



หนึ่งแผนก หนึ่งองค์ความรู้

พ.ศ.2562

ขั้นตอน และวิธีปฏิบัติการตรวจอากาศชั้นแบบPIBAL

ด้วยกล้องซีไอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติ

ผตอ.กขอ.คปอ.

คำนำ

คู่มือเล่มนี้จัดทำขึ้นสำหรับเจ้าหน้าที่ข่าวอากาศ เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการตรวจอากาศชั้นบนแบบ PIBAL ด้วยกล้องรีโอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติ เมื่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานได้อ่านคู่มือเล่มนี้จบแล้ว จะช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถที่จะทำการตรวจอากาศชั้นบนได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

การจัดทำคู่มือตรวจลมชั้นบนแบบ PIBAL ด้วยกล้องรีโอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติ ได้ค้นคว้าหาข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นหน่วยงานที่ยอมรับ รวมถึงเจ้าหน้าที่ข่าวอากาศ ผตอ.กขอ.คปอ.ที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดทำคู่มือเล่มนี้ขึ้นมา อย่างไรก็ตามคู่มือตรวจอากาศชั้นบนแบบ PIBAL ด้วยกล้องรีโอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติฉบับนี้ อาจมีข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดบางประการ หากผู้ใช้คู่มือเล่มนี้พบข้อผิดพลาดและควรแก้ไข ขอให้โปรดแจ้งให้ ผตอ.กขอ.คปอ.ทราบด้วย และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณคณะผู้จัดทำคู่มือฉบับนี้ทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือร่วมใจกันดำเนินงานให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย จนทำให้คู่มือการตรวจ PIBALแบบกึ่งอัตโนมัติ สำเร็จเป็นรูปเล่มด้วยความเรียบร้อย

แผนกตรวจอากาศ กองข่าวอากาศ กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ

1 กุมภาพันธ์ 2562

แผนกตรวจอากาศ

ขั้นตอนและวิธีปฏิบัติการตรวจอากาศชั้นแบบ PIBAL ด้วยกล้องรีโอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติ

แผนการดำเนินงานสร้างองค์ความรู้ ผตอ.กขอ.คปอ.

ลำดับ	กิจกรรม/หัวข้อองค์ความรู้	ปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๒						หมายเหตุและผู้รับผิดชอบหลัก
		ต.ค	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค	
	รับทราบนโยบาย ๑ แผนก ๑ องค์ความรู้							ผตอ.กขอ.คปอ.
	เตรียมการจัดทำหัวข้อการสร้าง องค์ความรู้ส่งให้ผู้รับผิดชอบ							
หัวข้อที่จะสร้างองค์ความรู้								
มาตรฐานการปฏิบัติงานการตรวจอากาศชั้นบน								
๑.	บ่งความรู้							น.ท.ภิญโญ อ่อนศรี
๒.	รวบรวมองค์ความรู้							
๓.	จัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ							
๔.	กลั่นกรองและปรับปรุงความรู้							
๕.	นำไปทดลองใช้							
๖.	ปรับปรุงองค์ความรู้เพื่อนำไป ปฏิบัติครั้งต่อไป							

หลักการ และเหตุผล

การตรวจอากาศชั้นบนแบบ PIBAL ด้วยกล้องรีโอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติ ถือเป็นภารกิจที่สำคัญอีกประการหนึ่งของแผนตรวจอากาศ กขอ.คปอ.ได้นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยนั้นก็คือคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณหาค่าความเร็วลมความสูงในแต่ละระดับได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพิ่มขีดศักยภาพของข้อมูลที่จะนำไปเขียนสัญลักษณ์ ลูกศรทิศทาง และเขียนตัวเลขความเร็วลม ลงในแผนที่ลมชั้นบนทั้งในระดับหลักและในระดับรอง เพื่อที่นักพยากรณ์อากาศจะได้นำไปวิเคราะห์ถึงระบบลมที่จะส่งผลทำให้เกิดสภาพอากาศได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

๑.บ่งชี้ความรู้

การตรวจอากาศชั้นบนแบบ PIBAL ด้วยกล้องรีโอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติ ของแผนตรวจอากาศ กขอ.คปอ.ได้ยึดถือแนวทางตามคู่มือการปฏิบัติงานจากกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งถือว่าเป็นองค์ความรู้ที่ได้มาตรฐานหลักสากล โดยได้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้มีความรู้ ความสามารถในการตรวจอากาศชั้นบนตามหลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ เพื่อใช้เป็นองค์ความรู้ในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ตรวจอากาศต่อไป

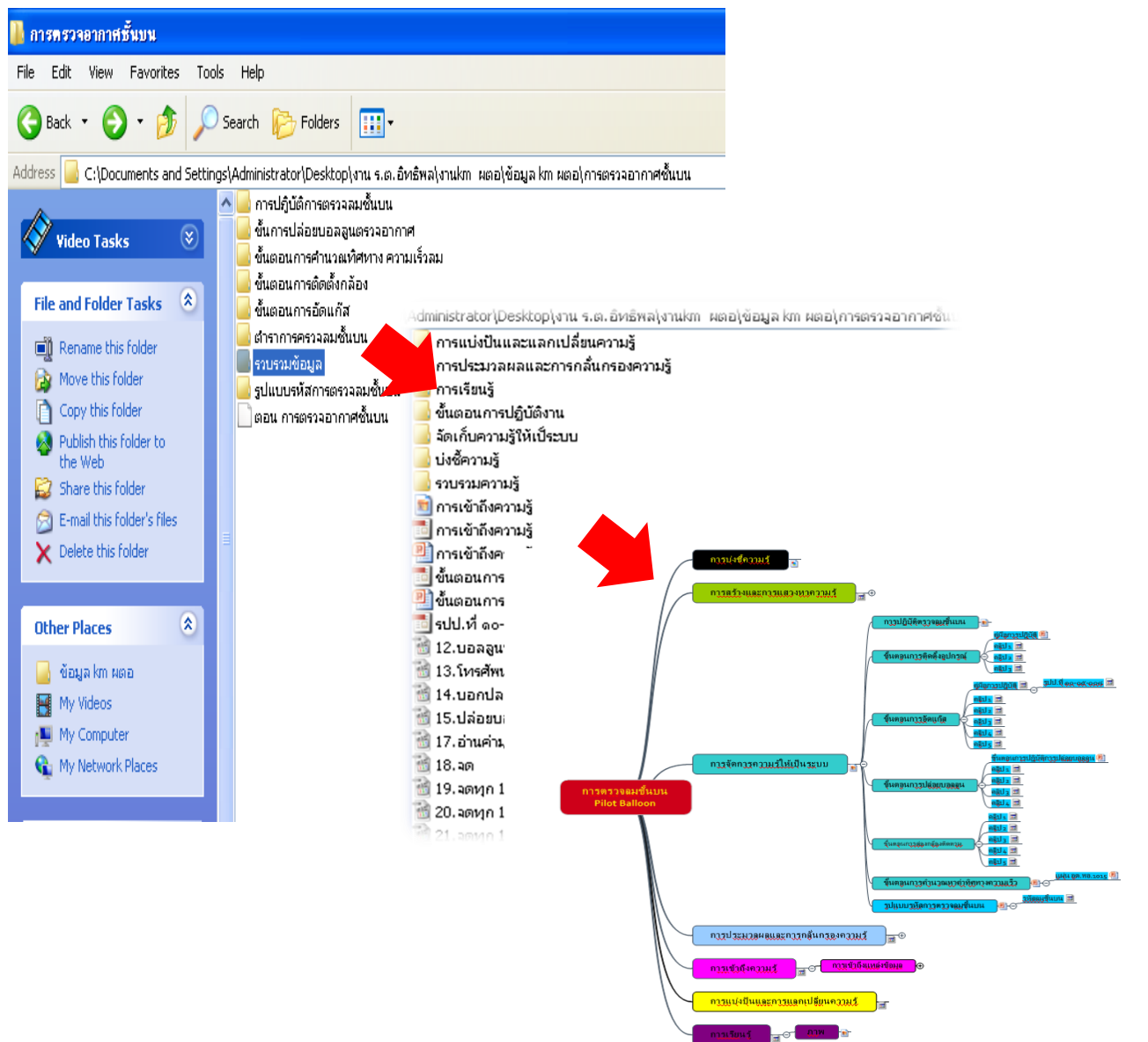
๒.รวบรวมความรู้

ขั้นตอนการตรวจอากาศชั้นบนแบบ PIBAL ด้วยกล้องรีโอโดไลท์แบบกึ่งอัตโนมัติ นั้นต้องมีความรู้จากตำรา คู่มือต่างๆ และประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานตามรายการที่มีดังนี้

ลำดับ	รายการ/ความรู้	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
๑.	คู่มือการตรวจอากาศเพื่อการบิน พ.ศ.๒๕๕๗	/		
๒.	คู่มืออ้างอิงการตรวจอากาศของสหรัฐอเมริกา FMH 15-111 FEB 2013	/		
๓.	คู่มือการปฏิบัติงานควบคุมคุณภาพการตรวจอากาศ	/		
๔.	คู่มือการปฏิบัติงานการตรวจอากาศเพื่อการบิน	/		
๖.	แบบบันทึกผลการตรวจอากาศชั้นบน อต.ทอ.๑๐๑๕	/		
๗.	รป.ป.การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ข่าวอากาศ	/		

๓.การจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ

โดยจัดเก็บข้อมูลโดยแปลงเอกสารที่ยังไม่เป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ให้เป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และจัดทำไฟล์สารบัญ แล้ว Link ไปยังฐานข้อมูลที่เก็บเอกสารนั้น โดยการจัดเรียงหมายเลขเอกสารเพื่อง่ายต่อการค้นหาใช้ในการอ้างอิง โดยเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในคอมพิวเตอร์ และบันทึกไว้ในแผ่น DVD การจัดเก็บข้อมูลไว้ใน Folders ให้เป็นระบบเพื่อง่ายต่อการค้นหาข้อมูล แล้วทำ File information link เพื่อ Link ไปที่ k map การตรวจลมชั้นบน



๔. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

โครงสร้างส่วนประกอบมาตรฐานงานของทอ.

การตรวจอากาศชั้นบน	ส่วนราชการ: ผตอ.กขอ.คปอ.	รหัสเอกสาร: คปอ-กขอ-ผตอ-02/4	
เหตุผล : แนวทางในการปฏิบัติงาน ขั้นตอน ในการตรวจอากาศชั้นบน เพื่อให้ผู้ดำเนินการและผู้ที่เกี่ยวข้องทราบและเข้าใจกระบวนการ ขั้นตอนการตรวจอากาศชั้นบน สายวิทยาการต้องกำหนดและจัดทำมาตรฐาน พร้อมทั้งมีการตรวจสอบ ปรับปรุงมาตรฐานให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ			
จุดประสงค์			
๑. เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานด้านการตรวจอากาศชั้นบน			
๒. เพื่อให้รูปแบบมาตรฐานเป็นไปในแนวทางเดียวกัน			
<pre>graph TD; A([ศึกษาแนวคิด]) --> B[ตรวจสอบแนวคิด]; B --> C[รวบรวมข้อมูล]; C --> D{ตรวจสอบข้อมูล}; D --> E[ปรับปรุงแก้ไข]; E --> F([เสร็จสิ้น]); D --> A; E --> B;</pre>	รายละเอียดงาน	เวลา ดำเนินการ	มาตรฐานคุณภาพงาน
	ศึกษาทำความเข้าใจในรายละเอียด กฎเกณฑ์ต่างๆ จากคู่มือการตรวจลมชั้นบน	-	-
	ตรวจสอบรายละเอียดทุกข้อค้นพบจากการตรวจลมชั้นบน(อ.ศ.ทอ.๑๐๑๕)	๕ นาที	ถูกต้องตามคู่มือการตรวจลมชั้นบน พ.ศ.๒๕๕๔
	เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดผิดพลาดไม่เป็นไปตาม กฎเกณฑ์การตรวจลมชั้นบน พ.ศ.๒๕๕๔	๕ นาที	-
	ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด ในการตรวจลมชั้นบน	-	ถูกต้องตามคู่มือการตรวจ พ.ศ.๒๕๕๔
	ผลการตรวจลมชั้นบนเกิดข้อผิดพลาด จนท.ต้องปฏิบัติตามคู่มือการตรวจให้ถูกต้องและแม่นยำ	-	ถูกต้องตามคู่มือการตรวจ พ.ศ.๒๕๕๔
	ประชุมชี้แจงเพื่อทำความเข้าใจ เสนอแนะ แก้ไข ข้อผิดพลาด	-	-

คำนำ

แผนการดำเนินงานสร้างองค์ความรู้ ผตอ.กขอ.คปอ.

หลักการ และเหตุผล,ป่งชี้ความรู้,รวบรวมความรู้

การจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

บทที่ 1 บทนำการตรวจอากาศชั้นบน 1

บทที่ 2 การตรวจ PIBAL,เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการใช้ตรวจ 4

บทที่ 3 หลักการปฏิบัติ และขั้นตอนในการตรวจ PIBAL 8

- การเก็บรวบรวมข้อมูล และการตรวจ PIBAL

- วิธีการคำนวณหาทิศทาง และความเร็วลม

- การรายงาน และการเข้ารหัส

บทที่ 4 หลักเกณฑ์การรายงานข้อมูลต่างๆลงในแผ่นตรวจลมชั้นบน (อต.ทอ.1015) 27

บรรณานุกรม 31

บทที่ 1

การตรวจลมชั้นบน

(PILOT BALLOON OBSERVATION : PIBAL)

เนื่องจากการตรวจอากาศผิวพื้นนั้น ยังไม่เป็นการเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ข่าวอากาศ เพื่อให้ได้ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในบรรยากาศ และทำให้การพยากรณ์อากาศนั้นมีความแม่นยำมากขึ้น จึงต้องมีการตรวจลมชั้นบนวันละ 2 ครั้ง คือเวลา 0000 UTC และเวลา 1200 UTC หรือทุกๆ 12 ชั่วโมง แต่เพื่อจะให้การตรวจอากาศละเอียดยิ่งขึ้นในหนึ่งวัน อาจจะตรวจลมชั้นบนเป็น 4 ครั้ง โดยทำการเพิ่มในเวลามาตรฐานเมืองกรีนิชอีกด้วย ในประเทศไทยเรามีสถานีตรวจอากาศเป็นบางสถานีเท่านั้นที่จะทำการตรวจลมชั้นบน โดยการรายงานออกมาเป็นความกดอากาศ, อุณหภูมิ และความชื้นของบรรยากาศในระดับสูงมากที่สุดเท่าที่เครื่องมือจะสามารถรายงานได้ การรายงานข่าวอากาศดังกล่าวจะช่วยให้การพยากรณ์อากาศมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 ถึงเมื่อต้นปี ค.ศ.1930 ได้มีการสร้างว่าพิเศษขึ้นโดยได้มีการติดเครื่องมือตรวจอากาศขึ้นไปด้วย ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวจะบันทึก ความกดอากาศ, อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศไว้ ซึ่งเป็นรากฐานของการตรวจอากาศชั้นบน อย่างไรก็ตามในราวกลางปี ค.ศ.1930 ได้มีการใช้เครื่องบินแทนว่า โดยติดตั้งเครื่องมือบันทึกผลของการตรวจอากาศไว้บนเครื่องบิน และผลของการตรวจอากาศนี้จะถึงมือผู้ใช้เมื่อเครื่องบินลงสนามบินแล้ว การบินตรวจอากาศแบบนี้เรียกว่า APOBS (Aieplane Observation) จนกระทั่งทุกวันนี้ APOBS ก็ยังเป็นประโยชน์อยู่มาก ในการตรวจอากาศชั้นบนไม่สามารถทำการตรวจในขณะที่มีพายุหมุนเขตร้อน (ไต้ฝุ่น) หรือลักษณะอากาศที่รุนแรงอื่นๆ ที่บัลลูนไม่สามารถจะทะลุผ่านขึ้นไปได้

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. การตรวจลมชั้นบนด้วยเครื่องเรดาร์ (RADAR WIND OBSERVATION : RAWIN)
3. การใช้วิทยุหยั่งอากาศและเรดาร์ตรวจลมชั้นบน (RADIO AND WIND SOUNDING : RAWINSONDE)
4. การตรวจลมชั้นบน (PILOT BALLOON OBSERVATION : PIBAL)

1. การใช้วิทยุหยังอากาศ (RADIO SOUNDING OBSERVATION : RAOB)

เป็นการตรวจอากาศชั้นบนโดยใช้บอลลูนซึ่งภายในบรรจุแก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียม ซึ่งจะได้ค่าความกดอากาศเป็นเอกโตปาสกาล, อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส, ความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยมีกล้องเครื่องมือซึ่งเป็นเครื่องส่งวิทยุส่งติดตามไปขึ้นไปด้วย และจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุรายงานสารประกอบต่างๆ ลงมายังสถานีภาคพื้นดินซึ่งจะแปลงสัญญาณค่าวิทยุออกมาเป็นค่าอุณหภูมิ, ความกดอากาศ และความชื้นในระดับนั้นๆ และมีร่มชูชีพเล็กๆไว้สำหรับการเพื่อชะลอความเร็วของกล้องเครื่องมือภายหลังลูกบอลลูนแตก เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินเมื่อบอลลูนตกลงสู่พื้นดิน

การใช้วิทยุหยังอากาศนั้นจะไม่มีค่าทิศทางและความเร็วลม จะได้เฉพาะอุณหภูมิ, ความกดอากาศ และความชื้นเท่านั้น

ถ้าการติดตามการเคลื่อนที่ด้วยกล้อง THEODOLITE เช่นเดียวกับการตรวจแบบ PIBAL จะเรียกการตรวจชนิดนี้ว่า “RABAL” แต่จะมีความถูกต้องมากกว่าการตรวจ PIBAL เพราะเครื่องส่งวิทยุที่ผูกติดไปกับบอลลูนจะรายงานข้อมูลที่จะนำมาคำนวณหาตำแหน่งของบอลลูนให้ทราบทุกๆ 1 นาทีของการตรวจ

2. การตรวจลมชั้นบนด้วยเครื่องเรดาร์ (RADAR WIND OBSERVATION : RAWIN)

เป็นการตรวจลมชั้นบนโดยใช้เรดาร์ (RADAR) ติดตามการเคลื่อนที่ของบอลลูนจะใช้ในกรณีที่มีเมฆมากขณะที่ทำการตรวจลมชั้นบนเพราะไม่สามารถมองเห็นบอลลูนได้ การตรวจลมชั้นบนด้วยวิธีนี้จะผูกโลหะติดไปกับบอลลูน แล้วใช้เรดาร์ติดตามการลอยตัวของบอลลูนแทนการใช้กล้อง THEODOLITE สำหรับข้อมูลที่ได้ คือ ค่าทิศทางและความเร็วลมในระดับต่างๆ

3. การใช้วิทยุหยังอากาศและเรดาร์ตรวจลมชั้นบน (RADIO AND WIND SOUNDING : RAWINSONDE)

บางสถานีตรวจอากาศชั้นบนแบบ RAOB และใช้เรดาร์ติดตามการลอยตัวของบอลลูน และเครื่องส่งวิทยุ การตรวจอากาศแบบนี้จึงประกอบไปด้วยแบบ RAOB และ RAWIN เมื่อรวมกันแล้วจึงเรียกการตรวจชนิดนี้ว่า “RAWINSONDE” การตรวจชนิดนี้จะได้ข้อมูลคือ ทิศทาง, ความเร็วลม, อุณหภูมิ, ความกดอากาศ และความชื้นในระดับความสูงต่างๆ 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 สำหรับกลางคืนจะติดตั้งไฟดวงเล็กขึ้นไปด้วยการติดตามจะอ่านมุมภาคทิศ < Azimuth > และมุมจะตั้งฉากกับกล้อง THEODOLIT โดยอ่านทุกๆ 1 นาที เมื่อนำมาคำนวณจะได้ค่าของทิศทาง และความเร็วลมในระบบต่างๆ การตรวจแบบ PIBAL นี้จะทำการตรวจวันละ 4 ครั้ง คือเวลา 0000, 0600, 1200 และ 1800 UTC สถานีตรวจอากาศของ ทอ. ที่ทำการตรวจแบบ PIBAL นั้นปัจจุบันมี 1 สถานีคือ สถานีตรวจอากาศดอนเมือง

ส่วนของกรมอุตุนิยมวิทยามีสถานีที่ทำการตรวจแบบ PIBAL ดังนี้

สถานีเชียงใหม่ (327), อุบลราชธานี (407), กรุงเทพฯ (456), สงขลา (568), ภูเก็ต(565) จะทำการตรวจเวลา 1800 UTC

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

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 ที่ตั้งติดตั้งกล้อง Theodolite ควรจัดทำเป็นฐานถาวร ถ้าหากตำแหน่งนั้นๆ จะใช้เป็นที่ตรวจ PIBAL เป็นประจำ
- 1.5 ในกรณีใช้ฐานสนาม(สามขา) ควรตั้งบนพื้นดินที่แข็งและควรทำเครื่องหมายหรือที่ยึดสำหรับขาของฐานชุดสนามเพื่อป้องกันการล้ม หรือถ้าไม่มีที่ยึดควรใช้ด้วยความระมัดระวังในการติดตั้งกล้องและในขณะปฏิบัติงาน
- 1.6 สถานที่ตั้งจะต้องทราบค่า Latitude และ Longitude ของตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจอากาศนั้นๆ

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ PIBAL มีดังนี้

2.1 กล้อง THEODOLITE ที่ใช้เพื่อตรวจลมชั้นบนของสถานีนบนบกนั้น ส่วนประกอบภายในก็คล้ายกล้องที่นักสำรวจใช้กันอยู่ แต่มีบางส่วนที่ปรับปรุงเพื่อใช้ในการตรวจ PIBAL โดยเฉพาะ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1.1 TELESCOPE ลักษณะเหมือนกล้องที่ใช้สำรวจทั่วไป 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 ให้ได้แนวระดับในกรณีใช้ฐานสนาม (สามขา) ส่วนเข็มทิศที่มีไว้เพื่อหาทิศเหนือจริง (TRUE NORTH) เพื่อความสะดวกในการตั้งกล้อง โดยใช้เข็มทิศหาเป้าหมายนั้นเป็นหลัก

2.1.4 แบตเตอรี่ และหลอดไฟ จะใช้เมื่อตรวจ PIBAL เวลากลางคืนเพื่อให้อ่านค่ามุมตั้งและมุมนอน

2.2 บัลลูน (BALLOON) ที่ใช้สำหรับการตรวจจะมีรูปร่างกลมๆ ทำด้วยยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์มีหลายสี โดยมีสีใช้ดังนี้



2.2.1 บัลลูนสีขาว (WHITE BALLOON) จะใช้ในโอกาสที่ท้องฟ้าโปร่งแจ่มใส (CLEAR SKY) หรือมีหมอกและฟ้าหลัวบ้าง เพราะบอลลูนสีขาวเมื่อลอยขึ้นไปจะสะท้อนแสงอาทิตย์ให้เห็นชัดเจน

2.2.2 บัลลูนสีแดง (RED BALLOON) จะใช้ในโอกาสที่ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน โดยมากเหมาะสมกับอากาศประเทศไทยซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงโดยฉับพลัน

2.2.3 บัลลูนสีดำ (BLACK BALLOON) จะใช้ในโอกาสที่ท้องฟ้ามีเมฆมากหรือเมฆหนาปกคลุมบริเวณที่ทำการตรวจและมี

สำหรับบัลลูนที่ใช้ในกิจการข่าวอากาศของ ทอ. นั้น จะใช้สีแดงเท่านั้น และเป็นขนาด 100 กรัม (CR - 66 -100 GM) โดยใช้ควบคู่กับหัวอัดแก๊ส และตุ้มน้ำหนักถ่วงดังนี้

ตารางการใช้หัวอัดแก๊ส และต้มน้ำหนักถ่วง

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

ก่อนบรรจุแก๊ส ลูกบอลูนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 นิ้ว และเมื่อบรรจุแก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียมปริมาณ 21 คิวบิกฟุต ลูกบอลูนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 36 นิ้ว ในการอัดแก๊สบอลูนนั้น การอัดจะสมบูรณ์เมื่อลูกบอลูนลอยตัวได้เต็มที่ โดยสามารถยกหัวอัดแก๊ส และต้มน้ำให้ลอยได้ในระดับหน้าอก ซึ่งเมื่อบรรจุแก๊สตามตารางข้างบนจะได้อัตราการลอยตัวเฉลี่ยสำหรับลูกบอลูน 100 กรัม คือ 280 เมตร (924 ฟุต) ต่อ 1 นาที

สำหรับการตรวจ PIBAL เวลากลางคืนนั้นหลังจากอัดแก๊สแล้ว จะผูกดวงไฟติดไปกับบอลูนด้วย เพื่อไปใช้เป็นเป้าหมายสำหรับติดตามการเคลื่อนที่ของบอลูน

เนื่องจากบอลูนที่จะลอยขึ้นไปในอากาศต้องมีอัตราเร่ง ฉะนั้น

นาที่ที่ 1 อัตราเร่งประมาณ 20% ของความเร็วการลอยของบอลูน

นาที่ที่ 2, 3 อัตราเร่งประมาณ 10% ของความเร็วการลอยของบอลูน

นาที่ที่ 4, 5 อัตราเร่งประมาณ 5% ของความเร็วการลอยของบอลูน

ตั้งแต่นาทีที่ 6 ขึ้นไป บอลูนจะมีการลอยคงที่จนกระทั่งมีความสูงถึง 3 กิโลเมตรหรือมากกว่าเหนือพื้นดิน การเก็บบอลูนในห้องที่อากาศอบอุ่นมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 49 องศาเซลเซียส

บอลูนตรวจอากาศสำหรับงานอุตุนิยมวิทยา (PIBAL)

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

2. บอลูนขนาด 100 กรัม หมายถึง บอลูนหนัก 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 (PIBAL Observation Procedures)

มีขั้นตอนการตรวจ PIBAL ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล จะเริ่มตั้งแต่การตั้งกล้อง THEODOLITE การตรวจสอบสารประกอบอุตุนิยมวิทยา และบันทึกลักษณะอากาศซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2. การอัดแก๊สบัลลูน การอัดแก๊สบัลลูนจะใช้แก๊สไฮโดรเจนหรือฮีเลียม ทำการอัดให้ได้มาตรฐาน ซึ่งวิธีการวัดมาตรฐานของหัวอัดมีหลายชนิดด้วยกัน

ขั้นตอนการอัดแก๊สบัลลูน มีดังนี้

ก. นำลูกบัลลูนออกมาใส่อากาศให้หมด โดยพับแล้วม้วนจากด้านบนลงไปหาปากลูกบัลลูน

ข. เลือกตุ้มน้ำหนักถ่วงให้ตรงกับลูกบัลลูนที่ใช้ตรวจ เช่น ลูกบัลลูน 100 กรัม อัดโดยแก๊สไฮโดรเจน และหัวอัดน้ำหนัก 125 กรัม จะต้องใช้ตุ้มน้ำหนัก 324 กรัมถ่วง

ค. การอัดแก๊สเมื่อนำปากบัลลูนสวมกับหัวอัดแก๊สแล้ว ให้เปิดวาล์วที่สายยาง โดยให้ลูกศรชี้ไปตามสายยางท่ออัดแก๊ส จากนั้นค่อยๆ เปิดวาล์วที่ถังแก๊ส จนกระทั่งบัลลูนสามารถยกท่ออัดแก๊สพร้อมกับลูกตุ้มถ่วงให้ลอยระดับหน้าอก

ง. ในกรณีที่พบรอยรั่ว ให้รีบปิดวาล์วแก๊สทันที แล้วเปลี่ยนบัลลูนลูกใหม่ พร้อมทั้งอัดแก๊สใหม่อีกครั้ง

จ. เมื่ออัดแก๊สเสร็จแล้ว ให้ปิดวาล์วให้เรียบร้อยทั้งที่ท่อแก๊สและหัวอัดแก๊ส

ฉ. ใช้เชือกด้ายดิบที่เตรียมไว้พันรอบคอลูกบัลลูน 2 - 3 รอบแล้วมัดให้แน่น ถ้าคอลูกบัลลูนยาวพอที่ม้วนได้ให้พับคอบัลลูนแล้วมัดซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

เมื่ออัดบัลลูนเรียบร้อยแล้วให้เตรียมตัวปล่อยได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ก. แจ้งหอบังคับการบิน เพื่อความปลอดภัยต่ออากาศยานทุกครั้ง

ข. ปรับเลนส์หน้ากล้อง (Eyepiece) ให้ได้ภาพที่ชัดเจนที่สุด

ค. ขณะที่ติดตามการลอยตัวของบัลลูน ถ้ามองเห็นภาพบัลลูนไม่ชัดเจน ให้ปรับโฟกัสใหม่ให้ได้ภาพที่ชัดเจนที่สุด

เมื่อปล่อยบัลลูนขึ้นไปในอากาศแล้ว จะใช้กล้อง Theodolite แบบกึ่งอัตโนมัติ ติดตามการเคลื่อนที่ของลูกบัลลูน (ก่อนบันทึกลงบนแบบพิมพ์ อด.ทอ.1015 ให้บันทึกชื่อของสถานที่ทำการตรวจ, Latitude และ Longitude ของตำแหน่งที่ตั้งของ สถานีตรวจอากาศ ให้เรียบร้อยทุกครั้ง)

3. วิธีติดตั้งกล้อง THEODOLITE แบบกึ่งอัตโนมัติ และการคำนวณด้วยโปรแกรม TEBAL

กล้อง THEODOLITE ชนิด TEBAL เป็นการคำนวณโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบอัตโนมัติ (โปรแกรม TEBAL) ซึ่งได้ทำการเชื่อมต่อในส่วนของการติดตั้งกับอุปกรณ์กล้องไว้อยู่แล้ว เมื่อเริ่มให้สัญญาณในการตรวจ โปรแกรมก็จะเริ่มคำนวณพร้อมบันทึกข้อมูลไปด้วยกัน โดยประมวลผลทุกๆ 1 นาที โดยมีการตั้งค่าอัตราการลอยไว้ที่ 4.66 เมตร ต่อวินาที หรือ 280 เมตรต่อนาที = อัตราการลอยของบัลลูนขนาด 100 Gram

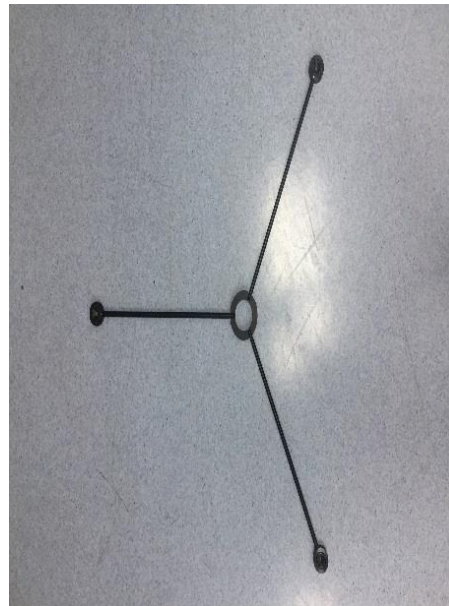
โปรแกรมจะคำนวณได้ค่า ดังนี้

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

3.1 การติดตั้งขาตั้งกล้อง ให้กางที่รองขาตั้งกล้อง จากนั้นให้ปรับระดับความสูงของขาตั้งกล้องขณะที่ยังไม่กางออก ให้อยู่ในระดับคางของเจ้าหน้าที่ที่ทำการตรวจจับบัลลูน (ผู้ที่ส่องกล้อง) แล้วนำมาติดตั้งโดยการกางขาตั้งกล้องวางบนที่รองที่กางไว้แล้วให้พอดีกัน เพื่อป้องกันไม่ให้ขาตั้งกล้องขยับในขณะที่ทำการตรวจ



ที่รองขาตั้งกล้อง



กางที่รองขาตั้งกล้อง



ที่รองขาตั้งกล้อง



ให้ปรับระดับความสูงของขาตั้งกล้องขณะที่ยังไม่กางออก
ให้อยู่ในระดับคางของเจ้าหน้าที่ ที่ทำการตรวจจับบัลลูน (ผู้ที่ส่องกล้อง)



กางขาตั้งกล้องวางบนที่รองที่กางไว้แล้วให้พอดีกัน
เพื่อป้องกันไม่ให้ขาตั้งกล้องขยับในขณะที่ทำการตรวจ

3.2 การติดตั้งตัวกล้อง เมื่อตั้งขาตั้งกล้องเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำกล้อง TEBAL มาติดตั้งที่ฐานรองกล้อง ซึ่งที่ฐานจะมีช่องที่มีตัวยึดกล้องเป็นเกลียวนอต ไว้สำหรับยึดตัวกล้องกับฐานซึ่งติดอยู่กับขาตั้งกล้อง โดยวางฐานกล้องให้พอดีกับฐานรองกล้องไม่ให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง



(จากรูป) ที่ฐานจะมีช่อง ที่มีตัวยึดกล้องเป็นเกลียวนอต
ไว้สำหรับยึดตัวกล้องกับฐานซึ่งติดอยู่กับขาตั้งกล้อง



นำกล้อง TEBAL มาติดตั้งที่ฐานรองกล้อง
โดยวางฐานกล้องให้พอดีกับฐานรองกล้องไม่ให้เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง

3.3 การตั้งค่าระดับน้ำ เพื่อความแม่นยำและได้ค่าที่เที่ยงตรงมากที่สุด โดยสังเกตสเกลระดับน้ำ
ที่ตัวกล้อง TEBAL ซึ่งจะต้องหมุนตัวปรับระดับน้ำที่ฐานเพื่อให้ระดับน้ำอยู่ตรงกลางสเกล และให้ปรับแบบเดียวกันนี้
ทั้งสามด้าน

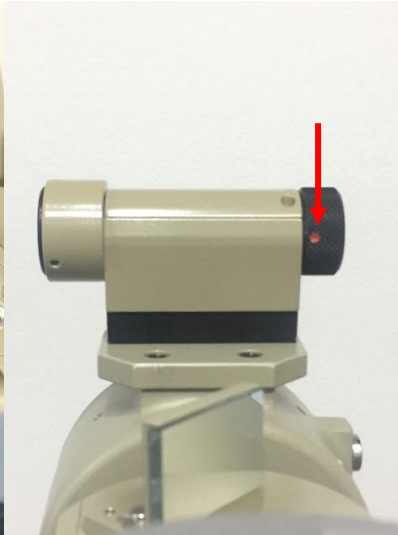
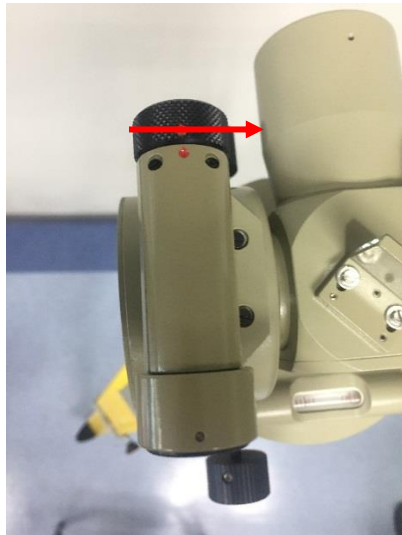


ตัวปรับระดับความสูงฐานกล้องเพื่อปรับระดับน้ำให้สมดุล



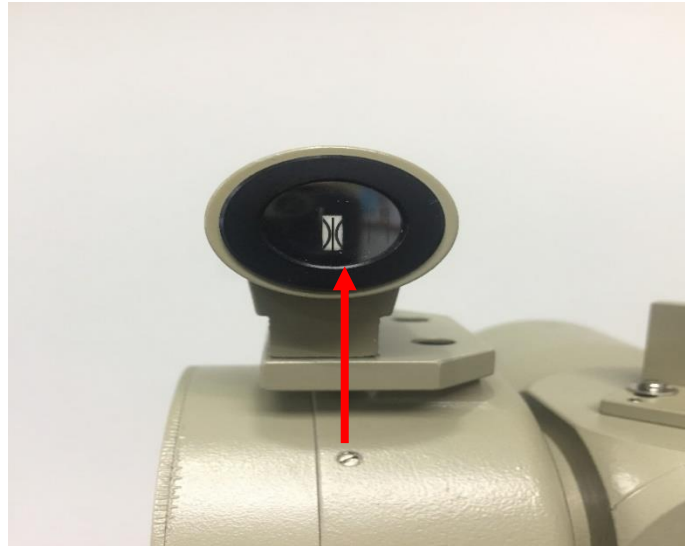
สังเกตสเกลระดับน้ำที่ตัวกล้องซึ่งจะต้องหมุนตัวปรับระดับน้ำที่ฐานเพื่อให้ระดับน้ำอยู่ตรงกลางสเกล

3.4 การติดตั้งกล้องหาทิศเหนือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาทิศเหนือเป็นกล้องที่มีแท่งแม่เหล็กอยู่ภายในสามารถขยับหาทิศเหนือได้ให้นำมาติดตั้งบนกล้อง TEBAL ซึ่งจะมีแท่งเหล็กสองแท่งให้นำกล้องมาเสียบเมื่อติดตั้งกล้องหาทิศเหนือบนกล้อง TEBAL เรียบร้อยแล้ว ให้สังเกตจุดสีแดงสองจุดถ้าหากตรงกันแท่งแม่เหล็กจะล็อกและไม่สามารถขยับหาทิศได้ ให้หมุนจุดสีแดงไม่ให้ตรงกันเพื่อปลดล็อก

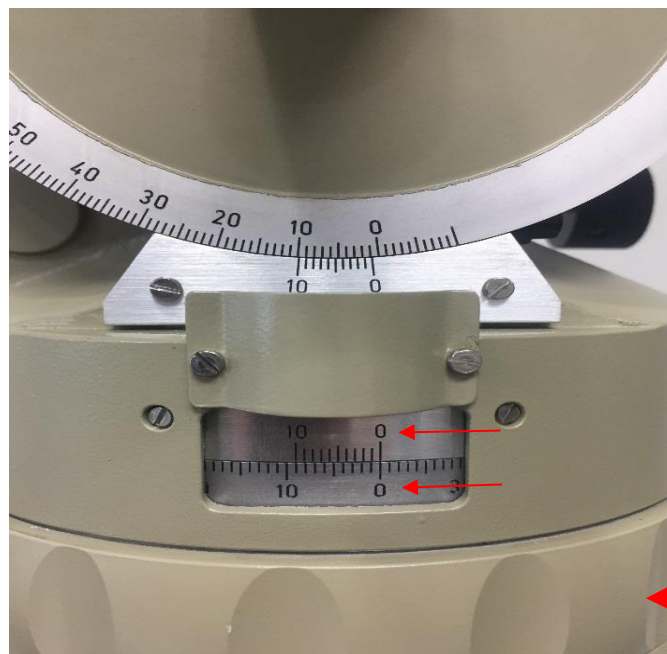


การติดตั้งกล้องหาทิศเหนือ

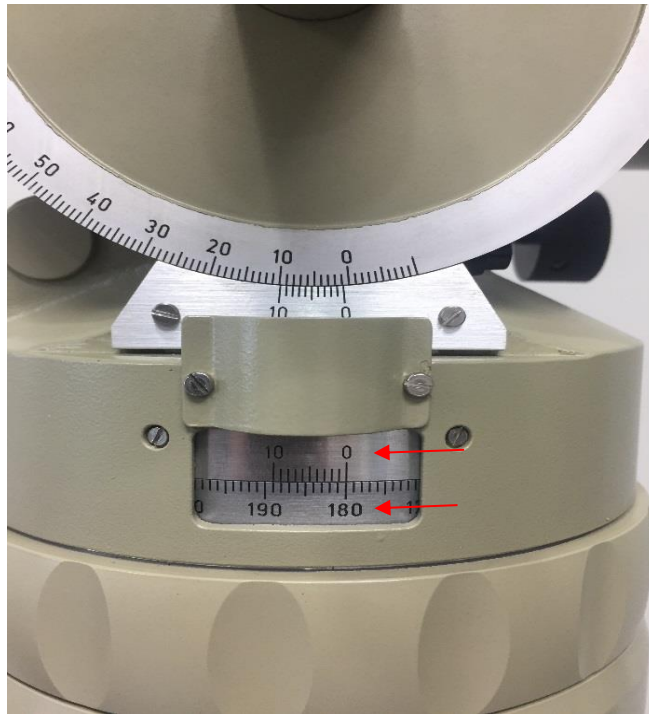
3.5 การหาทิศเหนือ ให้หมุนหน้ากล้องไปทางทิศเหนือ สังเกตหน้าปัดกล้องจะมีเส้นสเกลให้หมุนกล้องแล้วแท่งแม่เหล็กจะขยับ เพื่อปรับให้เส้นสเกลกลางหน้าปัดอยู่ตรงกลางระหว่างเส้นโค้งสองเส้นที่อยู่บนแท่งแม่เหล็กภายในกล้อง



3.6 การปรับสเกลฐานกล้อง เข็มสเกลเมื่อเล็งทิศเหนือ หมุนฐานกล้อง (ตามลูกศรที่ชี้ในภาพที่ 6.1) ให้สเกล 0 ด้านล่างตรงกับสเกล 0 ด้านบน จากนั้นให้หมุนกล้องด้านบน (ตามลูกศรที่ชี้ในภาพ 6.2) กลับทิศให้สเกล 0 ด้านบน ตรงกับสเกล 180 ด้านล่าง เพื่อให้โปรแกรมบันทึกข้อมูลทิศทางลมเป็นลมที่เข้าสถานีตามที่ต้องการ



ภาพที่ 6.1 หมุนที่ฐาน เพื่อปรับมุมระดับให้สเกล 0 ตรงกัน



ภาพที่ 6.2 หมุนกล่องด้านบนกลับทิศ เพื่อปรับมุมระดับให้สเกล 0 ตรงกับ 180

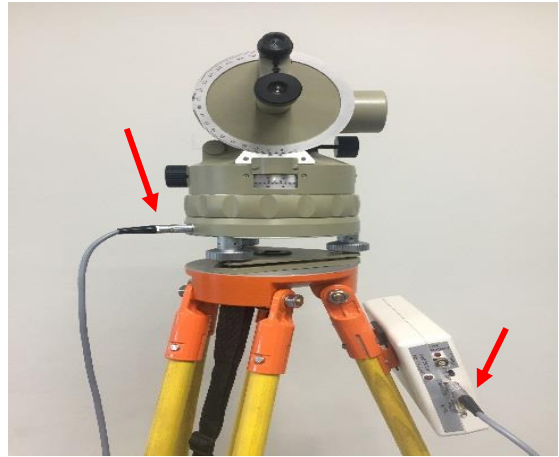
3.7 การติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ นำกล่องอินเทอร์เฟซมาติดตั้งเข้ากับขากล้อง ซึ่งมีช่องให้เสียบอยู่ที่ขากล้อง จากนั้นนำสายเชื่อมต่อ (สีเทา) มาต่อกับกล่องอินเทอร์เฟซเข้ากับตัวกล้อง และต่อสายเชื่อมต่อ(สีขาว)เข้ากับกล่องอินเทอร์เฟซกับสายแปลงหัวเป็น USB แล้วนำสายแปลงหัว USB ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์



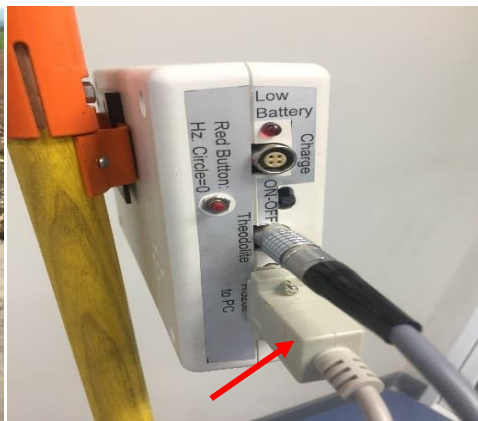
กล่องอินเทอร์เฟซ



นำกล่องอินเทอร์เฟซมาติดตั้งเข้ากับขากล้อง



กล่องอินเทอร์เฟซ และสายเชื่อมต่อระหว่างกล่องอินเทอร์เฟซกับตัวกล้อง (สายสีเทา)



สายเชื่อมต่อระหว่างกล่องอินเทอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์(สายสีขาว) และสายแปลงที่ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์



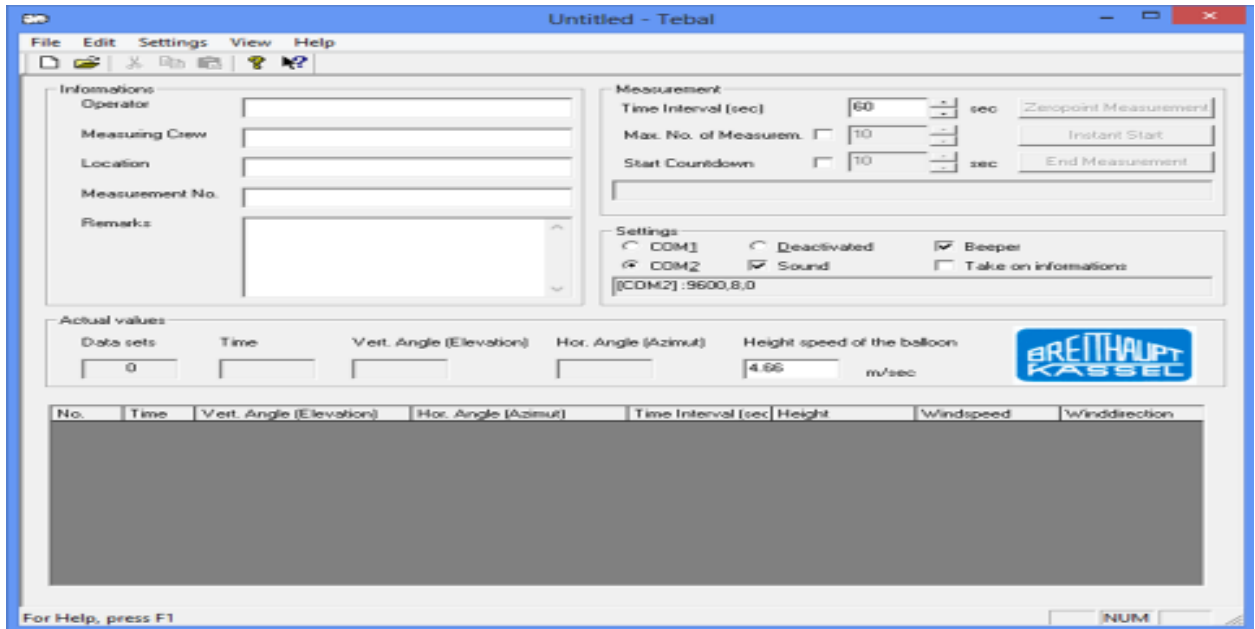
เมื่อต่อสายเชื่อมเข้ากับคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว

ในส่วนของการใช้โปรแกรมในการคำนวณหาทิศทาง และความเร็วให้ปฏิบัติตามขั้นตอนนี้

3. การใช้โปรแกรมบันทึกอัตโนมัติ



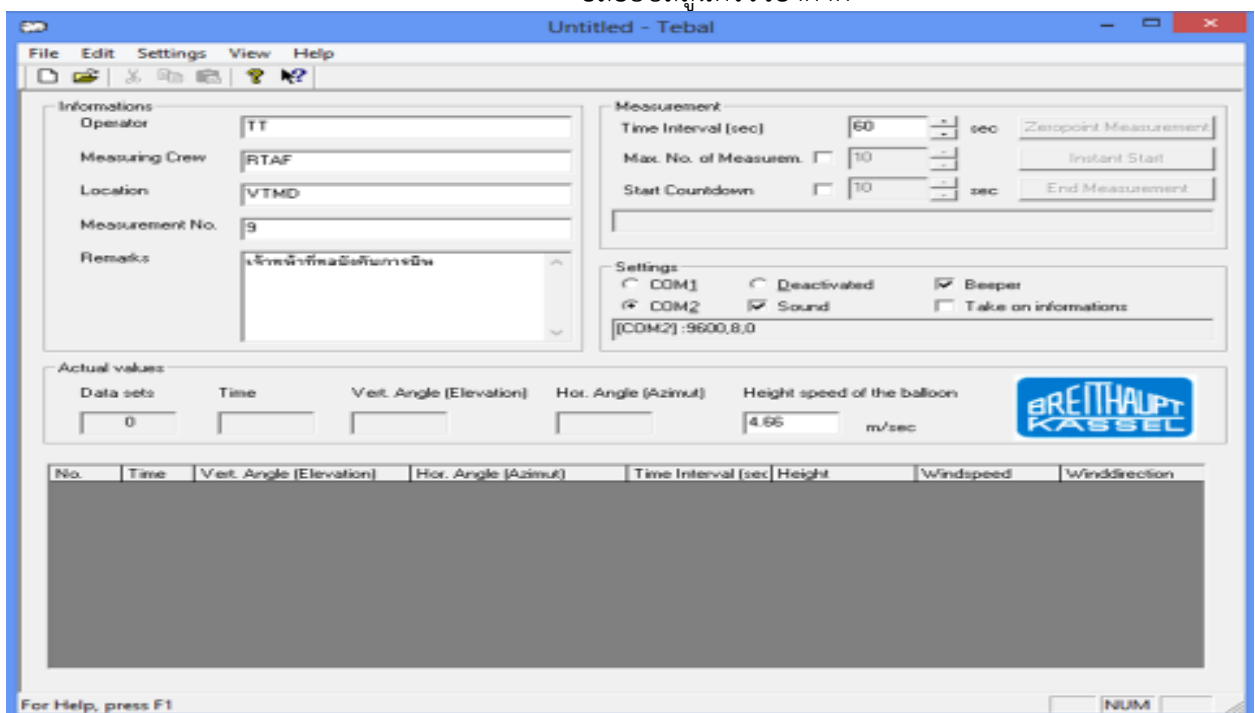
1. ดับเบิลคลิกที่โปรแกรม หรือคลิกขวาที่โปรแกรมเลือก “เปิด” เพื่อเปิดหน้าต่างโปรแกรมขึ้นมา



หน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา

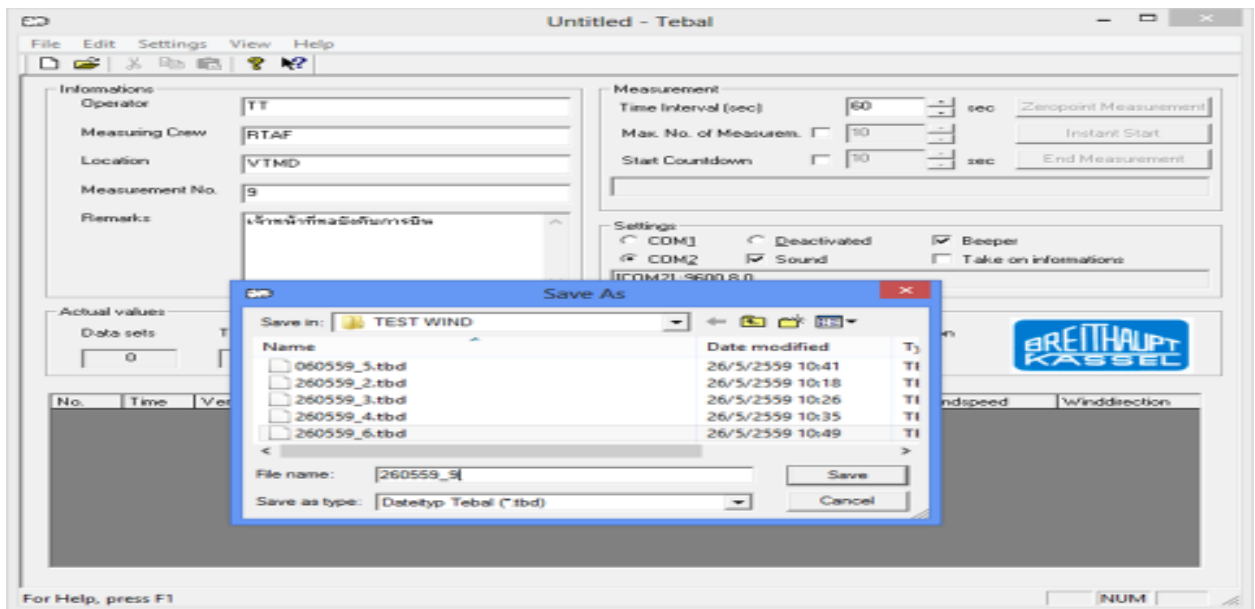
2. บันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมแต่ละช่อง ดังนี้

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

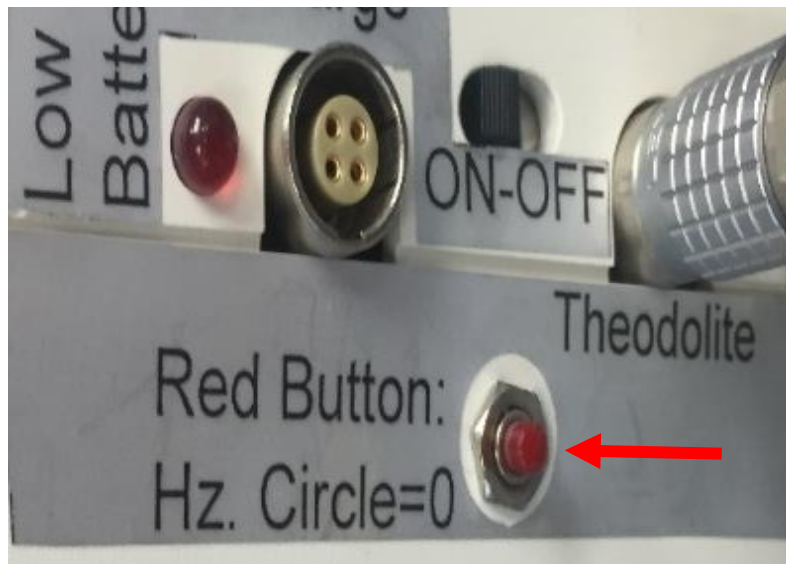


3. ทำการบันทึก เลือก "File" -> "Save as"

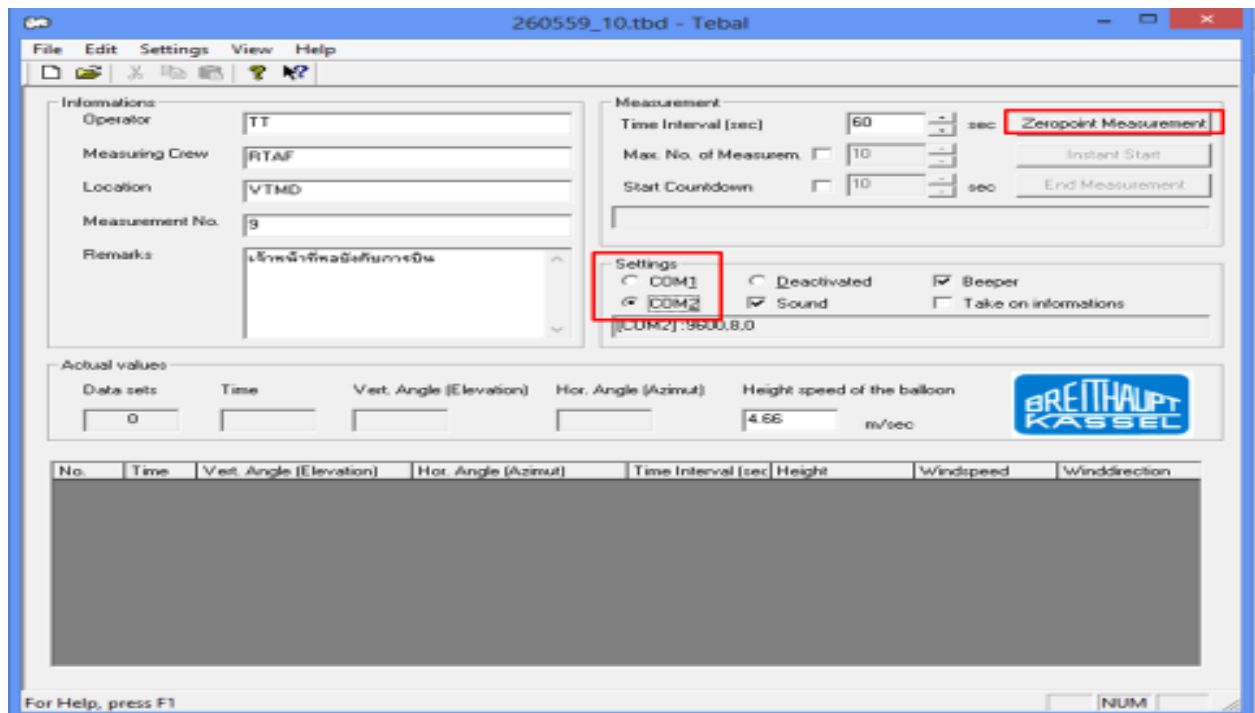
- ในช่อง Save as type ให้เลือก “Datatyp Tebal (*tba)” หรือ “Datatyp Tebal (*tbd)” จากนั้นกด Save



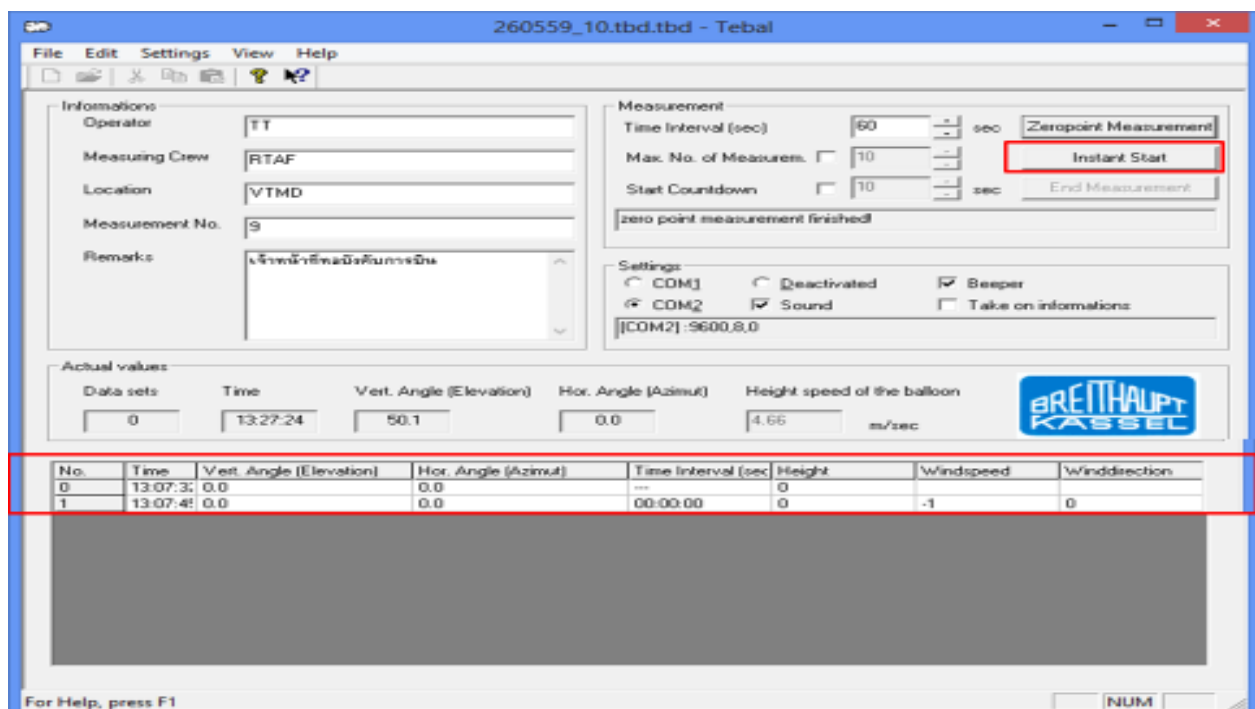
4. เมื่อทำการบันทึกแล้วให้ตรวจดูมุมกล้อง มุมตั้งให้สเกล 0 ตรง 0 , มุมระดับให้ 0 ตรง 180 ก่อนทำการกดที่ปุ่ม “Circle=0” ปุ่มสีแดงตามลูกศรชี้ในภาพ



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

The screenshot shows the software interface with the following data:

Actual values:

Data sets	Time	Vert. Angle (Elevation)	Hor. Angle (Azimut)	Height speed of the balloon
1	13:28:01	50.1	0.0	4.66 m/sec

Measurement Table:

No.	Time	Vert. Angle (Elevation)	Hor. Angle (Azimut)	Time Interval (sec)	Height	Windspeed	Winddirection
0	13:07:33	0.0	0.0	---	0		
1	13:07:41	0.0	0.0	00:00:00	0	-1	0

8. ข้อมูลทิศทางและความเร็วลมของนาฬิกาที่บันทึกได้จะปรากฏในลำดับที่ 2 โดยค่าความเร็วลมที่บันทึกมีหน่วยเป็น เมตร/วินาที และทิศทางลมจะเป็นทิศที่ลมพัดเข้าหาสถานี

The screenshot shows the software interface with the following data:

Actual values:

Data sets	Time	Vert. Angle (Elevation)	Hor. Angle (Azimut)	Height speed of the balloon
2	13:29:01	72.6	315.0	4.66 m/sec

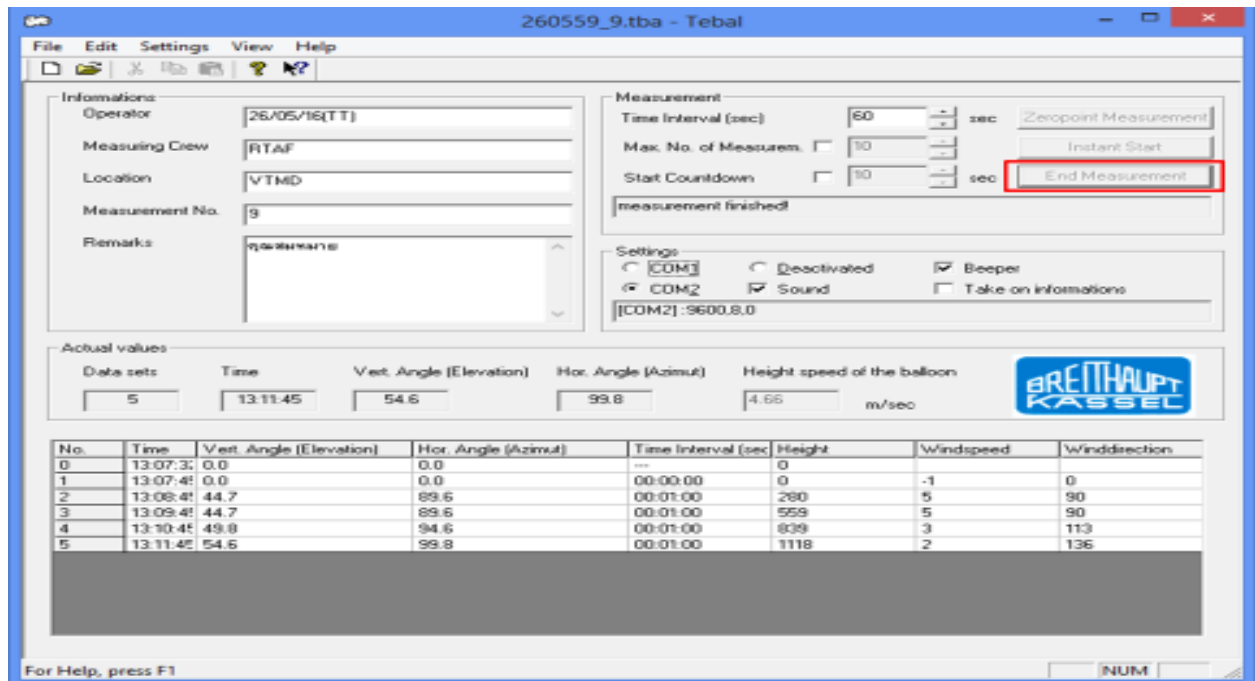
Measurement Table:

No.	Time	Vert. Angle (Elevation)	Hor. Angle (Azimut)	Time Interval (sec)	Height	Windspeed	Winddirection
0	13:07:33	0.0	0.0	---	0		
1	13:07:41	0.0	0.0	00:00:00	0	-1	0
2	13:29:01	72.6	315.0	00:01:00	280	1	315

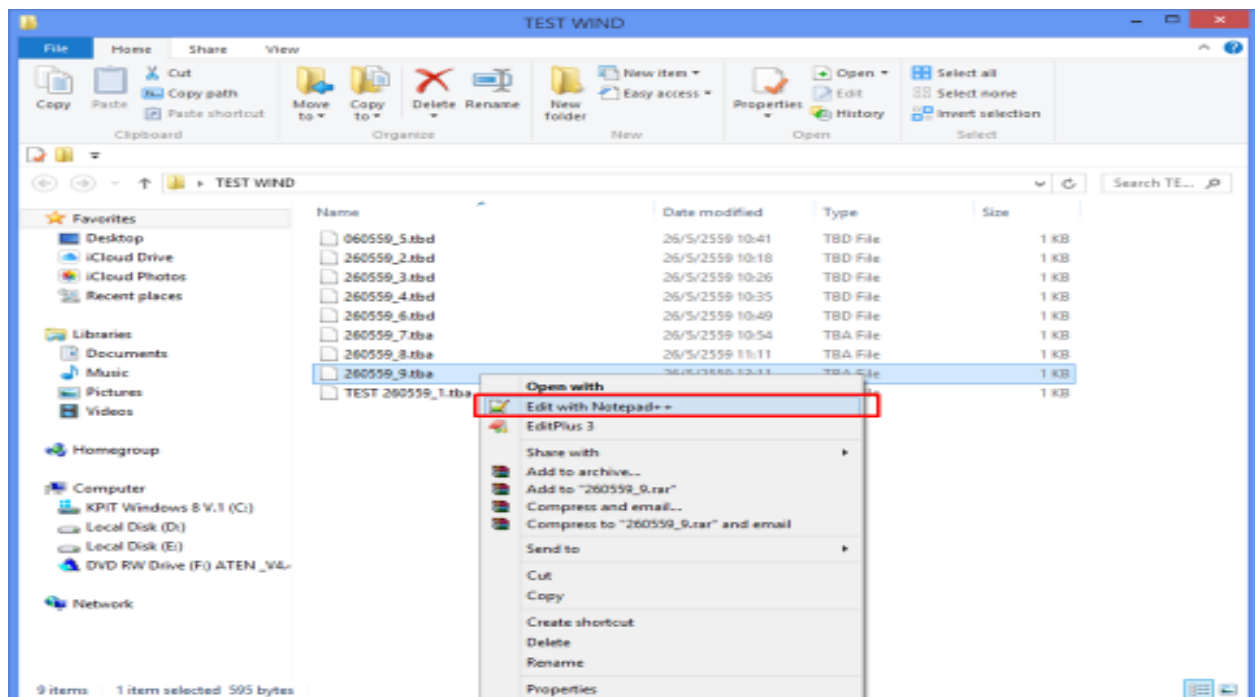
Annotations in the image:

- A red box highlights the row for data set 2 in the measurement table.
- Two green arrows point from the 'Windspeed' (1) and 'Winddirection' (315) columns of row 2 to labels: 'ข้อมูลความเร็วลม' (Wind speed data) and 'ข้อมูลทิศทาง' (Wind direction data).

9. เมื่อจะทำการหยุดตรวจหรือสิ้นสุดการตรวจคือ ไม่สามารถติดตามบอลลูนได้แล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม “End Measurement” โปรแกรมจะหยุดทำการบันทึกข้อมูล และข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกไปที่แฟ้มที่ทำการ 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°E 15.0°N
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

```

4. การรายงานข้อมูล เมื่อ plot ค่าทิศทางและความเร็วลมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องเลือกกระดပ်สำคัญ
 เข้ารหัส PIBAL และรายงานต่อไป ซึ่งมีหลักการรายงานดังต่อไปนี้

PART A

Setion 1 MiMiMjMj YYGGa4 lllii
 Setion 2 44nP₂ (or) 55n P₁P₂ dddff dddfff etc.
 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 MiMiMjMj YYGGa4 lllii
 Setion 4 9(8) t_nu₁u₂u₃ dddff dddff dddff
 Or 21212 n_on_qp_op_op_o d_od_of_of_of_o
 n_in_ip_ip_ip_i d_id_i f_if_if_i
 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 regionally

คำอธิบายรหัส

Setion1 ของ PART A, B, C, D จะรายงานเหมือนกันดังนี้

$M_i M_i M_j M_j$ คือ ตัวอักษรนำหน้าบอกชื่อ

PART ของการรายงานรหัสลมชั้นบน

$M_i M_i$ = อักษรแสดงถึงการตรวจ Pibal คือ pp

$M_j M_j$ = 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

เลขรหัสอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจ

0 = เครื่องวัดความกดอากาศ เช่น RADIOSONOE

1 = กล้อง THEODOLITE

2 = RADIOTHEODOLLTE เครื่องส่งไม่มีความกดอากาศ

3 = เรดาร์ RADAR

II = กลุ่มตัวเลขบอกภาคของสถานี PIBAL นั้นตั้งอยู่
สำหรับประเทศไทยอยู่ในภาค 48 ใช้เลขสองตัว

III = หมายเลขประจำสถานี (ใช้เลขสามตัว)

เช่น 456 หมายถึง ตอนเมือง 48456

section 2 44 หรือ 55 เลขนำหมู่แสดงข้อมูลลมตามระดับความกดอากาศมาตรฐานตามระดับความสูง
คือ 850 ถึง 100 มิลลิบาร์ การรายงานจะตามด้วย n (จำนวนข้อมูล) P₁P₂ (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 เลขนำหมู่คือ 8, 9 (หรือ 1) ดังตัวอย่าง

90012	9	คือ	เลขนำหมู่รายงานทุก 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
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
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
8		คือ	ข้อมูลลมที่ระดับ 12,000 ฟุต
81048	8	คือ	เลขนำหมู่รายงานทุก 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 48455 55285 77999;
 PPBB 51001 48455 90012 90346 90789
 91246 9205/ 9305/;
 PPAA 51001 48426 LOW CLOUDS ;
 PPBB 51001 48426 90012 ;

สำหรับเลขนำหมู่ใน PPAA นั้น มีหลักการใช้ดังนี้

- 55 - จะใช้เมื่อตรวจวัดลมที่ความสูง ณ ระดับความกดอากาศมาตรฐานโดยใช้ความสูงโดยเฉลี่ย
44 - จะใช้สำหรับเมื่อทำการตรวจวัดลมด้วยเครื่องมือที่มีเครื่องวัดความกดอากาศและมีการคำนวณความสูงตาม ระดับความกดมาตรฐานนั้นๆ

สำหรับหลักเกณฑ์อื่นๆ ในการรายงานผลการตรวจ PIBAL มีดังต่อไปนี้

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

MiMiMiMi YYGGa4 lliii 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	=	ไม่อาณานิคมบริเวณสำหรับการตรวจ
10142	=	เครื่องมือที่ใช้ทำการตรวจเสีย
10143	=	การตรวจล่าช้า
10144	=	ไฟฟ้าดับ
10145	=	สภาพอากาศไม่ดี
10146	=	ฐานเมฆต่ำกว่า 1,500 ฟุต
10147	=	บัลลูนรั่ว
10148	=	ไม่สามารถปล่อยบัลลูนได้ในขณะนั้น
10149	=	กำลังเตรียมการปล่อยบัลลูน
10151	=	บัลลูนลอยต่ำลงโดยถูกสายไฟ
10152	=	บัลลูนลอยต่ำโดยน้ำฟ้า
10157	=	เครื่องมือขาดการบำรุงรักษา
10159	=	เหตุผลอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว

ตัวอย่าง PPAA 52001 48455 10146 ;

บทที่ 4

หลักเกณฑ์การรายงานข้อมูลต่าง ๆ ลงในแผ่นตรวจลมชั้นบน (อต.ทอ.1015)

ในบทที่ 3 ได้กล่าวถึงการตรวจและการรายงานข้อมูลลมชั้นบนมาแล้ว แต่ก็ยังไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดและข้อปลีกย่อยอื่นอีกมากนัก ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ระดับหลักและระดับซอมที่ใช้รายงานการตรวจลมชั้นบน

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

ระดับซอมซึ่งจะใช้รายงานดังต่อไปนี้

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

ในการรายงานระดับซอม จะต้องรายงานระดับซอมครั้งสุดท้ายทุกครั้ง ไม่ว่าจะตรงกับระดับหรือไม่ก็ตามโดยที่ทิศทางและความเร็วลมจะต้องตรงกับนาฬิกาสุดท้ายของการตรวจ เพื่อแสดงให้เห็นผู้ใช้ข่าวได้ทราบว่าการตรวจของสถานีนั้นๆ ตรวจได้สูงสุดเท่าใด

การรายงานระดับหลักให้รายงานในช่องสำหรับรายงาน FIRST TRANSMISSION

การรายงานระดับซอมให้รายงานในช่องสำหรับรายงาน SECOND TRANSMISSION

2. การบันทึกช่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการตรวจลมชั้นบน มีดังนี้

2.1 ให้ลงชื่อย่อ (INITIAL) ของผู้คำนวณหาทิศทางและความเร็วลมลงในช่อง computer

2.2 ให้ลงชื่อย่อ (INITIAL) ของผู้ที่ใช้กล้องติดตามการเคลื่อนที่ของบอลลูนลงในช่อง VERIFIER

2.3 ให้บันทึกเหตุผลที่เป็นอุปสรรคทำให้การตรวจลมชั้นบนไม่ได้โดยบันทึกลงในช่อง REASON FOR TERMINATION ดังตัวอย่าง

LOST IN CLOUDS	หมายถึง บอลลูนหายไปในกลุ่มเมฆ
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 เวลากำหนดตรวจได้แก่ เวลาหลักของการตรวจลมชั้นบน คือ 0000UTC, 0600UTC, 1200 UTC และ 1800UTC

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

4. ข้อกำหนดในการตรวจ PIBAL จะต้องตรวจให้ได้สูง 10,000 ฟุต หรือ 700 เฮกโตปาสคาลหรือ 10 นาที่ของการตรวจ 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

ตัวอย่างการบันทึก อต.ทอ.1015 (ด้านหน้า)

จก.ทอ. ๑๐๐๕

WINGS-ALOFT COMPUTATION SHEET (Low Station Form) WBAN-20				NAME OF STATION DONMUANG AFB THAILAND				LATITUDE 13° 55' N				LONGITUDE 100° 36' E				ACCESSION NO. 12			
LOCAL STANDARD TIME +7				ELEV. OF STATION +53				TIME 1400				ORIENTATION 300° = N							
METHOD OF ORIGIN PIBAL				TYPE OF EQUIP. THEODOLITE				YEAR 2008				MONTH FEB 14							
RAKINSORDE TIME-ALTITUDE DATA				PUNCHED CARD DATA				CODED DATA FOR FIRST TRANSMISSION				CODED DATA FOR SECOND TRANSMISSION							
Con- text	Pressure (mb.)	Altitude (ft. or m.)	Elapsed time (min.)	Altitude	Direction (degrees)	Speed (mph.)	Card Column	Altitude	Direction (degrees)	Speed (mph.)	Card Column	PPAA	14061	14061	14061	14061	14061	14061	
1							16					PPBB	14061	14061	14061	14061	14061	14061	
2							17												
3							18												
4							19												
5							20												
6							21												
7							22												
8							23												
9							24												
10							25												
11							26												
12							27												
13							28												
14							29												
15							30												
16							31												
17							32												
18							33												
19							34												
20							35												
21							36												
22							37												
23							38												
24							39												
25							40												
26							41												
27							42												
28							43												
29							44												
30							45												
31							46												
32							47												
33							48												
34							49												
35							50												
36							51												
37							52												
38							53												
39							54												
40							55												
41							56												
42							57												
43							58												
44							59												
45							60												
46							61												
47							62												
48							63												
49							64												
50							65												
51							66												
52							67												
53							68												
54							69												
55							70												
56							71												
57							72												
58							73												
59							74												
60							75												
61							76												
62							77												
63							78												
64							79												
65							80												
66							81												
67							82												
68							83												
69							84												
70							85												
71							86												
72							87												
73							88												
74							89												
75							90												
76							91												
77							92												
78							93												
79							94												
80							95												
81							96												
82							97												
83							98												
84							99												
85							100												
86							101												
87							102												
88							103												
89							104												
90							105												
91							106												
92							107												
93							108												
94							109												
95							110												
96							111												
97							112												
98							113												
99							114												
100							115												
101							116												
102							117												
103							118												
104							119												
105							120												
106							121												
107							122												
108							123												

ตัวอย่างการบันทึก อด.ทอ.1015 (ด้านหลัง)

[illegible]

บรรณานุกรม

1. ยุทธศึกษาทหารอากาศ, กรม, การตรวจอากาศชั้นบน
2. อุตุนิยมวิทยา, กรม, แผ่นปลิวคำบรรยายวิชาการศึกษาตรวจ PIBAL, กรุงเทพฯ
3. US, DEPARTMENT OF DEFENSE, FMH NO.6.UPPER WIND CODE,1972
4. WAR DEPARTMENT TECHNICAL MANUAL THEOD