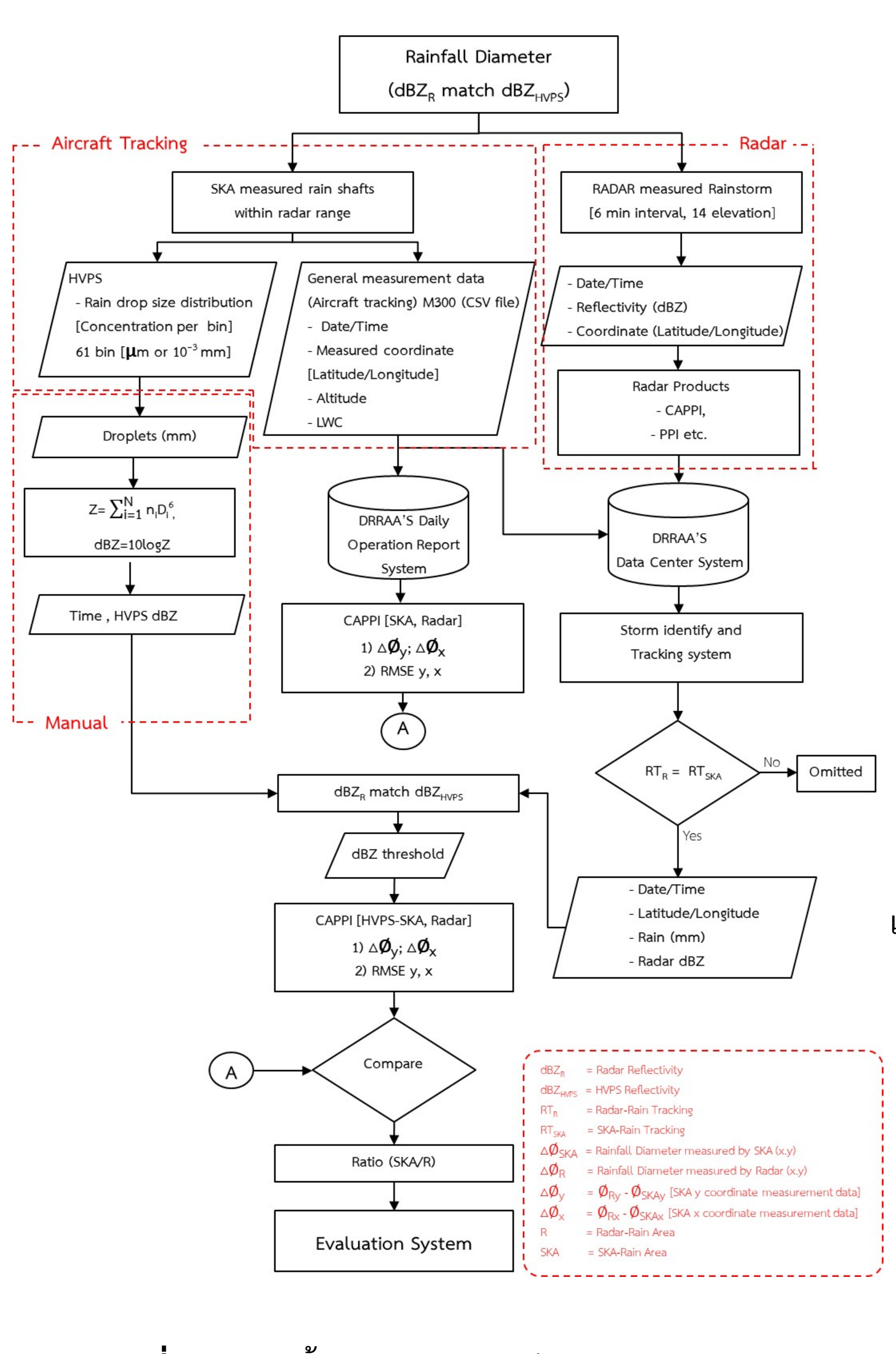
การประเมินพื้นที่ฝนตกด้วยเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์กับเรดาร์ตรวจอากาศ

อริสรา นาคบุรี, ฉันติ เดชโยธิน*, ศรีธรรม ดั่นประดิษฐ์, สุภา เขียวโทเครือ, นันทพร วันเรียน, ณัฐจิรา อินมนต์, ศิริรัตน์ สุลา และศศิวิมล ประทักษ์กุลวงศา
ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
*chanti.detyothin@gmail.com, โทร. +663 2520062

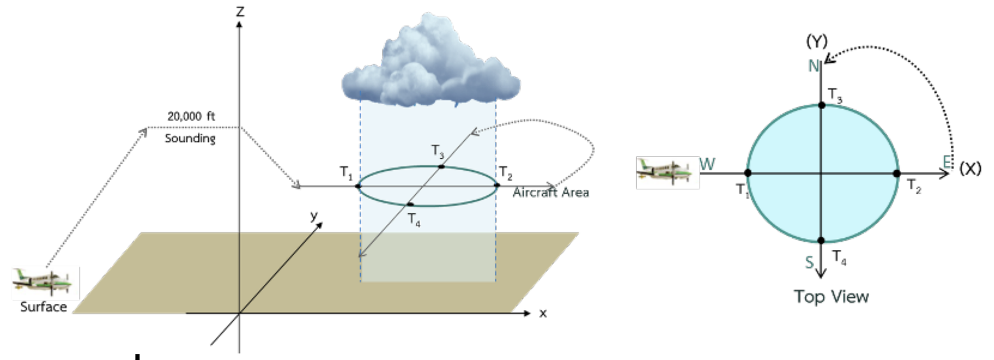
ที่มาและความสำคัญ

ในปี พ.ศ. 2549 กรมฝนหลวงและการบินเกษตร ได้มีการพัฒนาระบบประเมินพื้นที่และปริมาณน้ำฝนจากการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน (Evaluation System) โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดค่าความเข้มการสะท้อนของกลุ่มฝนจากเรดาร์ตรวจอากาศ ซึ่งจากการสังเกตขณะปฏิบัติงานพบว่าพื้นที่กลุ่มฝนที่ตรวจวัดด้วยเรดาร์ มิใช่พื้นที่ฝนตกถึงพื้นจริงทั้งหมด (Ground Truth) ฉะนั้นทางผู้วิจัยจึงได้มีการบินตรวจวัดขนาดกลุ่มฝนที่ระดับใต้ฐานเมฆด้วยเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์เพื่อนำข้อมูลมาคำนวณหาพื้นที่ของฝนตกถึงพื้นจริง โดยนำข้อมูลมาปรับแก้ค่าในรูปแบบของอัตราส่วนระหว่างขนาดของกลุ่มฝนที่ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์และเรดาร์ (SKA/R Ratio) สำหรับปรับแก้พื้นที่กลุ่มฝนในระบบการประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวันให้มีความแม่นยำมากขึ้น

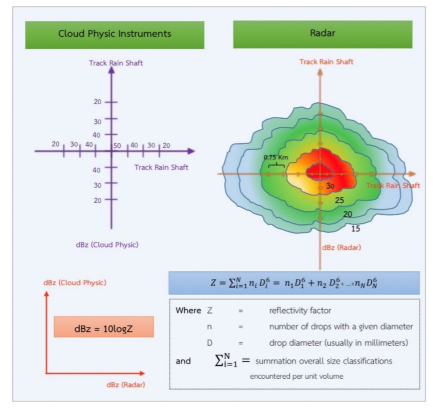
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย



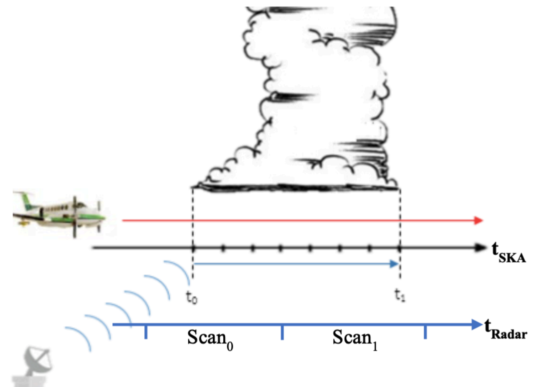
รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการปรับเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่ฝนตกที่ตรวจวัดจากเรดาร์กับเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์



รูปที่ 2 รูปแบบการบินตรวจวัดตัวอย่างกลุ่มฝนแบบ Rain Shaft

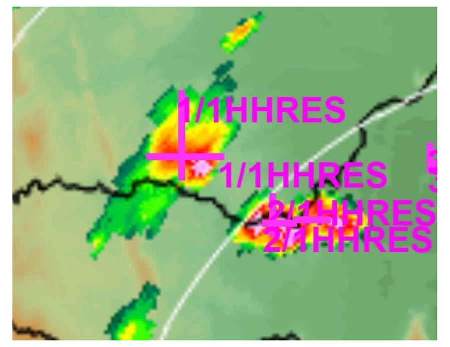


รูปที่ 3 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์และการตรวจวัดจากเรดาร์ [1]



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบเวลาในการวัดระหว่าง SKA และเรดาร์ตรวจอากาศ

รูปที่ 5 พื้นที่ที่ฝนตกขณะบินตรวจวัด

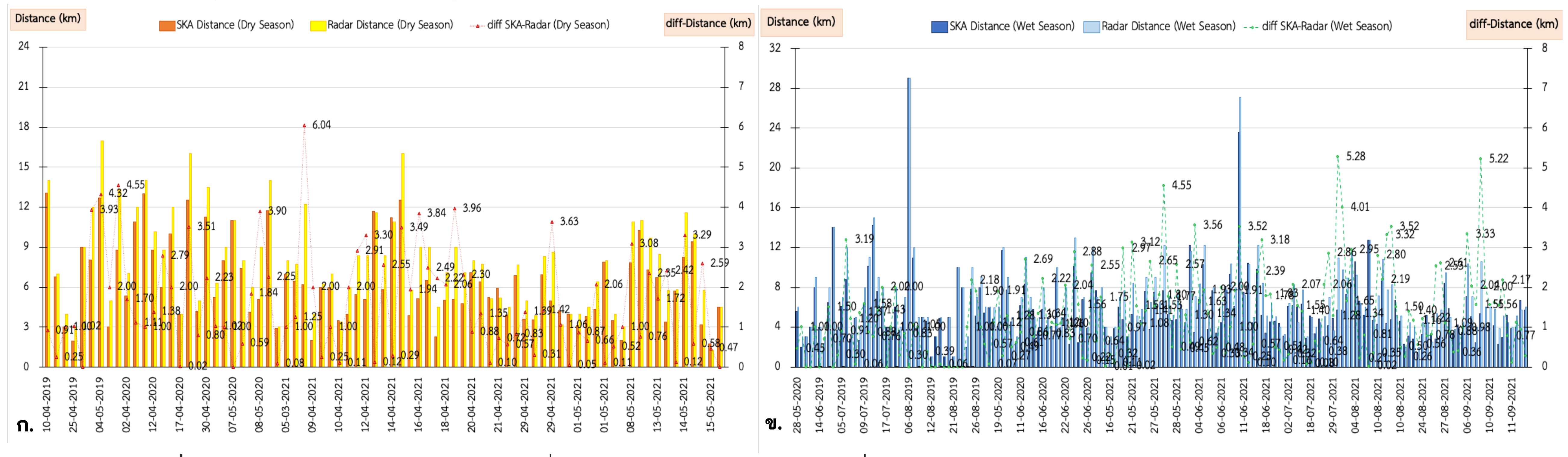


รูปที่ 6 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางกลุ่มฝนโดยเปรียบเทียบระหว่าง SKA และเรดาร์ตรวจอากาศ

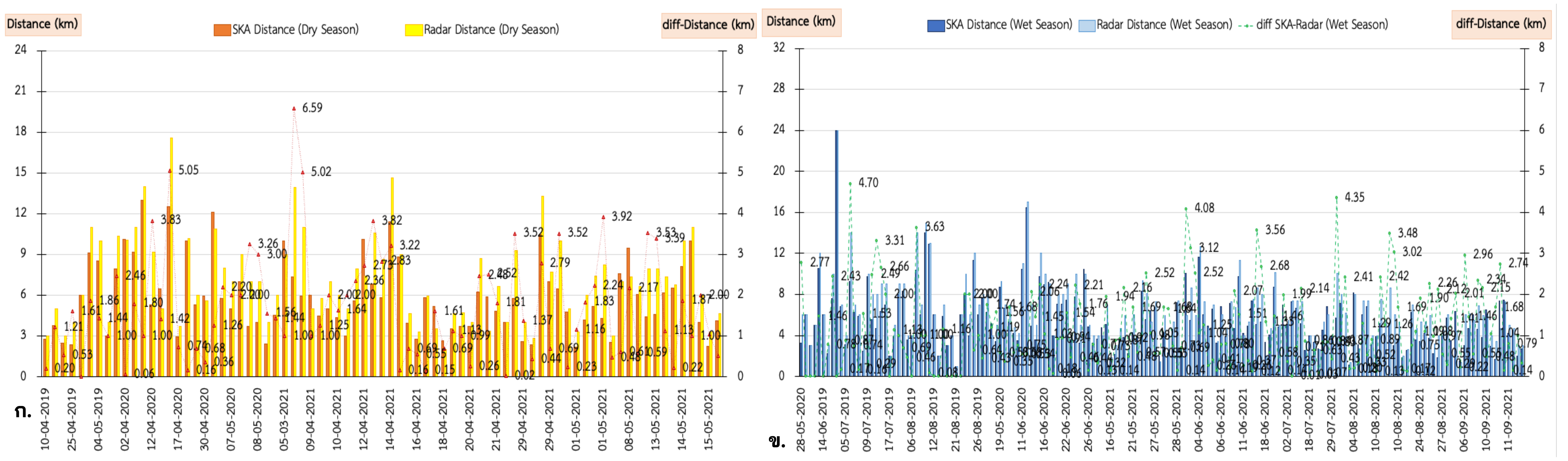
การประเมินพื้นที่ฝนตกจริงด้วยค่าอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่กลุ่มฝนที่ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์ที่ติดตั้งบนเครื่องบิน Super King Air (SKA) เทียบกับเรดาร์ (R) ด้วยวิธี Single Ratio ดังรูปที่ 1 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่ฝนตกจริงด้วยเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์ชนิด High Volume Precipitation Spectrometer Probe (HVPS) โดยใช้วิธีการบินตรวจวัดในรูปแบบ Rain shaft และนำไปเปรียบเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่ฝนตกที่ตรวจวัดด้วยเรดาร์ฝนหลวงชนิด S-band ในช่วงเวลาและตำแหน่งของกลุ่มฝนเดียวกันที่ความเข้มตั้งแต่ 20 dBZ ขึ้นไปดังรูปที่ 2 และ 3 ตามแนวแกน X และแนวแกน Y ในรูปแบบของอัตราส่วน SKA/R จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปใช้สำหรับการปรับแก้พื้นที่ฝนตกในระบบประเมินปฏิบัติการฝนหลวง (Evaluation System)

ผลการวิจัย

ตัวอย่างกลุ่มฝนที่ใช้เปรียบเทียบระหว่าง SKA และเรดาร์ มีจำนวนรวม 241 ตัวอย่าง แบ่งเป็นฤดูแล้ง (16 ตุลาคม – 15 พฤษภาคม) 77 ตัวอย่าง และฤดูฝน (16 พฤษภาคม – 15 ตุลาคม) 164 ตัวอย่าง ดังรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 7 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างกลุ่มฝนที่ได้จากการตรวจวัดแนวแกน X จากเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์และการสะท้อนของเรดาร์ (ก.) ฤดูแล้ง (ข.) ฤดูฝน

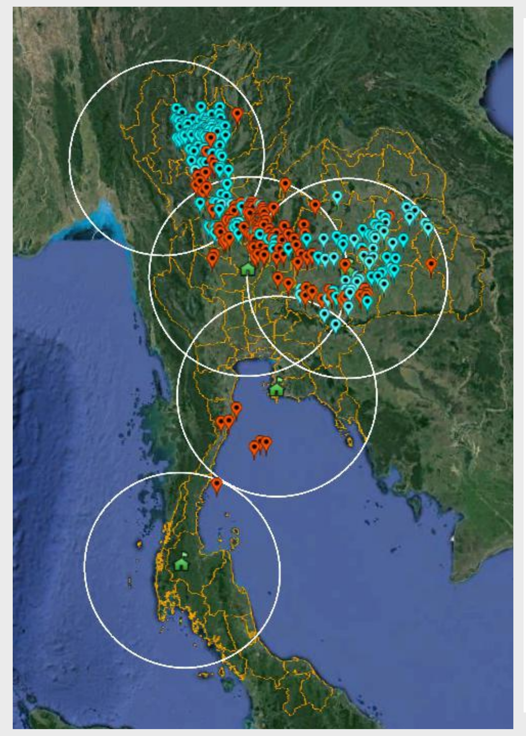


รูปที่ 8 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างกลุ่มฝนที่ได้จากการตรวจวัดแนวแกน Y จากเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์และการสะท้อนของเรดาร์ (ก.) ฤดูแล้ง (ข.) ฤดูฝน

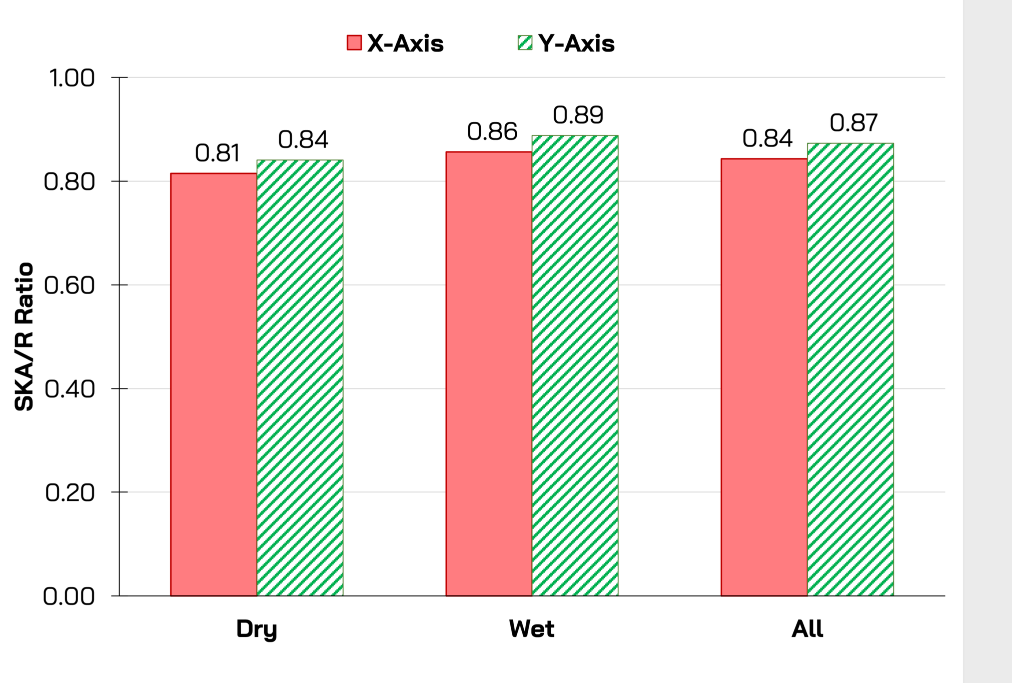
จากรูปที่ 7 แสดงให้เห็นข้อมูลระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของกลุ่มฝนในแนวแกน X ของฤดูแล้งและฤดูฝนที่ได้จากการตรวจวัดจากเรดาร์ซึ่งมีค่ามากกว่าการตรวจวัดด้วยเครื่องมือเมฆฟิสิกส์โดยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของกลุ่มฝนที่ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์กับเรดาร์ (Diff SKA-Radar) เท่ากับ 1.25 km ในฤดูแล้ง และ 1.00 km ในฤดูฝน รูปที่ 8 แสดงให้เห็นเส้นผ่านศูนย์กลางของกลุ่มฝนในแนวแกน Y ของฤดูแล้งและฤดูฝนที่ได้จากการตรวจวัดกลุ่มฝนจากเรดาร์มีค่ามากกว่าการวัดด้วยเครื่องมือเมฆฟิสิกส์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 km ในฤดูแล้ง และ 0.85 km ในฤดูฝน

ตารางที่ 1 ตัวแปรทางสถิติอัตราส่วนและความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางตัวอย่างกลุ่มฝนที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางกลุ่มฝนจากเรดาร์ตรวจอากาศ

Variable	X-Axis			Y-Axis		
	Dry	Wet	All	Dry	Wet	All
No.	77	164	241	77	164	241
Avg.	0.81	0.86	0.84	0.84	0.89	0.87
Med	0.83	0.85	0.84	0.79	0.89	0.86
S.D.	0.17	0.18	0.18	0.23	0.22	0.22
RMSE (km)	2.09	1.65	1.80	2.15	1.49	1.73
C.V. (%)	21.30	20.87	21.13	27.34	24.24	25.34



รูปที่ 9 ตำแหน่งของตัวอย่างกลุ่มฝนที่บินตรวจวัดด้วย SKA ของฤดูแล้ง(สีแดง) และฤดูฝน(สีฟ้า)



รูปที่ 10 ค่าอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่กลุ่มฝน SKA/R จากการตรวจวัดในแนวแกน X และ Y เปรียบเทียบตามฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ตัวแปรทางสถิติของค่าอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่กลุ่มฝนของ SKA/R ของตัวอย่างกลุ่มฝน จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการตรวจวัดแนวแกน Y มีการกระจายของข้อมูลมากกว่าแนวแกน X โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ในแนวแกน X เท่ากับ 0.17 (ฤดูแล้ง) และ 0.18 (ฤดูฝน) และในแนวแกน Y เท่ากับ 0.23 (ฤดูแล้ง) และ 0.22 (ฤดูฝน) ประกอบกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation : C.V.) ของค่าอัตราส่วน SKA/R ที่ได้จากการตรวจวัดแนวแกน Y ที่สูงกว่าแนวแกน X เช่นเดียวกัน เมื่อค่า C.V. มีค่าน้อยกว่า 30 จึงใช้ค่าเฉลี่ย (Average) เป็นตัวแทนค่าอัตราส่วน SKA/R ของกลุ่มตัวอย่าง หากพิจารณาตามฤดูกาลพบว่าฤดูฝนมีค่าอัตราส่วน SKA/R มากกว่าฤดูแล้งทั้งในแนวแกน X และ Y ดังแสดงในรูปที่ 10

สรุปผลการวิจัย

การประเมินพื้นที่ฝนตกด้วยค่าอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่ฝนตกจริงจากเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์กับเรดาร์ตรวจอากาศ โดยทำการตรวจวัดตัวอย่างกลุ่มฝนทั้งหมดรวม 241 ตัวอย่าง ผลการตรวจวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างกลุ่มฝนในแนวแกน X และ Y พบว่าค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างกลุ่มฝนที่วัดได้จากเรดาร์มีค่ามากกว่าค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวัดเมฆฟิสิกส์ในทุกฤดูกาล โดยอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลาง SKA/R แนวแกน X ในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 0.81 และในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.86 มีค่าความแตกต่างคิดเป็น 19% และ 14% ตามลำดับ อัตราส่วนแนวแกน Y ในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 0.84 และในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.89 มีค่าความแตกต่างคิดเป็น 16% และ 11% ตามลำดับ และการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราส่วน SKA/R ในแต่ละฤดู ด้วยวิธี F-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าอัตราส่วนของ SKA/R ทั้งสองฤดูมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการนำค่าอัตราส่วน SKA/R มาประเมินหาพื้นที่ของฝนตกถึงพื้นจริงนั้นไม่จำเป็นต้องแบ่งตามฤดูกาล ซึ่งค่าอัตราส่วนที่ได้นี้สามารถนำไปปรับแก้พื้นที่การตกของฝนในระบบการประเมินผลปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน (Evaluate System) เพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้นได้

[1] Rochette, S. M. (2012). Basic Principles of Weather Radar. Retrieved from https://www.slideserve.com/sheldon/basic-principles-of-weather-radar.