



รายงานฉบับสมบูรณ์

การจัดการความรู้(Knowledge management – KM)

เรื่อง การใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของ
กลุ่มพายุฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินนานาชาติ

ส่วนอากาศการบินนาน
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

ปี พ.ศ. 2563



รายงานฉบับสมบูรณ์

การจัดการความรู้(Knowledge management – KM)

เรื่อง การใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของ
กลุ่มพายุฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินนานาชาติ

สิทธิโชค จันทรรัตนศิริ

สิริกัญญา อภัยจิตต์

โอชวิน จันทรสุข

ส่วนอากาศการบินนาน
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ

ปี พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

การจัดการความรู้ (Knowledge management – KM) เรื่อง การใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มพายุฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินน่าน ผู้จัดทำได้สร้าง แลกเปลี่ยน และประยุกต์ใช้ความรู้ในการสร้างเครื่องมือหรือวิธีการ โดยการพัฒนากระบวนการบริการข้อมูลเรดาร์เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานในการหาตำแหน่งกลุ่มฝน เพื่อคำนวณหาระยะห่าง ทิศทาง เพื่อการคาดการณ์ทิศทางการเคลื่อนที่จะเข้าสนามบิน คำนวณระยะเวลาที่กลุ่มฝนที่จะตกบริเวณสนามบิน และความรุนแรงของกลุ่มฝนและระยะก่อตัวของกลุ่มฝน

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมพัฒนาและคำแนะนำของบุคลากรของส่วนอากาศการบิน และบุคลากรในส่วนงานอื่นที่สังกัดศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือทุกท่าน

สุดท้ายนี้หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนกราบขออภัยเป็นอย่างสูง และหวังว่ารายงานการจัดการความรู้ ฉบับนี้จะมีประโยชน์สำหรับผู้สนใจเกี่ยวกับการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินอื่นได้

สิทธิโชค จันทรรัตนศิริ
นักอุตุนิยมวิทยาปฏิบัติการ
ส่วนอากาศการบินน่าน
หัวหน้าโครงการจัดการความรู้

ชื่อเรื่องการจัดการความรู้	การใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนอง บริเวณสนามบินน่าน	
ชื่อผู้ทำการจัดการความรู้	นายสิทธิโชค จันทร์รัตนศิริ	นอต. ปก. สกบ.น่าน
	นางสาวสิริกัญญา อภัยจิตต์	นอต. ปก. สกบ.น่าน
	นายโอชวิน จันทร์สุข	นอต. ปก. สกบ.น่าน

บทคัดย่อ

การใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศเรดาร์ไฟล์นามสกุล kml หรือ kmz ของสถานีเรดาร์ตรวจอากาศของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ได้แก่ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จังหวัดน่าน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงราย สถานีเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน และสถานีเรดาร์ตรวจอากาศพิษณุโลก โดยการดึงข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศจากเว็บไซต์ที่ได้จัดทำขึ้น และนำมาแสดงผลบนโปรแกรม Google Earth สามารถใช้หาตำแหน่งกลุ่มฝน เพื่อคำนวณหาระยะห่าง ทิศทาง เพื่อการคาดการณ์ทิศทางการเคลื่อนที่จะเข้าสนามบิน คำนวณระยะเวลาที่กลุ่มฝนที่จะตกบริเวณสนามบิน และความรุนแรงของกลุ่มฝนและระยะก่อตัวของกลุ่มฝน โดยจะทราบจากระดับสีของข้อมูลเรดาร์ เพื่อการคาดการณ์ที่แม่นยำในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินน่านได้ทันเวลา ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอย่างมากต่อการใช้งาน มีความสะดวกในการหาตำแหน่งกลุ่มฝนได้อย่างแม่นยำ ทำให้สามารถออกข่าวอากาศการบินและแนวโน้มอากาศเตือน สภาพอากาศที่เป็นพายุฝนฟ้าคะนองได้อย่างทันเวลา เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อนักอุตุนิยมวิทยา ส่วนอากาศการบิน ในการคาดการณ์พายุฝนฟ้าคะนองที่จะเข้ามาปกคลุมสนามบิน

คำสำคัญ: ข้อมูลไฟล์เรดาร์ตรวจอากาศ การคำนวณความเร็วของกลุ่มฝนฟ้าคะนอง และการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนอง

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการความรู้	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดการความรู้	4
1.3 ขอบเขตของการจัดการความรู้	4
1.4 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 แผนงานการจัดทำการจัดการความรู้	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การจัดการความรู้ (Knowledge Management)	6
2.2 เรดาร์ตรวจอากาศ	7
2.3 ชนิดของข้อมูลและผลการตรวจด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ	9
2.4 พายุฝนฟ้าคะนองกับผลกระทบต่อการบิน	13
2.4 เวกเตอร์และปริมาณการเคลื่อนที่	16
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	18
3.1 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบงาน	18
3.2 เทคนิค วิธีการที่นำเสนอในการจัดการความรู้	20
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	23
4.1 การใช้ข้อมูลเรดาร์เพื่อการคำนวณความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝน	23
บทที่ 5 สรุปผลการใช้งานและข้อเสนอแนะ	38
5.1 ผลการวิเคราะห์การใช้งานระบบ	38
5.2 สรุปผลการใช้งาน	39
5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	39
5.4 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก ก	42
คณะผู้จัดทำ	48

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สถานีเครื่องเรดาร์ตรวจอากาศ ที่ติดตั้งบริเวณภาคเหนือ ของกรมอุตุนิยมวิทยา	8
2.2 เปรียบเทียบผลผลิตผลเรดาร์ตรวจอากาศแบบแกนเดี่ยวและแบบสองแกน	8
5.1 ผลการประเมินความพึงพอใจระบบการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ	38

สารบัญภาพ

รูปภาพที่	หน้า
1.1 ภาพเรดาร์ที่แสดงบนเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา	1
1.2 ภาพเรดาร์ที่แสดงในโปรแกรม Google earth pro	2
1.3 ร้อยละของการเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินนานาंतरเวลา	2
1.4 ภาพเรดาร์ที่แสดงใน Application Google earth	3
1.5 ข้อมูลภาพดาวเทียม Himawari แบบ IR+Enh	4
2.1 ผลการตรวจเรดาร์ PPI แสดงค่า Reflectivity (Z)	9
2.2 ผลการตรวจ เรดาร์ PPI แสดงผล Velocity (V) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้ากลุ่มฝน	10
2.3 การเปรียบเทียบ ค่าระหว่าง Rain rate (R) และ Reflectivity (Z)	10
2.4 การตรวจแบบ PPI	11
2.5 การตรวจแบบ CAPPI	11
2.6 ผลการตรวจเรดาร์ CAPPI แสดงค่า Reflectivity (Z)	12
2.7 ผลการตรวจแบบ RHI แสดงค่า Reflectivity (Z)	12
2.8 พายุฟ้าคะนองแบบมวลอากาศ (air - mass thunderstorm)	13
2.9 พายุฟ้าคะนองในแนวสควอลล์ (squall - thunderstorm)	14
2.10 พายุฟ้าคะนองในแนวสควอลล์ (squall - thunderstorm)	14
2.11 พายุฟ้าคะนองแบบแนวปะทะอากาศ (frontal thunderstorm)	14
2.12 ขั้นตอนการเกิดพายุฟ้าคะนองของเซลล์ฝนเดี่ยว (Single Cell)	15
2.13 ขั้นตอนการเกิดพายุฟ้าคะนองของเซลล์ฝนเดี่ยว (Single Cell)	15
2.14 สัญลักษณ์ของเวกเตอร์	16
3.1 แผนผังขั้นตอนการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศเพื่อหาตำแหน่ง ทิศทางความเร็วกลุ่มฝน	18
3.2 Flowchart ของการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ	18
3.3 ภาพข้อมูลเรดาร์นานเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0345UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563	20
3.4 ภาพข้อมูลเรดาร์นานเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0430UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563	20
3.5 ภาพข้อมูลเรดาร์นานเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0445UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563	21
3.6 ภาพข้อมูลเรดาร์นานเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0515UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563	21
4.1 แสดงหน้าจอ Site Manager ของโปรแกรม FileZilla ส่วน General	23
4.2 แสดงหน้าจอ Site Manager ของโปรแกรม FileZilla ส่วน Advanced	24
4.3 แสดงหน้าจอ Site Manager ของโปรแกรม FileZilla ส่วน Advanced	24
4.4 แสดงหน้าจอของโปรแกรม FileZilla หลังจากเข้ารหัสใช้งาน	25
4.5 แสดงหน้าจอของโปรแกรม Google earth pro	25
4.6 ภาพข้อมูลเรดาร์เป็นชุดข้อมูลในเวลา 0200UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563	26
4.7 ข้อมูลเรดาร์ทั้งสี่สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ	27
4.8 ข้อมูลภาพดาวเทียม Himawari แบบ IR+Enh 21072020 0150UTC	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
4.9 ข้อมูลภาพดาวเทียม Himawari แบบ WV 21072020 0150UTC	28
4.10 การวัดระยะทางในโปรแกรม Google earth pro	29
4.11 การวัดระยะทางในโปรแกรม Google earth pro เพื่อหาดำแหน่ง ทิศทางกลุ่มฝน	30
4.12 การวัดระยะทางในโปรแกรม Google earth pro เพื่อหาดำแหน่ง ทิศทางกลุ่มฝน	31
4.13 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย	32
4.14 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย	33
4.15 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย	34
4.16 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย	35
4.17 ข้อมูลเรดาร์ใน Application Google earth	36
4.18 ข้อมูลเรดาร์บน Application Google earth เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย	37
ก.1 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com	42
ก.2 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)	42
ก.3 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)	43
ก.4 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)	43
ก.5 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)	44
ก.6 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)	44
ก.7 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)	45
ก.8 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)	45
ก.9 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com บนโทรศัพท์มือถือ	46
ก.10 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com บนโทรศัพท์มือถือ (ต่อ)	46
ก.11 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com บนโทรศัพท์มือถือ (ต่อ)	47

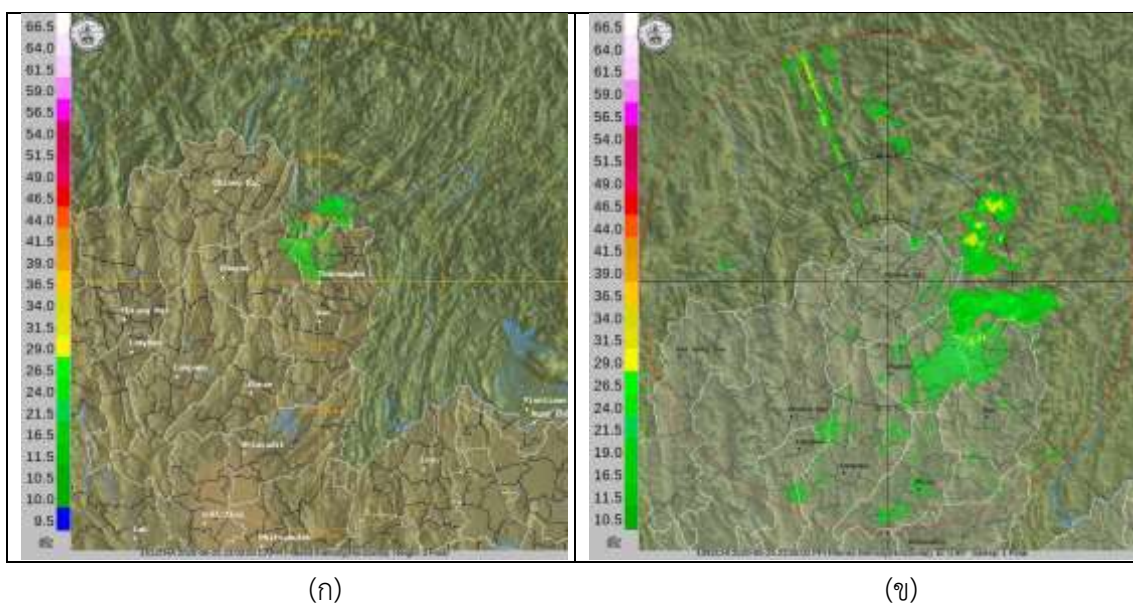
บทที่ 1

บทนำ

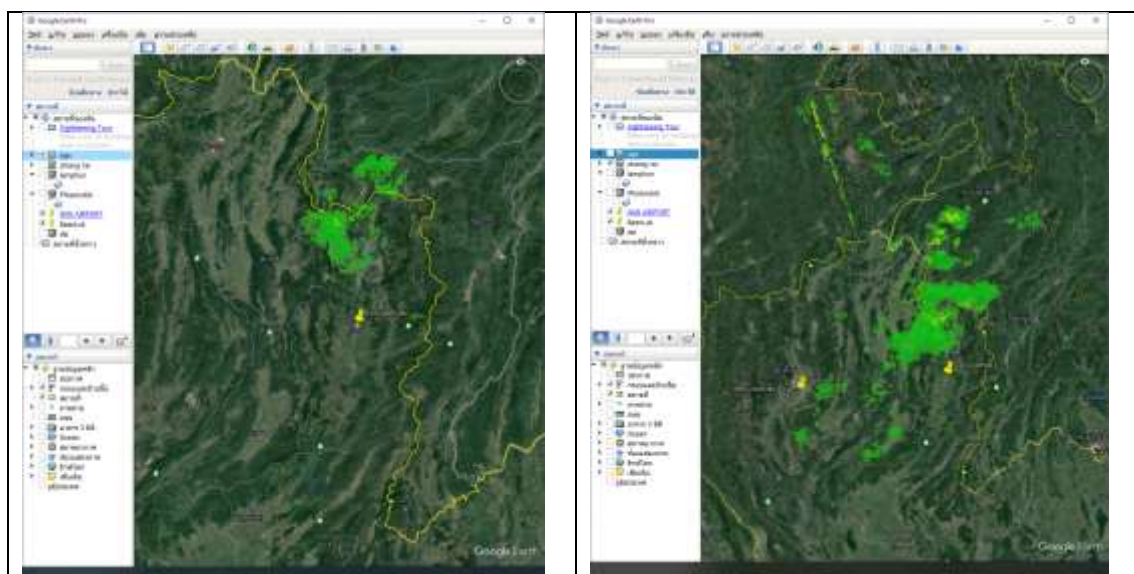
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการความรู้

กลุ่มฝนหรือกลุ่มฝนฟ้าคะนองที่มีฟ้าแลบ(lightning) และฟ้าร้อง (thunder) เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส (cumulonimbus หรือ ตัวย่อ CB) คือ เมฆที่ลักษณะหนาสูงทึบในแนวตั้ง มีอากาศที่มีลักษณะแปรปรวน มีลมกระโชกแรง (strong gust) และฝนตกหนัก (heavy rain) เกิดขึ้น บางครั้งยังมีลูกเห็บ (hail) ตกลงมาด้วยพายุฟ้าคะนองนี้เป็นพายุที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาอันสั้น มีบางครั้งพายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นนานกว่า 2 ชั่วโมง พายุฟ้าคะนองเป็นผลเนื่องมาจากในเขตร้อนอากาศมีความชื้นมากและมีอุณหภูมิสูงทำให้อากาศไม่มีเสถียรภาพ (instability) หรืออากาศมีอาการไม่ทรงตัวเกิดการผสมคลุกเคล้าจากข้างล่างขึ้นข้างบน (strong convective updraft) และในขั้นสลายตัว (dissipating stage) จะมีกระแสอากาศไหลลงอย่างรุนแรง (strong downdraft) โดยเหตุนี้พายุฟ้าคะนองเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีอันตรายต่อเครื่องบินที่กำลังทำการบินอยู่ในอากาศทั้งในขณะที่บินอยู่ในเส้นทางบิน และขณะบินขึ้นหรือลงสนามบิน ทำให้เครื่องบินที่บินผ่านเข้าไปบริเวณกลุ่มฝนฟ้าคะนอง หรือบินอยู่ใกล้เคียงได้รับความปั่นป่วน กระเทือน รู้สึกถูกกระแทกทำให้ความสูงของเครื่องบินเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งที่นักบินไม่สามารถรักษาระดับบินไว้ได้ เป็นเหตุให้เครื่องบิน ประสบอุบัติเหตุ เครื่องบินตก หรืออาจจะได้รับอันตรายจากลูกเห็บด้วย และมีน้ำแข็งเกาะจับเครื่องบิน

ด้วยเหตุนี้การคาดการณ์เส้นทางการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝนหรือกลุ่มฝนฟ้าคะนอง โดยใช้เรดาร์ดังรูปที่ 1.1 การติดตามกลุ่มฝนที่จะเข้ามาปกคลุมบริเวณสนามบิน เพื่อเตือนให้เครื่องบินหากเสี่ยงได้ควรหลีกเลี่ยงการบินผ่านเข้าไปในพายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดความปลอดภัยของการเดินอากาศ



รูปที่ 1.1 ภาพเรดาร์ที่แสดงบนเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา (ก) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าอากาศยาน ท่าอากาศยาน เชียงราย ในวันที่ 25 มิถุนายน 2563 เวลา 2300UTC



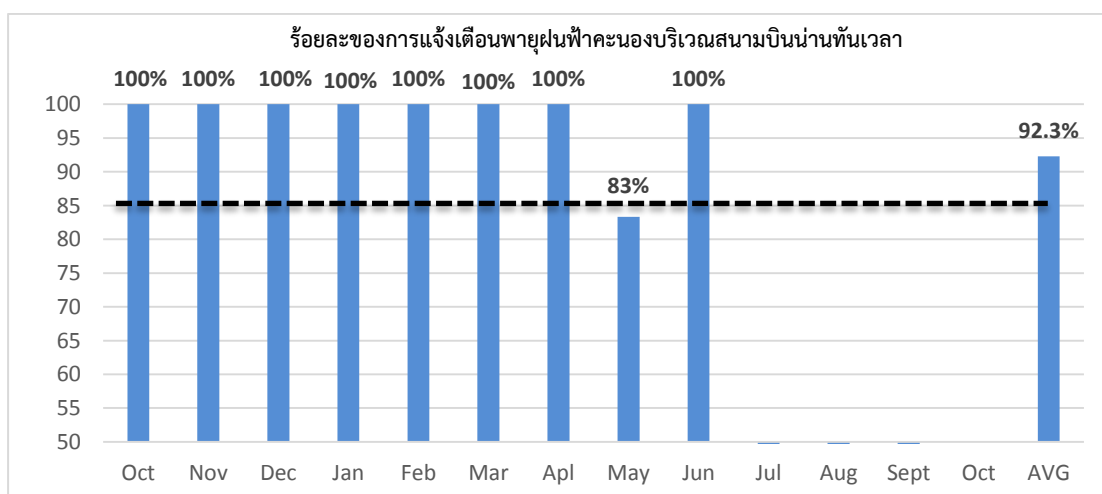
(ก)

(ข)

รูปที่ 1.2 ภาพเรดาร์ที่แสดงในโปรแกรม Google earth pro (ก) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าวังผา จังหวัดน่าน (ข) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงราย ในวันที่ 25 มิถุนายน 2563 เวลา 2300UTC

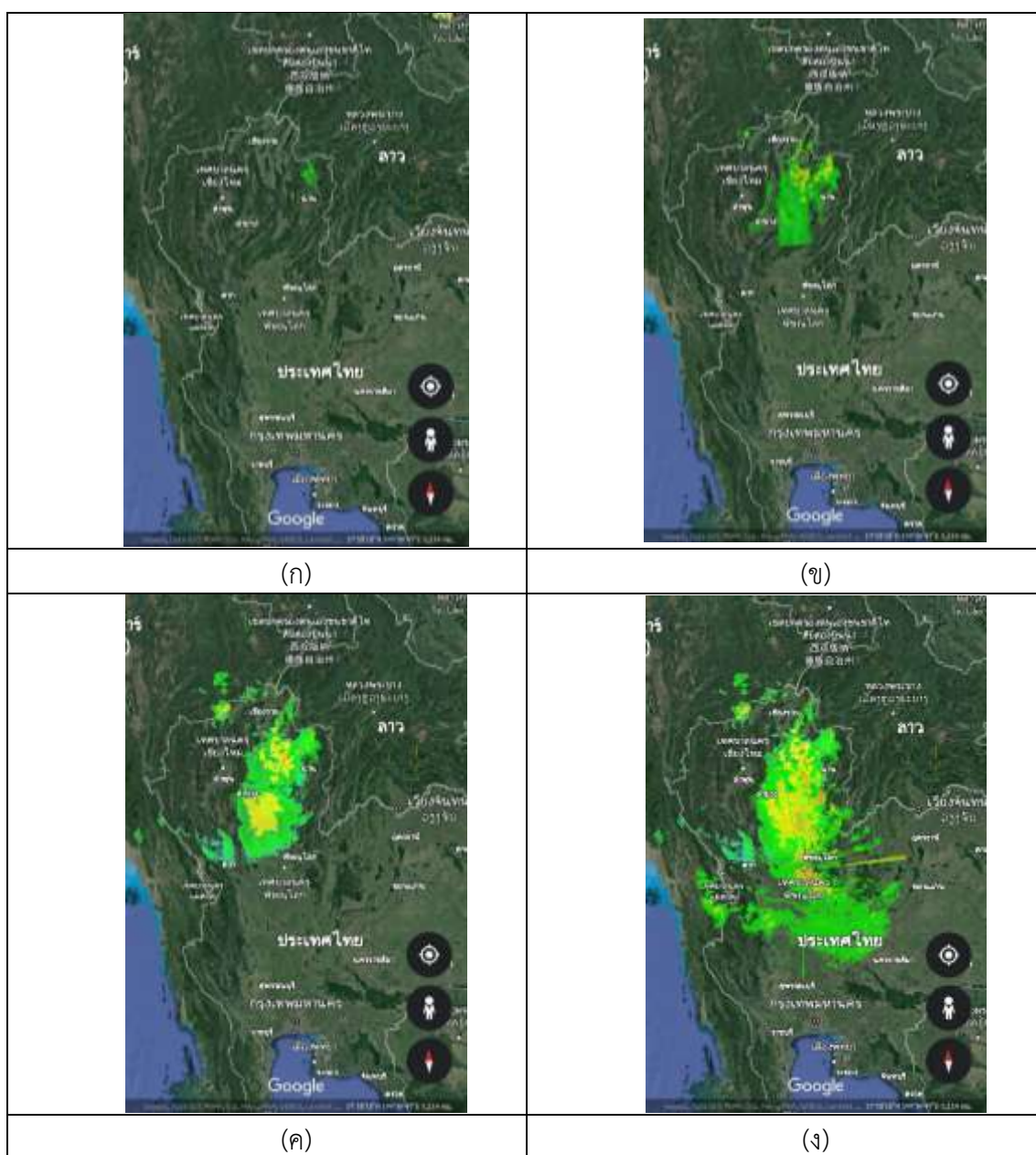
ดอปเปอร์เรดาร์ (Doppler Radar) ที่กรมฯใช้งานอยู่ในปัจจุบัน สามารถตรวจวัดทิศทางและความเร็วลมได้ด้วย แต่การแสดงผลเรดาร์บนเว็บไซต์ยังไม่ละเอียดมากนัก เป็นเรื่องยากในการคำนวณหาตำแหน่ง เพราะการระบุตำแหน่งของกลุ่มฝน เพื่อการคาดการณ์ ทิศทางและความเร็วของกลุ่มพายุฝนฟ้าคะนองเพื่อการแจ้งเตือนทันเวลามีความสำคัญต่อความปลอดภัยในการเดินอากาศ

จากรูป 1.1 และ 1.2 สังเกตได้ว่า สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จังหวัดน่าน ตรวจพบกลุ่มฝนบางส่วน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงรายตรวจพบกลุ่มที่ใหญ่กว่า เพราะตำแหน่งที่ตั้งของสถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าวังผา จังหวัดน่าน มีภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงบดบัง ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และดอยภูคาทางทิศตะวันออกบางส่วน ทำให้ไม่สามารถตรวจพบกลุ่มฝนในบริเวณดังกล่าวได้



รูปที่ 1.3 ร้อยละของการเตือนทันพายุฝนฟ้าคะนองของสนามบินน่านทันเวลา
ช่วงเดือนตุลาคม 2562 ถึง มิถุนายน 2563

รูปที่ 1.3 จะเห็นได้ว่า ในเดือนพฤษภาคม 2563 นั้นร้อยละการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนอง บริเวณสนามบินน่าน มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 85 ซึ่งสาเหตุคือ เรดาร์ของจังหวัดน่านตรวจไม่พบกลุ่มฝน ทำให้ผู้ตรวจตรวจไม่พบกลุ่มฝนที่กำลังก่อตัว



รูปที่ 1.4 ภาพเรดาร์ที่แสดงใน Application Google earth (ก) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าวังผา จังหวัดน่าน (ข) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าวังผา จังหวัดน่าน และ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ เชียงราย (ค) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าวังผา จังหวัดน่าน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ เชียงราย วันที่ และ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ลำพูน (ง) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าวังผา จังหวัดน่าน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ เชียงราย วันที่ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ลำพูน และ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ พิษณุโลก ในวันที่ 2 สิงหาคม 2563 เวลา 0200UTC

จากรูปที่ 1.4 แสดงการใช้ข้อมูลสถานีเรดาร์ตรวจอากาศหลายสถานีพร้อมกัน เพื่อตรวจสอบกลุ่มฝน เพื่อการตรวจสอบเปรียบเทียบและชัดเจนการตรวจไม่พบกลุ่มฝนของสถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ท่าวังผา จังหวัดน่าน



รูปที่ 1.5 ข้อมูลภาพดาวเทียม Himawari แบบ IR+Enh 02082020 0150UTC

การใช้ภาพดาวเทียมในการหาตำแหน่งของกลุ่มฝน เหมาะระดับสเกลพื้นที่ขนาดใหญ่ การจะระบุตำแหน่งที่เฉพาะลงเป็นในพื้นที่สนใจขนาดเล็ก ภาพดาวเทียมที่มีให้ยังไม่ละเอียดเพียงพอ

1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดการความรู้

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินน่านให้ทันเวลา

1.3 ขอบเขตของการจัดการความรู้

การใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศของภาคเหนือ ใช้หาตำแหน่งกลุ่มฝน เพื่อคำนวณหาระยะทาง ทิศทาง เพื่อการคาดการณ์ทิศทางการเคลื่อนที่จะเข้าสนามบินน่าน คำนวณระยะเวลาที่กลุ่มฝนที่จะตกบริเวณสนามบิน และความรุนแรงของกลุ่มฝนและระยะก่อตัวของกลุ่มฝน โดยจะทราบจากระดับสีของข้อมูลเรดาร์ เพื่อการคาดการณ์ที่แม่นยำในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินน่าน

1.4 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ด้านฮาร์ดแวร์

- คอมพิวเตอร์ Notebook CPU 2.7 GHz RAM 4 GB
- Flash Drive

ด้านซอฟต์แวร์/เทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาการจัดการความรู้

- โปรแกรม AppServ2.5.10
- โปรแกรม Macromedia Dreamweaver
- โปรแกรม Atom
- Webhosting
- ภาษาที่ใช้พัฒนา PHP

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

-ได้การจัดการความรู้เรื่อง การใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มฝนฟ้าคะนองได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณ สนามบินได้ทันเวลา

1.6 แผนงานการจัดทำการจัดการความรู้

[illegible]

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่องการจัดการความรู้ (Knowledge Management หรือ KM) และความรู้พื้นฐานของข้อมูลเรดาร์ ได้รวบรวมแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับ การจัดการความรู้ (Knowledge Management หรือ KM)
- 2.2 เรดาร์ตรวจอากาศ
- 2.3 ชนิดของข้อมูลและผลการตรวจด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ (Data and Product)
- 2.4 พายุฝนฟ้าคะนองกับผลกระทบต่อการบิน
- 2.5 เวกเตอร์และปริมาณการเคลื่อนที่

2.1 การจัดการความรู้ (Knowledge Management หรือ KM)

การจัดการความรู้ คือ การรวบรวม สร้าง จัดระเบียบ แลกเปลี่ยน และประยุกต์ใช้ความรู้ในองค์กร โดยพัฒนาระบบจากข้อมูล ไปสู่ สารสนเทศ เพื่อให้เกิด ความรู้และปัญญาในที่สุด

การจัดการความรู้ประกอบไปด้วยชุดของการปฏิบัติงานที่ถูกใช้โดยองค์กรต่างๆ เพื่อที่จะระบุ สร้าง แสดงและกระจายความรู้ เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้และการเรียนรู้ภายในองค์กร อันนำไปสู่การจัดการสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยรูปแบบการจัดการองค์ความรู้โดยปกติจะถูกจัดให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ขององค์กรและประสงค์ที่จะได้ผลลัพธ์เฉพาะด้าน เช่น แบ่งปันภูมิปัญญา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เป็นต้น

ประเภทของความรู้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1) ความรู้แบบฝังลึก (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่ไม่สามารถอธิบายโดยใช้คำพูดได้ มีรากฐานมาจากการกระทำและประสบการณ์ มีลักษณะเป็นความเชื่อ ทักษะ และเป็นอัตวิสัย (Subjective) ต้องการการฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญ มีลักษณะเป็นเรื่องส่วนบุคคล มีบริบทเฉพาะ (Context-specific) ทำให้เป็นทางการและสื่อสารได้ยาก เช่น วิจารณ์ญาณ ความลับทางการค้า วัฒนธรรมองค์กร ทักษะ ความเชี่ยวชาญในเรื่องต่างๆ การเรียนรู้ขององค์กร ความสามารถในการพยากรณ์อากาศ หรือกระทั่งทักษะในการสังเกตเมฆ การบอกประเภท ความสูงของเมฆ เป็นต้น

2) ความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่รวบรวมได้ง่าย จัดระบบและถ่ายโอนโดยใช้วิธีการดิจิทัล มีลักษณะเป็นวัตถุวิสัย (Objective) เป็นทฤษฎีสามารถแปลงเป็นรหัสในการถ่ายทอดโดยวิธีการที่เป็นทางการ ไม่จำเป็นต้องอาศัยการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเพื่อการถ่ายทอดความรู้ เช่น นโยบายขององค์กร กระบวนการทำงาน กลยุทธ์ และเป้าหมายขององค์กร เป็นต้น

ระดับของความรู้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ คือ

- 1) ความรู้เชิงทฤษฎี (Know-What) เป็นความรู้เชิงข้อเท็จจริง ความรู้ที่จำมา ได้จากการศึกษาเล่าเรียนในตำรา

- 2) ความรู้เชิงทฤษฎีและเชิงบริบท (Know-How) เป็นความรู้เชื่อมโยงกับโลกของความเป็นจริง ภายใต้สภาพความเป็นจริงที่ซับซ้อน สามารถนำความรู้เชิงทฤษฎีที่ได้มาประยุกต์ใช้ตามบริบทของตนเองได้
- 3) ความรู้ในระดับที่อธิบายเหตุผล (Know-Why) เป็นความรู้เชิงเหตุผลระหว่างเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ผลของประสบการณ์ที่แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ และนำประสบการณ์มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น เป็นผู้ทำงานมาระยะหนึ่งแล้วเกิดความรู้ฝังลึก สามารถถ่ายทอดความรู้ฝังลึกของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นหรือถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้ พร้อมทั้งรับเอาความรู้จากผู้อื่นไปปรับใช้ในบริบทของตนเองได้
- 4) ความรู้ในระดับคุณค่า (Case-Why) เป็นความรู้ในลักษณะของความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ที่ซับซ้อนมาจากภายในตนเอง สามารถเป็นผู้ประมวล วิเคราะห์ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ กับความรู้ที่ตนเองได้รับมา สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ เช่น การสร้างตัวแบบหรือทฤษฎีใหม่ นวัตกรรมใหม่ เป็นต้น

2.2 เรดาร์ตรวจอากาศ

เรดาร์(RADAR) ย่อมาจาก Radio Detection and Ranging เป็นระบบเครื่องมือทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นเครื่องมือในการระบุ ระยะ (Range) ความสูง (Altitude) รวมถึงทิศทางหรือความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ระบบเรดาร์มีเครื่องส่งสัญญาณที่ปล่อยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency (RF) หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เรียกว่า สัญญาณเรดาร์ออกไป ในบรรยากาศ ในทิศทางที่กำหนดไว้ เมื่อคลื่นวิทยุสัมผัสกับวัตถุ จะสะท้อนกลับหรือกระจายในหลายทิศทาง ส่วนข้อมูลที่สะท้อนกลับมา จะทราบตำแหน่งและทิศทาง ซึ่งในทางอุตุนิยมวิทยาจะนำมาใช้ติดตามกลุ่มฝน พายุฝนฟ้าคะนอง และพายุลูกเห็บ เป็นต้น

ชนิดของเรดาร์ตรวจอากาศที่มีใช้ในประเทศไทย

1) เรดาร์ตรวจอากาศ X-band เป็นเรดาร์ขนาดเล็ก ใช้ตรวจวัดตรวจฝนกำลังอ่อนถึงกำลังปานกลาง รัศมีทำการ 120 กิโลเมตร และรัศมีหวังผล 60 กิโลเมตร เนื่องจากเป็นเรดาร์ขนาดเล็ก มีความยาวคลื่นสั้น เมื่อกระทบเป้าจะมีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากเป้ามาน ทำให้เป้าของฝนที่ตรวจได้จากจอเรดาร์มีขนาดและรูปร่างผิดจากความจริง

2) เรดาร์ตรวจอากาศ C-band เป็นเรดาร์ขนาดปานกลาง เหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดฝนกำลังปานกลางถึงกำลังแรง รัศมีทำการ 450 กิโลเมตร และรัศมีหวังผล 240 กิโลเมตร เมื่อกระทบเป้าจะมีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากเป้าพอสมควร ทำให้เป้าของฝนที่ตรวจได้จากจอเรดาร์มีขนาดและรูปร่างผิดจากความจริงไปบ้าง มีราคาแพงกว่าและค่าบำรุงรักษามากกว่าเรดาร์ตรวจอากาศ เรดาร์ตรวจอากาศ X-band ในปัจจุบันกรมอุตุนิยมมีเรดาร์ชนิด C-Band และ C-Band Dual Polarization ใช้งานมากที่สุด

3) เรดาร์ตรวจอากาศ S-Band เป็นเรดาร์ขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดฝนกำลังแรงปานกลางถึงกำลังแรงมาก รัศมีทำการ 550 กิโลเมตร และรัศมีหวังผล 240 กิโลเมตร เมื่อกระทบเป้าการแทบไม่มีการสูญเสียพลังงาน ทำให้เป้าของฝนที่ตรวจได้จากจอเรดาร์มีขนาดและรูปร่างผิดจากความจริงน้อยหรือไม่ผิดเลย เป็นเรดาร์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด มีราคาแพงกว่าสองชนิดข้างต้น

ตารางที่ 2.1 สถานีเครื่องเรดาร์ตรวจอากาศ ที่ติดตั้งบริเวณภาคเหนือ ของกรมอุตุนิยมวิทยา

ลำดับที่	ชื่อสถานี	สภาพเครื่องมือ	ชนิดของเรดาร์
1	สอต.เชียงใหม่ (CRI)	ปรกติ	Dual Polarization
2	สอต.ลำพูน (LMP)	ปรกติ	C-Band
3	สอต.พิษณุโลก (PHS)	ปรกติ	Dual Polarization
4	สอต.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์ (PHB)	ปรกติ	Dual Polarization
5	สอต.ท่าวังผา จ.น่าน (NAN)	ปรกติ	Dual Polarization

หมายเหตุ ข้อมูล ณ วันที่ 1 มีนาคม 2560

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เรดาร์ตรวจอากาศแบบแกนเดี่ยว และแบบสองแกน
(Comparison Single and Dual Polarization weather RADAR)

ผลิตภัณฑ์เรดาร์ตรวจอากาศ (RADAR Products)	แบบแกนเดี่ยว(Single Pole)	แบบสองแกน(Dual Pole)
	1.ตรวจวัดขนาดของหยดเม็ดฝน (Rain drop) ได้ด้านความกว้างของหยดเม็ดฝนเพียงอย่างเดียว 2.การประเมินค่าปริมาณน้ำฝน(Rain Rate) ต้องสอบเทียบกับ สมการ Z-R Relation ถึงจะประเมินค่าปริมาณน้ำฝนได้ 3.ไม่สามารถแยกแยะขนาดของหยดเม็ดฝน(Rain drop) ได้ ผู้ตรวจต้องใช้ความชำนาญวิเคราะห์เอง 4.ไม่สามารถแยกแยะเป้าการสะท้อนกลับอื่น ที่ไม่ใช่กลุ่มฝนเช่นกลุ่มนกบิน หรือกลุ่มแมลงบิน ผู้ตรวจต้องใช้ความชำนาญวิเคราะห์เอง	1.ตรวจวัดขนาดของหยดเม็ดฝน(Rain drop) ได้ด้านความกว้าง และด้านความยาว ของหยดเม็ดฝนได้ 2.สามารถการประเมินค่าปริมาณน้ำฝน (Rain Rate) ได้เลยทันที 3.สามารถแยกแยะขนาดของหยดเม็ดฝน(Rain drop) ว่าเป็นขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ หรือลูกเห็บ ได้ดี 4.สามารถแยกแยะเป้าการสะท้อนกลับอื่น ที่ไม่ใช่กลุ่มฝนเช่นกลุ่มนกบิน หรือกลุ่มแมลงบิน ได้ดี

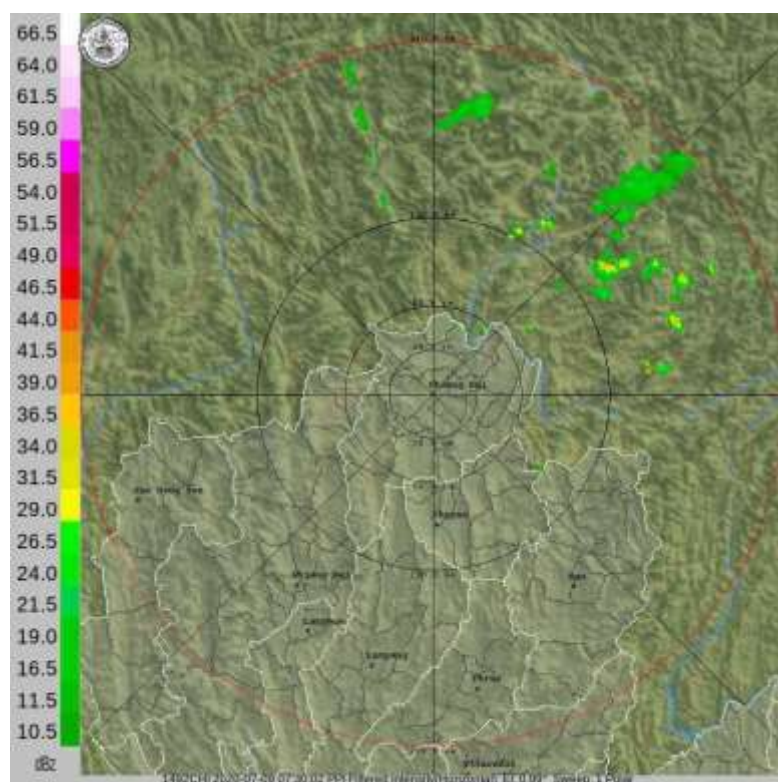
เนื่องจาก แบบสองแกน(Dual Pole) มีอุปกรณ์มากกว่าแบบแกนเดี่ยว(Single Pole) อย่างละ 2 ชุด มีสายส่งและสายรับสัญญาณคลื่น (Wave Guide) สองชุด มีสายส่ง และสายอากาศ มีหัวส่งสัญญาณ (Feed Horn) สองชุด มีตัวขยายสัญญาณ(LNA) สองชุด มีตัวป้องกันสัญญาณ(TR limiter) สองชุด มี Down Convertor และตัวรับสัญญาณ(Receiver) สองชุด มีอุปกรณ์แยกสัญญาณส่งและรับคลื่น ให้เป็นแกนแนวตั้ง และแนวนอน มีอุปกรณ์จัดเฟส(Phase) สัญญาณการส่งคลื่น ให้แกนแนวตั้ง และแกนแนวนอน สมดุลกัน และ Software and Workstation สร้างผลิตผลข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ ได้สองแกน

2.3 ชนิดของข้อมูลและผลการตรวจด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ (Data and Product)

เป้าของเรดาร์ในทางอุตุนิยมวิทยา หมายถึง ปรากฏการณ์เกี่ยวกับสภาพอากาศต่างๆ ที่สามารถสะท้อนคลื่นของเรดาร์ได้ เช่น ฝน ฝนฟ้าคะนอง พายุ ลูกเห็บ หิมะ เมฆ เป็นต้น แม้ว่าในบางครั้งมีบางสิ่งที่ไม่ใช่เป้าในทางอุตุนิยมวิทยาสะท้อนคลื่นเรดาร์กลับมาแล้วเข้ามาปรากฏในจอภาพ เช่น ฝูงนกหรือฝูงแมลงที่มีจำนวนมากหรือ ภาพของพื้นดินซึ่งเกิดจากการสะท้อนของคลื่นที่ผิดปกติ ซึ่งต้องใช้ความชำนาญในการแยกแยะเป้าในทางอุตุนิยมวิทยา

ชนิดของข้อมูล การตรวจด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ (Data Types) คือผลที่ได้จากการตรวจด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ คือค่าที่สะท้อนกลับมา ถูกเครื่องภาครับและระบบประมวลผลคำนวณออกมา เช่น

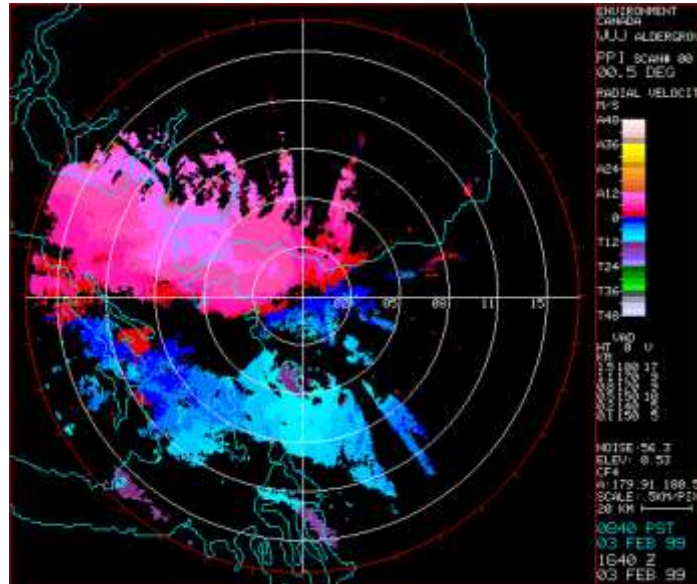
1. ความแรงของสัญญาณ (Reflectivity “Z”) มีหน่วยเป็น decibel หรือ dBZ คือการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ตรวจอากาศที่กระทบกลุ่มฝน หรือเป้าต่างๆ ความแรงของสัญญาณที่สะท้อนเข้าสู่จานสายอากาศเข้าภาคเครื่องรับ แล้วถูกประมวลผลโดยเรดาร์แบบ Doppler สามารถตัดเป้าที่ไม่ต้องการ Uncorrected Reflectivity (U) ออกไปได้เหลือเฉพาะเป้ากลุ่มฝน ทำให้ง่ายแก่การวิเคราะห์ข้อมูล โดยแสดงเป็นเฉดสีต่างๆ โดยแต่ละสีแทนค่าความแรงของสัญญาณที่สะท้อนกลับมามีหน่วยเป็น dBZ



รูปที่ 2.1 ผลการตรวจเรดาร์ PPI แสดงค่า Reflectivity (Z)

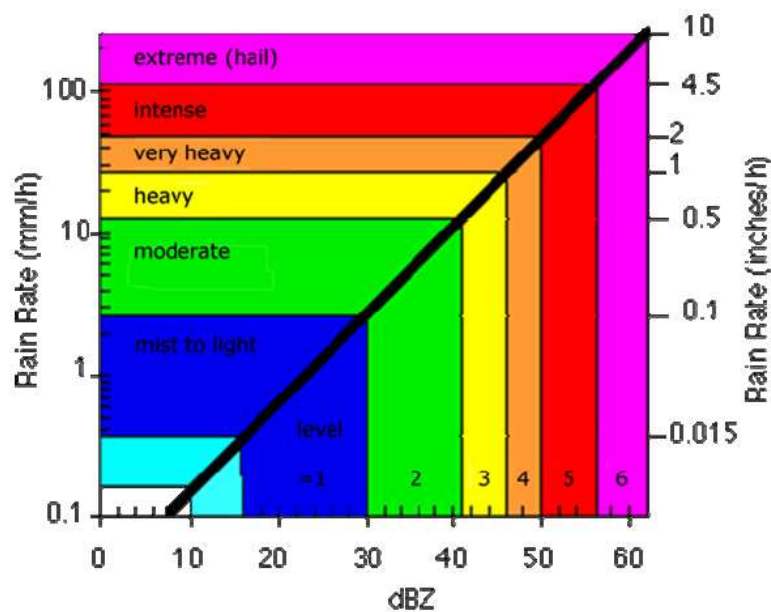
2. ความเร็วในการเคลื่อนตัว (Velocity “V”) มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s) คือความเร็วในการเคลื่อนที่ตัวเข้า (Toward) หรือเคลื่อนตัวออก (Away) เมื่อเทียบกับสถานีเรดาร์ตรวจ

อากาศ ใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ ระยะเวลาที่เป้ากลุ่มฝนจะเคลื่อนมาถึงบริเวณสถานีเรดาร์ตรวจอากาศ



รูปที่ 2.2 ผลการตรวจ เรดาร์ PPI แสดงผล Velocity (V) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้ากลุ่มฝน โทสนีฟ้า แสดงการเคลื่อนตัวเข้า (Toward) และโทสนีแดง แสดงการเคลื่อนที่ตัวออก (Away)

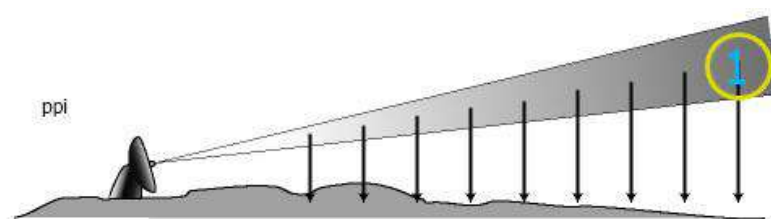
3. อัตราปริมาณฝน (Rain Rate “R”) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง (mm/h) เป็นค่าที่แปลงมาจาก decibel หรือ dBZ เพื่อให้ง่ายแก่การคำนวณ โดยแสดงแต่ละสีแทนค่าปริมาณฝนที่ตกภายใน 1 ชั่วโมงดังรูป



รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบ ค่าระหว่าง Rain rate (R) และ Reflectivity (Z)

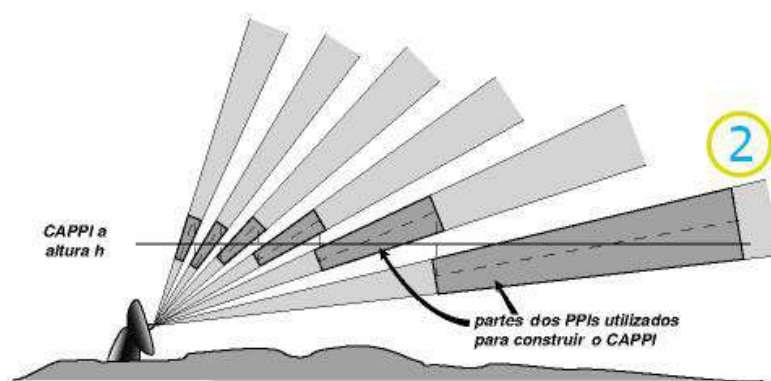
ชนิดของผลการตรวจด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ (Product type) เครื่องเรดาร์ตรวจอากาศมีผลผลิต (Product) ผลิตออกยกตัวอย่างได้แก่

1. PPI (Plan Position Indicator) คือการหมุนหรือสแกน ตรวจเรดาร์แบบแนวระนาบ 360 องศา ยกตัวอย่างเช่น เมื่อตั้งค่ามุมยก (Elevation) มุม 0.5 องศา งานสายอากาศจะยกมุม 0.5 องศาไว้และจะหมุนรอบตัวเอง (Azimuth) ไปจนครบ 360 องศา จะได้ภาพผลการตรวจที่มุมยก (Elevation) 0.5 องศา ประกอบด้วยค่าต่างๆดังนี้ Z R V W หรือ ZDR

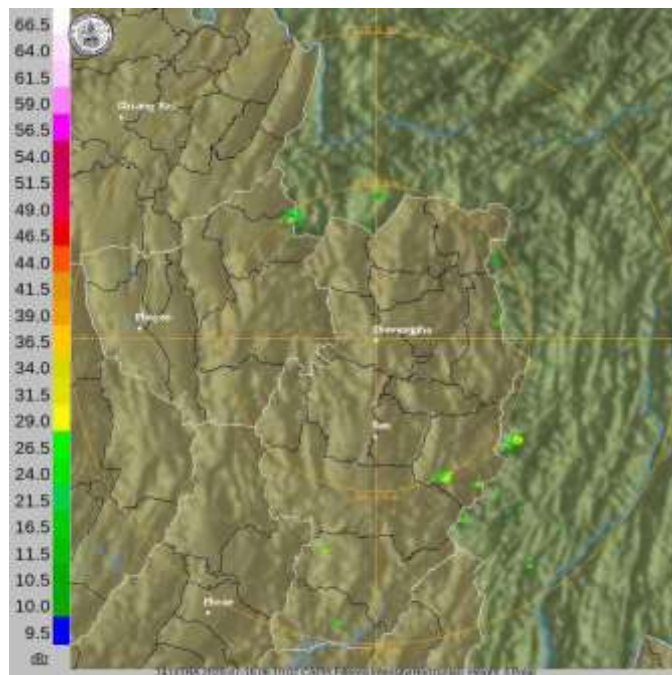


รูปที่ 2.4 การตรวจแบบ PPI

2. CAPPI (Constance Altitude PPI) คือการตรวจแบบ PPI แต่จะกำหนดมุมยก (Elevation) เพิ่มขึ้นมากกว่า 1 มุม (Volume Scan) เช่น 0.5 1.0 1.5 2.5 4.5 เป็นต้น เมื่อเรดาร์ทำการตรวจเสร็จครบทุกมุมแล้ว จะแสดงภาพผลการตรวจ กลุ่มฝนที่ความสูงตามที่กำหนด เช่น กลุ่มฝนที่ความสูง 1.5 กิโลเมตรจากงานสายอากาศ บนจอเรดาร์ ดังรูป

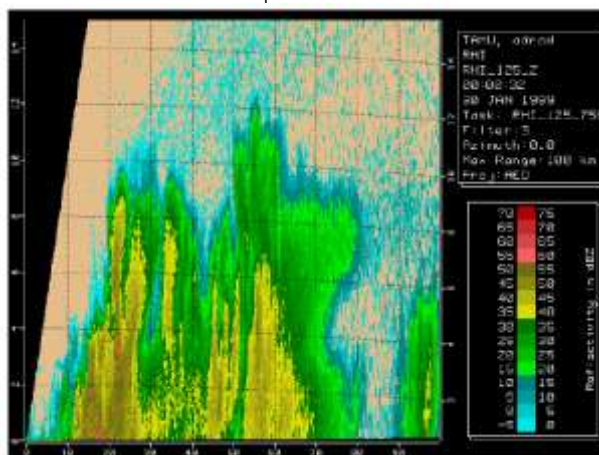


รูปที่ 2.5 การตรวจแบบ CAPPI



รูปที่ 2.6 ผลการตรวจเรดาร์ CAPPI แสดงค่า Reflectivity (Z)

3. RHI (Range Height Indicator) คือการตรวจแบบแนวตั้ง โดยหมุนหรือ Scan ตรวจเรดาร์ตรวจอากาศแบบแนวตั้ง 0-90 องศา เมื่อผู้ใช้ตั้งค่ามุมแนวระนาบ (Azimuth) เมื่อต้องการตรวจกลุ่มเมฆฝนในทิศทางต้องการ เช่น เมื่อมีกลุ่มเมฆก่อตัวในแนวตั้งทิศทางมุม 120 องศา ต้องการเป้าฝนเพื่อการวิเคราะห์ทางกายภาพภายในกลุ่มฝน



รูปที่ 2.7 ผลการตรวจแบบ RHI แสดงค่า Reflectivity (Z)

ภาพการตรวจแบบอื่นเช่น

- Echo Top (ETOP) Base
- BASE
- MAX (Max Display)
- VVP (Velocity Volume Processing)

- VAD (Velocity Azimuth Display)
 - Wind Shear
 - SRI (Surface Rainfall Intensity)
 - VIL (Vertically Integrated Liquid)
 - ACC (Hourly and N-Hours Rainfall Accumulation)
- เป็นต้น

2.4 พายุฝนฟ้าคะนองกับผลกระทบต่อการบิน

ในทางอุตุนิยมวิทยา พายุฟ้าคะนองแบ่งออกได้เป็นหลายแบบ เช่น พายุฟ้าคะนองแบบมวลอากาศ (air - mass thunderstorm) พายุฟ้าคะนองในแนวสควอลล์ (squall - thunderstorm) และพายุฟ้าคะนองแบบแนวปะทะอากาศ (frontal thunderstorm) ซึ่งพายุฟ้าคะนองเกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) เนื่องมาจากอากาศมีความชื้นมากและมีอุณหภูมิสูงทำให้อากาศไม่เสถียรภาพ (instability) หรือ อากาศไม่มีเสถียรภาพแบบมีเงื่อนไข (Conditional Instability) มีแรงยกที่ทำให้อากาศลอยตัวขึ้น (Lifting Action) เช่น แรงที่เกิดจากพาความร้อนในแนวตั้ง แนวปะทะอากาศชนิดใดชนิดหนึ่ง แนวเทือกเขา แนวลมพัดสอบเข้าหากัน พายุฟ้าคะนองมีฟ้าแลบ (lightning) กับฟ้าร้อง (thunder) รวมอยู่ด้วย นอกจากนั้นมักจะมีลมกระโชกแรง (strong gust) และฝนตกหนัก (heavy rain) เกิดขึ้นบางครั้งยังมีลูกเห็บ (hail) ดังนั้นพายุฟ้าคะนองจึงเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีอันตรายอย่างยิ่งต่อเครื่องบินที่กำลังทำการบินอยู่ในอากาศทั้งในขณะที่บินอยู่ในเส้นทางบิน หรือขณะบินขึ้นหรือบินลงสนามบิน ทำให้เครื่องบินที่บินผ่านเข้าไป หรือบินอยู่ใกล้เคียงได้รับความปั่นป่วน กระเทือน รู้สึกถูกกระแทกทำให้ความสูงของเครื่องบินเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งที่นักบินไม่สามารถรักษาระดับบินไว้ได้เป็นเหตุให้เครื่องบินประสบอุบัติเหตุ เครื่องบินตก บางครั้งเครื่องบินที่บินผ่านจะได้รับอันตรายจากลูกเห็บและมีน้ำแข็งเกาะจับเครื่องบิน



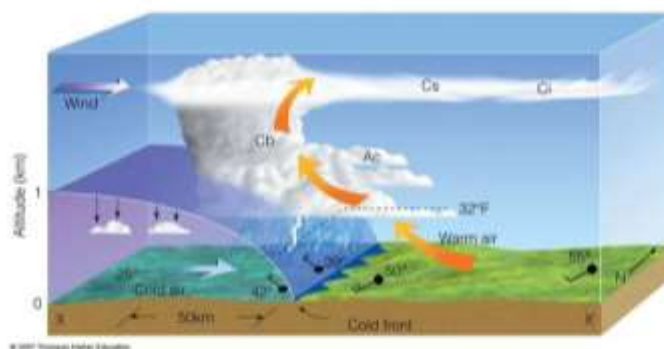
รูปที่ 2.8 พายุฟ้าคะนองแบบมวลอากาศ (air - mass thunderstorm)



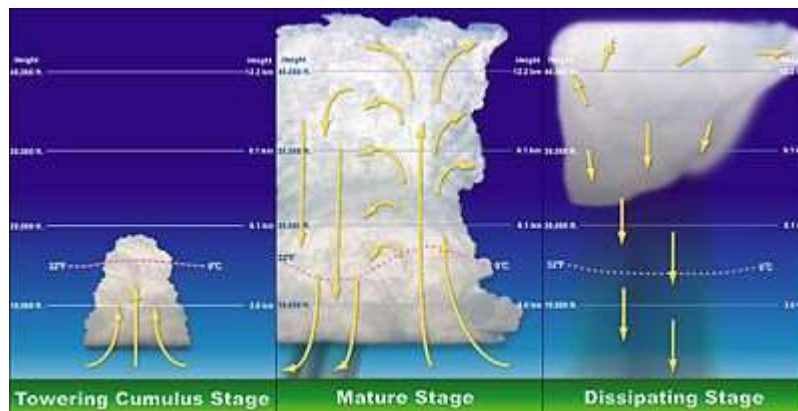
รูปที่ 2.9 พายุฟ้าคะนองในแนวสควอลล์ (squall - thunderstorm)



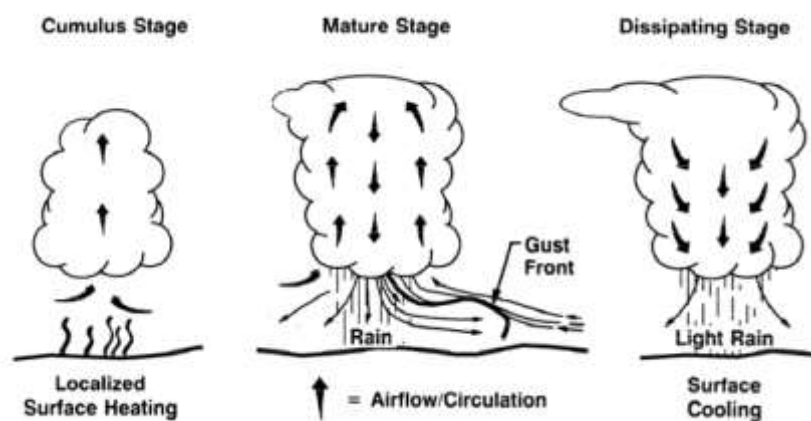
รูปที่ 2.10 พายุฟ้าคะนองในแนวสควอลล์ (squall - thunderstorm)



รูปที่ 2.11 พายุฟ้าคะนองแบบแนวปะทะอากาศ (frontal thunderstorm)
: Advancing cold front



รูป 2.12 ขั้นตอนการเกิดพายุฟ้าคะนองของเซลล์ฝนเดี่ยว (Single Cell)



รูป 2.13 ขั้นตอนการเกิดพายุฟ้าคะนองของเซลล์ฝนเดี่ยว (Single Cell)

ระยะคิวมูลัส (Cumulus Stage หรือ Towering Cumulus Stage หรือ Developing Stage)

การก่อเกิดเมฆในเขตร้อนอากาศมีความชื้นมากและมีอุณหภูมิสูงทำให้อากาศไม่มีเสถียรภาพ (instability) ในระยะนี้ เมฆคิวมูลัสจะก่อตัวในแนวตั้ง มีลักษณะเหมือนหอคอยสูง จึงเรียกเมฆชนิดนี้ว่า ทาวเวอร์ริงคิวมูลัส ในระยะนี้ยอดเมฆจะสูงประมาณ 20,000 ฟุต หรือ ราว 5.8 กิโลเมตร ในระยะนี้ถ้ามีฝนจะตกเล็กน้อย โดยจะใช้เวลา 10-15 นาทีในการพัฒนาการก่อตัว

ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ (Mature Stage)

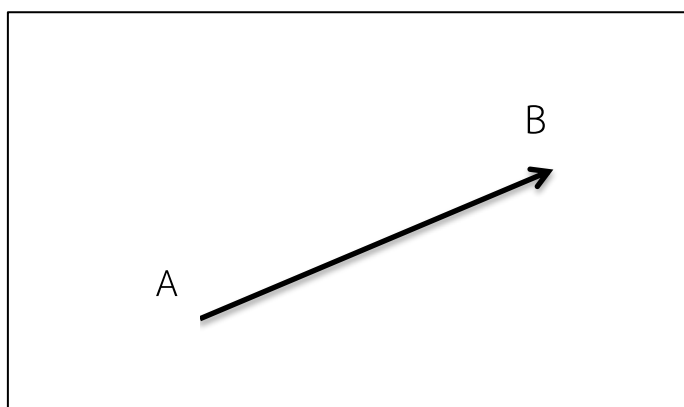
หลังจากเมฆคิวมูลัสก่อตัวในแนวตั้งพัฒนาจนเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส โดยยอดเมฆจะสูงประมาณ 40,000 – 50,000 ฟุต หรือ ราว 12-15 กิโลเมตร เมฆชนิดนี้จะมีฟ้าแลบ (lightning) กับฟ้าร้อง (thunder) นอกจากนั้นมักจะมีลมกระโชกพัดขึ้น-ลงรุนแรง (strong gust) และฝนตกหนัก (heavy rain) เกิดขึ้น บางครั้งยังมีลูกเห็บ (hail) ตกลงมาด้วย เนื่องด้วยอากาศภายในเมฆมีการไม่ทรงตัวเกิดการผสมคลุกเคล้าจากข้างล่างขึ้นข้างบน และจากข้างบนลงข้างล่าง มีอากาศเกิดการไหลขึ้นอย่างรุนแรง (strong convective updraft) ในตัวเมฆที่ความสูงประมาณ 16000 ฟุตหรือราว 5

กิโลเมตร อุณหภูมิจะประมาณ 0 องศา สูงขึ้นไปในอากาศจะเย็น โดยอุณหภูมิจะติดลบและเป็นน้ำแข็ง ในช่วงเวลาพายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นประมาณ 15 – 20 นาที แต่บางครั้งอาจเกิดขึ้นนานกว่า

ระยะสลายตัว (Dissipating Stage)

ขั้นต่อมาซึ่งเป็นขั้นสลายตัว (dissipating stage) จะมีกระแสอากาศไหลลงอย่างรุนแรง (strong downdraft) มีลมกระโชกแรง ยังมีฟ้าแลบ (lightning) กับฟ้าร้อง (thunder) โดยระยะนี้ ความรุนแรงของฝนจะลดลง (Rainfall decreases in intensity) ระยะนี้จะมีช่วงเวลาประมาณ 30 นาที

2.5 เวกเตอร์และปริมาณการเคลื่อนที่



รูป 2.14 สัญลักษณ์ของเวกเตอร์

เวกเตอร์ คือ ปริมาณที่มีขนาดและทิศทาง จุดเริ่มต้น คือ A และจุดสิ้นสุด คือ B เวกเตอร์จาก A ไป B เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้เป็น $\overrightarrow{AB}$ ทิศทางของ $\overrightarrow{AB}$ ตามทิศทางของหัวลูกศร ขนาดของ $\overrightarrow{AB}$ คือความยาวของส่วนของเส้นตรง $\overline{AB}$ ใช้สัญลักษณ์ $|\overrightarrow{AB}|$

ใช้อธิบาย วิเคราะห์ของการเคลื่อนที่แนวตรง คำนวณการเคลื่อนที่แนวตรง โดยระยะทาง (Distance) คือ ความยาววัดตามแนวเส้นเคลื่อนที่ เป็นปริมาณสเกลาร์ (มีเฉพาะขนาด) แต่การกระจัด (Displacement) คือเส้นตรงที่ลากจากจุดตั้งต้นของการเคลื่อนที่ไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทาง

ปริมาณในทางฟิสิกส์มี 2 ปริมาณคือ

- 1) ปริมาณสเกลาร์ (Scalar) เป็นปริมาณที่บอกขนาดเพียงอย่างเดียว เช่น มวล อัตราเร็ว เป็นต้น
- 2) ปริมาณเวกเตอร์ (Vector) เป็นปริมาณที่บอกทั้งขนาดทิศทาง เช่น ความเร็ว ความเร่ง การกระจัด เป็นต้น

ปริมาณการเคลื่อนที่ (Quantities of motion)

การกระจัด (Displacement) คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย มีหน่วย เป็น เมตร กิโลเมตร เป็นต้น

ระยะทาง (Distance) คือ ความยาวตามเส้นทางการเคลื่อนที่จริงของวัตถุ เป็นปริมาณสเกลาร์ในหน่วย เมตร กิโลเมตร เป็นต้น

ความเร็ว (Velocity) คือ การกระจัดที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ในหน่วยเช่น เมตรต่อวินาที กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งจะพิจารณาได้ 2 ลักษณะคือ

- 1) ความเร็วขณะใดๆ คือ ความเร็ว ณ ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใด หรือ ณ เวลาหนึ่งเวลาใด ซึ่งอาจหาได้จากการกระจัดในช่วงเวลาสั้นๆ ตรงนั้น
- 2) ความเร็วเฉลี่ย คือ ความเร็วที่คิดเฉลี่ยตลอดช่วงหนึ่งของการเคลื่อนที่

อัตราเร็ว (Speed) คือ ระยะทางที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ในหน่วยเช่น เมตรต่อวินาที กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งจะพิจารณาได้ 2 ลักษณะคือ

- 1) อัตราเร็วขณะใดๆ คือ ความเร็ว ณ ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใด หรือ ณ เวลาหนึ่งเวลาใด ซึ่งอาจหาได้จากระยะทางในช่วงเวลาสั้นๆ ตรงนั้น
- 2) อัตราเร็วเฉลี่ย คือ อัตราเร็วที่คิดเฉลี่ยตลอดช่วงหนึ่งของการเคลื่อนที่

ความเร็วเฉลี่ย หมายถึง การกระจัดของวัตถุที่เปลี่ยนไปในเวลาหนึ่งหน่วย (ในช่วงเวลาหนึ่งที่พิจารณา)

$$\vec{V}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

เมื่อ $\Delta \vec{s}$ คือ การกระจัดที่เคลื่อนที่ได้

Δt คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

$\vec{V}_{av}$ คือ ความเร็วเฉลี่ย

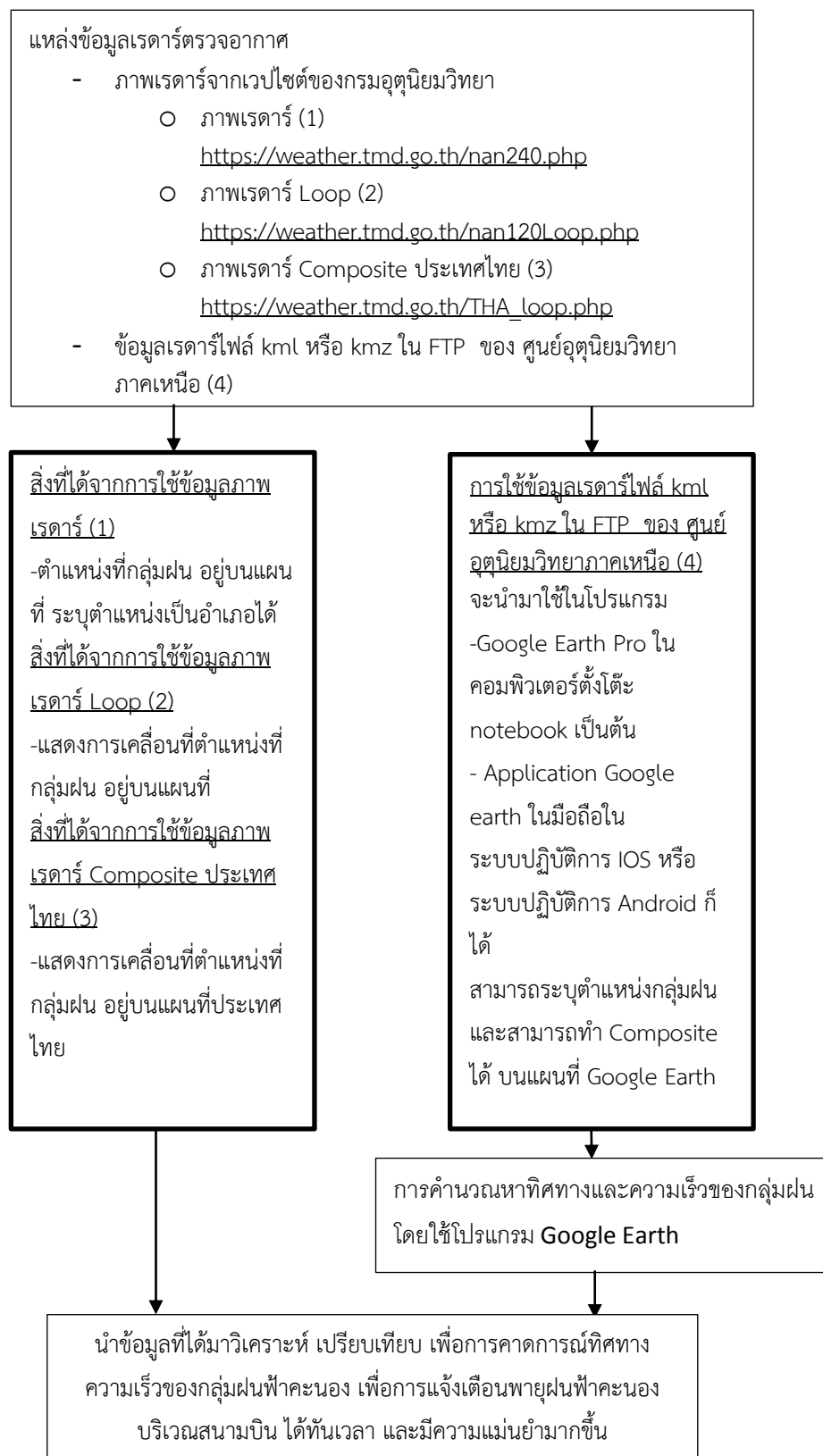
อัตราเร็วเฉลี่ย หมายถึง ระยะทางของวัตถุที่เปลี่ยนไปในเวลาหนึ่งหน่วย (ในช่วงเวลาหนึ่งที่พิจารณา)

$$V_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

เมื่อ Δs คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้

Δt คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

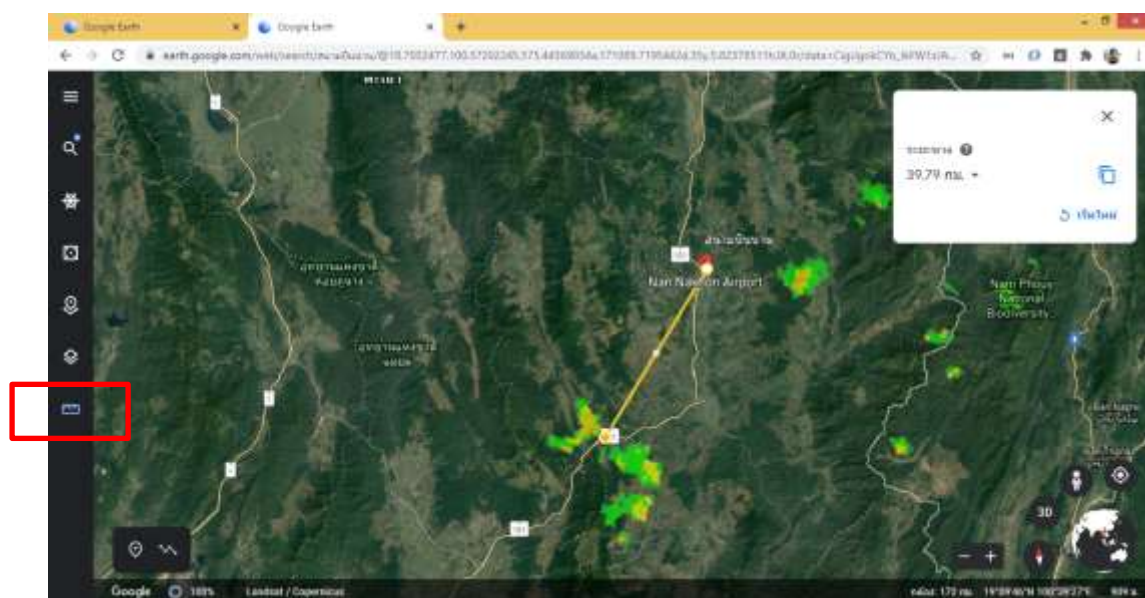
V_{av} คือ อัตราเร็วเฉลี่ย



รูปที่ 3.2 Flowchart ของการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบิน

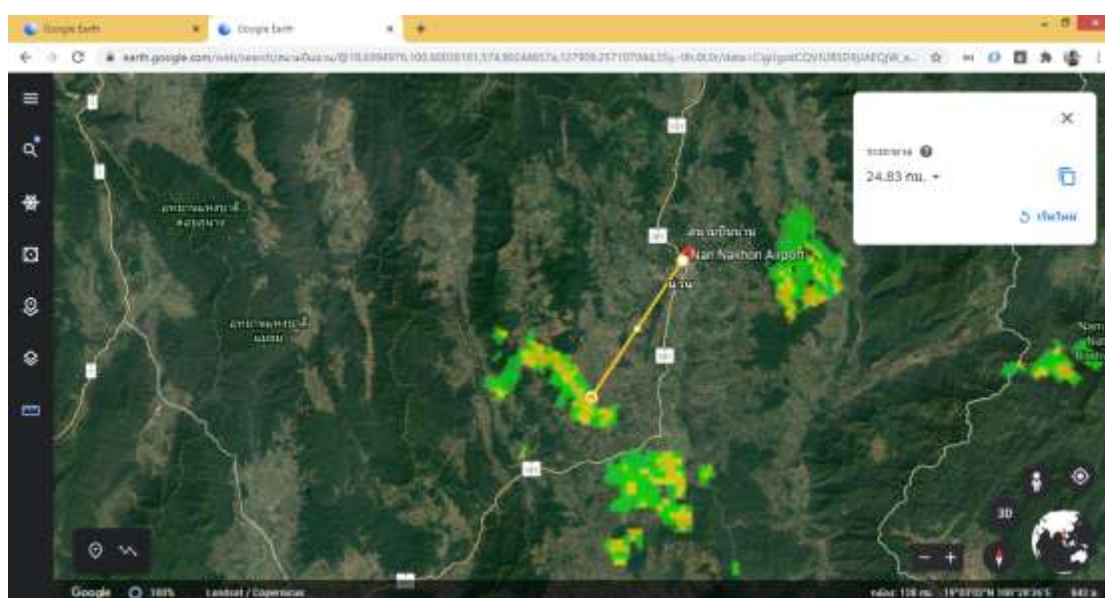
3.2 เทคนิค วิธีการที่นำเสนอในการจัดการความรู้

การใช้เครื่องมือในการวัดระยะทางของกลุ่มฝน ในโปรแกรม Google Earth รูปไม้บรรทัด



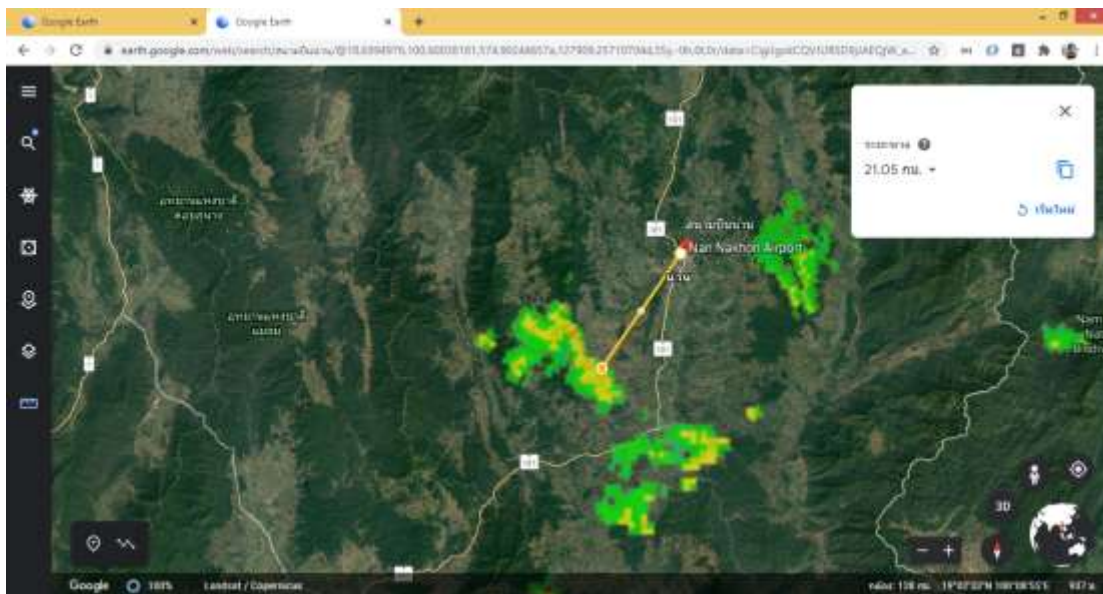
รูปที่ 3.3 ภาพข้อมูลเรดาร์น่านเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0345UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563

จากรูปที่ 3.3 กรอบสีแดงคือเครื่องมือใช้วัดระยะในโปรแกรม Google Earth ได้ระยะห่างกลุ่มฝนกับสนามบินนาน ประมาณ 40 กิโลเมตร



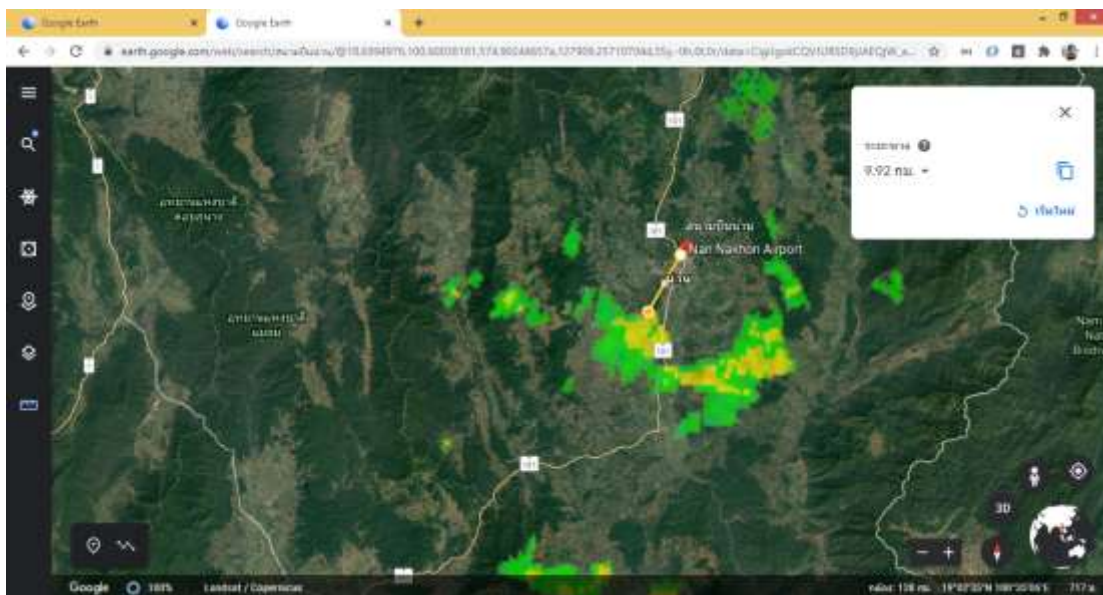
รูปที่ 3.4 ภาพข้อมูลเรดาร์น่านเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0430UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563

รูปที่ 3.4 วัดระยะในโปรแกรม Google Earth ได้ระยะห่างกลุ่มฝนกับสนามบินนาน ประมาณ 25 กิโลเมตร



รูปที่ 3.5 ภาพข้อมูลเรดาร์น่านเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0445UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563

รูปที่ 3.5 วัดระยะในโปรแกรม Google Earth ได้ระยะห่างกลุ่มฝนกับสนามบินน่าน
ประมาณ 21 กิโลเมตร



รูปที่ 3.6 ภาพข้อมูลเรดาร์น่านเป็นชุดข้อมูลในเวลา 0515UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563

รูปที่ 3.6 วัดระยะในโปรแกรม Google Earth ได้ระยะห่างกลุ่มฝนกับสนามบินน่าน
ประมาณ 10 กิโลเมตร

เมื่อทราบตำแหน่งของแต่ละช่วงเวลาของกลุ่มฝน สามารถคำนวณหาความเร็วของกลุ่มฝนได้ดังนี้
ข้อมูลเรดาร์ท่าวังผา วันที่ 21/7/2020 เวลา 0345UTC ห่างจากสนามบินประมาณ 40 กิโลเมตร
ข้อมูลเรดาร์ท่าวังผา วันที่ 21/7/2020 เวลา 0445UTC ห่างจากสนามบินประมาณ 21 กิโลเมตร

ดังนั้น จากสูตรหาความเร็ว

$$\vec{V}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

$$\text{จะได้ } \vec{V}_{av} = \frac{S_{0345UTC} - S_{0445UTC}}{\Delta t} = \frac{40 - 21}{1} = 19 \text{ กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง โดยประมาณ}$$

ข้อมูลเรดาร์ท่าวังผา วันที่ 21/7/2020 เวลา 0445UTC ห่างจากสนามบินประมาณ 21 กิโลเมตร
ข้อมูลเรดาร์ท่าวังผา วันที่ 21/7/2020 เวลา 0515UTC ห่างจากสนามบินประมาณ 10 กิโลเมตร

ดังนั้น จากสูตรหาความเร็ว

$$\vec{V}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

$$\text{จะได้ } \vec{V}_{av} = \frac{S_{0445UTC} - S_{0515UTC}}{\Delta t} = \frac{21 - 10}{0.5} = 22 \text{ กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง โดยประมาณ}$$

ข้อมูลเรดาร์ท่าวังผา วันที่ 21/7/2020 เวลา 0430UTC ห่างจากสนามบินประมาณ 25 กิโลเมตร
ข้อมูลเรดาร์ท่าวังผา วันที่ 21/7/2020 เวลา 0515UTC ห่างจากสนามบินประมาณ 10 กิโลเมตร

ดังนั้น จากสูตรหาความเร็ว

$$\vec{V}_{av} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

$$\text{จะได้ } \vec{V}_{av} = \frac{S_{0430UTC} - S_{0515UTC}}{\Delta t} = \frac{25 - 10}{0.75} = 20 \text{ กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง โดยประมาณ}$$

ซึ่งการคำนวณจะแปรผันตาม การกำหนดจุดของผู้ใช้ได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อมูลเรดาร์ที่จะแสดงเมื่อ
ตรวจกลุ่มฝนเจอในเวลาใดได้ด้วย

ซึ่งการคำนวณที่ได้เป็นการประมาณ อาจจะดูข้อมูลลมของดาวเทียมประกอบการวิเคราะห์รวมก็ได้
ซึ่งตัวเลขความเร็วที่คำนวณได้ เราก็นำไปคาดการณ์ช่วงเวลาที่กลุ่มฝนจะปกคลุมสนามบินได้

จากรูปที่ 3.3 – 3.5 เป็นเวลาการตรวจก่อนจะออกข่าว METAR เวลา 0500UTC ของวันที่
21 กรกฎาคม 2563 สามารถออกแนวโน้ม (Trend Forecast) ได้

- การพิจารณาแนวโน้มทิศทางที่มุ่งเข้าสู่สนามบิน และเวลาตรวจ 0445 UTC กลุ่มฝนอยู่
ห่างราว 21 กิโลเมตร ซึ่งมีโอกาสที่กลุ่มฝนจะตกในช่วงเวลา 0600UTC เพราะว่า
ความเร็วของการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝนที่สัมพันธ์กับสนามบินอยู่ประมาณ 19 กิโลเมตร
ต่อชั่วโมง

หรือ จากรูปที่ 3.3 – 3.6 ถ้า METAR เวลา 0500UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563 ไม่ได้
ออกข่าวออกแนวโน้ม (Trend Forecast)

- การพิจารณาแนวโน้มทิศทางที่มุ่งเข้าสู่สนามบิน และเวลาตรวจ 0515 UTC กลุ่มฝนอยู่
ห่างราว 10 กิโลเมตร ซึ่งมีโอกาสที่กลุ่มฝนจะตกก่อนในช่วงเวลา 0600UTC เพราะว่า
ความเร็วของการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝนที่สัมพันธ์กับสนามบินอยู่ประมาณ 20-22
กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถออกแนวโน้ม (Trend Forecast) ในข่าวอากาศพิเศษ
(SPECI) ได้

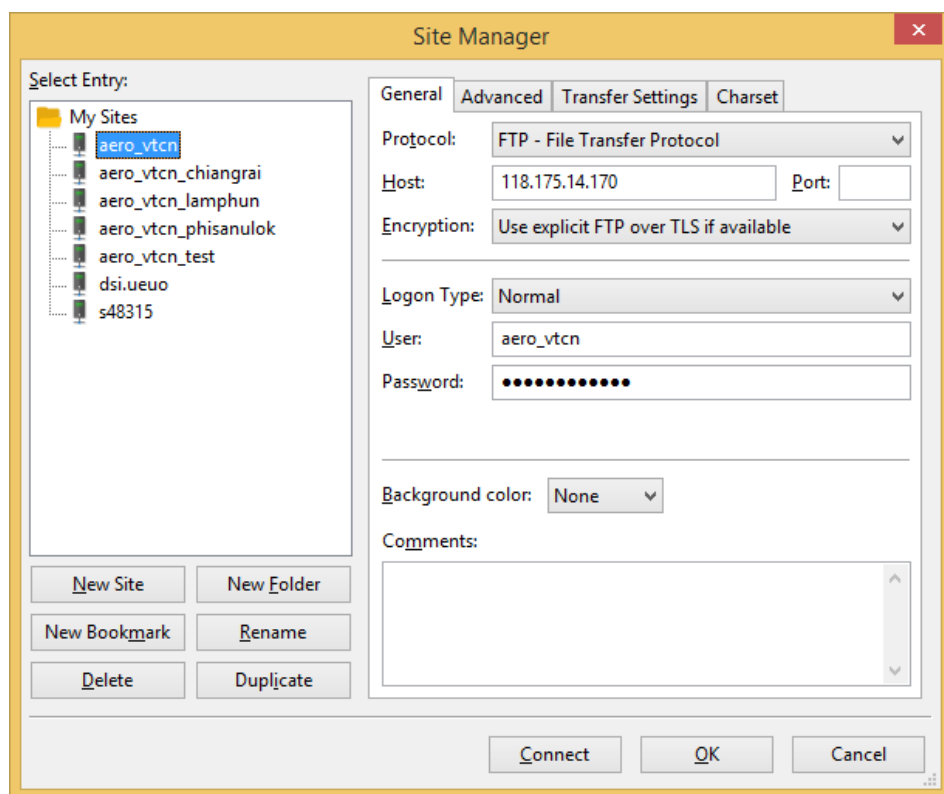
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การใช้ข้อมูลเรดาร์เพื่อการคำนวณความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝน

การใช้งานโปรแกรม Google earth pro ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window สามารถโหลดซอฟต์แวร์ใช้งานได้ฟรี มาช่วยในการวิเคราะห์ตำแหน่งของกลุ่มฝนได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ขั้นตอนการใช้ข้อมูลเรดาร์โดยใช้โปรแกรม FileZilla แต่การโหลดข้อมูลสามารถเข้าเว็บไซต์ dsi.ueuo.com ซึ่งถูกอธิบายการใช้งานในภาคผนวก ก.

ในการโหลดข้อมูลภาพเรดาร์จากที่อยู่ FTP ของ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ



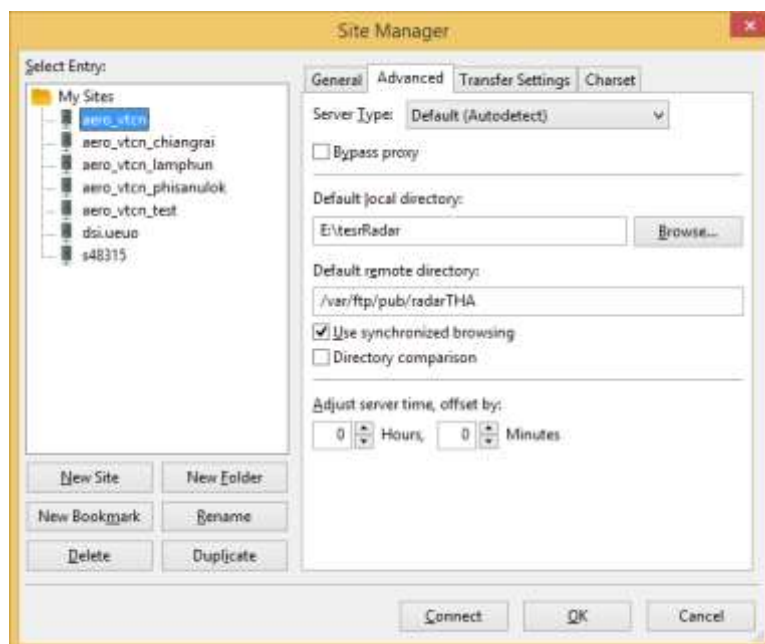
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอ Site Manager ของโปรแกรม FileZilla ส่วน General

โดยที่ข้อมูล Host คือ 118.175.14.170

โดยการกรอก Username และ Password ที่ได้รับ

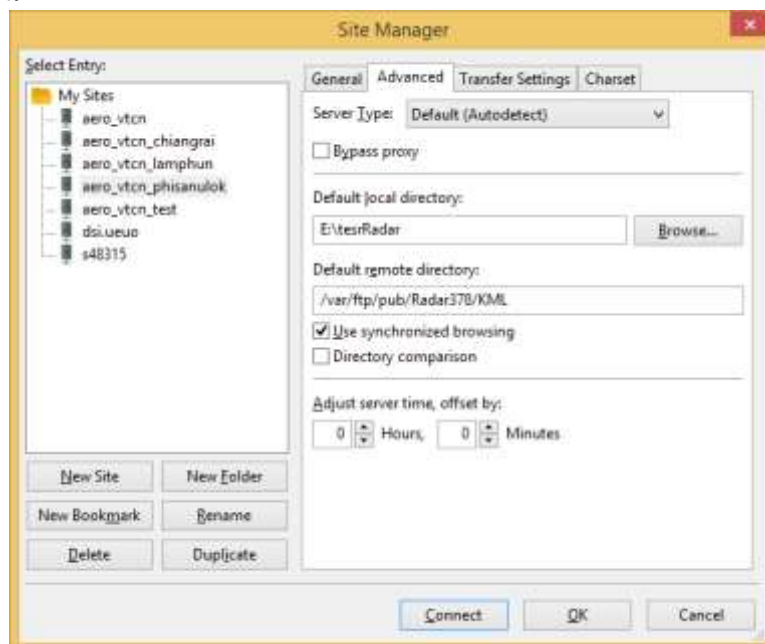
User คือ aero_vtxx

Password คือ aero_vtxxXXX เป็นต้น



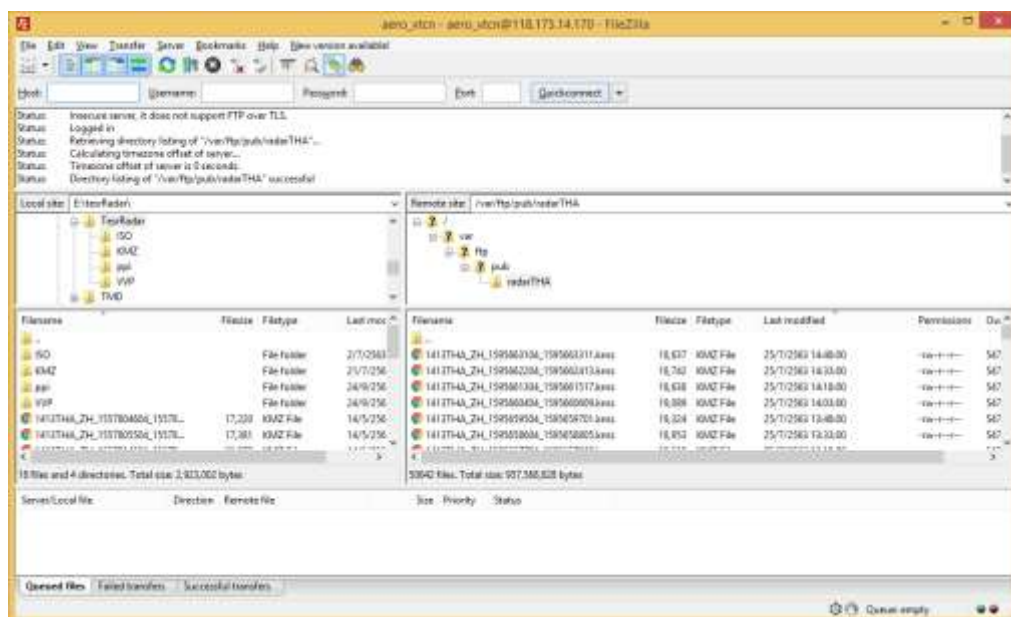
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอ Site Manager ของโปรแกรม FileZilla ส่วน Advanced

จากรูปที่ 4.2 ตั้งค่าที่อยู่ไฟล์ในการเข้าถึงไฟล์ที่เก็บใน FTP เป็น /var/ftp/pub/radarTHA ของข้อมูลเรดาร์น่าน



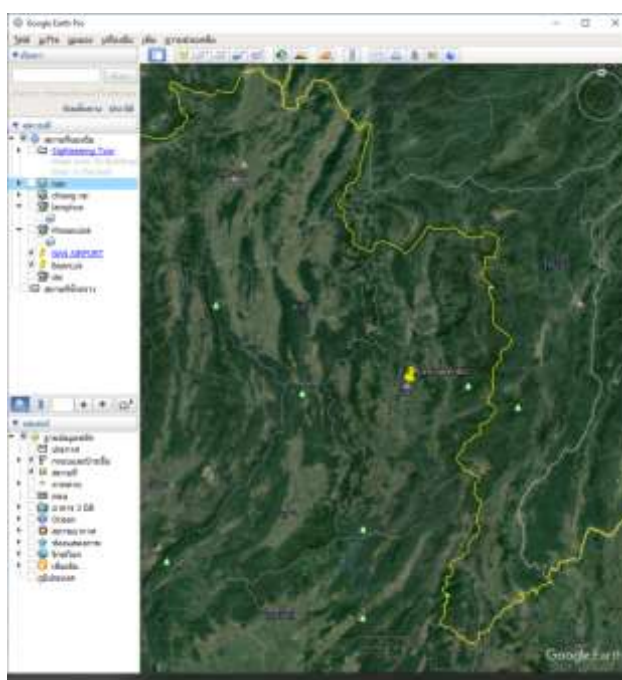
รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอ Site Manager ของโปรแกรม FileZilla ส่วน Advanced

จากรูปที่ 4.3 ตั้งค่าที่อยู่ไฟล์ในการเข้าถึงไฟล์ที่เก็บใน FTP เป็น /var/ftp/pub/Radar378/KML ของข้อมูลเรดาร์พิฆณโลก



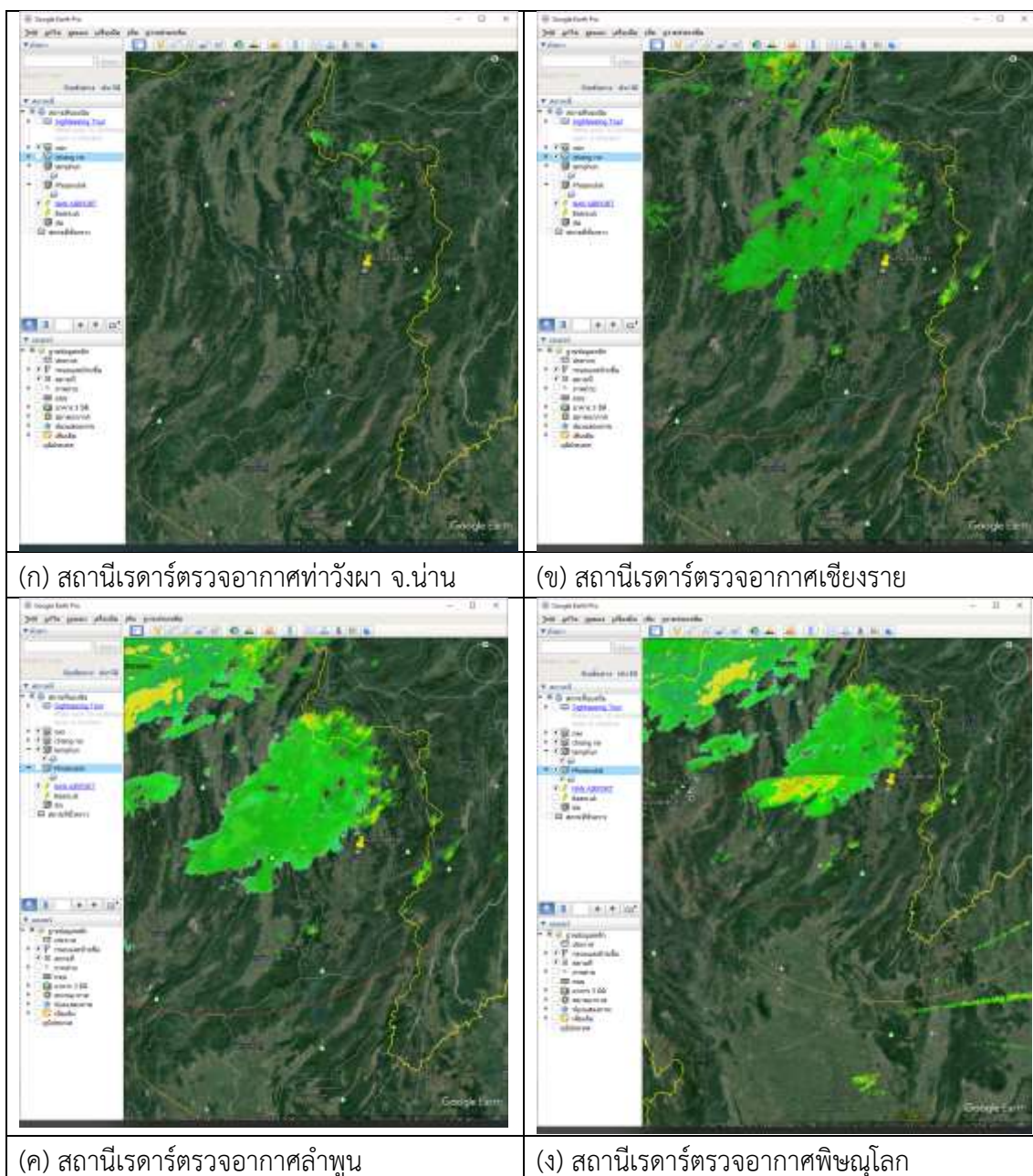
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอของโปรแกรม FileZilla หลังจากเข้ารหัสใช้งาน

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่ามีไฟล์ข้อมูลเรดาร์ นามสกุล (.KMZ) ที่พร้อมใช้งานในโปรแกรม Google earth pro



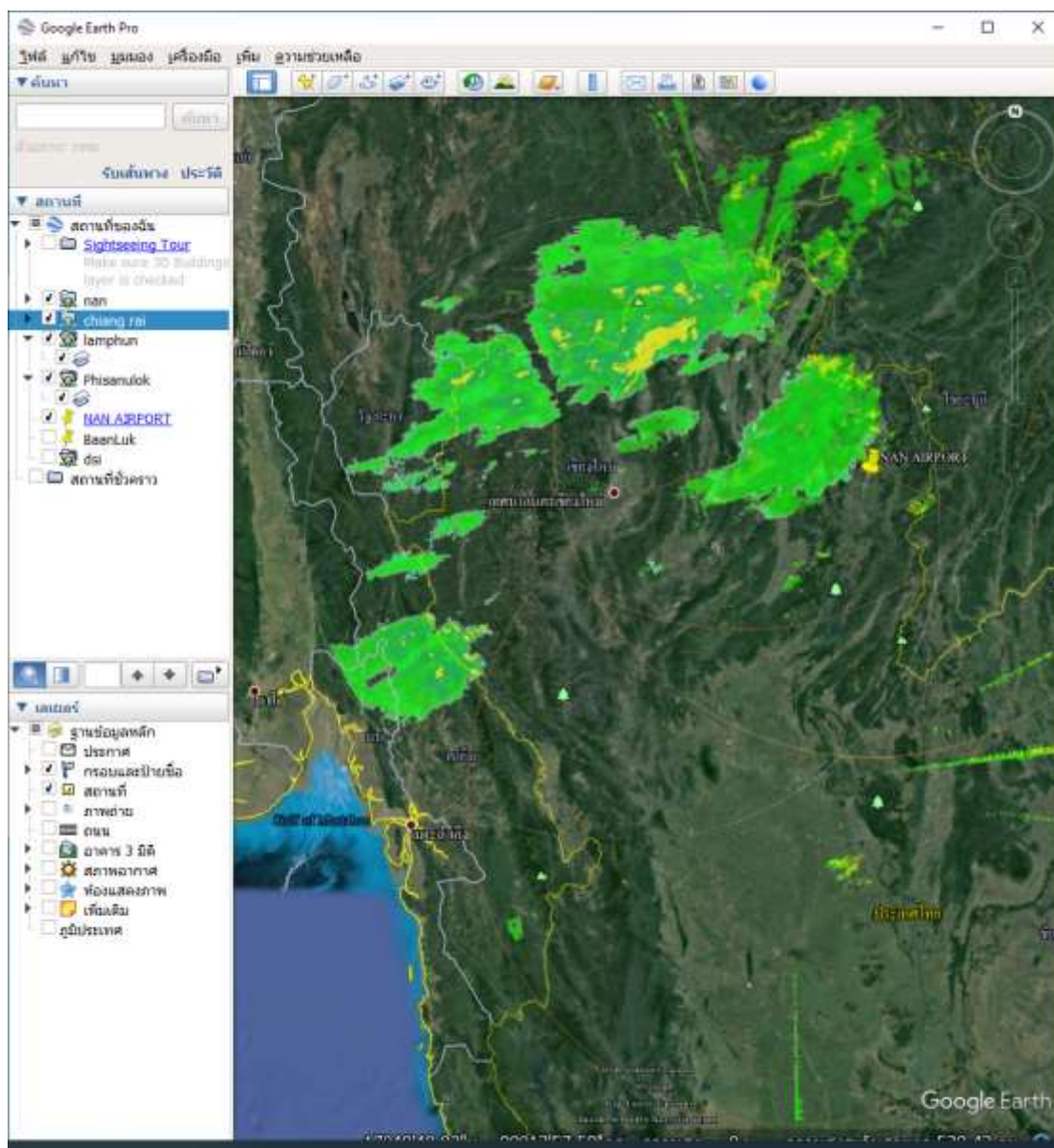
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอของโปรแกรม Google earth pro

จากรูปที่ 4.5 เมื่อเราตั้งค่าสถานีเรดาร์ตรวจอากาศได้แก่ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงราย สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน และสถานีเรดาร์ตรวจอากาศพิษณุโลก แสดงตามชื่อในช่องด้านซ้ายมือของโปรแกรม



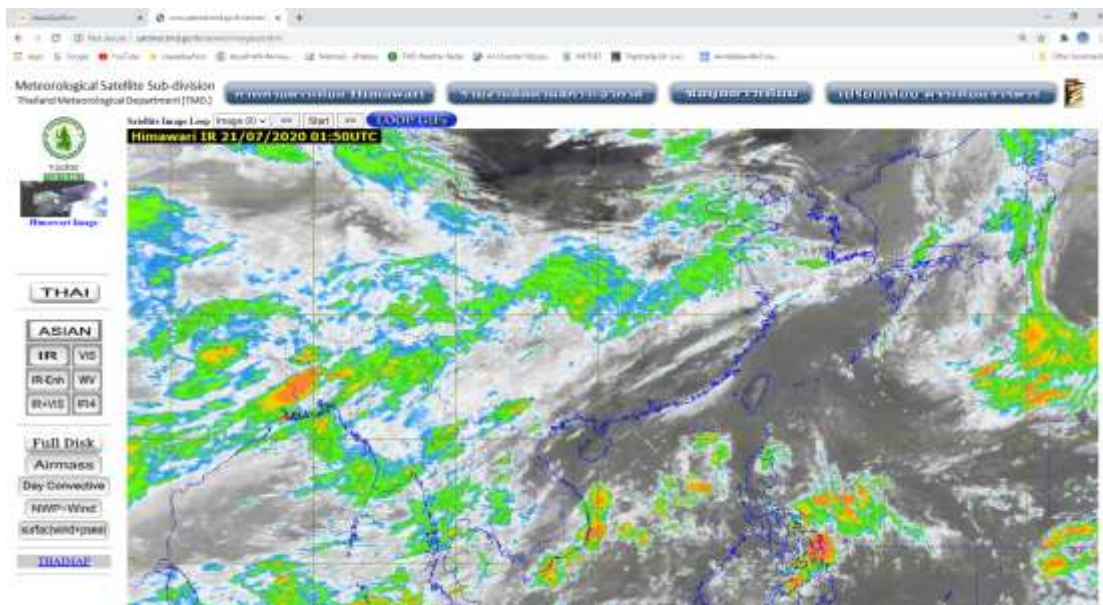
รูปที่ 4.6 ภาพข้อมูลเรดาร์เป็นชุดข้อมูลในเวลา 0200UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563

รูปที่ 4.6 แสดงข้อมูลภาพ (ก) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน (ข) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน และ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงราย (ค) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงราย และ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน (ง) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงราย สถานีเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน และ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศพิจิตร จากรูปที่ 4.4 เพื่อการวิเคราะห์เทียบเคียงตำแหน่งของกลุ่มฝนของแต่ละสถานีเรดาร์ตรวจอากาศ ในเวลาใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.7 ข้อมูลเรดาร์ทั้งสี่สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าเมื่อนำข้อมูลเรดาร์ที่เก็บไว้ใน FTP ของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือมาแสดงในโปรแกรม Google earth pro โดยแสดงข้อมูลเรดาร์ในเวลา 0145UTC ของวันที่ 21 กรกฎาคม 2563 ของทั้ง 4 สถานีเรดาร์ตรวจอากาศได้แก่ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีเรดาร์ตรวจอากาศท่าวังผา จ.น่าน สถานีเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน และสถานีเรดาร์ตรวจอากาศพิษณุโลก



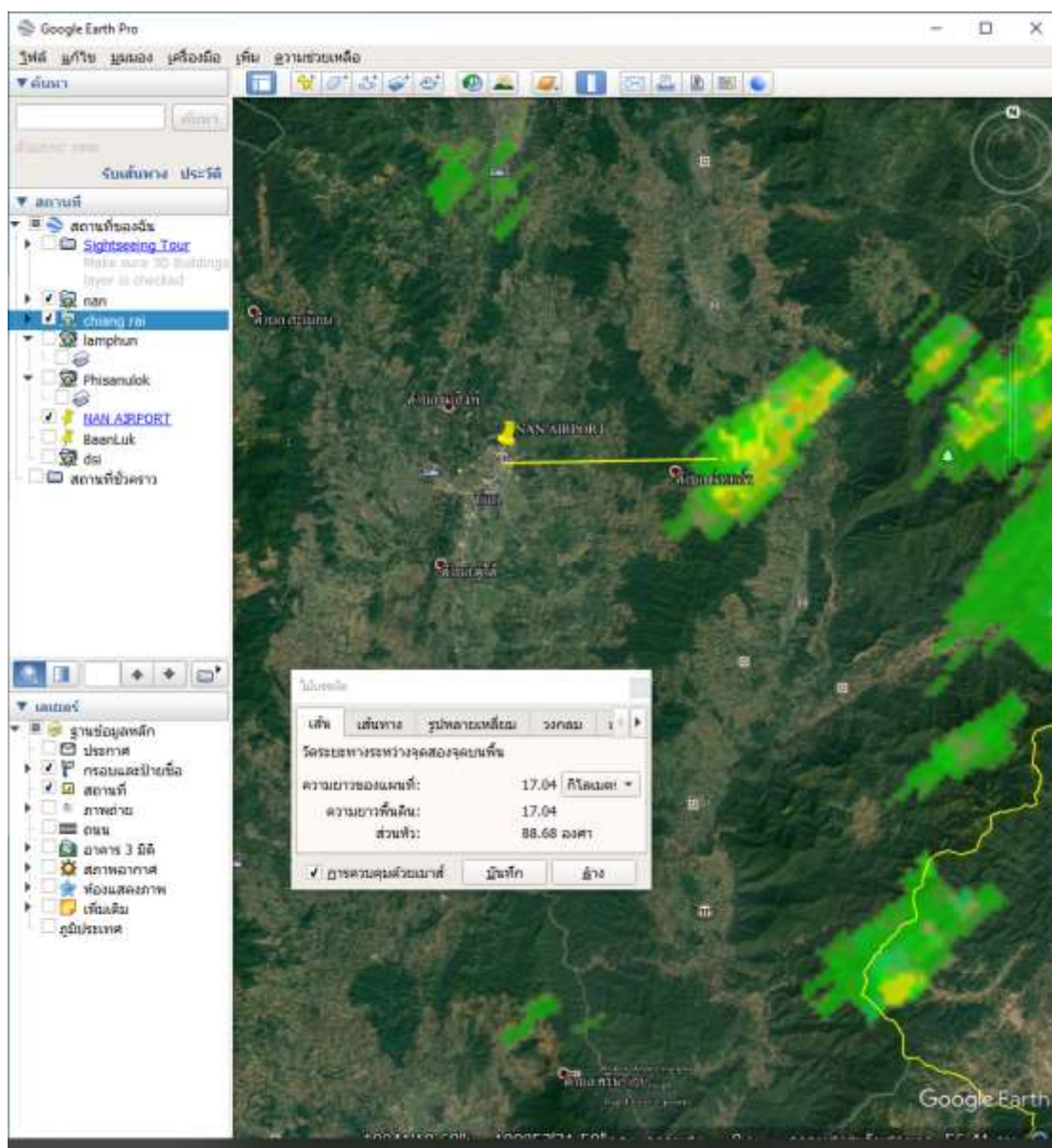
รูปที่ 4.8 ข้อมูลภาพดาวเทียม Himawari แบบ IR+Enh 21072020 0150UTC



รูปที่ 4.9 ข้อมูลภาพดาวเทียม Himawari แบบ WV 21072020 0150UTC

เมื่อนำชุดข้อมูลเรดาร์และดาวเทียมมาเปรียบเทียบ มาวิเคราะห์เพื่อหากลุ่มฝนเพื่อความแม่นยำ ในการหาตำแหน่งมากขึ้น

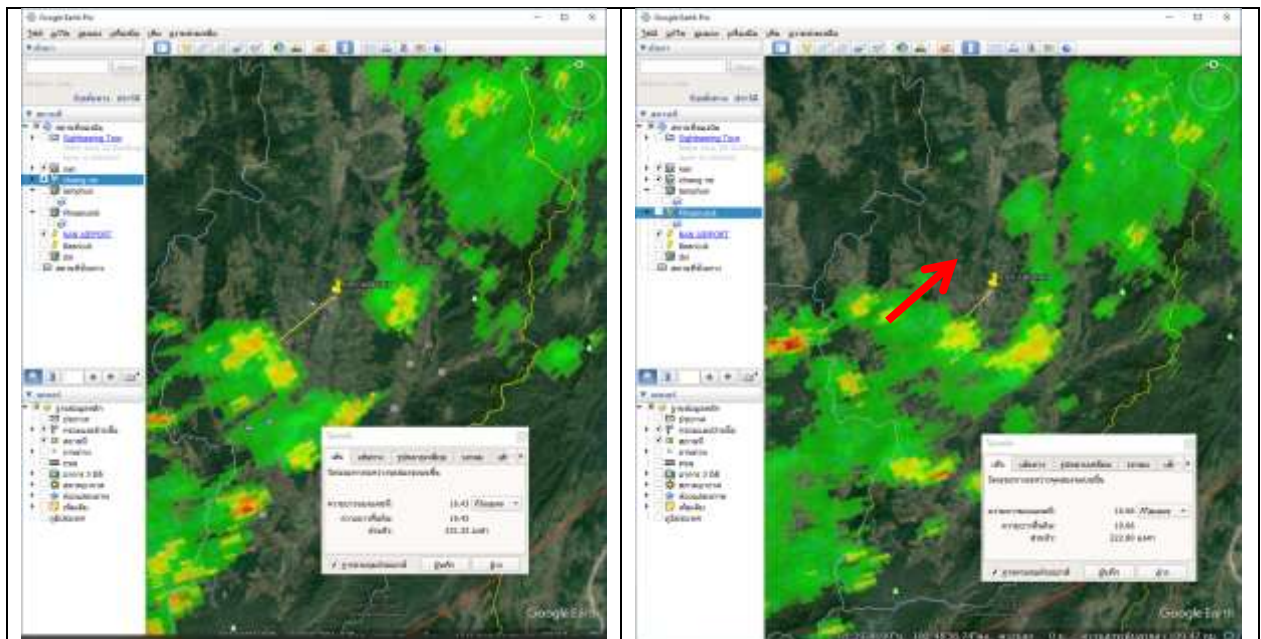
การใช้เครื่องมือระยะทางใน Google earth pro



รูปที่ 4.10 การวัดระยะทางในโปรแกรม Google earth pro

การใช้เครื่องมือวัดระยะทางเป็น เครื่องมือในโปรแกรม Google earth pro ใช้ในการวัดระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง สามารถแสดงหน่วยวัดได้หลายมาตรา เช่น กิโลเมตร เมตร ไมล์ เป็นต้น จากรูปที่ 4.10 แสดงการวัดระยะทางของกลุ่มฝนในทิศทางตะวันออกของสนามบินน่านนคร

ตัวอย่างกรณีศึกษา การคำนวณหาตำแหน่งกลุ่มฝนโดยใช้ Google earth pro



ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0445UTC

ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0515UTC

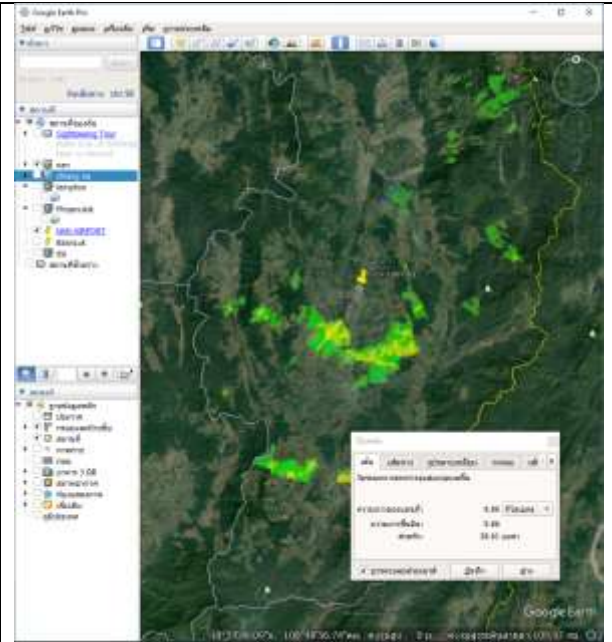
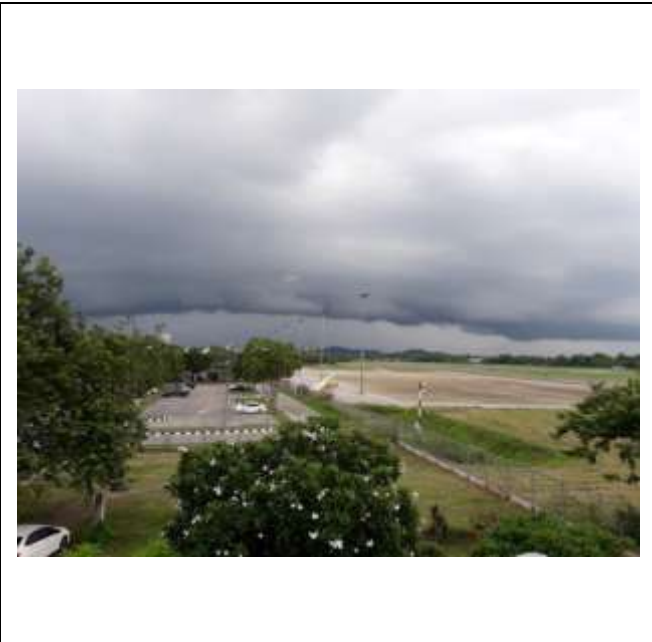
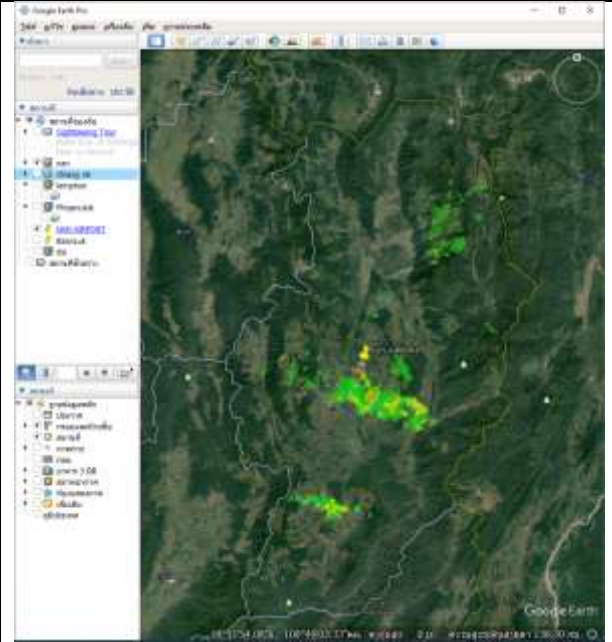


ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินน่านนคร วันที่ 21/7/2020 เวลา 0519UTC

รูปที่ 4.11 การวัดระยะทางในโปรแกรม Google earth pro เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของ
กลุ่มฝน

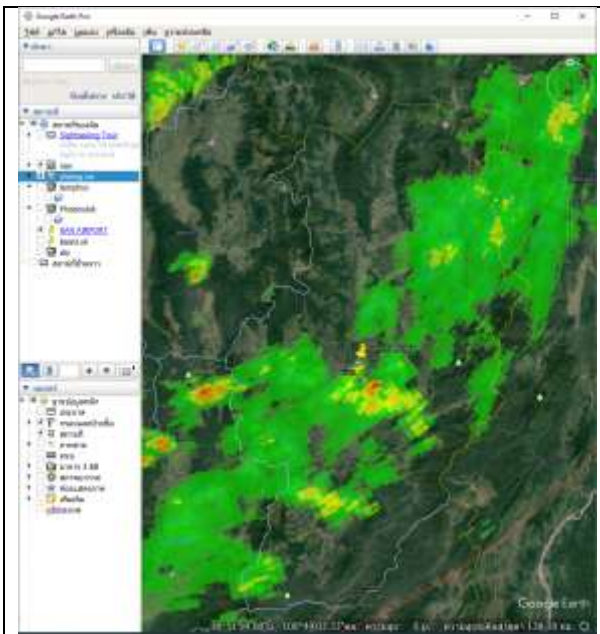
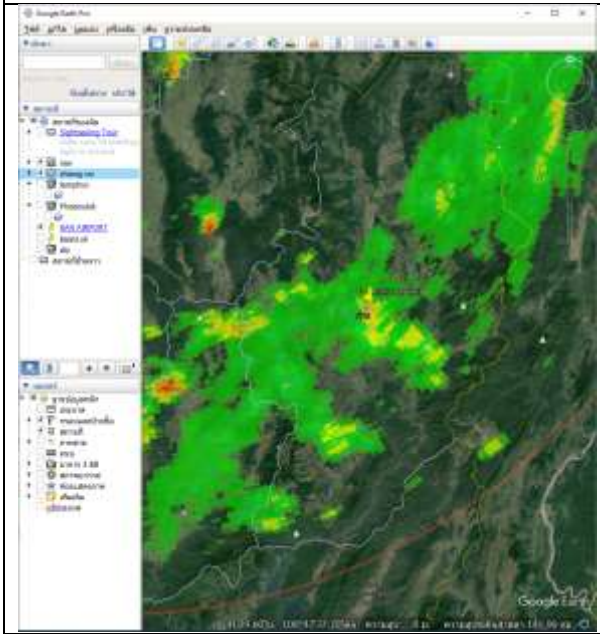
จากรูปที่ 4.11 เมื่อเราวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์ ทั้งใน website ของกรมอุตุนิยมวิทยา ที่เป็นลักษณะ Loop และข้อมูลเรดาร์ที่นำมาแสดงในโปรแกรม Google earth pro โดยใช้ข้อมูลเรดาร์จากน่านและเชียงราย และการสังเกตจากภาพถ่ายดาวเทียม จึงพิจารณาออกว่าดังนี้

**METAR VTCN 210500Z 01006KT 9999 VCTS FEW020TCU SCT045 BKN100 28/25
Q1009 TEMPO 5000 TSRA=**

	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0515UTC	ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินนานาชาติ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0519UTC
	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0530UTC	ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินนานาชาติ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0532UTC

รูปที่ 4.12 การวัดระยะทางในโปรแกรม Google earth pro เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของ กลุ่มฝน เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย

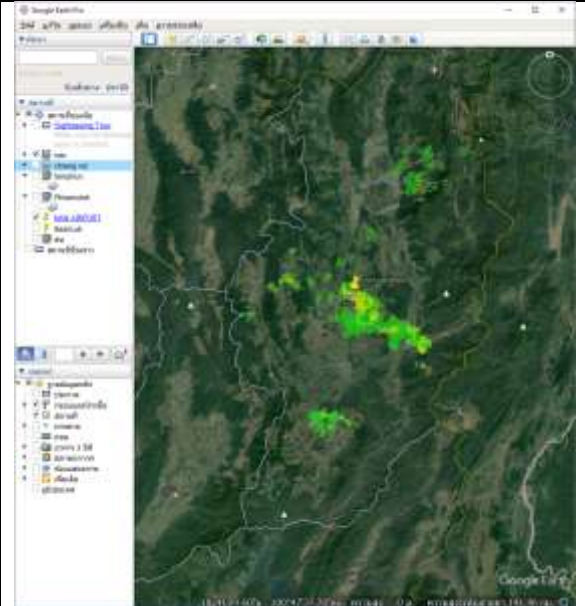
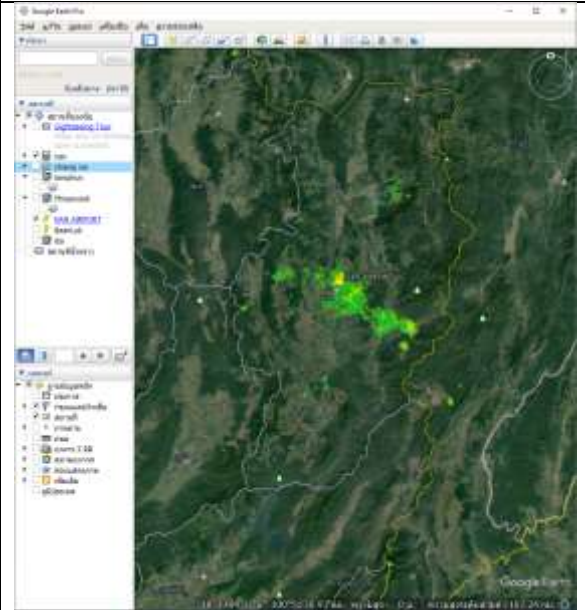
จากรูปที่ 4.12 เมื่อเราวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์ทำวังผา และวัดความกว้างของ กลุ่มฝนได้ ประมาณ 10 กิโลเมตร เป็นสี่เหลี่ยมราว 5 กิโลเมตร ถ้าคิดความเร็วของกลุ่มฝน 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง สามารถคาดการณ์ว่า ฝน น่าจะตกหนักทำให้ ทัศนวิสัยลดลงได้ ตกหนัก ราว 15 นาที

	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0530UTC	ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินนานาชาติ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0539UTC
	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0545UTC	ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินนานาชาติ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0547UTC

รูปที่ 4.13 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย

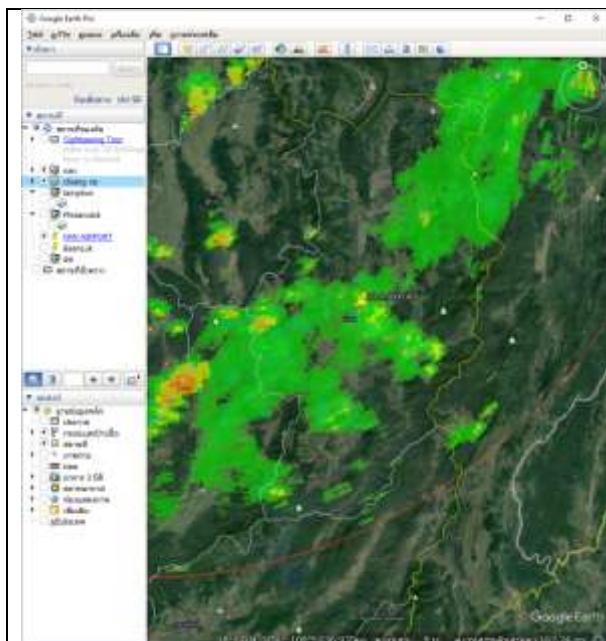
จากรูปที่ 4.13 เมื่อเราวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์น่านและเชียงราย ร่วมกับการสังเกตทัศนวิสัยจากเป้า และข้อมูลที่จอแสดงผลของเครื่องมือ AWOS จึงพิจารณาออกข่าวอากาศพิเศษดังนี้

SPECI VTCN 210543Z 20015KT 5000 TSRA FEW020CB SCT045 BKN100 25/22
Q1010 TEMPO 3000 TSRA=

	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0545UTC	ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินนานาชาติ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0547UTC
	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0600UTC	ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินนานาชาติ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0605UTC

รูปที่ 4.14 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าหมายทัศนวิสัย

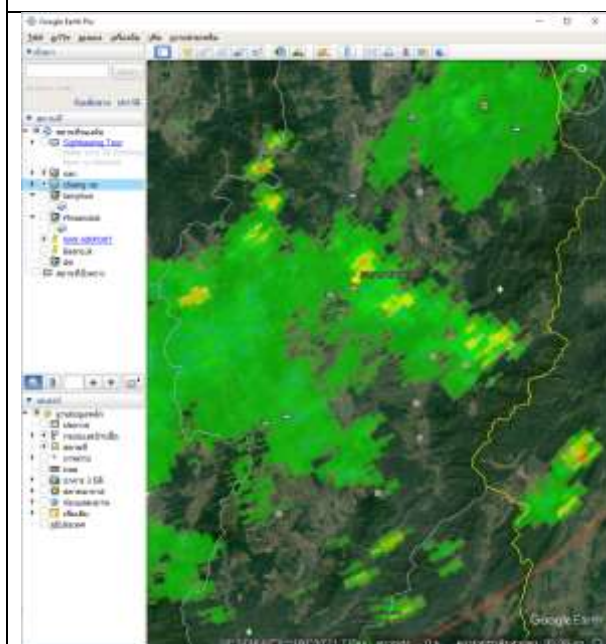
จากรูปที่ 4.14 เมื่อเราวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลจากเรดาร์นั้น ร่วมกับการสังเกตเป้าหมายทัศนวิสัย เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.13 ที่ใช้ข้อมูลจากเรดาร์นั้นและเชิงราย จะเห็นได้ว่าภาพเรดาร์นั้น กับ เชิงรายจะให้ภาพที่แตกต่างกัน มีส่วนที่ทับซ้อนกัน และส่วนที่ต่างกัน



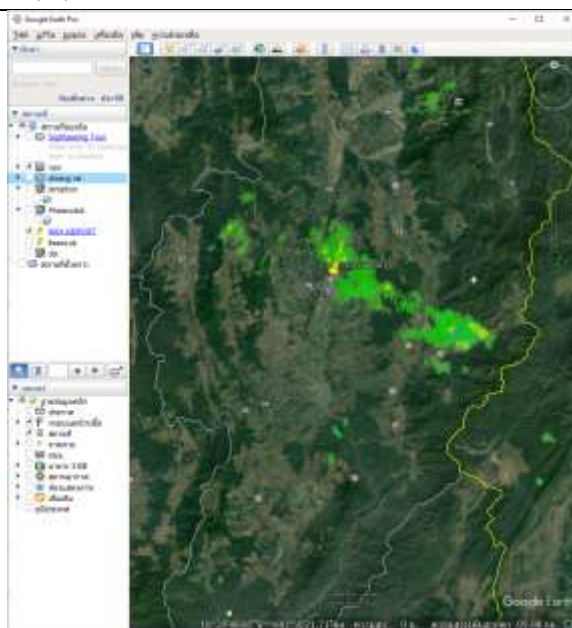
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0600UTC



ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศใต้ของสนามบินนานาชาติ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0605UTC



ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0615UTC

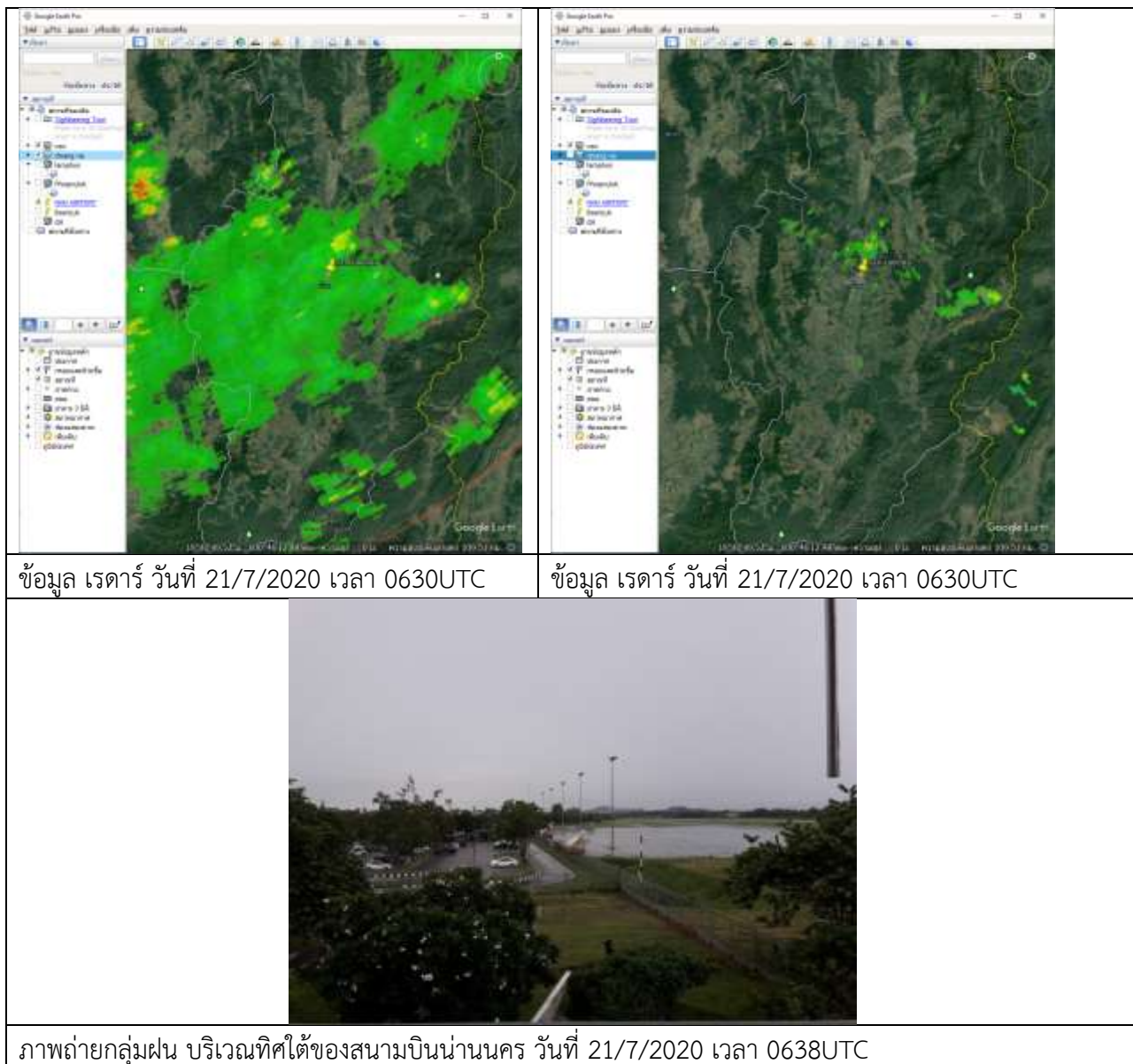


ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 21/7/2020 เวลา 0615UTC

รูปที่ 4.15 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย

จากรูปที่ 4.15 เมื่อเราวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์ การสังเกตจากเป้าทัศนวิสัย และข้อมูลที่
 จอแสดงผลของเครื่องมือ AWOS จึงพิจารณาออกข่าวอากาศดังนี้

**METAR VTCN 210600Z 16008KT 6000 -TSRA FEW020CB SCT045 BKN100 23/22
 Q1010 RERA BECMG AT0630 9999 NSW=**



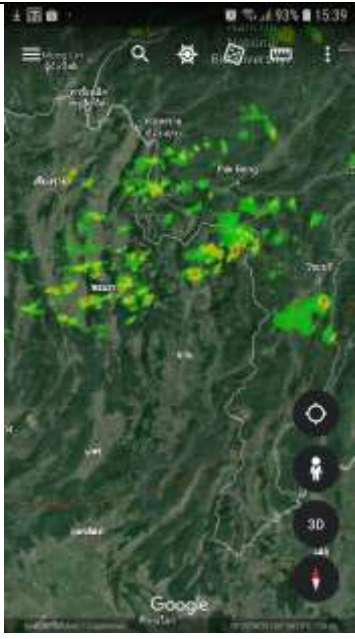
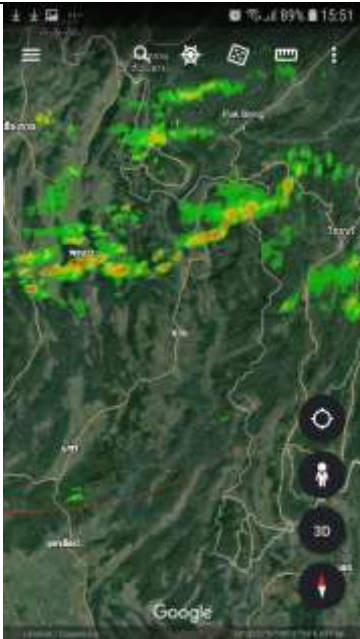
รูปที่ 4.16 ข้อมูลเรดาร์ในโปรแกรม Google earth pro เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย

จากรูปที่ 4.16 เมื่อเราวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์ การสังเกตจากเป้าทัศนวิสัย และข้อมูลที่
 จอแสดงผลของเครื่องมือ AWOS จึงพิจารณาออกข่าวอากาศพิเศษดังนี้

**SPECI VTCN 210632Z 16008KT 9999 -RA FEW020CB SCT045 OVC100 24/23 Q1010
 RETS NOSIG=**

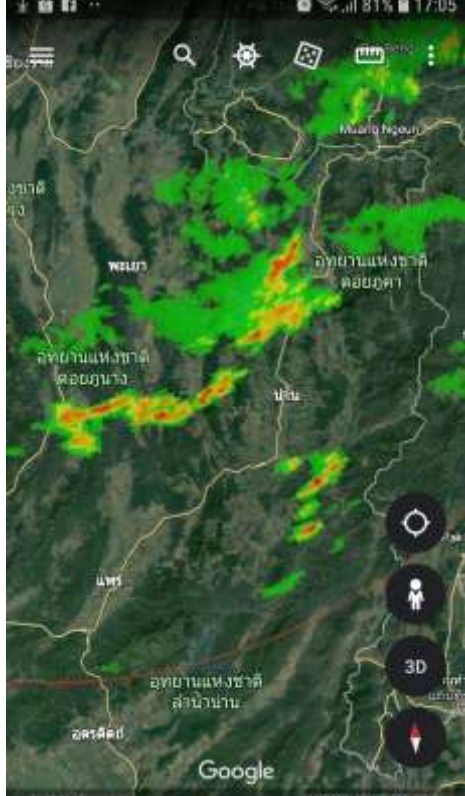
ตัวอย่างกรณีศึกษา

การคำนวณหาตำแหน่งกลุ่มฝนในมือถือ Application Google earth บนระบบปฏิบัติการ Android

	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 13/6/2020 เวลา 0830UTC	ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 13/6/2020 เวลา 0845UTC
	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 13/6/2020 เวลา 0900UTC	ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 13/6/2020 เวลา 0915UTC

รูปที่ 4.17 ข้อมูลเรดาร์ใน Application Google earth

จากรูปที่ 4.17 เมื่อเราได้ข้อมูลจากเรดาร์ สามารถติดตามและวิเคราะห์หาทิศทาง การเคลื่อนที่ของกลุ่มฝนได้บน Application Google earth

	
ข้อมูล เรดาร์ วันที่ 13/6/2020 เวลา 1000UTC	ภาพถ่ายกลุ่มฝน บริเวณทิศตะวันตกของสนามบินนานาชาติ วันที่ 13/6/2020 เวลา 1011UTC

รูปที่ 4.18 ข้อมูลเรดาร์บน Application Google earth เทียบกับภาพถ่ายเป้าทัศนวิสัย

จากรูปที่ 4.18 ข้อมูลจากเรดาร์บน Application Google earth เทียบกับการสังเกตจากเป้าทัศนวิสัย

บทที่ 5

สรุปผลการใช้งานและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการวิเคราะห์การใช้งานระบบ

เมื่อผู้จัดทำได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว นำแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนน โดยกำหนดคะแนนดังนี้

5	หมายถึงพึงพอใจ	ระดับมากที่สุด
4	หมายถึงพึงพอใจ	ระดับมาก
3	หมายถึงพึงพอใจ	ระดับปานกลาง
2	หมายถึงพึงพอใจ	ระดับน้อย
1	หมายถึงพึงพอใจ	ไม่พึงพอใจ

การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้ ตามแนวคิดของเบส์ท์และคานัน

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	พึงพอใจระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	พึงพอใจระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	พึงพอใจระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	พึงพอใจระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	ไม่พึงพอใจ

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยการประเมินระบบการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มพายุฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบิน

ประเด็นวัดความพึงพอใจ	ความพึงพอใจ	
	คะแนนเฉลี่ย	ระดับ
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.80	มากที่สุด
2. ข้อมูลเรดาร์ที่ได้รับเป็นข้อมูลปัจจุบัน	5.00	มากที่สุด
3. เทคนิควิธีการที่นำเสนอสามารถใช้งานได้	5.00	มากที่สุด
4. สามารถใช้งานกับอุปกรณ์ที่ผู้ใช้มี เช่น โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์	4.80	มากที่สุด
5. การแสดงผลข้อมูลมีรายละเอียดชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.60	มากที่สุด
6. สามารถนำไปใช้งานได้จริงในการปฏิบัติงาน	4.60	มากที่สุด
7. ช่วยหาตำแหน่งกลุ่มฝนได้อย่างแม่นยำ	4.80	มากที่สุด
8. เพิ่มความมั่นใจของผู้ปฏิบัติงานในการออกข่าวอากาศ METAR หรือ-ข่าวอากาศพิเศษ SPECI	4.60	มากที่สุด
9. เป็นเครื่องมือช่วยออก Trend Forecast ฝนฟ้าคะนอง	4.80	มากที่สุด
10. เป็นเครื่องมือช่วยให้การเตือนภัยพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบินได้อย่างทันเวลา	4.40	มาก
รวม	4.74	มากที่สุด

ผลการประเมินความพึงพอใจระบบการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มพายุฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบิน พบว่ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า ประเด็นที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ข้อมูลเรดาร์ที่ได้รับเป็นข้อมูลปัจจุบัน และเทคนิควิธีการที่นำเสนอ สามารถใช้งานได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน สามารถใช้งานกับอุปกรณ์ที่ผู้ใช้มี เช่น โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ ช่วยหาตำแหน่งกลุ่มฝนได้อย่างแม่นยำ และเป็นเครื่องมือช่วยออก Trend Forecast ฝนฟ้าคะนอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

5.2 สรุปผลการใช้งาน

ระบบการใช้งานข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศที่นำเสนอ เพื่อหาตำแหน่ง ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มฝนฟ้าคะนอง ในการแจ้งเตือนพายุฝนฟ้าคะนองบริเวณสนามบิน มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อนักอุตุนิยมวิทยาส่วนอากาศการบินช่วยหาตำแหน่งกลุ่มฝนได้อย่างแม่นยำ ช่วยทำให้การคาดการณ์พายุฝนฟ้าคะนองที่จะเข้ามาปกคลุมสนามบินได้อย่างทันเวลา

5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

พบปัญหาในการใช้งานในโทรศัพท์มือถือบางรุ่น ในขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากโปรแกรมที่นำเสนอ การแก้ปัญหาคือแก้ไขค่าที่ถูกตั้งไว้ในเมนูการตั้งค่าโทรศัพท์

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากผู้ใช้ได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมส่วนอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ ทิศทาง ความเร็วของกลุ่มฝน ให้เป็นฟังก์ชันในโปรแกรม

บรรณานุกรม

- การจัดการความรู้ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/>
(สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2563).
- พรเทพ นาคเป้า (2559) หนังสือเครื่องเรดาร์ตรวจอากาศ ส่วนเครื่องเรดาร์ตรวจอากาศ
สำนักเครื่องมืออุตุนิยมวิทยา.
- พายุฝนฟ้าคะนองเกิดจากอะไร มีอันตรายต่อการบินอย่างไร
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www2.aeromet.tmd.go.th/KnowledgeOTS.php>
(สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2563).
- เวกเตอร์ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/patcharin1342/bth-thi-1/1-1-priman-wek-texr> (สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2563).
- เวกเตอร์ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/72/vector.htm>
(สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2563).
- หนังสืออุตุนิยมวิทยา เรื่องเรดาร์ตรวจอากาศ , www.tmd.go.th , กรมอุตุนิยมวิทยา.

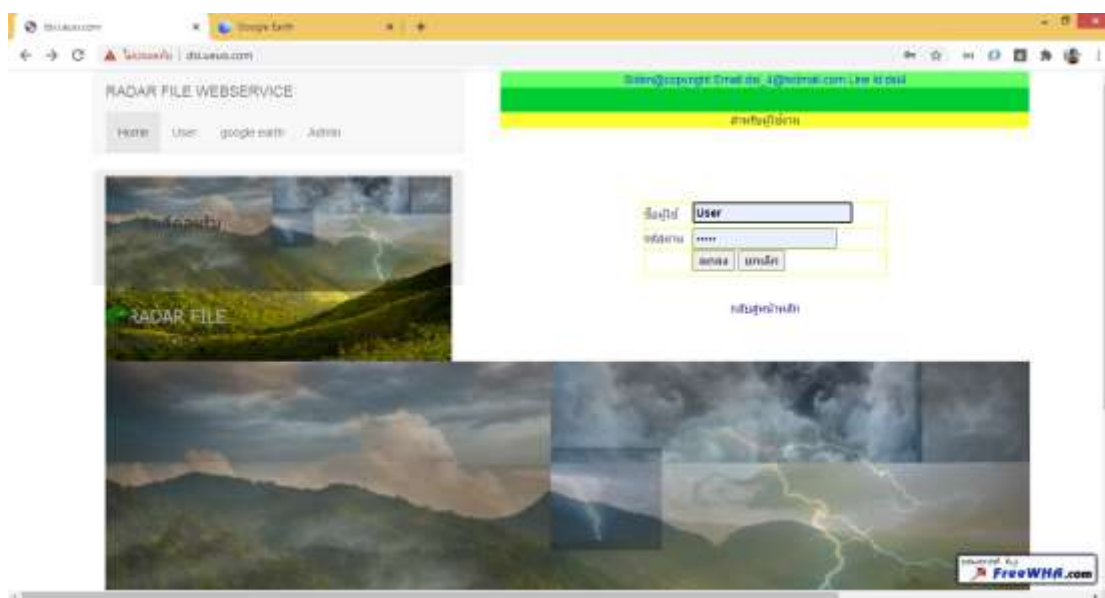
ภาคผนวก ก

การใช้งานข้อมูลเรดาร์จาก Website dsi.ueuo.com

ภาคผนวก ก

การใช้งานข้อมูลจาก Website dsi.ueuo.com

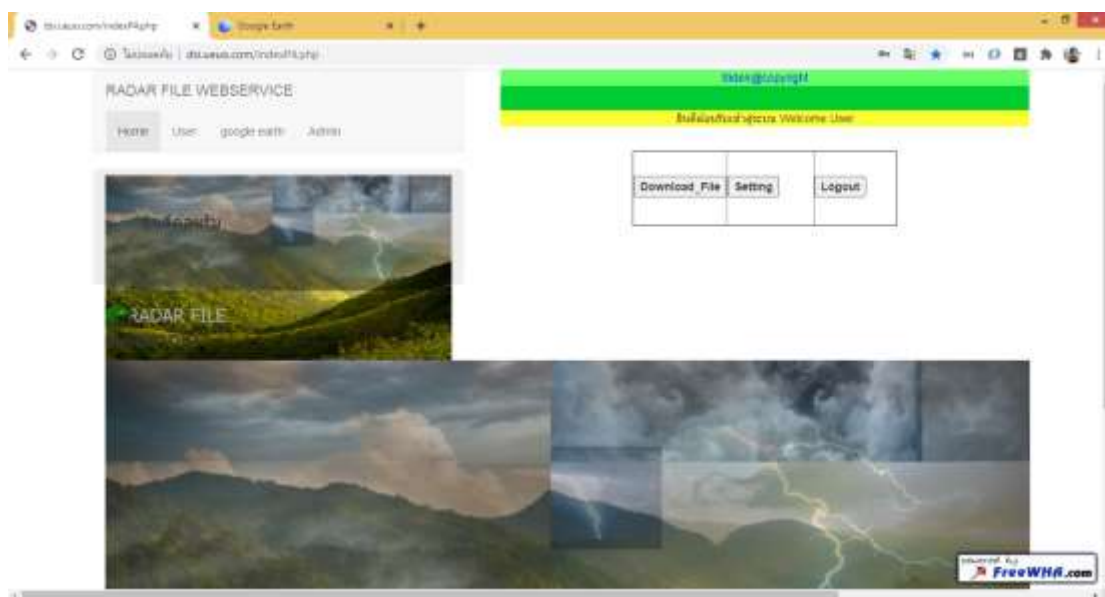
การใช้งานข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com ในคอมพิวเตอร์



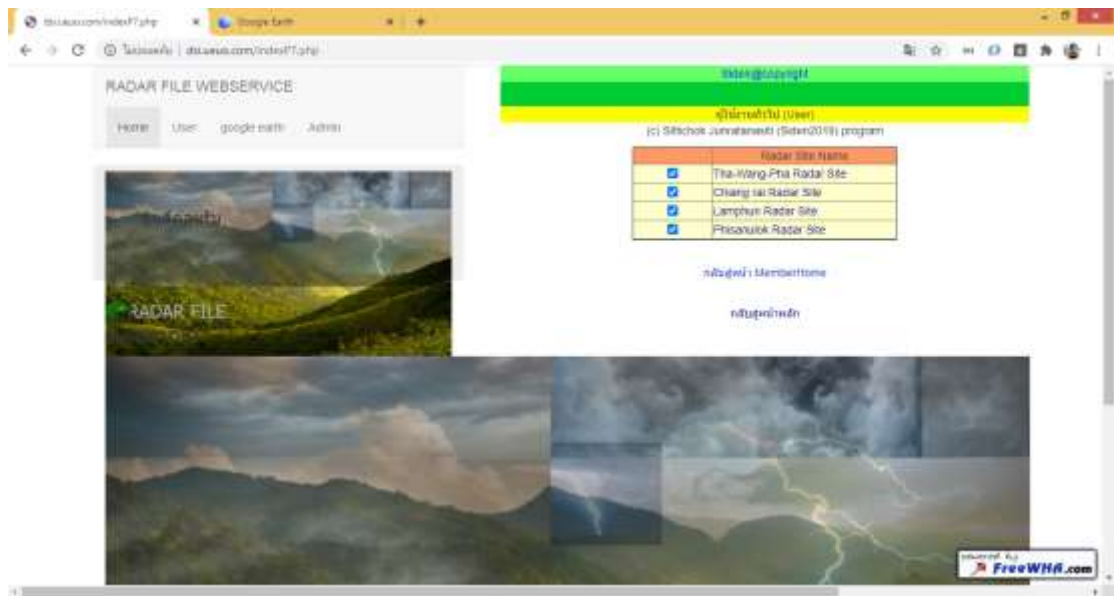
รูปที่ ก.1 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com

ชื่อผู้ใช้ User

รหัสผ่าน 12345

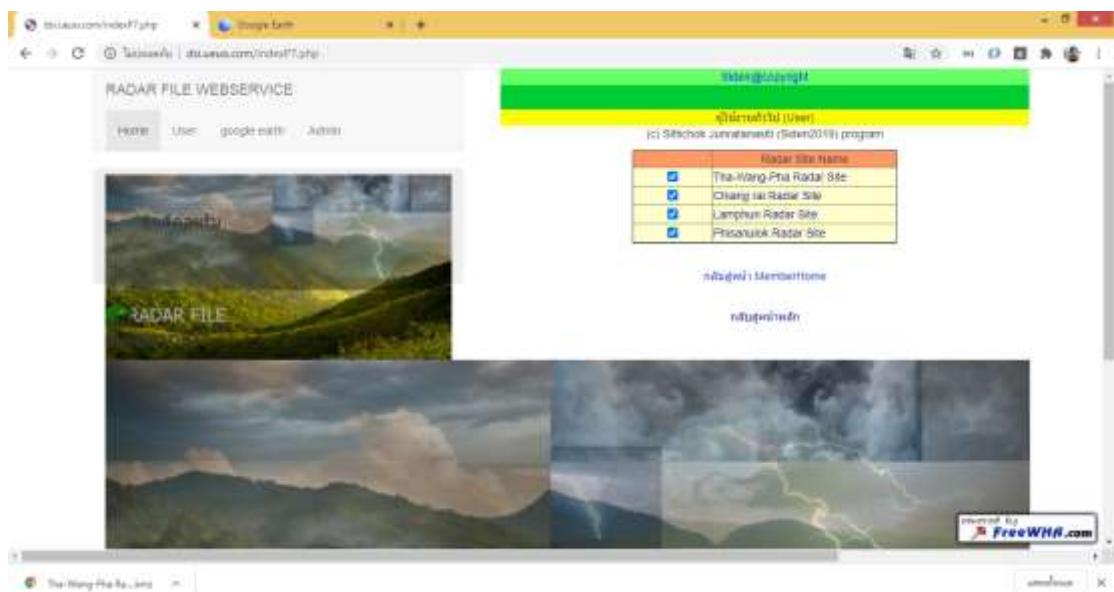


รูปที่ ก.2 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)



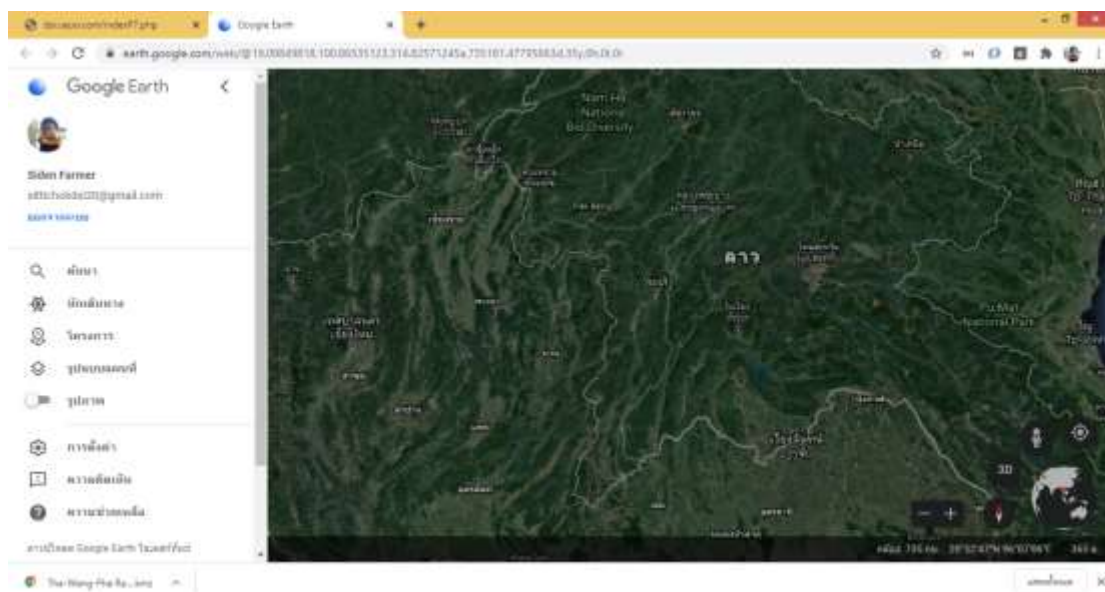
รูปที่ ก.3 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)

คลิกเลือกข้อมูลเรดาร์สถานีเรดาร์ตรวจอากาศที่ต้องการ



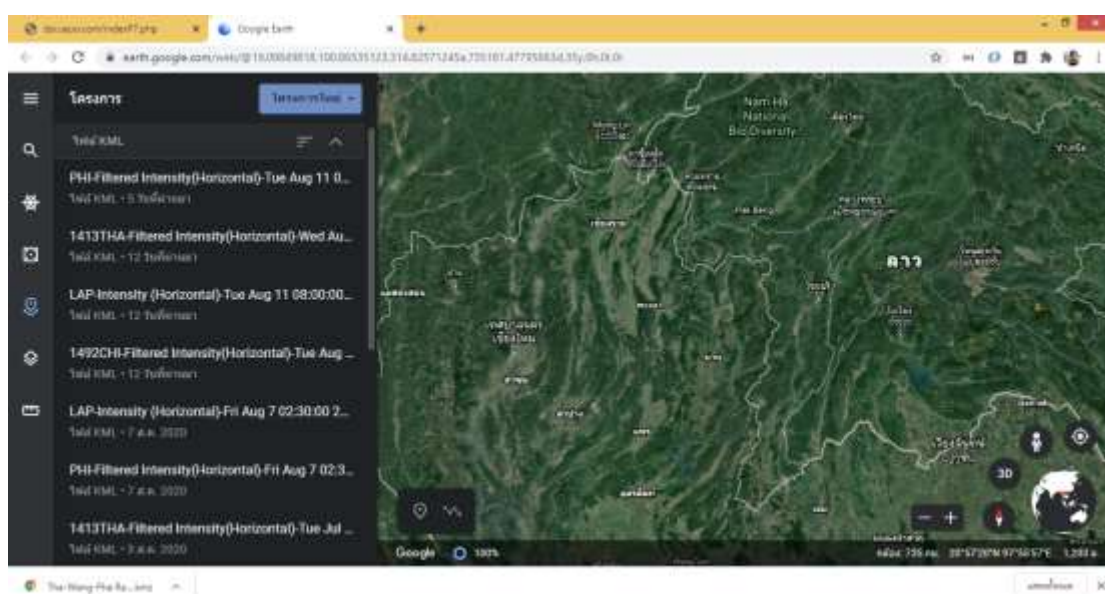
รูปที่ ก.4 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)

ปรากฏไฟล์ข้อมูลเรดาร์สถานีเรดาร์ตรวจอากาศที่ต้องการมูมซ้ายล่าง



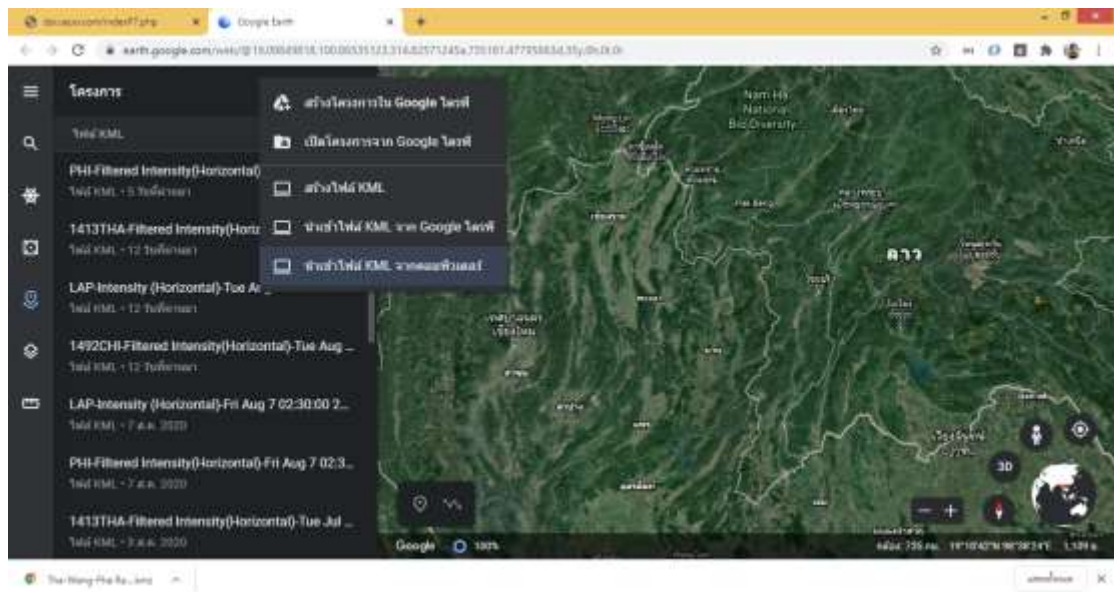
รูปที่ ก.5 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)

เข้าหน้าเว็บไซต์ของ Google Earth แล้วเลือก “โครงการ”



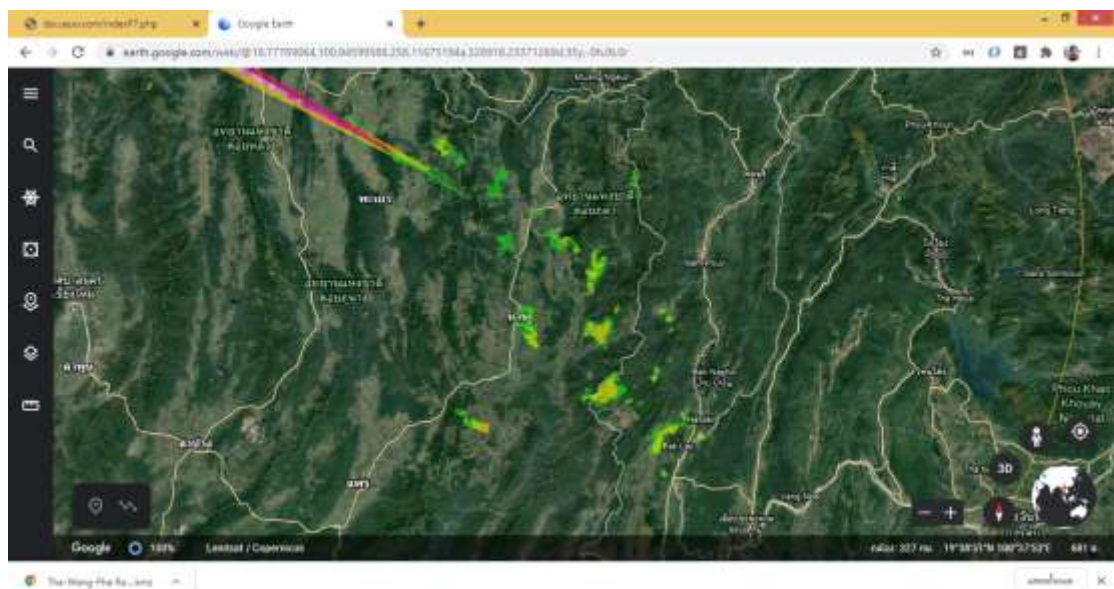
รูปที่ ก.6 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)

กดปุ่มเลือก โครงการใหม่



รูปที่ ก.7 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)

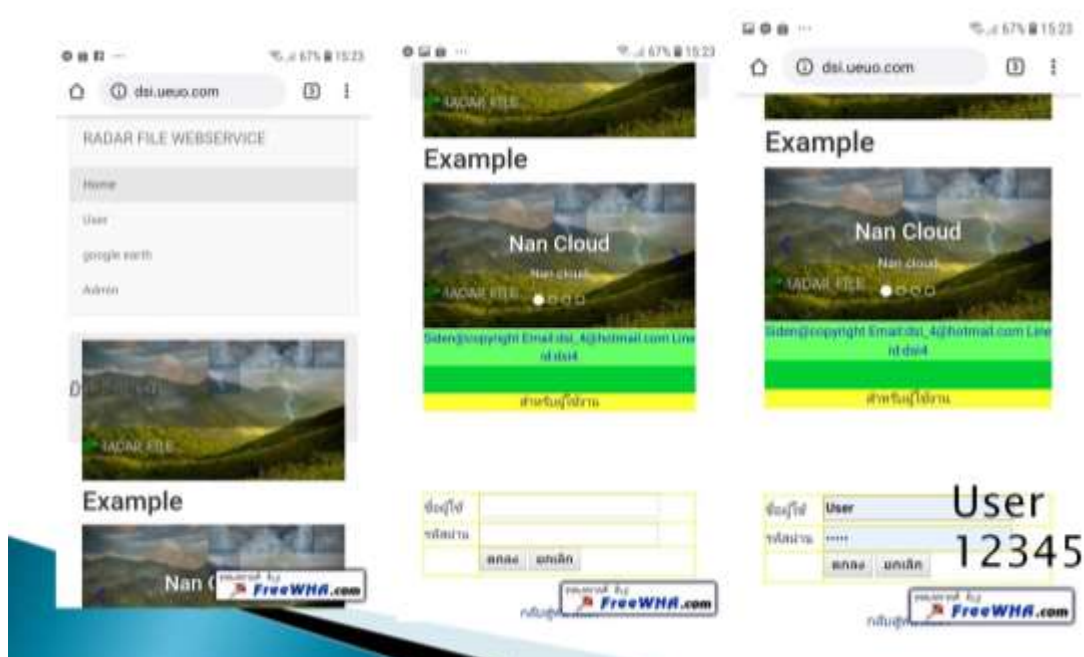
เลือก นำเข้าไฟล์ KML จากคอมพิวเตอร์ แล้วเลือกไฟล์ที่ต้องการ



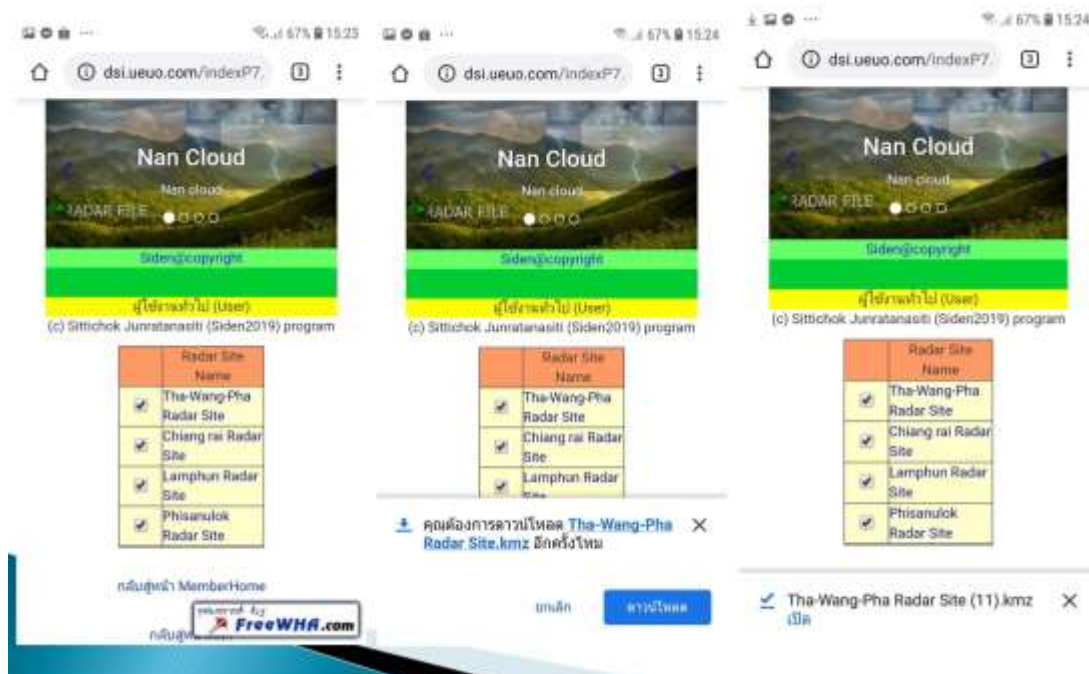
รูปที่ ก.8 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com (ต่อ)

รูปที่ ก.8 ภาพข้อมูลเรดาร์ที่ถูกเลือกแสดงบน Google Earth

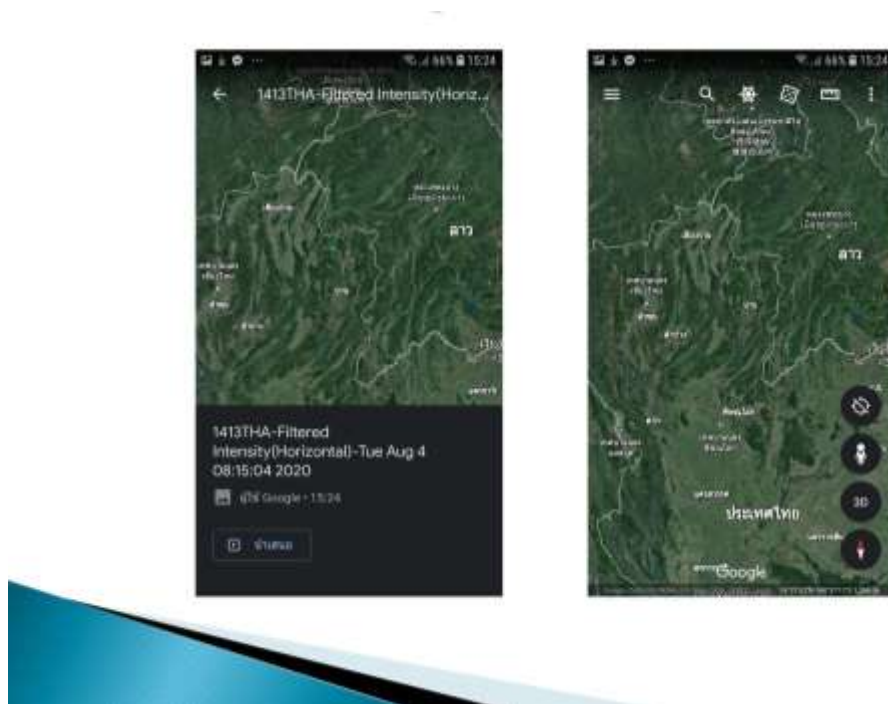
การใช้งานข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com บนโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ ก.9 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com บนโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ ก.10 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com บนโทรศัพท์มือถือ (ต่อ)



รูปที่ ก.11 ขั้นตอนการโหลดข้อมูลเรดาร์จากเว็บไซต์ dsi.ueuo.com บนโทรศัพท์มือถือ (ต่อ)

ขั้นตอนการนำข้อมูลเรดาร์แสดงบน Application Google Earth คล้ายกับการแสดงบนเว็บไซต์ของ Google Earth

คณะผู้จัดทำ

หัวหน้าโครงการ

ชื่อภาษาไทย	นายสิทธิโชค จันทร์รัตนศิริ
ชื่อภาษาอังกฤษ	Mr.Sittichok Junratanasiri
ตำแหน่ง	นักอุดมศึกษา ระดับปฏิบัติการ ส่วนอาภาศการบินนาน

ผู้ร่วมโครงการ

ชื่อภาษาไทย	นางสาวสิริกัญญา อภัยจิตต์
ชื่อภาษาอังกฤษ	Ms. Sirikanya Aphaijit
ตำแหน่ง	นักอุดมศึกษา ระดับปฏิบัติการ ส่วนอาภาศการบินนาน

ชื่อภาษาไทย	นายโอชวิน จันทรสุข
ชื่อภาษาอังกฤษ	Mr. Ochawin Jansuk
ตำแหน่ง	นักอุดมศึกษา ระดับปฏิบัติการ ส่วนอาภาศการบินนาน