Meteorological Dept.
 Alt+A=INPUT DATA [EASY] UPPER WIND By Mr.Anawat Iopengpat
 Alt+D=DELETE ALL DATA * PROGRAM * Tel.3989929

MINUTE	ALTITUDE	ELEVATION	AZIMUTH	DISTANCE	DIRECTION	SPEED M/S
1	350	57.5	325.2	223		

12-May-2015 11:06 AM

ภาพที่ 2

WIND.BAT

D8: (F1) U 327

Alt+Q=QUIT [EASY] 100 GRAM From Meteorological Dept.
 Alt+A=INPUT DATA [EASY] UPPER WIND By Mr.Anawat Iopengpat
 Alt+D=DELETE ALL DATA * PROGRAM * Tel.3989929

MINUTE	ALTITUDE	ELEVATION	AZIMUTH	DISTANCE	DIRECTION	SPEED M/S
2	670	59.0	327.0	403	327	3.4

12-May-2015 10:42 AM

ภาพที่ 3

WIND.BAT

C14: (F1) U

Alt+Q=QUIT [EASY] 100 GRAM From Meteorological Dept.
 Alt+A=INPUT DATA [EASY] UPPER WIND By Mr.Anawat Iopengpat
 Alt+D=DELETE ALL DATA * PROGRAM * Tel.3989929

MINUTE	ALTITUDE	ELEVATION	AZIMUTH	DISTANCE	DIRECTION	SPEED M/S
1	350	57.5	325.2	223	327	3.4
2	670	59.0	327.0	403	329	3.1
3	980	59.0	327.5	589	343	3.1
4	1285	59.1	334.5	769	358	3.0
5	1585	60.0	339.0	915	341	3.1
6	1880	58.9	336.5	1.134	331	3.3
7	2170	58.9	336.5	1.369		

12-May-2015 11:36 AM

เมื่อเลือก MENU ตามต้องการแล้ว จะเห็นหน้าจอแสดงรายละเอียดต่างๆ ตามภาพที่ 2 และจะเห็นลำดับนาฬิกาเริ่มต้นการตรวจจับบอลลู่นพร้อมๆกับ **ภาพที่ 4** ของบอลลู่นตรวจอากาศ (280 = อัตราการลอยของบอลลู่นขนาด 100 Gram) ตามภาพ 2 ให้บันทึกค่า Elevation และค่า AZIMUTH ตามเวลาที่ใช้นักในแบบพิมพ์ตรวจลมชั้นบน อต.ทอ.1015

โปรแกรมจะคำนวณได้ค่า ดังนี้

- ระยะห่าง (Distance)
- ค่าทิศทางลม (Direction)
- ความเร็วลม (Speed) ซึ่งได้ค่าเป็น เมตร/วินาที (M/S)

3. การรายงานข้อมูล เมื่อ plot ค่าทิศทางและความเร็วลมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องเลือกระดับสำคัญเข้ารหัส PIBAL และรายงานต่อไป ซึ่งมีหลักการรายงานดังต่อไปนี้

FM 32-XI Ext. PILOT Upper-wind report from a fixed land station

PART A

Setion 1 $M_i M_i M_j M_j$ YYGGa₄ lllii

Setion 2 44nP₁P₂ (or) 55nP₁P₂ dddff dddfffetc.

Setion 3 77P_MP_MP_M (or) 66P_MP_MP_M (or) 7H_mH_mH_mH_m (or) 6H_mH_mH_mH_m
(or) 77999 d_md_mf_mf_mf_m(4V_bV_bV_aV_a)

PART B

Setion 1 $M_i M_i M_j M_j$ YYGGa₄ lllii

Setion 4 9 or 8 or 21212 tnu₁u₂u₃ dddff dddff dddff

n₀n₀p₀p₀p₀ d₀d₀f₀f₀f₀ n₁n₁p₁p₁p₁ d₁d₁f₁f₁f₁

Setion 5 51515 or 52525 or 59595 code groups to be developed regionally

Setion 6 61616 or 62626 or 69696 code groups to be developed regionall

คำอธิบายรหัส

Setion1 ของ PART A, B, C, D จะรายงานเหมือนกันดังนี้

$M_i M_j M_k M_l$ คือ ตัวอักษรนำหน้าบอกชื่อ

PART ของการรายงานรหัสลมชั้นบน

$M_i M_j$ = อักษรแสดงถึงการตรวจ Pibal คือ PP

$M_j M_k$ = PART ของการรายงานลมชั้นบน มีดังนี้

PART A รายงาน AA

PART B รายงาน BB

PART C รายงาน CC

PART D รายงาน DD

YY = วันที่ของเดือน

ถ้าการรายงานกำลังลมมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

จะรายงานวันที่ของเดือนนั้นตรงๆ เช่นวันที่ 10 ก็รายงาน 10

ถ้ารายงานเป็นกำลังลมเป็นนอต จะต้องเอา 50 บวกกับวันที่

เช่น วันที่15 จะรายงานเป็น 65 เป็นต้น

GG = เวลาที่ตรวจ PIBAL เป็น UTC.

a_4 = เลขรหัสส่งถึงอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจลมชั้นบน

Table 0265 (WMO-No.306.Vol I1)

เลขรหัสอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจ

0 = ตรวจวัดได้ทั้งความกดอากาศและทิศทางความเร็วลม

1 = ตรวจด้วยกลองฮีโอโดไลท์ชนิดส่องด้วยสายตา

2 = ตรวจด้วยกลองฮีโอโดไลท์ชนิดที่ควบคุมด้วยวิทยุ

3 = ตรวจด้วยเรดาร์

4 = ตรวจวัดได้ทั้งความกดอากาศ และทิศทางความเร็วลม

แต่เครื่องวัดความกดอากาศเกิดขัดข้อง ขณะทำการตรวจ

5 = ตรวจวัดด้วย VLF - OMEGA

6 = ตรวจวัดด้วย LORAN-C

7 = ตรวจวัดทุกระดับ 1,000 ฟุต

8 = ตรวจวัดด้วยดาวเทียม

9 = ตรวจวัดนอกเหนือจาก 0-8 (ตรวจไม่เป็นทางการ)

II = กลุ่มตัวเลขบอกภาคของสถานี PIBAL นั้นตั้งอยู่
สำหรับประเทศไทยอยู่ในภาค 48 ใช้เลขสองตัว

iii = หมายเลขประจำสถานี (ใช้เลขสามตัว)
เช่น 456 หมายถึง ดอนเมือง 48456

section 2 44 หรือ 55 เลขนำหมู่แสดงข้อมูลลมตามระดับความกดอากาศมาตรฐานตามระดับความสูง คือ 850 ถึง 100 มิลลิบาร์ การรายงานจะตามด้วย n (จำนวนข้อมูล) PIP₂ (ระดับความกดอากาศ)

ตัวอย่าง 55385	55	คือ	เลขนำหมู่ (ใช้ความสูงโดยเฉลี่ย)
	3	คือ	จำนวนข้อมูลที่รายงานตามระดับความสูง
	85	คือ	ข้อมูลที่รายงานเริ่มต้นที่ 850, 700, 500 มิลลิบาร์ ตามลำดับ
	55340	คือ	ข้อมูลลมจะรายงานที่ระดับ 400, 300, 250 มิลลิบาร์ ตามลำดับเช่นกัน

Section 3 ใช้รายงานระดับ Maximum wind speed, Vertical Wind Shear โดยใช้เลขนำหมู่ 77 หรือ 66 ตามด้วยความกดอากาศ ณ ระดับนั้นๆ พร้อมข้อมูลทิศทางและความเร็วลม ถ้าหากว่าไม่มีการรายงานความเร็วลมสูงสุด จะรายงานด้วยรหัส 77999 แทน

PART B ให้การรายงานข่าว PIBAL ตามระดับที่กำหนดให้หรือระดับสำคัญจนถึงระดับ 100 มิลลิบาร์ **Section 4** ให้รายงานข้อมูลของระดับซ่อมและระดับสำคัญ มีระดับความสูงเป็นฟุตตามระดับที่กำหนดให้ เลขนำ หมู่คือ 8, 9 (หรือ 1) ดังตัวอย่าง

90012	9	คือ	เลขนำหมู่รายงาน
	0	คือ	การรายงานข้อมูลลม ระดับละ 1,000 ฟุต
	0	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับผิวพื้น
	1	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 1,000 ฟุต
	2	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 2,000 ฟุต
90346	9	คือ	เลขนำหมู่รายงานทุก 1,000 ฟุต
	0	คือ	การรายงานข้อมูลลม ระดับละ 1,000 ฟุต
	3	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 3,000 ฟุต
	4	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 4,000 ฟุต
	6	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 6,000 ฟุต

หรือ

80124	8	คือ	เลขนำหมู่รายงานทุก 1,500 ฟุต
	0	คือ	การรายงานข้อมูลลม ระดับละ 1,500 ฟุต
	1	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 1,500 ฟุต
	2	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 3,000 ฟุต
	4	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 6,000 ฟุต

808//	8	คือ	เลขนำหมู่รายงานทุก 1,500 ฟุต
	0	คือ	การรายงานข้อมูลลม ระดับละ 1,500 ฟุต
	8	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 12,000 ฟุต
81048	8	คือ	เลขนำหมู่รายงานทุก 1,500 ฟุต
	0	คือ	การรายงานข้อมูลลม ระดับละ 1,500 ฟุต
	1	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 15,000 ฟุต
	4	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 21,000 ฟุต
	8	คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 27,000 ฟุต

Section 5 ใช้รายงานรหัสประจำภาค ซึ่งยังไม่มีข้อตกลงใช้แน่นอน

Section 6 ใช้รายงานระดับสากล ซึ่งยังไม่มีข้อตกลงใช้แน่นอน

หมายเหตุ รายละเอียดของ PART C, PART D จะไม่บอกกล่าวถึงในที่นี้

ตัวอย่างการรายงานข่าว PIBAL

ในการเขียนแผนที่ลมชั้นบนที่ได้มาจากการตรวจ PIBAL ในปัจจุบันจะใช้ข่าวเฉพาะ PART A และ PART B เท่านั้น ซึ่งมีตัวอย่างการรายงาน ดังนี้

PPAA 51001 48456 55285 77999;

PPBB 51001 48456 90012 90346 90789
 91246 9205/ 9305/;

PPAA 51001 48426 LOW CLOUDS ;

PPBB 51001 48426 90012 ;

สำหรับเลขนำหมู่ใน PPAA นั้น มีหลักการใช้ดังนี้

- 55 - จะใช้เมื่อตรวจวัดลมที่ความสูง ณ ระดับความกดอากาศมาตรฐานโดยใช้ความสูงโดยเฉลี่ย
 ไม่ใช่เครื่องมือวัดความกดอากาศช่วยวัด เช่น การตรวจ PIBAL เป็นต้น
- 44 - จะใช้สำหรับเมื่อทำการตรวจวัดลมด้วยเครื่องมือที่มีเครื่องวัดความกดอากาศและ
 มีการคำนวณความสูงตาม ระดับความกดมาตรฐานนั้นๆ

สำหรับหลักเกณฑ์อื่นๆ ในการรายงานผลการตรวจ PIBAL มีดังต่อไปนี้

- ก. WORDS คือ คำย่อที่แสดงถึงอุปสรรคที่ทำให้การตรวจ PIBAL ไม่ได้ ซึ่งจะไม่มีการรายงานข่าว โดยรายงานใน Section 1 ดังนี้

M_iM_iM_iM_i YYGGa₄ Uiii WORDS

ลักษณะของ WORDS ที่ใช้รายงานคือ

PIRA	=	ฝนตก
PICO	=	เมฆต่ำมาก
PIBA	=	ไม่มีบัลลูน
PIFO	=	หมอกหนา
PIHE	=	ไม่มีแก๊ส
PIWI	=	พายุจัด

ตัวอย่าง PPAA 52001 48455 PIRA

- ข. เลขรหัส คือเลขที่แสดงให้ทราบถึงเหตุที่ไม่สามารถตรวจ PIBAL ได้ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

10140	=	ไม่อาณาบริเวณสำหรับการตรวจ
10142	=	เครื่องมือที่ใช้ทำการตรวจเสีย
10143	=	การตรวจล่าช้า
10144	=	ไฟฟ้าดับ
10145	=	สภาพอากาศไม่ดี
10146	=	ฐานเมฆต่ำกว่า 1,500 ฟุต
10147	=	บอลลูนรั่ว
10148	=	ไม่สามารถปล่อยบอลลูนได้ในขณะนั้น
10149	=	กำลังเตรียมการปล่อยบอลลูน
10151	=	บอลลูนลอยต่ำลงโดยถูกสายไฟ
10152	=	บอลลูนลอยต่ำโดยน้ำฟ้า
10157	=	เครื่องมือขาดการบำรุงรักษา
10159	=	เหตุผลอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว

ตัวอย่าง PPAA 52001 48455 10146 ;

บทที่ 4

หลักเกณฑ์การรายงานข้อมูลต่าง ๆ ลงในแผ่นตรวจลมชั้นบน (อต.ทอ.1015)

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียด หลักเกณฑ์ในการบันทึกการรายงานข้อมูลในการตรวจและรายงานลมชั้นบนลงในแผ่นตรวจลมชั้นบน (อต.ทอ.1015)

1. ระดับหลักและระดับซ่อที่ใช้รายงานการตรวจลมชั้นบน

ระดับหลัก(ระดับมาตรฐาน) ซึ่งจะใช้รายงานดังต่อไปนี้

850	เฮกโตปาสคาล	ความสูงเท่ากับ	5,000 ฟุต
700	”	”	10,000 ฟุต
500	”	”	18,000 ฟุต
400	”	”	24,000 ฟุต
300	”	”	30,000 ฟุต
250	”	”	34,000 ฟุต
200	”	”	39,000 ฟุต
150	”	”	45,000 ฟุต
100	”	”	53,000 ฟุต

ระดับซ่อซึ่งจะใช้รายงานดังต่อไปนี้

- ตั้งแต่ระดับผิวพื้นจนถึง 10,000 ฟุต จะรายงานระดับซ่อทุกๆ 1,000 ฟุต เช่น
1,000, 2,000, 9,000 ฟุต
- ตั้งแต่ระดับ 10,000 ฟุตขึ้นไป จะรายงานระดับซ่อทุกๆ 2,000 ฟุต เช่น
1,200, 1,400, 20,000 ฟุต
- ตั้งแต่ระดับ 20,000 ฟุตขึ้นไป จะรายงานระดับซ่อทุกๆ 5,000 ฟุต เช่น
25,000, 30,000, 55,000 ฟุต

ในการรายงานระดับซ่อ จะต้องรายงานระดับซ่อครั้งสุดท้ายทุกครั้ง ไม่ว่าจะตรงกับระดับหรือไม่ ก็ตามโดยที่ทิศทางและความเร็วลมจะต้องตรงกับนาฬิกาสุดท้ายของการตรวจ เพื่อแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้ข่าวได้ทราบว่าการตรวจของสถานีนั้นๆ ตรวจได้สูงสุดเท่าใด

การรายงานระดับหลักให้รายงานในช่องสำหรับรายงาน FIRST TRANSMISSION

การรายงานระดับซ่อให้รายงานในช่องสำหรับรายงาน SECOND TRANSMISSION

2. การบันทึกช่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการตรวจลมชั้นบน มีดังนี้

- 2.1 ให้ลงชื่อย่อ (initial) ของผู้คำนวณค่าทิศทางและความเร็วลมลงในช่อง COMPUTER
 2.2 ให้ลงชื่อย่อ (initial) ของผู้ที่ใช้กล้องติดตามการเคลื่อนที่ของบอลลูนลงในช่อง VERIFIER

2.3 ให้บันทึกเหตุผลที่เป็นอุปสรรคทำให้การตรวจลมชั้นบนไม่ได้โดยบันทึกลงในช่อง REASON FOR TERMINATION ดังตัวอย่าง

LOST IN CLOUDS	หมายถึง บอลลูนหายไปในก้อนเมฆ
LOST IN HAZE	หมายถึง บอลลูนหายไปในหมอกแดด
BALLOON WAS BLINDNESS BY SUNLIGHT	หมายถึง บอลลูนเข้าดวงอาทิตย์
BALLOON BROKEN	หมายถึง บอลลูนแตก
LOST IN BUILDING	หมายถึง บอลลูนเข้าตึก
QUIT	หมายถึง ตรวจได้เพียงพอกับความต้องการแล้ว

3. เวลาในการตรวจ PIBAL ประกอบด้วย เวลากำหนดตรวจ และ เวลาตรวจจริง

3.1 เวลากำหนดการส่งข่าวและรายงานได้แก่ เวลาหลักของการตรวจลมชั้นบน คือ 0000, 0600, 1200 และ 1800UTC

3.2 เวลาตรวจจริง ซึ่งเป็นเวลาที่ตรวจเพื่อให้ประโยชน์แก่การพยากรณ์อากาศและการบินมากที่สุด โดยจะต้องตรวจก่อนเวลากำหนดอย่างน้อย 30 นาที อย่างมากไม่เกิน 1 ชั่วโมง ตัวอย่างเช่น เวลากำหนดตรวจ 0600 UTC เวลาตรวจจริงคือ 0530 UTC ในกรณีที่ท้องฟ้าโปร่งทำให้การตรวจ PIBAL ได้สูง เวลาตรวจจริงควรเริ่มก่อน 1 ชั่วโมง

4. ข้อกำหนดในการตรวจลมชั้นบน จะต้องตรวจให้ได้สูง 10,000 ฟุต หรือ 700 เฮกโตปาสคาลหรือ 10 นาทีของการตรวจ โดยใช้บอลลูน 100 กรัม ถ้าไม่สามารถตรวจบอลลูนได้ตามเกณฑ์นี้แล้ว

จะต้องทำการตรวจใหม่ทันทีรวมถึงกรณีต่อไปนี้ด้วย

- ก. บอลลูนรั่วหรือแตก
- ข. บอลลูนลอยขึ้นไปตรงกับดวงอาทิตย์
- ค. มุมตั้งสูงเกินไปทำบอลลูนหายไปจากกล้อง
- ง. อุบัติเหตุอื่นๆ เช่น ขากล้องล้มในกรณีใช้ฐาน 3 ขา (ขาสนาม) เป็นต้น

กรณีที่ไม่ต้องตรวจ PIBAL ดังต่อไปนี้ คือ

- ก. ฐานเมฆต่ำ (ต่ำกว่า 1,500 ฟุต)
- ข. มีปรากฏการณ์ปิดบังซึ่งไม่สามารถปล่อยบอลลูนให้ได้สูงถึง 3,000 ฟุต
- ค. มีฝนหรือปรากฏการณ์ที่เป็นอุปสรรคต่อการมองเห็น
- ง. กระแสลมแรงมากจนไม่สามารถปฏิบัติงานได้โดยสะดวก
- จ. หมอกหนาทัศนวิสัย เท่ากับ 2,400 เมตร (1 ½ ไมล์) หรือน้อยกว่า

[illegible]

ตัวอย่างการบันทึก อด.ทอ.1015 (ด้านหน้า)

Slant range (m.)	Pilot h/c above surface (m.)	Rawin h/c above surface (m.)	Elevation angle ^o		Distance from observation point (m.)	Azimuth angle ^o	Wind		Distance from observation point (m.)	Azimuth angle ^o	Wind	
			Observed	Smoothed			Dir.°	Speed 360° N. (m.p.h.)			Dir.°	Speed 360° N. (m.p.h.)
216	1	179	44.9		179	44.0	014	3.2				
350	1											
616	2	577	68.8	012	577	68.7	012	3.7				
612	3	610	70.2	053	610	70.2	053	4.0				
980	3											
801	4	843	81.0	015	843	81.0	015	3.0				
748	4											
1585	5	1032	44.7	088	1032	44.7	088	5.0				
1170	6	1247	55.9	085	1247	55.9	085	7.5				
1880	6											
1350	7	1555	64.4	100	1555	64.4	100	6.5				
1530	7											
2455	8	1918	70.8	116	1918	70.8	116	5.8				
1710	9	2118	78.8	121	2118	78.8	121	5.2				
4285	9											
3520	10	2359	81.5	115	2359	81.5	115	3.6				
2070	11	2469	84.0	135	2469	84.0	135	3.0				
3300	11											
5580	12	2601	88.6	107	2601	88.6	107	3.4				
2410	13	2655	88.9	091	2655	88.9	091	4.2				
3855	13											
4130	14	3101	90.0	098	3101	90.0	098	3.4				
2360	15	3260	90.0	091	3260	90.0	091	3.7				
4465	15											
2870	16	3556	90.5	081	3556	90.5	081	3.4				
4675	16											
4885	17	3659	94.0	070	3659	94.0	070	2.2				
3330	18	3799	88.9	107	3799	88.9	107	1.6				
5215	18											
5385	19	3941	89.9	110	3941	89.9	110	2.1				
3690	20	3955	91.8	137	3955	91.8	137	2.4				
5755	20											
3870	21	4054	91.2	116	4054	91.2	116	0.9				
5855	21											
6395	22	3949	91.5	910	3949	91.5	910	1.2				
4230	23	3945	91.9	920	3945	91.9	920	1.0				
6585	23											
6835	24	3817	91.0	233	3817	91.0	233	1.8				
4410	24											
4590	25	3778	91.0	201	3778	91.0	201	3.2				
7105	25											
4230	26	3945	91.9	920	3945	91.9	920	1.0				
4770	26											
4835	27	3945	91.9	920	3945	91.9	920	1.0				
4860	27											
7845	27	3945	91.9	920	3945	91.9	920	1.0				
5130	28	3945	91.9	920	3945	91.9	920	1.0				
7915	28											
8185	29	4155	104.8	113	4155	104.8	113	5.5				
5490	30	4302	110.1	174	4302	110.1	174	5.7				
8455	30											
8570	31	4429	113.1	192	4429	113.1	192	3.6				
8570	31											
5850	32	4492	115.7	178	4492	115.7	178	1.9				
5955	32											
6030	33											
9285	33											
5585	34											
6390	35											
9850	35											
10135	36											
6760	37											
10420	37											
6930	38											
10710	38											
11035	39											

815-5048

ตัวอย่างการบันทึก อต.ทอ.1015 (ด้านหลัง)

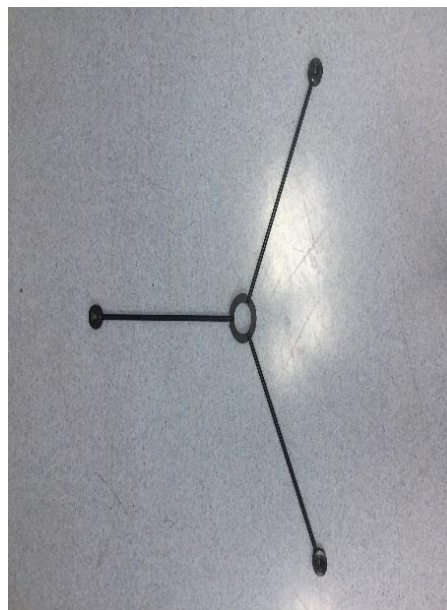
การตรวจลมชั้นบนกึ่งแบบอัตโนมัติ (TEBAL)

การเตรียมอุปกรณ์ตรวจลมชั้นบนกึ่งอัตโนมัติ

1. การติดตั้งขาตั้งกล้อง ให้กางที่รองขาตั้งกล้อง จากนั้นให้ปรับระดับความสูงของขาตั้งกล้องขณะที่ยังไม่กางออก ให้อยู่ในระดับคางของเจ้าหน้าที่ที่ทำการตรวจจับบอลูน (ผู้ที่ส่องกล้อง) แล้วนำมาติดตั้งโดยการกางขาตั้งกล้องวางบนที่รองที่กางไว้แล้วให้พอดีกัน เพื่อป้องกันไม่ให้ขาตั้งกล้องขยับในขณะทำการตรวจ



ที่รองขาตั้งกล้อง



กางที่รองขาตั้งกล้อง



ที่รองขาตั้งกล้อง



ให้ปรับระดับความสูงของขาตั้งกล้องขณะที่ยังไม่กางออก
ให้อยู่ในระดับคางของเจ้าหน้าที่ ที่ทำการตรวจจับบอลลูน (ผู้ที่ส่องกล้อง)



กางขาตั้งกล้องวางบนที่รองที่กางไว้แล้วให้พอดีกัน
เพื่อป้องกันไม่ให้ขาตั้งกล้องขยับในขณะที่ทำการตรวจ

2. การติดตั้งตัวกล้อง เมื่อตั้งขาตั้งกล้องเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำกล้อง TEBAL มาติดตั้งที่ฐานรองกล้อง ซึ่งที่ฐานจะมีช่อง ที่มีตัวยึดกล้องเป็นเกลียวนอต ไว้สำหรับยึดตัวกล้องกับฐานซึ่งติดอยู่กับขาตั้งกล้อง โดยวางฐานกล้องให้พอดีกับฐานรองกล้องไม่ให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง



(จากรูป) ที่ฐานจะมีช่อง ที่มีตัวยึดกล้องเป็นเกลียวนอต
ไว้สำหรับยึดตัวกล้องกับฐานซึ่งติดอยู่กับขาตั้งกล้อง



นำกล้อง TEBAL มาติดตั้งที่ฐานรองกล้อง
โดยวางฐานกล้องให้พอดีกับฐานรองกล้องไม่ให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง

3. การตั้งค่าระดับน้ำ เพื่อความแม่นยำและได้ค่าที่เที่ยงตรงมากที่สุด โดยสังเกตสเกลระดับน้ำที่ ตัวกล้อง TEBAL ซึ่งจะต้องหมุนตัวปรับระดับน้ำที่ฐานเพื่อให้ระดับน้ำอยู่ตรงกลางสเกล และให้ปรับแบบเดียวกันนี้ทั้งสามด้าน

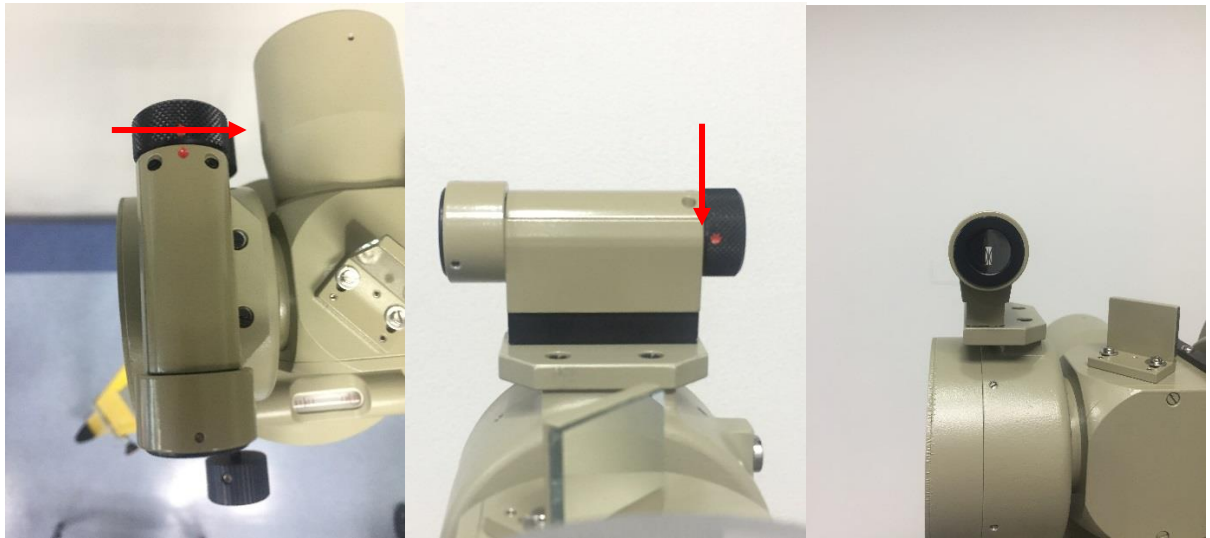


ตัวปรับระดับความสูงฐานกล้องเพื่อปรับระดับน้ำให้สมดุล



สังเกตสเกลระดับน้ำที่ตัวกล้องซึ่งจะต้องหมุนตัวปรับระดับน้ำที่ฐานเพื่อให้ระดับน้ำอยู่ตรงกลางสเกล

4. การติดตั้งกล้องหาทิศเหนือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาทิศเหนือเป็นกล้องที่มีแท่งแม่เหล็กอยู่ภายในสามารถขยับหาทิศเหนือได้ ให้นำมาติดตั้งบนกล้อง TEBAL ซึ่งจะมีแท่งเหล็กสองแท่งให้นำกล้องมาเสียบ เมื่อติดตั้งกล้องหาทิศเหนือบนกล้อง TEBAL เรียบร้อยแล้ว ให้สังเกตจุดสีแดงสองจุดถ้าหากตรงกันแท่งแม่เหล็กจะล็อกและไม่สามารถขยับหาทิศได้ ให้หมุนจุดสีแดงไม่ให้ตรงกันเพื่อปลดล็อก



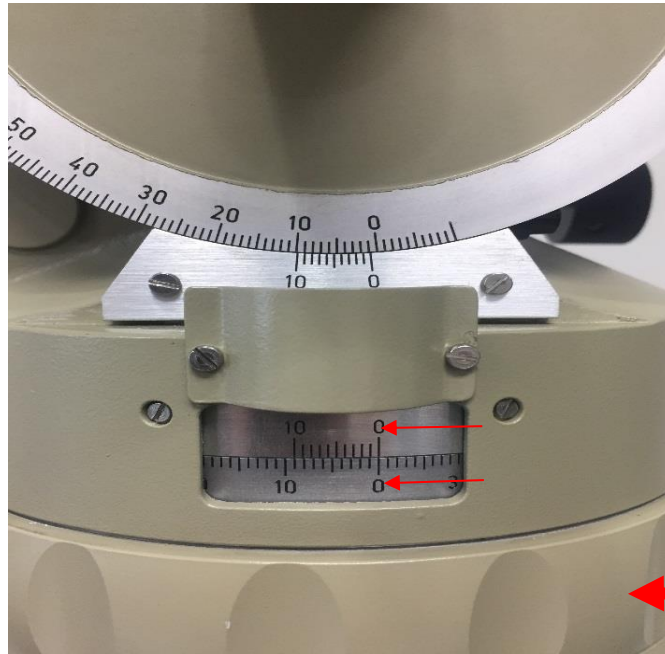
การติดตั้งกล้องหาทิศเหนือ

5. การหาทิศเหนือ ให้หมุนหน้ากล้องไปทางทิศเหนือ สังเกตหน้าปัดกล้องจะมีเส้นสเกลให้หมุนกล้องแล้วแท่งแม่เหล็กจะขยับ เพื่อปรับให้เส้นสเกลกลางหน้าปัดอยู่ตรงกลางระหว่างเส้นโค้งสองเส้นที่อยู่บนแท่งแม่เหล็กภายในกล้อง

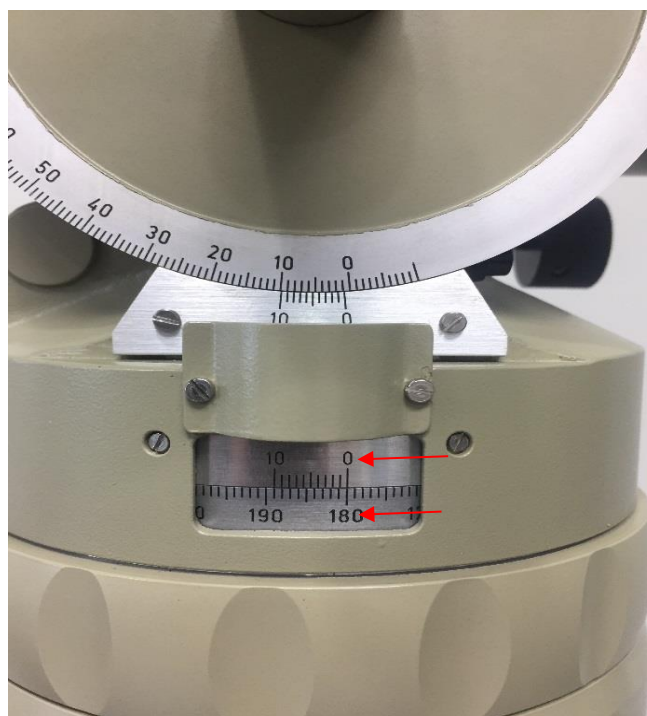


เข็มสเกลเมื่อเล็งทิศเหนือ

6. การปรับสเกลฐานกลิ้ง เมื่อเล็งกลิ้งได้ทิศเหนือแล้วให้หมุนฐานกลิ้ง (ตามลูกศรที่ชี้ในภาพที่ 6.1) ให้สเกล 0 ด้านล่างตรงกับสเกล 0 ด้านบน จากนั้นให้หมุนกลิ้งด้านบน (ตามลูกศรที่ชี้ในภาพ 6.2) กลับทิศให้สเกล 0 ด้านบน ตรงกับสเกล 180 ด้านล่าง เพื่อให้โปรแกรมบันทึกข้อมูลทิศทางลมเป็นลมที่เข้าสถานีตามที่ต้องการ



ภาพที่ 6.1 หมุนที่ฐาน เพื่อปรับมุมระดับให้สเกล 0 ตรงกัน



ภาพที่ 6.2 หมุนกลิ้งด้านบนกลับทิศ เพื่อปรับมุมระดับให้สเกล 0 ตรงกับ 180

7. การติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ นำกล้องอินเทอร์เฟสมาติดตั้งเข้ากับขากล้อง ซึ่งมีช่องให้เสียบอยู่ที่ขากล้อง จากนั้นนำสายเชื่อมต่อ (สีเทา) มาต่อกล้องอินเทอร์เฟสเข้ากับตัวกล้อง และต่อสายเชื่อมต่อ(สีขาว)เข้ากับกล้องอินเทอร์เฟสกับสายแปลงหัวเป็น USB แล้วนำสายแปลงหัว USB ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์



กล้องอินเทอร์เฟส



นำกล้องอินเทอร์เฟสมาติดตั้งเข้ากับขากล้อง



กล้องอินเทอร์เฟส และสายเชื่อมต่อระหว่างกล้องอินเทอร์เฟสกับตัวกล้อง (สายสีเทา)



สายเชื่อมต่อระหว่างกล่องอินเทอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์(สายสีขาว) และสายแปลงที่ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์



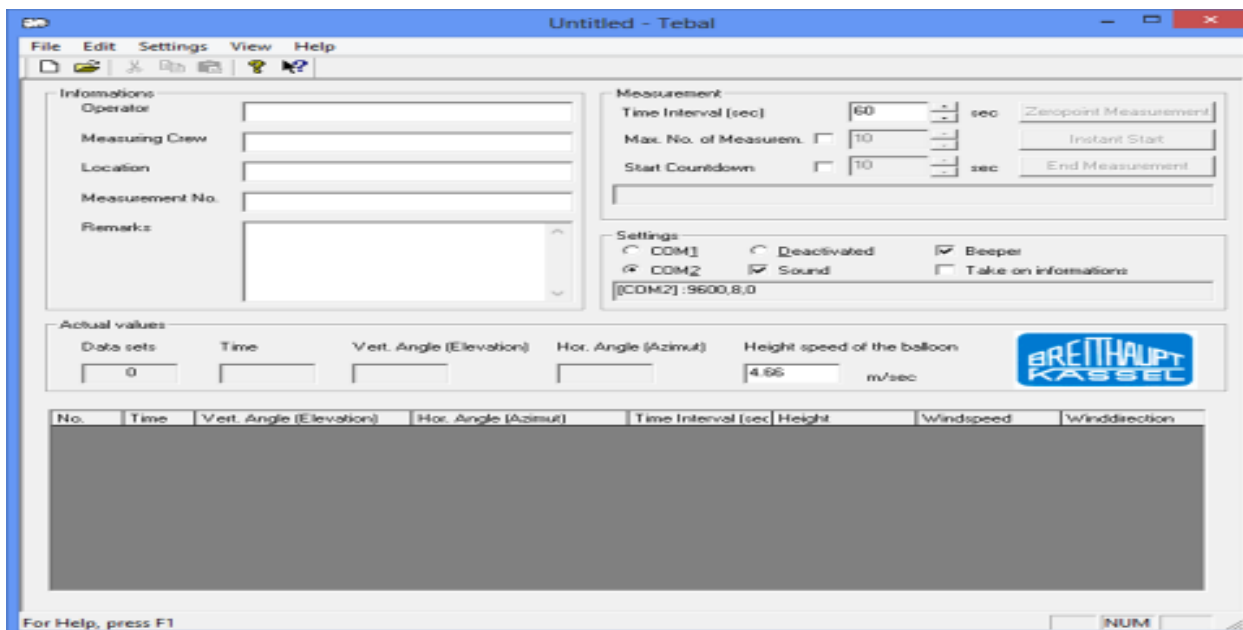
เมื่อต่อสายเชื่อมเข้ากับคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว



การใช้โปรแกรมบันทึกอัตโนมัติ



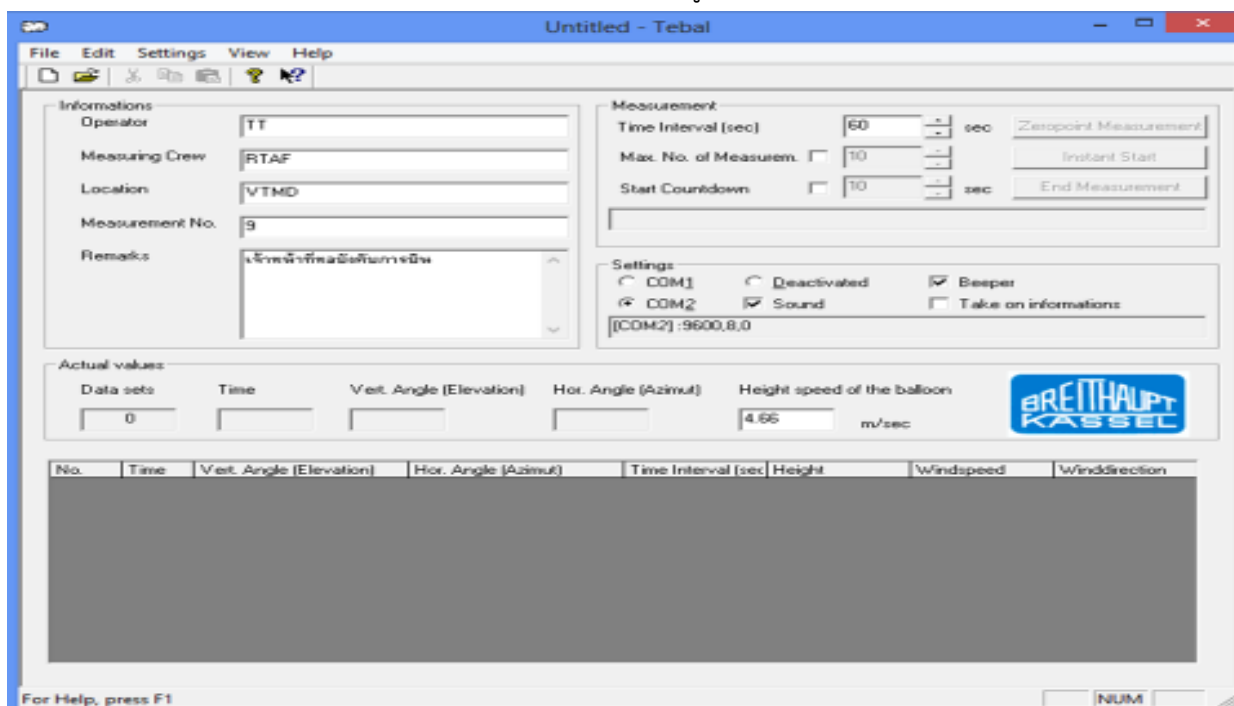
1. ดับเบิลคลิกที่โปรแกรม หรือคลิกขวาที่โปรแกรมเลือก “เปิด” เพื่อเปิดหน้าต่างโปรแกรมขึ้นมา



หน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา

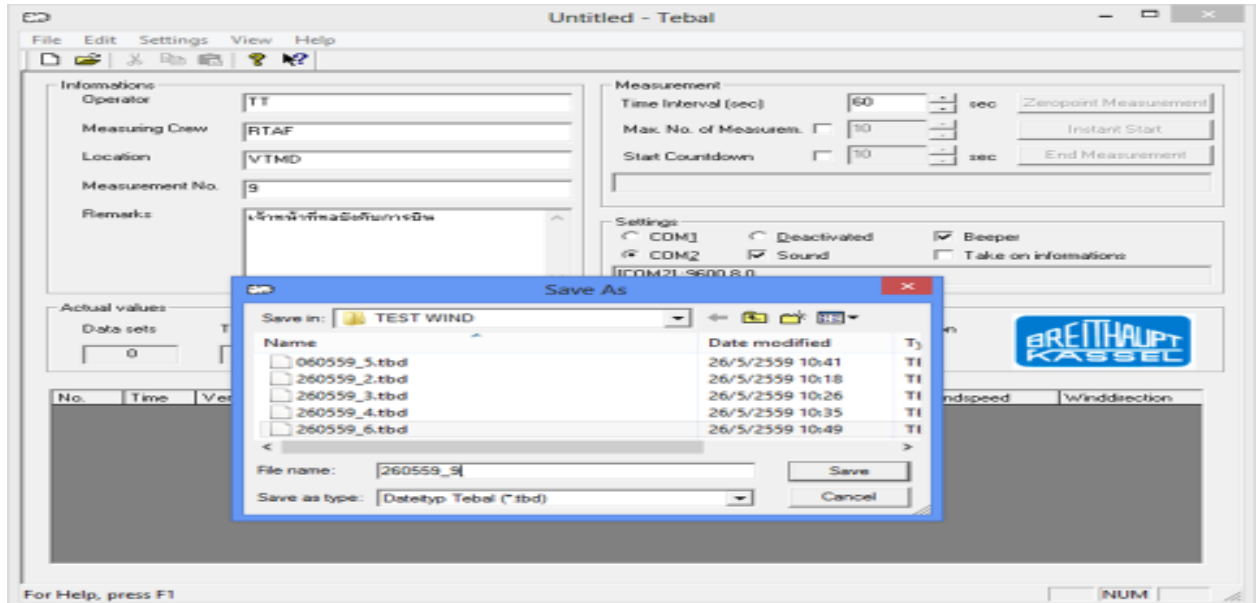
2. บันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมแต่ละช่อง ดังนี้

- 2.1 Operator = รหัส initial ผู้ทำการตรวจ
- 2.2 Measuring Crew = RTAF
- 2.3 Location = สถานที่ทำการตรวจ เช่น ดอนเมือง (VTMD)
- 2.4 Measurement No. = ลำดับครั้งที่ทำการตรวจในวันนั้นๆ
- 2.5 Remarks = ชื่อของเจ้าหน้าที่หอบังคับการบินผู้อนุญาตให้ทำการปล่อยบอลลูนตรวจอากาศ



3. ทำการบันทึก เลือก “File” -> “Save as”

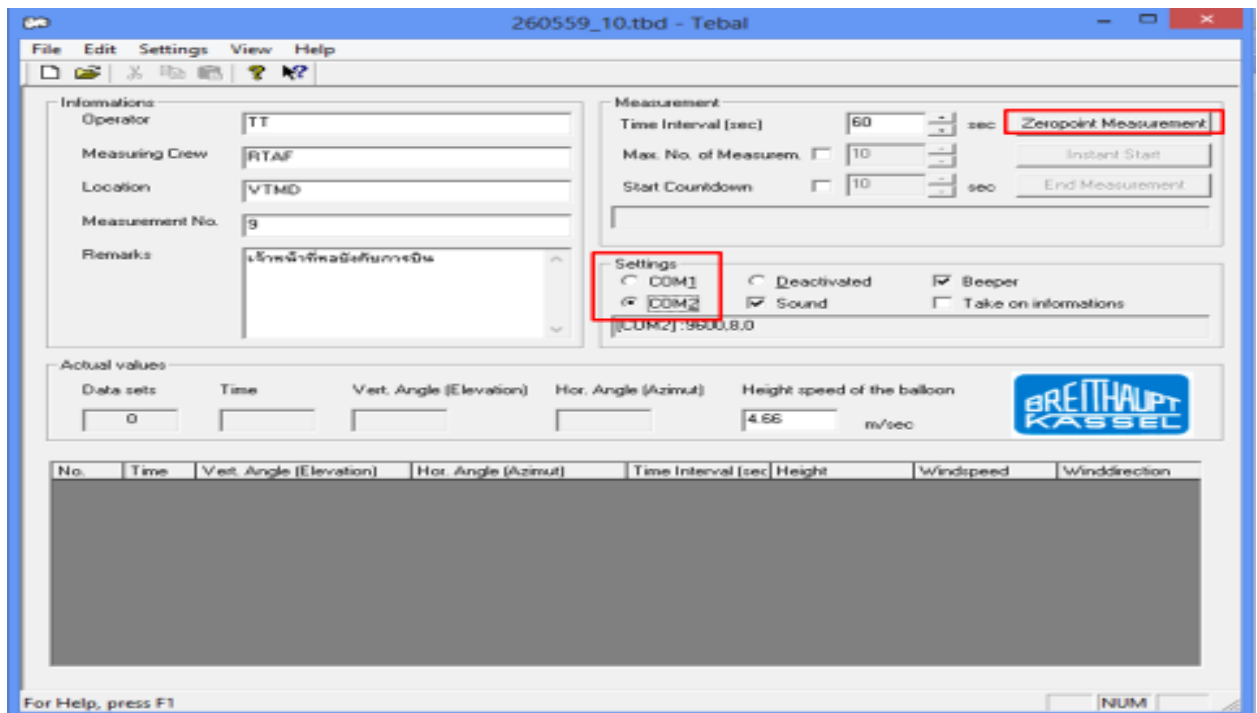
- ในช่อง Save as type ให้เลือก “Datatype Tebal (*tba)” หรือ “Datatype Tebal (*tbd)” จากนั้นกด Save



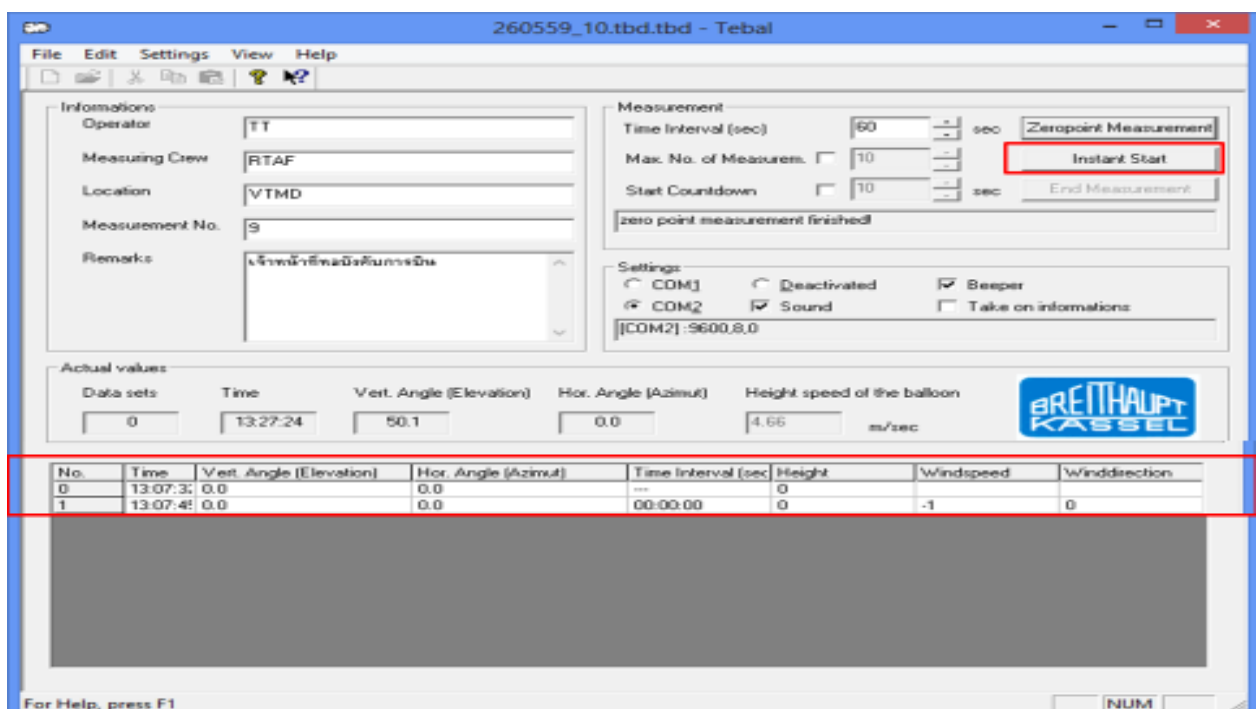
4. เมื่อทำการบันทึกแล้วให้ตรวจสอบมุลอง มุมตั้งให้สเกล 0 ตรง 0 , มุมระดับให้ 0 ตรง 180 ก่อนทำการกดที่ปุ่ม “Circle=0” ปุ่มสีแดงตามลูกศรชี้ในภาพ



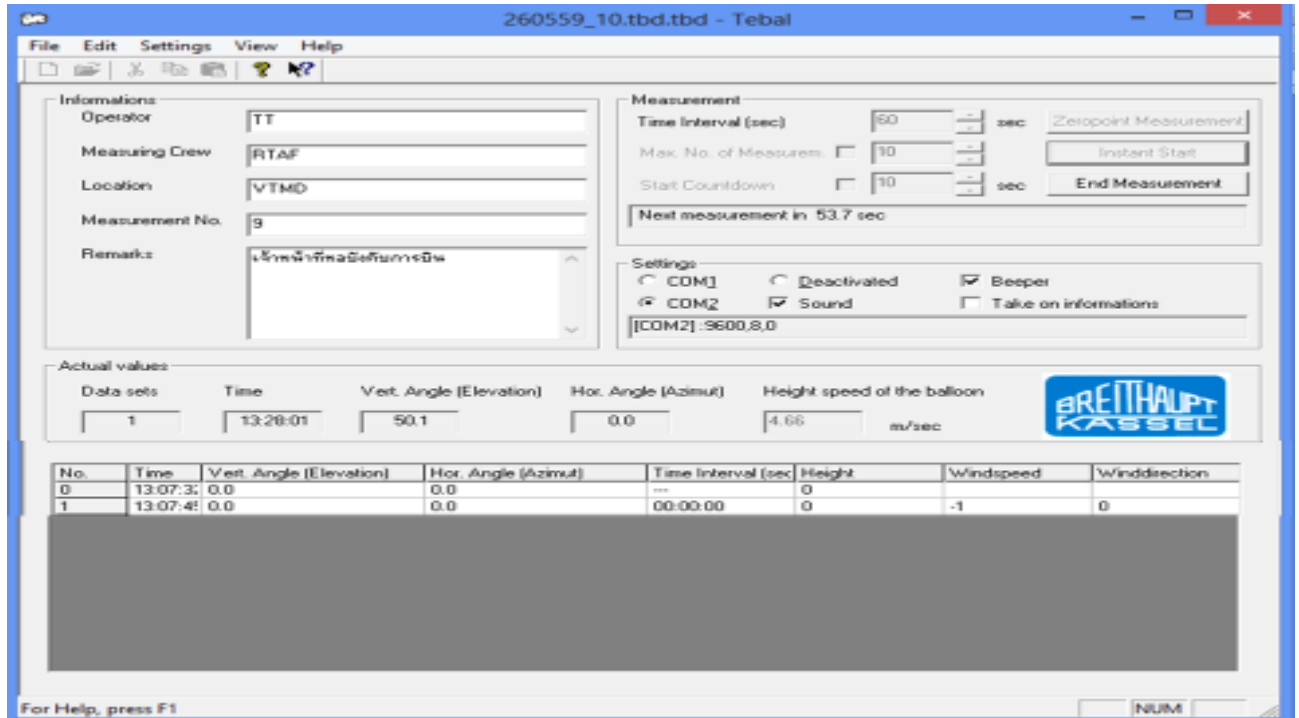
5. เมื่อกดปุ่ม “Circle=0” แล้ว โปรแกรมจะขึ้นปรากฏปุ่ม “Zeropoint Measurement” หากยังไม่ขึ้น ให้เซตโดยการคลิกที่ COM1 จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Zeropoint Measurement



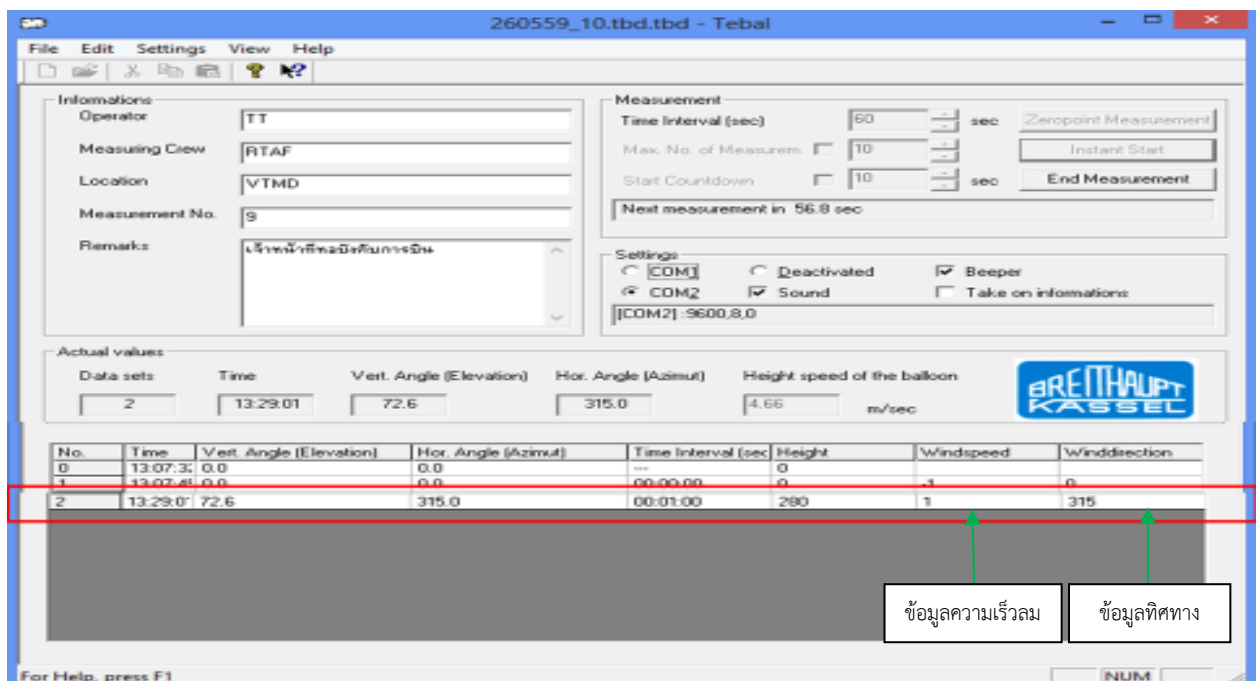
6. เมื่อคลิกที่ปุ่ม Zeropoint Measurement แล้ว จะปรากฏปุ่ม “Instant Start” หากจะเริ่มทำการตรวจให้คลิกที่ปุ่ม โปรแกรมจะเริ่มนับถอยหลังและทำการบันทึกข้อมูลทิศทางและความเร็วลม ทุกๆ 1 นาที



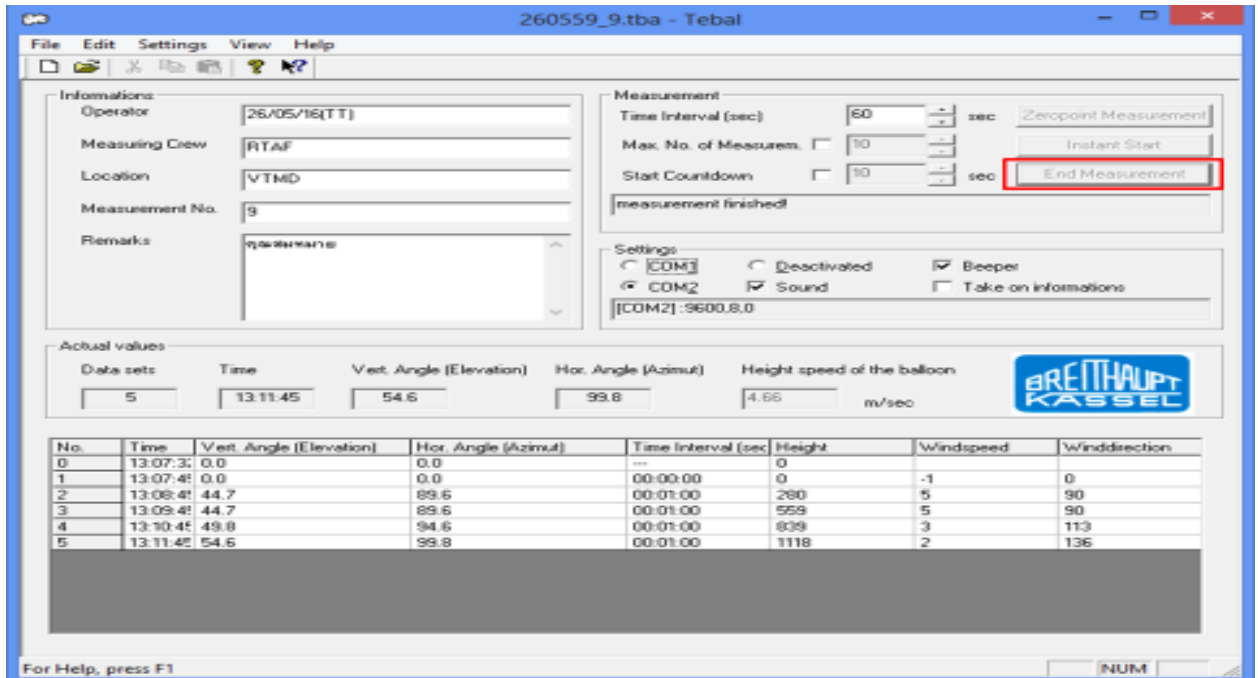
7. เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงาน จะปรากฏข้อมูลลำดับที่ 0 และ 1 ซึ่งเป็นข้อมูลการตั้งค่ามุมกล้องก่อนเริ่มทำการตรวจ คือค่าจะอยู่ที่ 0 เป็นข้อมูลที่ยังไม่สามารถเอาไปใช้ได้



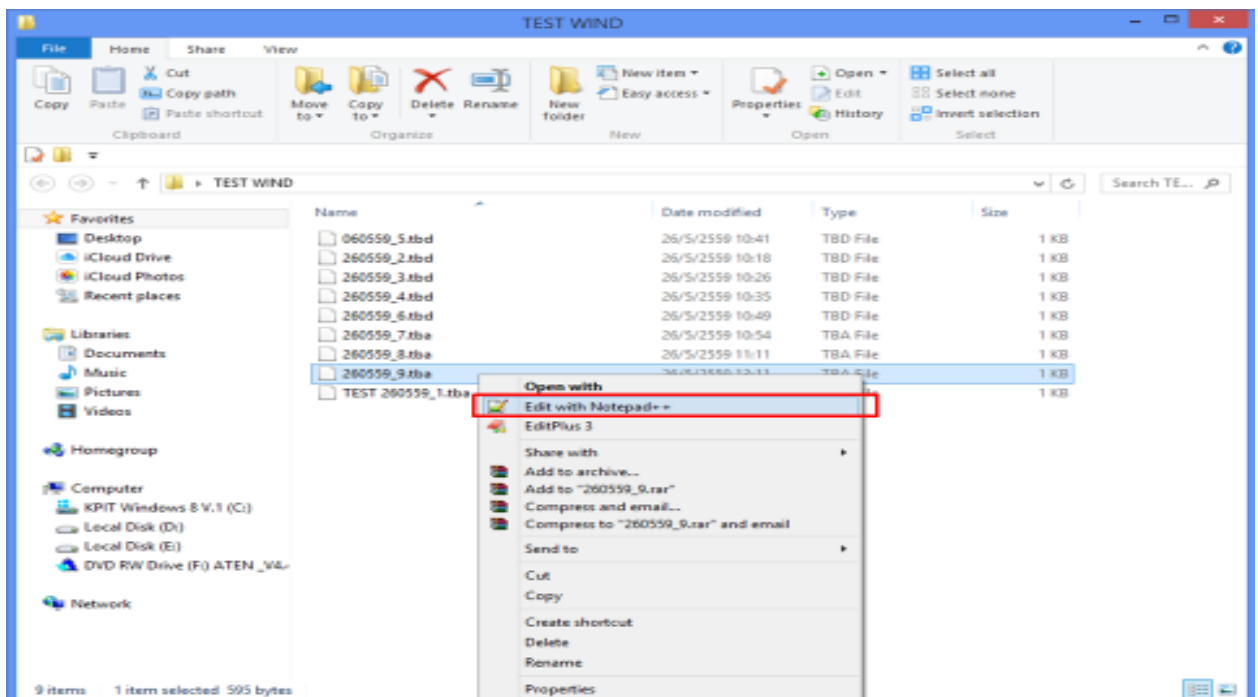
8. ข้อมูลทิศทางและความเร็วลมของนาที่แรกที่บันทึกได้จะปรากฏในลำดับที่ 2 โดยค่าความเร็วลมที่บันทึกมีหน่วยเป็น เมตร/วินาที และทิศทางลมจะเป็นทิศที่ลมพัดเข้าหาสถานี



9. เมื่อจะทำการหยุดตรวจหรือสิ้นสุดการตรวจคือ ไม่สามารถติดตามบอลูนได้แล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม “End Measurement” โปรแกรมจะหยุดทำการบันทึกข้อมูล และข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกไปที่แฟ้ม ที่ทำการ Save ไว้ก่อนเริ่มการตรวจ



10. ตรวจสอบข้อมูลทิศทางและความเร็วลมทั้งหมดจากแฟ้มที่ทำการ Save ไว้ ซึ่งจะต้องเปิดโดยโปรแกรม Notepad เท่านั้น



11. ข้อมูลที่ได้จะปรากฏในโปรแกรม Notepad ดังภาพ

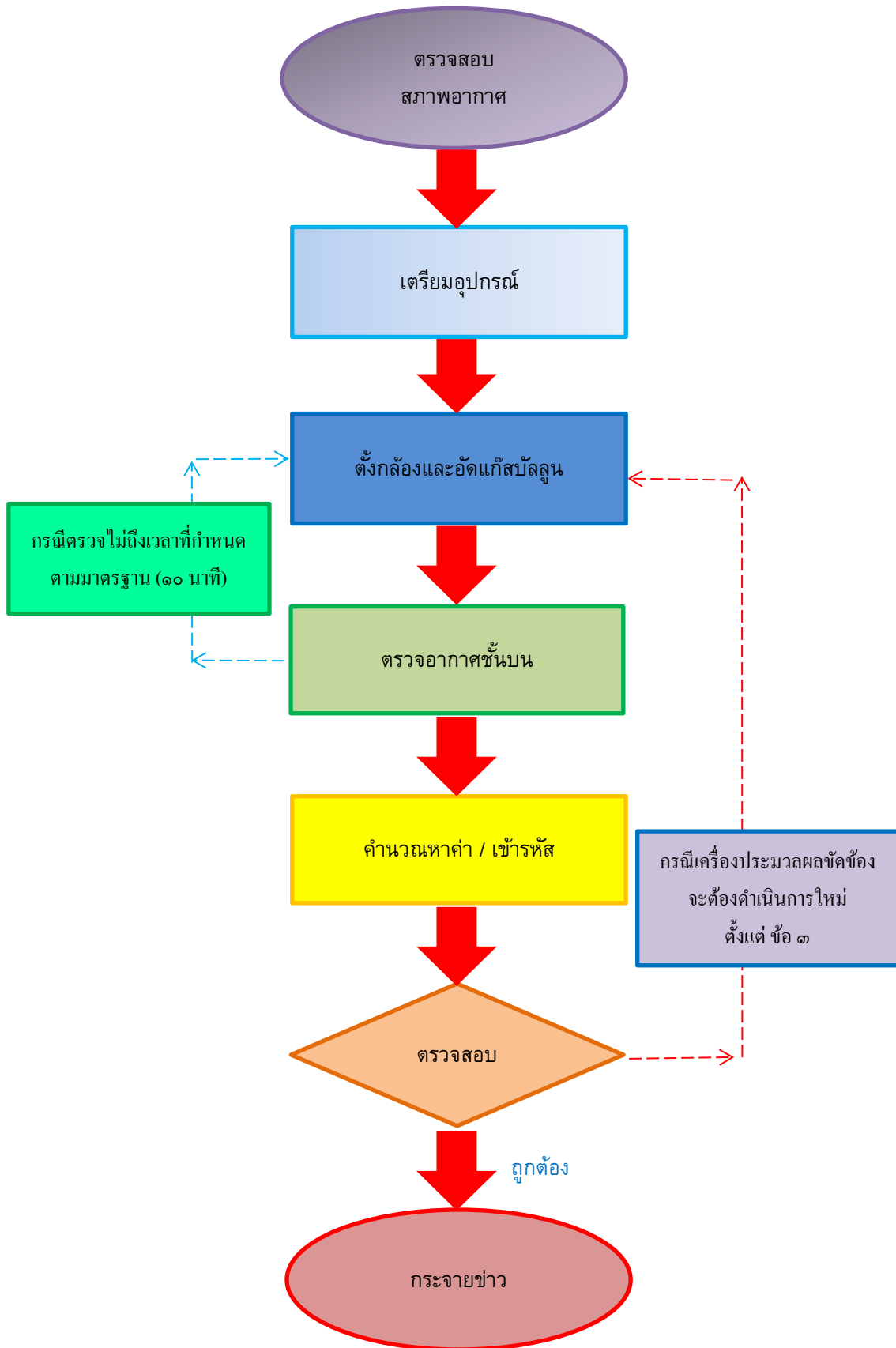
```

1 Day of Measurement : 26.05.16
2 Operator : 26/05/16(IT)
3 Measuring Crew : RTAF
4 Location : VTMD
5 Measurement # : 9
6 Remarks : ๓๐°๕1E๕0N
7 Time of Zeropointmeasuring : 13:07:32
8 Timeintervall : 60 Seconds
9 Height speed of the balloon : 4.660000 m/s
10 No. ;Time ;Vert. Angle (Elevation) ;Hor. Angle (Azimut) ;Height ;Windspeed ;Winddirection
11 0 ; 13:07:45 ; 0.0 ; 0.0 ; 0 ; 0 ; 0
12 1 ; 13:07:45 ; 0.0 ; 0.0 ; 0 ; -1 ; 0
13 2 ; 13:08:45 ; 44.7 ; 89.6 ; 280 ; 5 ; 90
14 3 ; 13:09:45 ; 44.7 ; 89.6 ; 339 ; 5 ; 90
15 4 ; 13:10:45 ; 49.8 ; 94.6 ; 839 ; 3 ; 113
16 5 ; 13:11:45 ; 54.6 ; 99.8 ; 1118 ; 2 ; 136
17

```

Normal text file length: 595 lines: 17 Ln: 1 Col: 1 Sel: 0 Dos/Windows ANSI INS

แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน



บรรณานุกรม

1. ยุทธศาสตร์ทางทหารอากาศ, กรม, การตรวจอากาศชั้นบน
2. อุตุนิยมวิทยา, กรม, แผ่นปลิวคำบรรยายวิชาการตรวจ PIBAL, กรุงเทพฯ
3. US, DEPARTMENT OF DEFENSE, FMH NO.6.UPPER WIND CODE,1972
4. WAR DEPARTMENT TECHNICAL MANUAL THEODOLITE ML – ML-247, 1944