



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการรับรู้ระยะไกลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลก
ด้วยดาวเทียมและการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงเพื่อการเกษตรแม่นยำสูงและ
การแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำและภัยธรรมชาติของประเทศ

Development and Application of Satellite Remote Sensing of Global
Precipitation and High-Resolution Numerical Weather Forecasting
Technologies and Innovations for Precision Agriculture and Solving National
Water Resource and Natural Disaster Management

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชินวัชร สุรัสวดี

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ

การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการรับรู้ระยะไกลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกด้วยดาวเทียมและการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงเพื่อการเกษตรแม่นยำสูงและการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำและภัยธรรมชาติของประเทศ

แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 6,856,100 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 30 กันยายน 2561

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย

ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเผชิญกับภัยธรรมชาติเป็นประจำ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำยังไม่มีประสิทธิภาพ ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าและการพยากรณ์อากาศยังไม่แม่นยำ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้เกิดสภาพอากาศแบบสุดโต่งบ่อยครั้งขึ้น ปัญหาภัยแล้งและพายุจะมีความรุนแรงมากขึ้น ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าและผลการพยากรณ์อากาศที่แม่นยำจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้

โครงการวิจัยนี้พัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ NOAA-18, NOAA-19, METOP-A, METOP-B, Suomi NPP, DMSP F16, F17, และ F18, และ Megha-Tropiques และดาวเทียมค้ำฟ้าคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ HIMAWARI-8 พื้นที่ศึกษาคือแผ่นดินของประเทศไทย อัลกอริทึมใช้วิธีเครือข่ายประสาทเทียม อัลกอริทึมสำหรับดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟฝึกและประเมินความถูกต้องด้วยระบบพายุทั่วโลก 106 ระบบ ครอบคลุมเวลาหนึ่งปี ของแบบจำลองฟิสิกส์อ้างอิงทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) อัลกอริทึมใช้การปรับแก้อุณหภูมิความสว่างให้เป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียมและใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการกรองสัญญาณที่ไม่ต้องการออกไป ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ามีความสอดคล้องกับค่าจริง MM5 เป็นอย่างดี และมีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 1 mm/h อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าดาวเทียมค้ำฟ้าคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟถูกฝึกและตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP-4 ที่ซ้อนทับกันในวันที่ 5, 15, และ 25 ของทุกเดือนในปี 2560 ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ามีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 0.5 mm/h แต่แม่นยำน้อยกว่าค่าของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ การเปรียบเทียบกับค่าที่วัดจากมาตรวัดฝนจำนวน 119 สถานีที่กระจายในประเทศไทยพบว่า ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ามีความถูกต้องแม่นยำดี โดยมีความถูกต้องในการตรวจพบฝนรายวันสูงถึง 76.84% และมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับฝนรายเดือนสูงถึง 0.82

นอกจากนี้ ผลงานวิจัยนี้ยังได้ดำเนินการเพิ่มเติมจากแผนการดำเนินการดังนี้ 1) เผยแพร่ผลการพยากรณ์อากาศและข้อมูลฝนผ่านทางผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และ WMApp” และเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” ซึ่งเป็นผลงานของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ที่ได้จัดทำขึ้นไว้เดิมแล้ว ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนไทยอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น 2) การ

ร่วมมือกับสื่อสารมวลชน เช่น สถานีโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่า จากดาวเทียมและผลการพยากรณ์อากาศให้เกิดประโยชน์กับประชาชนในวงกว้าง และ 3) การร่วมมือกับ หน่วยงานภาครัฐ เพื่อนำองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนา ประเทศ

คำสำคัญ : ข้อมูลฝน หยาดน้ำฟ้า อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของดาวเทียม โปรแกรมประยุกต์ เคลื่อนที่ WMApp www.worldmeteorology.com เพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย”

Research Title:

Development and Application of Satellite Remote Sensing of Global Precipitation and High-Resolution Numerical Weather Forecasting Technologies and Innovations for Precision Agriculture and Solving National Water Resource and Natural Disaster Management

Researcher: Asst. Prof. Dr. Chinnawat Surussavadee

Faculty: Faculty of Engineering

Department: Telecommunication Engineering Department

ABSTRACT

Thailand has often faced with natural disasters. Water resources management is not effective. Precipitation data and weather forecasts are not accurate. Climate change will cause extreme weathers to occur more often. Droughts and storms will be intensified. Hence, accurate precipitation data and weather forecasts are very important for solving these problems.

This research project develops precipitation retrieval algorithms for passive millimeter-wave satellites NOAA-18, NOAA-19, METOP-A, METOP-B, Suomi NPP, DMSP F16, F17, and F18, and Megha-Tropiques, and the geostationary passive infrared satellite HIMAWARI-8. The study area is over land of Thailand. Algorithms employ neural networks. Precipitation retrieval algorithms for passive millimeter-wave satellites are trained and evaluated using 106 global storm systems covering one year of the global physical reference model NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ). Algorithms employ brightness temperature correction to be the values at nadir and the principal component analysis for filtering out unwanted signals. Precipitation retrievals agree well with MM5 and are useful for rates above 1 mm/h. The precipitation retrieval algorithm for the geostationary passive infrared satellite is trained and evaluated using the overlapping precipitation product AMP-4 for days 5, 15, and 25 of all months in 2017. Precipitation retrievals are useful for rates above 0.5 mm/h, but are less accurate than those of passive millimeter-wave satellites. Comparisons with measurements from 119 rain gauges distributed in Thailand show that precipitation retrievals are accurate with daily rain detection accuracy as high as 76.84% and correlation coefficient for monthly rain as high as 0.82.

In addition, this research project adds more works to the original research plan, i.e., 1) providing weather forecasts and precipitation data via the invention “www.worldmeteorology.com and WMAApp” and the Facebook page “KMITL Weather

Forecasts for Thailand”, which have been already developed by Dr. Chinnawat Surussavadee, to benefit Thai people more widely, 2) collaborations with media, e.g., TV and newspapers for providing precipitation data and weather forecasts for widely benefiting the public, and 3) collaborations with government agencies for using knowledge, technologies, and innovations for benefiting the development of the nation.

Keywords : Precipitation data, precipitation, satellite precipitation retrieval algorithms, mobile application WMAApp, www.worldmeteorology.com, Facebook page “KMITL Weather Forecasts for Thailand”

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.
2561 ผู้วิจัยขอขอบคุณสำหรับการสนับสนุนมา ณ ที่นี้

ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 คำสำคัญของการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.2.1 การพัฒนาอัลกอริทึม AMP (AMSU MIT Precipitation Retrieval Algorithm) สำหรับประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกจากข้อมูลที่สังเกตจากดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตร เวฟแบบแพสซีฟ.....	5
2.2.2 การพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของดาวเทียมค้างฟ้า อินฟราเรดแบบแพสซีฟ.....	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 อัลกอริทึมสำหรับ MHS.....	29
3.2 อัลกอริทึมสำหรับ ATMS.....	31
3.3 อัลกอริทึมสำหรับ SSMIS.....	34
3.4 อัลกอริทึมสำหรับ SAPHIR.....	37
3.5 อัลกอริทึมสำหรับ AHI.....	39
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	41
4.1 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS โดยใช้ความ จริงภาคพื้นดิน MM5.....	41
4.2 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ ATMS โดยใช้ความ	

จริงภาคพื้นดิน MM5.....	47
4.3 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SSMIS โดยใช้ความ จริงภาคพื้นดิน MM5.....	50
4.4 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SAPHIR โดยใช้ความ จริงภาคพื้นดิน MM5.....	56
4.5 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ AHI โดยใช้ผลิตภัณฑ์ หยาดน้ำฟ้า AMP-4.....	59
4.6 การเปรียบเทียบค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียมกับค่าที่วัดโดยมาตรวัดฝน.....	61
4.7 การเผยแพร่ผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และโปรแกรม ประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp”.....	67
4.8 การเผยแพร่เพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย”.....	72
4.8 การร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ.....	77
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	83
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย.....	84
เอกสารอ้างอิง.....	85
ภาคผนวก.....	88
ภาคผนวก ก เอกสารหลักฐานอ้างอิงของผลผลิต จากบทที่ 6.....	88
ภาคผนวก ข สรุปการใช้จ่ายเงิน.....	89
ประวัตินักวิจัย.....	91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ MHS.....	29
3.2 คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ ATMS.....	32
3.3 คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SSMIS (ช่องสัญญาณที่ 19-24 ไม่ได้แสดงในตารางนี้)....	35
3.4 คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SSMIS ที่สามารถรับข้อมูลได้แบบเกือบทันทีทันใด และใช้ใน อัลกอริทึม.....	36
3.5 คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SAPHIR.....	38
3.6 คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ AHI.....	40
4.1 RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MHS (mm/h) โดย ที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5.....	41
4.2 RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว ATMS (mm/h) โดย ที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5.....	47
4.3 RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F16 โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5	50
4.4 RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F17 โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5	51
4.5 RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F18 โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5	51
4.6 RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SAPHIR (mm/h) โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5.....	56
4.7 RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว AHI (mm/h) โดยที่ ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5.....	59
4.8 เวลาสังเกตของดาวเทียมแต่ละดวงที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	61
4.9 Confusion Matrix โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล.....	64
4.10 ค่าใน Confusion Matrix ของค่าประมาณฝนรายวันของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล.....	64
4.11 RMSE และ ME ของค่าประมาณฝนรายวันของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล.....	65

4.12 RMSE และ ME ของค่าประมาณฝนรายเดือนของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล.....	67
--	----

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่าโดยอัลกอริทึม AMP (ภาพจาก C. Surussavadee and D. H. Staelin, “Satellite Passive Millimeter-Wave Retrieval of Global Precipitation,” Signal and Image Processing for Remote Sensing, 2 nd Edition, CRC Press Publication, pp. 191 - 220, Feb. 2012.).....	8
2.2 ตำแหน่งของมาตรวัดฝนทั่วโลกจำนวน 509 มาตรวัด ที่ใช้ในการประเมินความถูกต้องของหยาดน้ำฟ้าที่ค่าประมาณโดยใช้ได้อัลกอริทึม AMP.....	8
2.3 Scatterplot ระหว่างปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายปีที่วัดจากมาตรวัดฝนทั่วโลกที่แสดงในรูปที่ 2.2 กับประมาณหยาดน้ำฟ้ารายปีที่ประมาณค่าโดยอัลกอริทึม AMP.....	9
2.4 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP จาก Dr. David Bolvin ของ NASA.....	12
2.5 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP จาก Dr. Bob Kuligowski ของ NOAA.....	13
2.6 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr. Robert Joyce ของ NOAA (จดหมายหน้าที่ 1).....	14
2.7 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr. Robert Joyce ของ NOAA (จดหมายหน้าที่ 2).....	15
2.8 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr. Robert Joyce ของ NOAA (จดหมายหน้าที่ 3).....	16
2.9 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr. Robert Joyce ของ NOAA.....	17
2.10 ผลการวิจัยเรื่องแม่โขงแห่งของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวันฉบับวันที่ 19 เมษายน 2553 หน้า 20.....	18
2.11 ผลการวิจัยเรื่องแม่โขงแห่งของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวันฉบับวันที่ 23 พฤศจิกายน 2553 หน้า 1 และ 13.....	19
2.12 ผลการวิจัยเรื่องแม่โขงแห่งของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวันฉบับวันที่ 23 พฤศจิกายน 2553 หน้า 1 และ 13.....	20
2.13 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤติน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวันฉบับวันที่ 1 พฤศจิกายน 2554 หน้า 6 – 7.....	21
2.14 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤติน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวันฉบับวันที่ 1 พฤศจิกายน 2554 หน้า 6 – 7.....	22

2.15 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤติน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์เนชั่นสุดสัปดาห์ฉบับวันที่ 11 พฤศจิกายน 2554 หน้าที่ 16 – 18.....	23
2.16 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤติน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์เนชั่นสุดสัปดาห์ฉบับวันที่ 11 พฤศจิกายน 2554 หน้าที่ 16 – 18.....	24
2.17 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤติน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์เนชั่นสุดสัปดาห์ฉบับวันที่ 11 พฤศจิกายน 2554 หน้าที่ 16 – 18.....	25
2.18 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤติน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์เนชั่นสุดสัปดาห์ฉบับวันที่ 11 พฤศจิกายน 2554 หน้าที่ 16 – 18.....	26
2.19 การเปรียบเทียบอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวของ AMP สำหรับดาวเทียม NOAA-18 (แถวบน) กับค่าประมาณของ JPP-1 (แถวล่าง).....	28
3.1 (a) อัลกอริทึมปรับแก้อุณหภูมิความสว่างเป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม (b) อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS.....	31
3.2 (a) อัลกอริทึมปรับแก้อุณหภูมิความสว่างเป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม (b) อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ ATMS.....	33
3.3 อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SSMIS บนดาวเทียม (a) F16 (b) F17 และ (c) F18.....	37
3.4 (a) อัลกอริทึมปรับแก้อุณหภูมิความสว่างเป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม (b) อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SAPHIR.....	39
4.1 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MHS (mm/h)	42
4.2 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม NOAA-18 วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 15 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 25 มิถุนายน 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 15 พฤศจิกายน 2560	43
4.3 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม NOAA-19 วันที่ 5 เมษายน 2560, 15 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 5 มิถุนายน 2560, 25 มิถุนายน 2560, 15 สิงหาคม 2560, 25 สิงหาคม 2560, 5 ตุลาคม 2560, และ 5 ธันวาคม 2560	44
4.4 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม METOP-A วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 15 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560	45
4.5 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม METOP-B วันที่ 5 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 15 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 มิถุนายน 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 5 สิงหาคม	

2560, 15 สิงหาคม 2560, และ 15 กันยายน 2560	46
4.6 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว ATMS (mm/h)	48
4.7 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ ATMS บนดาวเทียม Suomi NPP วันที่ 5 มกราคม 2560, 5 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 5 มิถุนายน 2560, 25 มิถุนายน 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 25 พฤศจิกายน 2560	49
4.8 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F17.....	52
4.9 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F16 วันที่ 15 มกราคม 2560, 25 กุมภาพันธ์ 2560, 5 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 5 มิถุนายน 2560, 5 กรกฎาคม 2560, 5 สิงหาคม 2560, 5 กันยายน 2560, และ 15 กันยายน 2560	53
4.10 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F17 วันที่ 15 มีนาคม 2560, 25 มีนาคม 2560, 25 เมษายน 2560, 15 พฤษภาคม 2560, 15 กรกฎาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560	54
4.11 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F18 วันที่ 15 มีนาคม 2560, 25 เมษายน 2560, 5 มิถุนายน 2560, 15 กรกฎาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 25 สิงหาคม 2560, 5 ตุลาคม 2560, 15 ตุลาคม 2560, และ 15 พฤศจิกายน 2560	55
4.12 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SAPHIR (mm/h)	57
4.13 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SAPHIR บนดาวเทียม Megha-Tropiques วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 25 กันยายน 2560, 15 พฤศจิกายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560	58
4.14 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงของ AHI บนดาวเทียม HIMAWARI-8 วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 25 กันยายน 2560, 15 พฤศจิกายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560	60
4.15 119 สถานีวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	62
4.16 Scatterplots เปรียบเทียบฝนรายวันของทุกวันในปี 2560 ของ (a) POP-MW, (b) POP-IR, (c) POP-MW+IR กับ TMD	63

4.17 Scatterplots เปรียบเทียบฝนรายเดือนของทุกเดือนในปี 2560 ของ (a) POP-MW, (b) POP-IR, (c) POP-MW+IR กับ TMD	66
4.18 ตัวอย่างหน้าต่างๆของ WMApp.....	68
4.19 ตัวอย่างหน้าต่างๆของ www.worldmeteorology.com	69
4.20 ตัวอย่างหน้าต่างๆของ www.worldmeteorology.com	70
4.21 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแถลงข่าวเสนอแนวทางการพัฒนา กรุงเทพมหานคร สู่มืองอัจฉริยะ และทางออก ฝนตก-น้ำท่วม-รถติด เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2561 (รูปจากหนังสือพิมพ์มติชน).....	71
4.22 ข่าว WMApp เป็นข่าวนำในไทยรัฐออนไลน์วันที่ 12 มกราคม 2561.....	71
4.23 ข่าวการสัมภาษณ์เกี่ยวกับ WMApp ในรายการเป็นข่าวเช้านี้ทางสถานีโทรทัศน์ช่อง 13 (ช่อง 3 Family) วันที่ 20 กรกฎาคม 2560.....	72
4.24 ตัวอย่างหน้าต่างๆของเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย”	73
4.25 โพสต์บนเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2560 ซึ่งมีจำนวนถูกใจมากกว่า 23,000 ครั้ง มีคนแสดงความคิดเห็นมากกว่า 2,400 ครั้ง และมีการแชร์มากกว่า 18,000 ครั้ง.....	74
4.26 ข่าวไทยรัฐออนไลน์ ที่อ้างอิงผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2560.....	75
4.27 ข่าวไทยรัฐออนไลน์ ที่อ้างอิงผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2560.....	76
4.28 ข่าว news1live.com ที่อ้างอิงผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2560.....	77
4.29 พิธีลงนาม MOU ระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกับกรมฝนหลวง และการบินเกษตร เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2560.....	78
4.30 เมื่อวันที่ 1 มี.ค. 61 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ให้เป็นผู้ได้รับพระราชทานปีกฝนหลวงพิเศษ.....	78
4.31 เมื่อวันที่ 1 มี.ค. 61 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ให้เป็นผู้ได้รับพระราชทานปีกฝนหลวงพิเศษ.....	79
4.32 เมื่อวันที่ 1 มี.ค. 61 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้รับเชิญจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ให้ร่วมจัดนิทรรศการในพิธีเปิดปฏิบัติการฝนหลวงสู่ภัยแล้งประจำปี 2561 ณ สนามบินนครสวรรค์.....	79
4.33 คำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร).....	81
4.34 คำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร).....	82

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเผชิญกับปัญหาภัยธรรมชาติขนาดใหญ่หลายครั้ง เช่น ปัญหาแม่น้ำโขงตอนล่าง มีระดับต่ำสุดเป็นประวัติการณ์ในช่วงฤดูหนาวของปี พ.ศ. 2552 ได้ส่งผลกระทบต่อการค้าเดินชีวิตของประชาชนที่ต้องอาศัยแม่น้ำดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง มหาอุทกภัยในกลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีนในปี พ.ศ. 2554 ได้ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างและก่อให้เกิดความสูญเสียและความเสียหายอย่างมหาศาล และปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2559 ได้ส่งผลกระทบเป็นวงกว้างในเรื่องทรัพยากรน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค การผลิตไฟฟ้า และการเกษตร เป็นต้น การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศยังไม่มีประสิทธิภาพ แม้ว่าบางภูมิภาคมีฝนอุดมสมบูรณ์ เช่น ภาคใต้ แต่พื้นที่ดังกล่าวก็ยังประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจัดบางช่วงเวลาของปี การพยากรณ์อากาศที่ประชาชนคนไทยได้รับยังขาดความน่าเชื่อถือ ผลการพยากรณ์อากาศมีลักษณะกว้าง ๆ เช่น วันพรุ่งนี้ภาคเหนือจะมีฝนตก 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ แต่ไม่ได้ระบุว่าฝนจะตกตรงไหน เวลาใด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้เกิดสภาพอากาศแบบสุดโต่งบ่อยครั้งขึ้น ปัญหาภัยแล้งและพายุจะมีความรุนแรงมากขึ้น ข้อมูลหยาดน้ำฟ้า (ฝน หิมะ และลูกเห็บ เป็นต้น) และผลการพยากรณ์อากาศที่มีความถูกต้องแม่นยำจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น

ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่แม่นยำและครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกมีความสำคัญในการบริหารจัดการน้ำ การบริหารจัดการเขื่อน กสิกรรม อุตสาหกรรม การใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต การตรวจตราการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก การพยากรณ์อากาศ และการบริหารจัดการภัยธรรมชาติ

การได้มาซึ่งข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่แม่นยำและครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกนั้นเป็นเรื่องยาก เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวัดปริมาณของหยาดน้ำฟ้านั้นต่างก็มีข้อดีของตนเอง มาตรวัดฝนมีความแม่นยำน้อยลงถ้าลมพัดพาให้หยาดน้ำฟ้าไม่ตกลงในมาตรวัดฝน นอกจากนี้ ปริมาณของหยาดน้ำฟ้าในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่มาตรวัดฝนวัดหยาดน้ำฟ้าเฉพาะตำแหน่งหนึ่งๆบนพื้นผิวโลก ตำแหน่งที่ติดตั้งมาตรวัดฝนโดยมากแล้วอยู่ห่างกัน ไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก

เรดาร์วัดสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระเจิงกลับหลังจากน้ำและน้ำแข็งที่ลอยอยู่ในบรรยากาศ น้ำและน้ำแข็งเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องตกลงมาบนพื้นโลก บางส่วนอาจจะระเหยหรือระเหิดในบรรยากาศ ตำแหน่งอาจเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอิทธิพลของลม อัลกอริทึมหรือขั้นตอนวิธีสำหรับประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าที่ใช้กับเรดาร์ส่วนใหญ่พัฒนาโดยใช้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่วัดโดยมาตรวัดฝนซึ่งอาจมีความผิดพลาดดังที่กล่าวข้างต้น นอกจากนี้ เรดาร์ยังมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ครอบคลุม

การใช้ดาวเทียมเป็นวิธีเดียวที่สามารถได้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกอย่างต่อเนื่องด้วยเวลาอันรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย เรดาร์บนดาวเทียมที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นมีจำนวนน้อยและมีแถบการกวาดภาพที่แคบ ทำให้ต้องใช้เวลานานในการกลับมาสังเกตซ้ำพื้นที่เดิม อุปกรณ์วัดรังสีในช่วงคลื่นอินฟราเรดไม่สามารถแทรกซึมเมฆได้ ทำให้การประมาณค่าหยาดน้ำฟ้ามีความแม่นยำน้อยกว่าอุปกรณ์วัดรังสีในช่วงคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งสามารถแทรกซึมและทะลุเมฆได้ ทำให้เห็นรายละเอียดต่างๆภายในเมฆและในแต่ละระดับชั้นบรรยากาศ แม้ว่าอุปกรณ์รับรังสีในช่วงคลื่นไมโครเวฟจะมีประสิทธิภาพสูงในการรับรู้หยาดน้ำฟ้า แต่อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าส่วนใหญ่พัฒนาโดยใช้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่ได้จากมาตรวัดฝนหรือเรดาร์ซึ่งอาจมีความผิดพลาดและไม่

ครอบคลุมทั่วโลก นอกจากนี้ การระเหยของหยาดน้ำฟ้าขณะตกลงสู่พื้นโลกทำให้ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าที่ได้จากการรับรู้ระยะไกลจากดาวเทียมมีความผิดพลาด

การพยากรณ์อากาศล่วงหน้าที่สามารถบอกถึงรูปร่าง ลักษณะ ปริมาณ ความหนักเบา และตำแหน่งที่ละเอียดและแม่นยำของหยาดน้ำฟ้าและพายุล่วงหน้า มีประโยชน์อย่างมากต่อการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ กสิกรรม อุตสาหกรรม และการเตือนภัยธรรมชาติล่วงหน้า การเตือนภัยธรรมชาติล่วงหน้าอย่างแม่นยำจะช่วยบรรเทาความเสียหายทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์และสังคมได้เป็นอย่างมาก

การพยากรณ์อากาศในประเทศไทยที่ผ่านมาเป็นลักษณะของการใช้มนุษย์ในการพยากรณ์อากาศ โดยจะวิเคราะห์ด้วยตนเองจากข้อมูลสภาพอากาศ ณ เวลาปัจจุบันและเวลาก่อนหน้า การพยากรณ์อากาศโดยวิธีนี้ให้ผลการพยากรณ์ที่ค่อนข้างคลุมเครือและมีประโยชน์น้อยเนื่องจากไม่สามารถระบุรายละเอียดที่ชัดเจนได้ ยกตัวอย่างเช่น การพยากรณ์อากาศที่บอกได้แต่เพียงว่าภาคเหนือจะมีฝนตกก็เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าลักษณะของพายุที่เกิดขึ้นมีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร เกิดขึ้นที่ไหน เวลาใด อัตราการตกเท่าใด ผลการพยากรณ์อากาศในลักษณะนี้ไม่สามารถใช้ในการบอกได้ว่าจะเกิดน้ำท่วมหรือแผ่นดินถล่มที่ไหน เมื่อใดและมีความรุนแรงเท่าใด

ในปัจจุบัน บางองค์กรในประเทศไทยได้เริ่มมีการใช้งานแบบจำลองพยากรณ์อากาศเชิงเลข (Numerical Weather Forecasting Model) ในการพยากรณ์อากาศ แต่ปัญหาที่สำคัญคือเป็นเพียงการใช้งานแบบจำลองตามที่มีการออกแบบมา ไม่ได้มีการศึกษาวิจัยว่าผลการพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความถูกต้องแม่นยำมากน้อยเพียงไร ผลการพยากรณ์อากาศถูกบ้างผิดบ้าง ขาดความแม่นยำ และขาดความน่าเชื่อถือ

การพยากรณ์อากาศสำหรับประเทศไทยให้มีความถูกต้องแม่นยำนั้นมีความท้าทายเป็นอย่างมาก ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน (Tropics) การพยากรณ์อากาศในเขตร้อนนั้นยากกว่าการพยากรณ์อากาศในบริเวณละติจูดกลาง (Middle Latitudes) ทั้งนี้เนื่องจากเมฆส่วนใหญ่ในเขตร้อนก่อตัวขึ้นจากความไม่เสถียรแบบพาความร้อน (Convective Instability) เมฆเหล่านี้สามารถก่อตัวขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเวลาหนึ่งชั่วโมงและมีขอบเขตในแนวนอนที่เล็ก หยาดน้ำฟ้าแบบพาความร้อน (Convective Precipitation) ตกลงบนพื้นที่หนึ่งในช่วงเวลาค่อนข้างสั้นและมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีความแตกต่างจากหยาดน้ำฟ้าในบริเวณละติจูดกลางซึ่งส่วนใหญ่เป็นหยาดน้ำฟ้าแบบชั้น (Stratiform Precipitation) ที่มีความเสถียรมากกว่า มีขอบเขตในแนวนอนใหญ่กว่า และมีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าหยาดน้ำฟ้าแบบพาความร้อน การพยากรณ์อากาศในบริเวณละติจูดกลางจึงสามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้นานกว่าและมีความแม่นยำกว่าในเขตร้อน

ข้อมูลฝนและผลการพยากรณ์อากาศล่วงหน้าที่มีความถูกต้องแม่นยำ สามารถระบุตำแหน่งและเวลาที่ฝนจะตกได้นั้น จะมีประโยชน์เป็นอย่างมากในการพัฒนาการเกษตรของประเทศ ซึ่งจะทำให้การเกษตรมีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้นเนื่องจากทราบตำแหน่ง เวลา และความหนักเบา ที่ฝนจะตก และอุณหภูมิที่แม่นยำ และจะช่วยลดความเสียหายของพืชผลจากภัยธรรมชาติ เช่น ภัยแล้งและอุทกภัย ได้เป็นอย่างมาก

จากความสำคัญและความท้าทายของได้มาซึ่งข้อมูลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกที่ถูกต้องแม่นยำและผลการพยากรณ์อากาศที่ละเอียดและแม่นยำดังกล่าวข้างต้น ประเทศไทยยังขาดหรือยังไม่ได้มีการนำองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการแก้ไขปัญหา โครงการวิจัยนี้มี

เป้าหมายในการศึกษาวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านการรับรู้ระยะไกล ภายใต้น้ำฟ้าทั่วโลกด้วยดาวเทียมและการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูง

การดำเนินการตามโครงการวิจัยนี้จะพัฒนาต่อยอดจากองค์ความรู้ เทคโนโลยี และ นวัตกรรมของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี หัวหน้าโครงการวิจัย ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยมาเป็นระยะเวลา มากกว่าสิบปี เป็นที่ยอมรับในวงการวิชาการในระดับนานาชาติ และเคยได้รับรางวัลผลงานวิจัยและ ผลงานประดิษฐ์คิดค้นในระดับนานาชาติและระดับชาติหลายรางวัล เช่น รางวัลเหรียญทอง เกียรติยศ (Gold Medal with the congratulations of the jury) และรางวัล Award of Excellent Achievement จากประกวดผลงานประดิษฐ์คิดค้นระดับนานาชาติ 43rd International Exhibition of Inventions of Geneva ณ กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส ในปี พ.ศ. 2558, รางวัลเหรียญทอง (Gold Medal) และรางวัลนวัตกรรมชั้นนำ (Leading Innovation Award) จากประกวดผลงานประดิษฐ์คิดค้นระดับนานาชาติ 8th International Exhibition of Inventions (Kunshan) ณ เมืองคุนชาน สาธารณรัฐประชาชนจีน ในปี พ.ศ. 2557, รางวัลผลงานวิจัย ระดับดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2556 รางวัลวิทยานิพนธ์ (ระดับปริญญา เอก) ระดับดีเยี่ยม ประจำปี พ.ศ. 2550 และรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น ระดับดีมาก ประจำปี พ.ศ. 2559 ในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัย แห่งชาติ, รางวัลนักเทคโนโลยีรุ่นใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2555 จากมูลนิธิส่งเสริมวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีในพระบรมราชูปถัมภ์, และรางวัลอาจารย์ตัวอย่างรุ่นใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2556 จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีระยะเวลาดำเนินการรวม 3 ปี คือปีงบประมาณ พ.ศ. 2561, 2562, และ 2563 วัตถุประสงค์สำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 คือ

- 1) พัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซิฟและดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซิฟสำหรับพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย
- 2) พัฒนาวิธีการรวมผลการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียมหลายดวงเหล่านี้สำหรับพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ดำเนินการพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้า สำหรับดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซิฟและดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซิฟ สำหรับพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย และพัฒนาวิธีการรวมผลการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจาก ดาวเทียมหลายดวงเหล่านี้สำหรับพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย ผลการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้า ตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ โดยเปรียบเทียบกับ ความจริงภาคพื้นดินทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) และข้อมูลฝนที่วัดโดยมาตรวัดฝนที่กระจายในประเทศไทย การวิจัยนี้ ไม่ได้ใช้ข้อมูลฝนจากเรดาร์เนื่องจากประเทศไทยไม่มีข้อมูลฝนจากเรดาร์ที่ถูกต้องแม่นยำ

นอกจากการดำเนินการวิจัยตามแผนการดำเนินการวิจัยของโครงการวิจัยนี้ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 แล้ว ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี หัวหน้าโครงการวิจัย ยังได้ดำเนินการเพิ่มเติมอีก 3 ส่วนหลัก ดังนี้

- 1) เผยแพร่ผลการพยากรณ์อากาศและข้อมูลฝนทางผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และ WMApp” และเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” ซึ่งเป็นผลงานของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ที่ได้จัดทำขึ้นไว้เดิมแล้ว ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนไทยอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น
- 2) ร่วมมือกับสื่อสารมวลชน เช่น สถานีโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่าจากดาวเทียมและผลการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงให้เกิดประโยชน์กับประชาชนไทยในวงกว้าง
- 3) ร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐ เพื่อนำองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีต่อยอดจากผลงานของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี หัวหน้าโครงการวิจัย ที่ได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี การศึกษาวิจัยจะพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟและดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟดวงต่างๆ ที่สังเกตเห็นประเทศไทย จากนั้นจะพัฒนาวิธีการรวมผลการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียมหลายดวงเหล่านี้เพื่อให้การสังเกตข้อมูลฝนสำหรับประเทศไทยนั้นมีความละเอียดเชิงเวลาสูงและมีความถูกต้องแม่นยำสูง ผลการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจะดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ความจริงภาคพื้นดินทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) และมาตรวัดฝน

1.5 คำสำคัญของการวิจัย

ข้อมูลฝน หยาดน้ำฟ้า อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของดาวเทียม โปรแกรมประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp www.worldmeteorology.com เพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย”

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการการศึกษาวิจัยในปีงบประมาณ 2561 มีดังนี้

- 1) วิธีการในการได้มาซึ่งข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่มีความแม่นยำและมีความละเอียดเชิงเวลาสูง (High Temporal Resolution) โดยใช้การสังเกตของดาวเทียมหลายดวง
- 2) ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าสำหรับประเทศไทยที่แม่นยำและมีความละเอียดสูง

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

หยาดน้ำฟ้า (Precipitation) เป็นอนุภาคน้ำในสถานะของเหลวหรือของแข็งทั้งหมดที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศและตกลงบนพื้นผิวโลก ซึ่งรวมถึง ฝนปรอย (Drizzle) ฝน (Rain) หิมะ (Snow) ลูกปรายหิมะ (Graupel) ฝนเยือกแข็ง (Freezing Rain) ฝนลูกเห็บ (Sleet) และลูกเห็บ (Hail)

ไฮโดรมีทีออร์ (Hydrometeor) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการควบแน่น (Condensation) และการสะสม (Deposition) ของไอน้ำในอากาศ ไม่ว่าจะก่อตัวในบรรยากาศอิสระหรือบนพื้นผิวโลก และรวมถึงอนุภาคของน้ำที่มีการพัดโดยลมจากพื้นผิวโลก ไฮโดรมีทีออร์รวมถึง น้ำฝน (Rainwater) หิมะ ลูกปรายหิมะ ลูกเห็บ น้ำเหลวเมฆ (Cloud Liquid Water) และน้ำแข็งเมฆ (Cloud Ice)

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยตามโครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยต่อยอดจากผลงานวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรม ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ที่ได้ดำเนินการมาแล้ว ดังที่จะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้ศึกษาวิจัยด้านการพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลก จากการสังเกตของดาวเทียมมาเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี ผลงานวิจัยเหล่านี้ได้ทำให้เกิดองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ที่มีความก้าวหน้าและทันสมัย อยู่ในแนวหน้าในระดับนานาชาติ ผลงานวิจัยเหล่านี้ทำให้ได้อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของดาวเทียมที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลงานวิจัยหลักของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี จำนวน 2 เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยในโครงการวิจัยนี้มีดังนี้

- 1) การพัฒนาอัลกอริทึม AMP (AMSU MIT Precipitation Retrieval Algorithm) สำหรับประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกจากข้อมูลที่สังเกตจากดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ
- 2) การพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของดาวเทียมค้างฟ้าอินฟราเรดแบบแพสซีฟ

หัวข้อที่ 2.2.1-2.2.2 จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับผลงานวิจัยหลัก 2 เรื่องดังกล่าวตามลำดับ

2.2.1 การพัฒนาอัลกอริทึม AMP (AMSU MIT Precipitation Retrieval Algorithm) สำหรับประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกจากข้อมูลที่สังเกตจากดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ

ผลงานวิจัยหลักเรื่องนี้เป็นผลงานวิจัยที่ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี และ Prof. Dr. David H. Staelin ได้ร่วมกันศึกษา วิจัย และพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกสำหรับดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ อัลกอริทึมดังกล่าวมีชื่อว่า AMSU MIT Precipitation Retrieval Algorithm [1]-[24] โดยมีคำย่อว่า AMP โดยเริ่มดำเนินการศึกษาวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ขณะที่ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ยังศึกษาระดับปริญญาเอกสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ Massachusetts Institute of Technology (MIT) ภายหลังจากที่ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้จบการศึกษาระดับปริญญาเอกในเดือน ธันวาคม 2549 นักวิจัยทั้งสองก็ยังร่วมมือกันพัฒนาอัลกอริทึม AMP นี้ให้มีความถูกต้องแม่นยำและครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกมากขึ้น Prof. Dr. David H. Staelin ถึงแก่กรรมเมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 หลังจากนั้น ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ก็ยังได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

อัลกอริทึม AMP นี้สามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์รับรู้อัลกอริทึมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟต่างๆ เช่น Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU) ที่อยู่บนดาวเทียม National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาและดาวเทียม Meteorological Operational Satellite Programme (MetOp) ของสหภาพยุโรป, อุปกรณ์รับรู้อัลกอริทึมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Advanced Technology Microwave Sounder (ATMS) บนดาวเทียม National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System (NPOESS) ของประเทศ

สหรัฐอเมริกา, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Special Sensor Microwave Imager/Sounder (SSMIS) บนดาวเทียม Air Force Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) F-16 และ F-17 ของประเทศสหรัฐอเมริกา, และอุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟอื่นๆที่วัดในช่วงคลื่นความถี่ใกล้เคียงกับอุปกรณ์รับรู้ที่ได้กล่าวมา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาณและอัตราหยาดน้ำฟ้า (Precipitation Rate) สามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทหลักๆ คือ 1) อุปกรณ์ที่วัดหยาดน้ำฟ้าขณะที่ตกลงมาถึงบนพื้นผิวโลก ได้แก่ มาตรวัดฝนและดิสโตรมิเตอร์ (Disdrometer) และ 2) อุปกรณ์ที่วัดหยาดน้ำฟ้าโดยใช้การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) ในการสังเกตข้อมูลเกี่ยวกับไฮโดรมิทีออร์และพารามิเตอร์ต่างๆของบรรยากาศ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของอุปกรณ์วัดมาทำการประมวลผลเพื่อประมาณค่าหยาดน้ำฟ้า

การรับรู้ระยะไกลเป็นการรับรู้ข่าวสาร (Information) เกี่ยวกับวัตถุโดยไม่มีการสัมผัสทางกายภาพกับวัตถุนั้น อุปกรณ์รับรู้ระยะไกลที่ใช้วัดและสังเกตหยาดน้ำฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่รวมถึง 1) เรดาร์ (RADIo Detection And Ranging; RADAR) เป็นอุปกรณ์รับรู้ระยะไกลคลื่นไมโครเวฟแบบแอ็กทีฟ มีทั้งที่ติดตั้งบนภาคพื้นดินและที่ติดตั้งบนดาวเทียม และ 2) อุปกรณ์รับรู้ระยะไกลแบบแพสซีฟในช่วงคลื่นอินฟราเรด (Infrared) และ 3) อุปกรณ์รับรู้ระยะไกลแบบแพสซีฟในช่วงคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) และช่วงคลื่นมิลลิเมตรเวฟ (Millimeter-Wave) (เซตย่อยของช่วงคลื่นไมโครเวฟ)

การได้มาซึ่งข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่มีความแม่นยำและครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกนั้นเป็นเรื่องยาก ทั้งนี้เพราะอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวัดปริมาณของหยาดน้ำฟ้านั้นต่างก็มีข้อดีของตนเองมาตรวัดฝนและดิสโตรมิเตอร์มีความแม่นยำน้อยลงถ้าลมพัดพาให้หยาดน้ำฟ้าไม่ตกลงที่อุปกรณ์วัด นอกจากนี้หยาดน้ำฟ้ามีความไม่สม่ำเสมอเชิงพื้นที่ นั่นคือปริมาณของหยาดน้ำฟ้าในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่มาตรวัดฝนและดิสโตรมิเตอร์วัดหยาดน้ำฟ้าเฉพาะตำแหน่งหนึ่งๆบนพื้นผิวโลก ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้โดยมากแล้วอยู่ห่างกันและไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก

เรดาร์วัดสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระเจิงกลับหลัง (Backscatter) จากไฮโดรมิทีออร์ที่ลอยอยู่ในบรรยากาศ ไฮโดรมิทีออร์เหล่านี้ไม่จำเป็นต้องตกลงมาบนพื้นโลก บางส่วนอาจจะระเหยหรือระเหิดในบรรยากาศ ตำแหน่งอาจเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอิทธิพลของลม การประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าโดยใช้เรดาร์ยังมีอุปสรรคจากการที่ไม่ทราบการแจกแจง (Distribution) ขนาด ความสูง และรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละประเภทของไฮโดรมิทีออร์ในแต่ละระดับความสูง อัลกอริทึม (Algorithm) สำหรับประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าที่ใช้กับเรดาร์ส่วนใหญ่พัฒนาโดยใช้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่วัดโดยมาตรวัดฝนซึ่งอาจมีความผิดพลาดดังที่กล่าวข้างต้น นอกจากนี้ เรดาร์ยังมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ครอบคลุม

การใช้ดาวเทียมเป็นวิธีเดียวที่สามารถได้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกอย่างต่อเนื่องด้วยเวลาอันรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย เรดาร์บนดาวเทียมที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้มีจำนวนน้อยและมีแถบการกวาดภาพที่แคบ ทำให้ต้องใช้เวลานานในการกลับมาสังเกตซ้ำพื้นที่เดิม อุปกรณ์วัดรังสีในช่วงคลื่นอินฟราเรดไม่สามารถแทรกซึมเมฆได้ ทำให้การประมาณค่าหยาดน้ำฟ้ามีความแม่นยำน้อยกว่าอุปกรณ์วัดรังสีในช่วงคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งสามารถแทรกซึมและทะลุเมฆได้ ทำให้เห็นรายละเอียดต่างๆภายในเมฆและในแต่ละระดับชั้นบรรยากาศ

แม้ว่าอุปกรณ์รับรู้รังสีในช่วงคลื่นไมโครเวฟจะมีประสิทธิภาพสูงในการรับรู้หยาดน้ำฟ้า อุปสรรคที่สำคัญในการพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าโดยใช้การรับรู้ระยะไกลนั้นคือการที่

ไม่มีความจริงภาคพื้นดินทั่วโลก (Global Ground-Truth) ที่เชื่อถือได้ นั่นคือการที่ไม่มีสิ่งใดที่บอกได้อย่างแม่นยำว่าจริงๆแล้วหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงบนพื้นโลกนั้นมีปริมาณเท่าไร อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าส่วนใหญ่จึงพัฒนาโดยใช้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่ได้จากมาตรวัดฝนหรือเรดาร์ซึ่งอาจมีความผิดพลาดและไม่ครอบคลุมทั่วโลก นอกจากนี้ การระเหยของหยาดน้ำฟ้าขณะตกลงสู่พื้นโลกทำให้ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าที่ได้จากการรับรู้ระยะไกลจากดาวเทียมมีความผิดพลาด

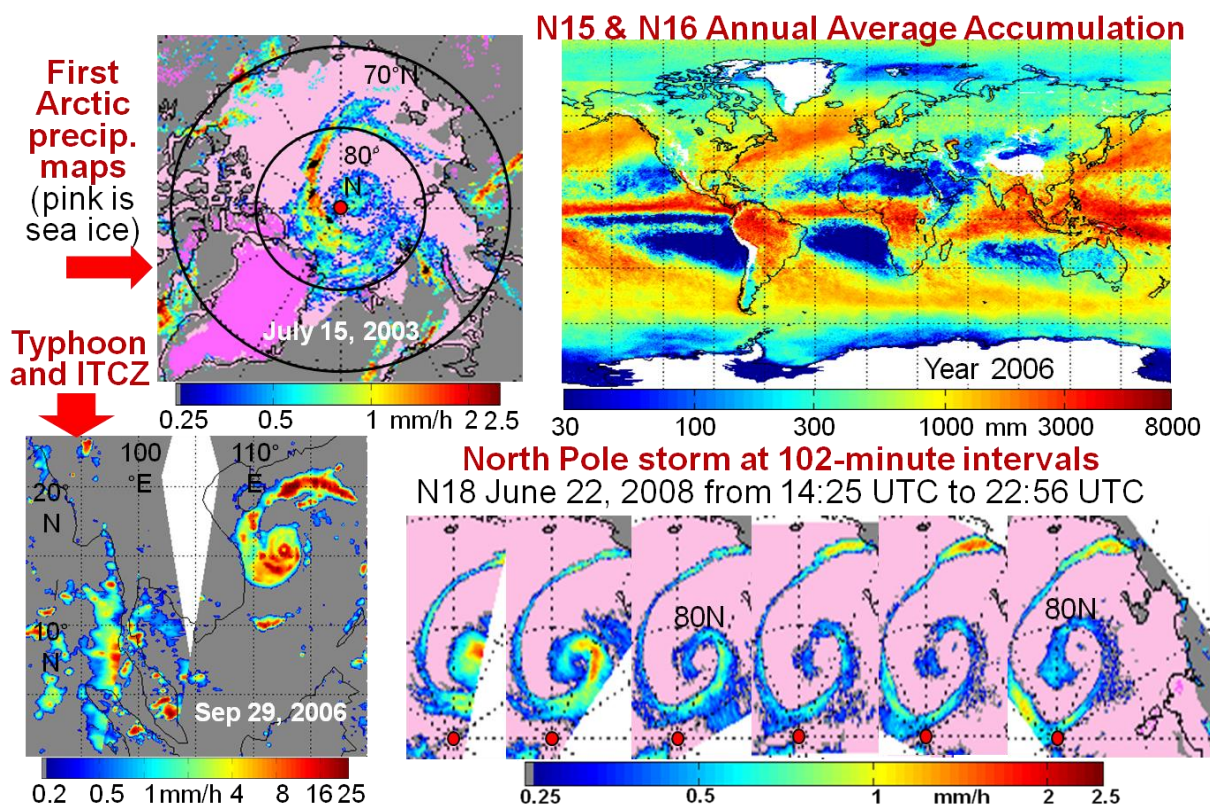
ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี และ Prof. Dr. David H. Staelin ได้เอาชนะอุปสรรคการที่ไม่มีความจริงภาคพื้นดินทั่วโลก (Global Ground-Truth) โดยเริ่มจากการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องสมจริงแบบจำลองทางฟิสิกส์ (Physical Model) NCEPMM5/TBSCAT/F(λ) เพื่อใช้เป็นความจริงภาคพื้นดินทั่วโลก [1]-[2] หลังจากนั้นจึงใช้แบบจำลองดังกล่าวในการฝึกอัลกอริทึม AMP ให้ประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าและตัวแปรอุตุนิยมวิทยาต่างๆ อัลกอริทึม AMP มีหลายขั้นตอน มีความซับซ้อนและรายละเอียดมาก ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะประเด็นที่สำคัญคือ อัลกอริทึม AMP ใช้วิธีเครือข่ายประสาทเทียม (Neural Network) สัญญาณที่จะนำเข้าเครือข่ายประสาทเทียมนั้นจะต้องผ่านการดำเนินการเบื้องต้น (Preprocessing) ต่างๆ เพื่อกำจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการและสัญญาณที่มาจากพื้น

อัลกอริทึม AMP มีหลายเวอร์ชัน ได้มีการพัฒนาอัลกอริทึมให้มีความแม่นยำในการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้ามากขึ้นและทำให้สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกมากขึ้น เวอร์ชันล่าสุดของอัลกอริทึมนี้คือ AMP เวอร์ชันที่ 5 (AMP-5) [9] AMP เวอร์ชันที่ 3 (AMP-3) [6] เป็นอัลกอริทึมแรกของโลกที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องแม่นยำทั่วโลก รวมถึงพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือเป็นทะเลน้ำแข็ง AMP-4 และ AMP-5 ได้รวมวิธีการปรับแก้ผลการระเหยของหยาดน้ำฟ้าใกล้พื้นผิวโลกไว้ด้วย ทำให้ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ามีความถูกต้องแม่นยำสูง [8]-[9] อัลกอริทึม AMP ถือว่าเป็นอัลกอริทึมที่ทันสมัยและดีที่สุดในโลกในปัจจุบัน ตัวแปรที่ AMP สามารถประมาณค่าได้ทั่วโลกนั้นประกอบด้วย อัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (Surface Precipitation Rate) (mm/h), ความเร็วลมสูงสุดในแนวตั้ง (Peak Vertical Wind) (m/s), และปริมาณน้ำ (Water-Path) (mm) ที่มีมวลเท่ากับน้ำฝน (Rain Water), หิมะ (Snow), ลูกปรายหิมะ (Graupel), น้ำเหลวเมฆ (Cloud Liquid Water), น้ำแข็งเมฆ (Cloud Ice), และผลรวมของน้ำฝน หิมะ ลูกปรายหิมะ ที่อยู่ในบรรยากาศ

ผลการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากอัลกอริทึม AMP ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องโดยเปรียบเทียบกับสัญญาณสะท้อนที่สังเกตโดยเรดาร์หิมะแนวตั้ง (Cloud Profiling Radar) CloudSat ที่สังเกตจากดาวเทียม [6] และเปรียบเทียบกับข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่สังเกตจากมาตรวัดฝนทั่วโลก [8]-[9] รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่าโดยอัลกอริทึม AMP ภาพที่อยู่มุมซ้ายบนแสดงอัตราหยาดน้ำฟ้า (mm/h) ที่ขั้วโลกเหนือวันที่ 15 กรกฎาคม 2546 โดยที่สีชมพูอ่อนที่อยู่ในภาพคือทะเลน้ำแข็ง ดังที่กล่าวแล้วข้างต้นว่านี่เป็นครั้งแรกของโลกสามารถได้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่ขั้วโลกเหนือในลักษณะนี้ ภาพที่อยู่มุมบนขวาแสดงปริมาณของหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกรายปี (มิลลิเมตร) ของปี 2549 ภาพที่อยู่มุมล่างซ้ายแสดงตัวอย่างอัตราการตกของหยาดน้ำฟ้าของพายุหมุนที่กำลังเข้าฝั่งของประเทศเวียดนามวันที่ 29 กันยายน 2549 และภาพที่อยู่มุมล่างขวาแสดงอัตราการตกของหยาดน้ำฟ้าที่ขั้วโลกเหนือทุกๆ 102 นาทีของวันที่ 22 มิถุนายน 2551

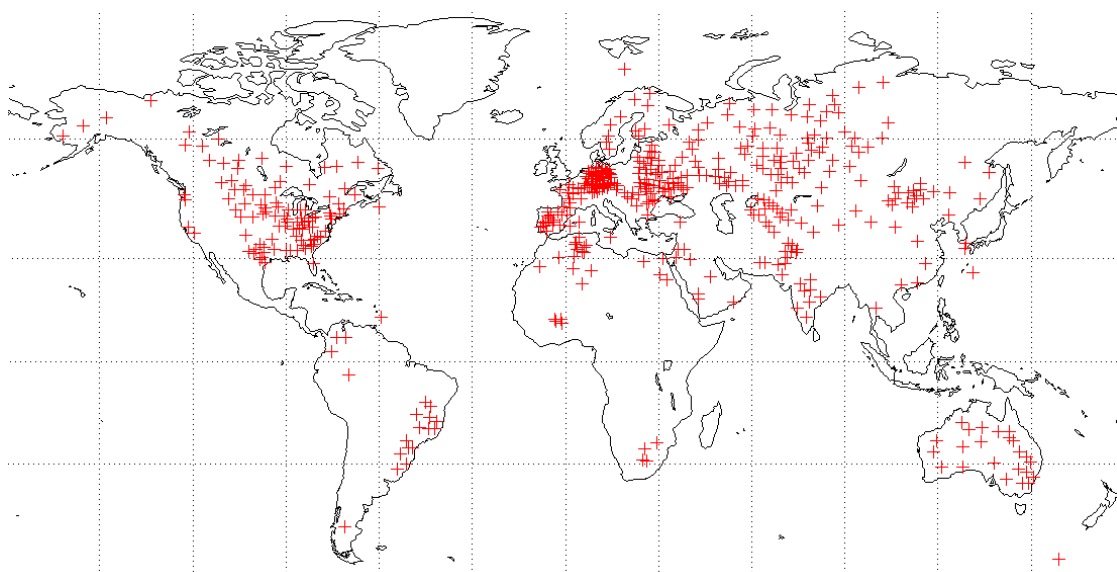
กากบาทสีแดงในรูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของมาตรวัดฝนทั่วโลกจำนวน 509 มาตรวัด ที่ใช้ในการประเมินความถูกต้องของหยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่าโดยใช้อัลกอริทึม AMP-5 รูปที่ 2.3 แสดง

Scatterplot ระหว่างปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายปีที่วัดจากมาตรวัดฝนทั่วโลก (แกนนอน) ที่แสดงในรูปที่ 2.2 กับปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายปีที่ประมาณค่าโดย AMP-5 (แกนตั้ง) ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึม AMP-5 มีความแม่นยำสูงมาก

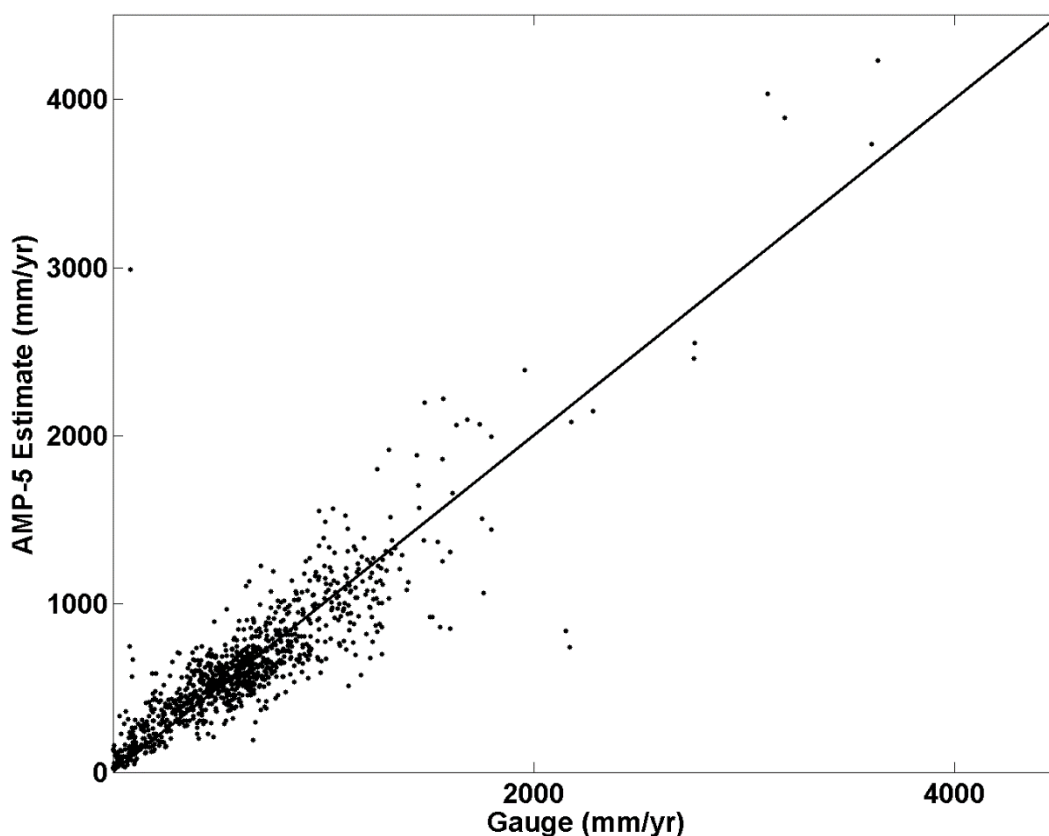


รูปที่ 2.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่าโดยอัลกอริทึม AMP (ภาพจาก C.

Surussavadee and D. H. Staelin, "Satellite Passive Millimeter-Wave Retrieval of Global Precipitation," Signal and Image Processing for Remote Sensing, 2nd Edition, CRC Press Publication, pp. 191 - 220, Feb. 2012.)



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งของมาตรวัดฝนทั่วโลกจำนวน 509 มาตรวัด ที่ใช้ในการประเมินความถูกต้องของหยาดน้ำฟ้าที่ค่าประมาณโดยใช้ได้้อัลกอริทึม AMP



รูปที่ 2.3 Scatterplot ระหว่างปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายปีที่วัดจากมาตรวัดฝนทั่วโลกที่แสดงในรูปที่ 2.2 กับปริมาณหยาดน้ำฟ้ารายปีที่ประมาณค่าโดยอัลกอริทึม AMP

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี และ Prof. Dr. David H. Staelin ได้ผลิตและแจกจ่ายผลิตภัณฑ์ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าและตัวแปรต่างๆที่ประมาณค่าได้จากอัลกอริทึม AMP ให้แก่สาธารณะโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย โดยมีจุดมุ่งหมายให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม ผลิตภัณฑ์ AMP มีทั้งข้อมูลในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 จนถึงปัจจุบัน และข้อมูลเกือบทันทีทันใด (Near Real-Time) โดยมีการสร้างระบบอัตโนมัติเพื่อดึงข้อมูลสัญญาณดาวเทียมมาจาก NOAA ในทันทีทันใดที่มีข้อมูลใหม่ที่ส่งลงมาจากดาวเทียม จากนั้นระบบนี้จะใช้อัลกอริทึม AMP ในการสร้างผลิตภัณฑ์ AMP ขึ้น โดยรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลอยู่บนเว็บไซต์ของคณะทำงานด้านหยาดน้ำฟ้านานาชาติ (International Precipitation Working Group (IPWG)) (<http://www.isac.cnr.it/~ipwg/data/datasets3.html>) ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่รวมข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่สำคัญๆจากทั่วโลก และในเว็บไซต์ของ MIT (<http://web.mit.edu/surusc/www/AMP/>) เท่าที่ผ่านมา มีผู้ขอใช้งานผลิตภัณฑ์ AMP จากทั่วโลก รวมถึงนักวิจัยขององค์กร NASA และ NOAA ของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.4 ซึ่งเป็นจดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP จาก Dr. David Bolvin ของ NASA, รูปที่ 2.5 เป็นจดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP จาก Dr. Bob Kuligowski ของ NOAA, และรูปที่ 2.6 – 2.9 เป็นจดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP จาก Dr. Robert Joyce ของ NOAA

ความสามารถที่เป็นเอกลักษณ์ของอัลกอริทึม AMP ในการที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้อย่างถูกต้องแม่นยำบนพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็งนั้น ได้มีการยืนยันโดยงานวิจัยที่ตีพิมพ์ทั้งในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ และใน Conference Proceedings ของการประชุม

วิชาการระดับนานาชาติหลายผลงาน นอกจากนี้ Dr. Robert Joyce ของ NOAA ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP และผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่าโดยอัลกอริทึมอื่นๆ และได้แจ้งผลยืนยันวันที่ 18 พฤศจิกายน 2554 และวันที่ 10 มกราคม 2555 ว่า อัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวของโลกที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้อย่างถูกต้องแม่นยำบนพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือเป็นทะเลน้ำแข็ง

นอกจากการให้บริการผลิตภัณฑ์ AMP แก่ประชาชนทั่วไปและองค์กรต่างๆไปใช้ประโยชน์ดังที่กล่าวข้างต้น ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้นำผลิตภัณฑ์ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้า AMP ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนในวงกว้างทั้งในเชิงเศรษฐศาสตร์และสังคม ยกตัวอย่างเช่น

- 1) ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้ใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ AMP ในการศึกษาวิจัยถึงสาเหตุที่แท้จริงของการที่แม่น้ำโขงตอนล่างมีระดับน้ำต่ำที่สุดในรอบมากกว่า 50 ปี ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงฤดูหนาวของปี พ.ศ. 2553 เหตุการณ์ดังกล่าวได้ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์และสังคมต่อประชาชนเป็นจำนวนมากในกลุ่มน้ำโขงตอนล่าง รวมถึงประเทศไทย จนถึงกับต้องมีการประชุมสุดยอดผู้นำลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่างวันที่ 2 – 5 เมษายน 2553 ผลจากการศึกษาวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่าเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่จำนวนหลายเขื่อนที่กั้นแม่น้ำโขงตอนบนในประเทศจีนมีความเป็นไปได้ที่สุดที่เป็นสาเหตุของระดับน้ำต่ำสุดของแม่น้ำโขง ผลการวิจัยดังกล่าวได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวันฉบับวันที่ 19 เมษายน 2553 หน้าที่ 20 ดังแสดงในรูปที่ 2.10 และหลังจากนั้นได้ลงตีพิมพ์ในหน้าที่ 1 และ 13 ของหนังสือพิมพ์มติชนอีกครั้งหนึ่งในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2553 ดังแสดงในรูปที่ 2.11 – 2.12 จากข้อมูลดังกล่าว หากรัฐบาลนำไปใช้ประโยชน์ในการหารือประเทศที่เกี่ยวข้องในเรื่องการใช้ประโยชน์แม่น้ำโขงให้เกิดประโยชน์ร่วมกันแล้ว จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้
- 2) ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้ใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ AMP และผลิตภัณฑ์ของ NASA ในการศึกษาวิจัยถึงสาเหตุวิกฤตน้ำท่วมบริเวณกลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา – ท่าจีน ซึ่งเกิดขึ้นประมาณเดือนตุลาคม – ธันวาคม ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวรุนแรงที่สุดในรอบมากกว่า 100 ปีและได้ก่อให้เกิดความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นอย่างมาก และไม่สามารถประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ ผลจากการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา – ท่าจีนในปี 2554 นั้นมากกว่าค่าเฉลี่ยของปี 2549 – 2553 ทุกเดือน โดยมีค่ามากกว่าค่าปกติประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ นอกจากปริมาณฝนที่มากขึ้นดังกล่าว การบริหารจัดการเขื่อนขนาดใหญ่ในกลุ่มลุ่มน้ำดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ โดยไม่ได้มีการระบายน้ำออกให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำขาเข้าที่มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น แต่กลับมาเร่งระบายน้ำออกเมื่อน้ำจะเต็มเขื่อนแล้ว ซึ่งทำให้เกิดปัญหาน้ำล้นเขื่อน น้ำส่วนที่มีการเร่งระบายในช่วงดังกล่าวมีค่ามากถึงประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่ไหลลงมาสู่ที่ราบลุ่มภาคกลางที่ทำให้เกิดวิกฤตน้ำท่วม ปัญหาลักษณะนี้จะไม่เกิดขึ้นหากได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลฝนจากดาวเทียม ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพรวมทั้งหมดทั้งกลุ่มลุ่มน้ำ และจะสามารถบริหารจัดการเขื่อนได้อย่างเหมาะสม การใช้ข้อมูลฝนจากมาตรวัดฝนซึ่งวัดเพียงไม่กี่จุดนั้น ไม่สามารถบอกภาพรวมของปริมาณฝนทั้งหมดได้เนื่องจากการตกของฝนนั้นไม่ต่อเนื่องในเชิงพื้นที่ นั่นคือ ฝนในบริเวณใกล้เคียงกันตกหนักเบาไม่เท่ากัน หรือที่หนึ่งฝนตกแต่อีกที่

หนึ่งฝนไม่ตกก็ได้ ผลงานวิจัยดังกล่าวได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือพิมพ์มติชน รายวันฉบับวันที่ 1 พฤศจิกายน 2554 หน้า 6 – 7 ดังแสดงในรูปที่ 2.13 – 2.14 และ ได้มีการเชิญ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี สัมภาษณ์พิเศษลงหนังสือพิมพ์เนชั่นสุดสัปดาห์ฉบับ วันที่ 11 พฤศจิกายน 2554 หน้า 16 – 18 ดังแสดงในรูปที่ 2.15 – 2.18

การนำเสนอผลงานวิจัยทางสื่อมวลชนดังกล่าวข้างต้น ก็ด้วยประสงค์ที่จะให้ผู้ที่ รับผิดชอบในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น นำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาวิกฤติน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นอีกในอนาคต

- 3) ผลงานวิจัยเกี่ยวกับอัลกอริทึม AMP ในการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าบริเวณพื้นที่ที่มี หิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็งนั้น ถือได้ว่าเป็นครั้งแรกที่มนุษย์สามารถได้ข้อมูลหยาด น้ำฟ้าที่ครอบคลุมในบริเวณพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือเป็นทะเลน้ำแข็ง โดยเฉพาะ อย่างยิ่งบริเวณขั้วโลกเหนือ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความอ่อนไหวที่สุดต่อภาวะโลกร้อน (Global Warming) แต่เดิมข้อมูลเกี่ยวกับหยาดน้ำฟ้าที่บริเวณดังกล่าวมีน้อยมาก เพราะมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าหยาดน้ำฟ้าประเภทอื่นๆเช่น มาตรวัดฝน น้อยมาก ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าจากอัลกอริทึม AMP ในบริเวณขั้วโลกเหนือ สามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในการศึกษาผลกระทบและความรุนแรงของภาวะโลกร้อนได้



Pop Surussavadee <surusc@gmail.com>

[Fwd: Latest AMSU Data]

David Staelin <staelin@mit.edu>

Fri, Nov 6, 2009 at 12:24 AM

To: "Chinnawat Surussavadee (Pop)" <pop@alum.mit.edu>

Pop,

Can you respond to this request? This group is a key user of data--they produce the GPCP product and would like to incorporate our retrievals too. They will use the 2008 data to evaluate our retrievals before they use them, however. Let's discuss any difficulties before we get back to them. If there are no difficulties, then please feel free to respond directly. We want to keep them happy. I think we should supply them with either R4 or R4a.

Dave

Hi Dave:

It was really good to meet you face-to-face in Salt Lake City. It's always nice to personally meet someone with whom you've had a lot good interaction.

I think we are ready for your latest and greatest data. Could we data for two (2) AMSUs (you pick) for the calendar year 2008? As for format we would prefer one of the following, in this order hierarchy - binary, ASCII, HDF4, or NetCDF. We currently have difficulty with HDF5. Thanks for all your help.

- Dave

--

 David Bolvin david.t.bolvin@nasa.gov
 SSAI
 Code 613.1 Mesoscale Atmospheric Processes Branch
 Room C418 / Building 33 / NASA GSFC
 (301) 614-6323



Pop Surussavadee <surusc@gmail.com>

[Fwd: Latest AMSU Data]

David Bolvin <david.t.bolvin@nasa.gov>

Fri, Jan 8, 2010 at 9:39 PM

To: "Chinnawat Surussavadee (Pop)" <pop@alum.mit.edu>

Cc: "shall@mit.edu" <shall@mit.edu>, "Huffman, George" <george.j.huffman@nasa.gov>, "Eric J. Nelkin" <eric.j.nelkin@nasa.gov>, David Staelin <staelin@mit.edu>

Pop:

I have downloaded all the data - thank you very much. My next step is to unpack everything and take inventory. If there are any problems or anomalies I'll let you know.

- Dave

[Quoted text hidden]

รูปที่ 2.4 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP จาก Dr. David Bolvin ของ NASA



Pop Surussavadee <surusc@gmail.com>

Approach to PREPOP regarding AMSU precipitation retrievals

Bob Kuligowski <Bob.Kuligowski@noaa.gov>

Fri, Jan 15, 2010 at 3:12 AM

To: David Staelin <staelin@mit.edu>

Cc: Ralph Ferraro <Ralph.R.Ferraro@noaa.gov>, Limin Zhao <Limin.Zhao@noaa.gov>, John Janowiak <jjanowia@umd.edu>, Daniel Vila <dvila@essic.umd.edu>, "Chinnawat Surussavadee (Pop)" <pop@alum.mit.edu>

Dave,

A quick update on where things stand: John and Daniel plan to compare your retrievals to NESDIS' operational MSPPS and MIRS products over the next few months. Once Limin and I have had the opportunity to digest those results, we will determine whether the AMSU retrievals are at a level of maturity and skill relative to NESDIS' current operational products to warrant consideration for operational implementation. We will then get in contact with you and determine how to proceed from there.

We'll keep you apprised as things develop; please let us know if you have any questions in the meantime.

Regards,
Bob (for Limin also)

--

Bob Kuligowski, Ph.D.
Meteorologist
NOAA/NESDIS/Center for Satellite Applications and Research (STAR)

Mailing Address:
E/RA2 RM 712 WWBG
5200 Auth Rd.
Camp Springs, MD 20746-4304

Phone: (301) 763-8251x192
Fax: (301) 763-8580

http://www.star.nesdis.noaa.gov/star/Kuligowski_B.php
<http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/ff/index.php>

"If you torture the data long enough, it will confess."--Ronald Coase

รูปที่ 2.5 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP จาก Dr. Bob Kuligowski ของ NOAA



Chinnawat Surussavadee <surusc@gmail.com>

MIT MHS/AMSU algorithm

Robert Joyce <Robert.Joyce@noaa.gov>

Mon, Nov 28, 2011 at 10:12 PM

To: "Chinnawat Surussavadee (Pop)" <surusc@gmail.com>

Hi Pop;

Just coming back from long holiday vacation, **thanks I got all the files.** Will look at them later this week, I give a seminar at University of Miami Wednesday. I hope to have some feedback to you soon.

Nothing posted yet about the next round of PMM proposals, I just found out at the annual PMM meeting (7-10 November). I forgot that you are out of the country, I'm not sure if they fund proposals from non-US organizations, it's possible the PI would need to be in the U.S.

Bob

On 11/22/2011 3:48 AM, Chinnawat Surussavadee (Pop) wrote:

Hello Bob,

I just came back from a trip.

Thanks for the information about the PMM fund. Where could I find the announcement? Do they accept proposals from non-US organizations?

As for the AMP data, N18 orbital retrievals have been producing in near real-time, but not the grid format. I could quickly do that. The binary 0.25-degree gridded data for N18 are now ready at <http://web.mit.edu/surusc/www/Bob> Below are details.

```
noaa18_grid => 720x1440; real*8 (floating point, 64 bits); IEEE little-endian byte ordering.
The first 10 lat/lon for the 1st row are
lat(1,1:10) = 89.8750 89.8750 89.8750 89.8750 89.8750 89.8750 89.8750 89.8750
89.8750 89.8750 89.8750
lon(1,1:10) = 0.1250 0.3750 0.6250 0.8750 1.1250 1.3750 1.6250 1.8750
2.1250 2.3750
```

```
noaa18_grid_fig => images for gridded data
noaa18_fig => images for orbital data
```

Please let me know if you have any questions.

Pop

On Fri, Nov 18, 2011 at 9:36 PM, Robert Joyce <Robert.Joyce@noaa.gov> wrote:

Hi Pop;

Very sad to hear about Dave, I did not know that he was in poor health, he will be missed. Actually the MIT MHS/AMSU precipitation algorithm was mentioned at least a few times in the PMM talks. **As the GPM launch date gets closer there is a strong demand for satellite precipitation estimates in polar regions and it appears the MIT algorithm is the only one that looks reasonable at this point.** I would encourage your group to submit a proposal for the next PMM funding round. The release date of the next PMM funding announcement is Feb 2012, and the NOI is due June 2012.

รูปที่ 2.6 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr.

Robert Joyce ของ NOAA (จดหมายหน้าที่ 1)

The test beds that we are focusing on is July-August 2009 for the warm season, and January-February 2010. Daily 0.25 degree gridded binary files would be fine at this point (1440x720?). If possible we could look at just NOAA-18 first. Probably the highest priority of satellites would be the NOAA-19 and METOP-A since they are still operational. Looks like NOAA-15,16, 17 are either gone or on the way out. Would you envision these MHS precipitation products could become operational orbit files and run in real time? Thanks for your help.

Bob

On 11/17/2011 8:12 PM, Chinnawat Surussavadee (Pop) wrote:

Hello Bob,

How are you? Thanks for your very interesting poster.

Very sad news. Dave passed away on Nov 11.

Yes, I can prepare more N18 estimates for you. What grid resolution would you prefer?

I have not yet adapted the algorithm to work with other AMSU/MHS satellites, but will do. It should take about a month to adapt that to N19 and MetOp-A. I'll let you know when they are ready.

Other options would be the estimates for N15's and N16's AMSU-A/B for more previous years.

Pop

On Tue, Nov 15, 2011 at 2:17 AM, Robert Joyce <Robert.Joyce@noaa.gov> wrote:

Hi Dave/Pop; (PMM poster attached)

Part of my poster for the PMM Science team meeting last week was a comparison between the MIT and NESDIS MHS algorithm NOAA-18 precipitation (Figure 1) for the first two days of August 2009. Note I referenced your work in the poster with your recent publications. There was quite a positive reaction to the MIT algorithm, especially since GPM will orbit 65-N/S and the combined satellite precipitation algorithms are expected to estimate rainfall from pole-to-pole.

I was wondering if I could get a little more of your precipitation estimates, even gridded format is fine for now. So far I have just looked at the NOAA-18 orbit files for August 2009. Is it possible to get gridded global precipitation files for July-August 2009 (our summer testbed) and January-February 2010 (winter testbed) for NOAA-18 and any other MHS/AMSU orbiter. Again we will reference your work.

รูปที่ 2.7 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr.

Robert Joyce ของ NOAA (จดหมายหน้าที่ 2)

Bob

--

Asst. Prof. Chinnawat Surussavadee, Ph.D. (MIT)
 Head, Andaman Environment and Natural Disaster Research
 Center (ANED)
 Faculty of Technology and Environment
 Prince of Songkla University, Phuket Campus
 Kathu, Phuket 83120 THAILAND
 Mobile: 66-84-840-0090
 Fax: 66-76-276-102
 Email: pop@alum.mit.edu
 Personal website: <http://www.chinnawat.com>
 ANED's website: <http://www.aned.psu.ac.th/>
 AMP data: <http://web.mit.edu/surusc/www/AMP/>

--

Asst. Prof. Chinnawat Surussavadee, Ph.D. (MIT)
 Head, Andaman Environment and Natural Disaster Research Center (ANED)
 Faculty of Technology and Environment
 Prince of Songkla University, Phuket Campus
 Kathu, Phuket 83120 THAILAND
 Mobile: 66-84-840-0090
 Fax: 66-76-276-102
 Email: pop@alum.mit.edu
 Personal website: <http://www.chinnawat.com>
 ANED's website: <http://www.aned.psu.ac.th/>
 AMP data: <http://web.mit.edu/surusc/www/AMP/>

รูปที่ 2.8 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่
 สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr.
 Robert Joyce ของ NOAA (จดหมายหน้าที่ 3)



Chinnawat Surussavadee <surusc@gmail.com>

a few results of NESDIS -vs- MIT algorithm comparisons

Robert Joyce <robert.joyce@noaa.gov>

Tue, Jan 10, 2012 at 4:40 AM

To: "Chinnawat Surussavadee (Pop)" <surusc@gmail.com>


Hi Pop (PPT attached), Happy New Year;

The more we look at the two algorithms, the bigger the differences appear to be poleward of 60N/S. Interesting that the algorithms are not terribly different between 60S and 60N (and note they correlate pretty well), however the NESDIS algorithm shows some really strange behavior poleward of 60N/S (the MIT algorithm does not seem to have these problems) in particular:

1. High anomalous NESDIS precipitation over 60-90N land and ocean during winter
2. High anomalous NESDIS precipitation over 60-90N ocean during summer
3. High anomalous NESDIS precipitation over 60-90S land and ocean during summer
4. High anomalous NESDIS precipitation over 30-60S land during winter

So far you have given us daily MIT NOAA-18 0.25 degree precipitation files for July-August 2009, and January-February 2010. You also have given us MIT NOAA-18 orbit files for August 2009, thanks we really appreciate what you have given us so far and we hope that the comparison results are interesting to you. From the Finnish Meteorological Institute (FMI) we have just received both hourly gauge reports and 5 minute 2 km combined radar precipitation for July-August 2009 and January-February 2010. To be able to compare against these data sets, would it be possible for us to get the MIT algorithm NOAA-18 orbit files for July 2009 and also January-February 2010? Thanks.

Bob

 mit-vs-nesdis.pptm
141K

รูปที่ 2.9 จดหมายร้องขอผลิตภัณฑ์ AMP และยืนยันว่าอัลกอริทึม AMP เป็นเพียงอัลกอริทึมเดียวที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ถูกต้องสำหรับพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมหรือทะเลน้ำแข็ง จาก Dr.

Robert Joyce ของ NOAA

ประชาชื่น

วันจันทร์ที่ 19 เมษายน พุทธศักราช 2553 ขึ้น 6 ค่ำ เดือน 4 ปีชง * หน้า 20



วิเคราะห์ 'ข้อมูลดาวเทียม'

พิสูจน์เหตุ 'โฆง' แห่ง

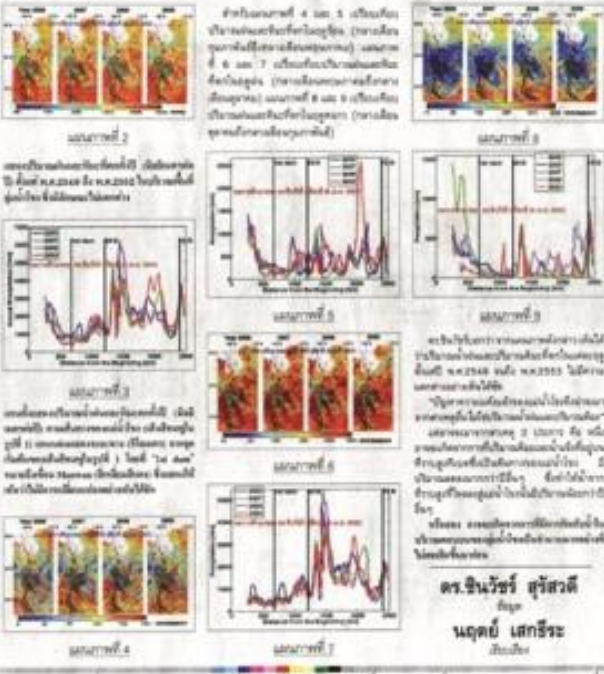
ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อมมอ.ภูเก็ต

๖๖ ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมของศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้ศึกษาข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ต

นายวิชาญ คุ้มภัย หัวหน้าศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กล่าวว่า ข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) ที่ได้จากดาวเทียม (Satellite) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ตได้ โดยข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ตได้ โดยข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ตได้

นายวิชาญ คุ้มภัย หัวหน้าศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กล่าวว่า ข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) ที่ได้จากดาวเทียม (Satellite) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ตได้ โดยข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ตได้

นายวิชาญ คุ้มภัย หัวหน้าศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กล่าวว่า ข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) ที่ได้จากดาวเทียม (Satellite) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ตได้ โดยข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์สาเหตุของน้ำท่วมในจังหวัดภูเก็ตได้



ดร.ชินวัตร สุรัสวดี
ผู้เรียบเรียง
นฤตม์ เสกธีระ
ผู้เรียบเรียง

รูปที่ 2.10 ผลการวิจัยเรื่องแม่โขงแห่งของ ผศ.ดร.ชินวัตร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวัน ฉบับวันที่ 19 เมษายน 2553 หน้า 20

หนังสือพิมพ์คุณภาพ เพื่อคุณภาพของประเทศ
<http://www.matichon.co.th>

มติชน

วันอังคารที่ 23 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2553 ปีที่ 33 ฉบับที่ 11945 ราคา 10 บาท

รู้แล้วปม'โขง'แห่ง ผลวิจัยเอเอ็นอีดีซี เชื้อเงินกันทางน้ำ

ไขข้อข้องใจเหตุ'โขงแห่ง' ผลวิจัย
 ศูนย์สิ่งแวดล้อมอันดามันตั้ง 3
 สมมติฐานพิสูจน์ พบปม'เงินสร้าง
 เชื้อเงินกันทางไหลน้ำ'เป็นไปได้
 สูงสุด 'เอกอัครราชทูตแผ่นดิน
 ใหญ่' บัดผ่าน หน.สำนักงานขนส่ง
 ทางน้ำเชียงราย ไบ่ยันเหตุเกิด
 จากภัยแล้งเมืองสิบสองปันนา
 พื้นที่ต้นน้ำ **อ่านหน้า 13**

รูปที่ 2.11 ผลการวิจัยเรื่องแม่โขงแห่งของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวัน
 ฉบับวันที่ 23 พฤศจิกายน 2553 หน้าที่ 1 และ 13

โขงแห่ง

เมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน ผู้สื่อข่าวรายงานว่า ดร.ชินวัตร สุรัสวดี จากศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อมและภัยธรรมชาติอันดามัน (เอเอ็นอีที) คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อพิสูจน์สาเหตุที่แท้จริงของความแห้งขาดของแม่น้ำโขงตั้งแต่ต้นปี 2553 จนถึงปลายปี โดยผลการวิจัยสรุปว่า เมื่อต้นเดือนเมษายนที่ผ่านมา ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพในการประชุมสุดยอดผู้นำลุ่มน้ำโขงตอนล่าง เนื่องจากปัญหาปริมาณน้ำในแม่น้ำโขงลดลงต่ำสุดในรอบ 50 ปี ปัญหาความแห้งขาดของแม่น้ำโขงได้เริ่มมีความรุนแรงขึ้นอีกครั้งในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายนนี้ ข้อสันนิษฐานที่มีคนกล่าวถึงว่าเป็นสาเหตุของความแห้งขาดของแม่น้ำโขงนั้น ประกอบด้วย 1.ปริมาณฝนและหิมะที่ตกลงน้อยลง ทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำโขงลดลง 2.หิมะและธารน้ำแข็งบนเทือกเขาที่เบต ทะเลสาบและไหลลงสู่แม่น้ำโขง มีปริมาณลดน้อยลง 3.การสร้างเขื่อนกั้นกักน้ำในบริเวณ "โขงตอนบน" ของประเทศจีนทำให้แม่น้ำโขงแห้ง

ดร.ชินวัตรกล่าวในรายงานการวิจัยว่า ปัญหาความแห้งขาดของแม่น้ำโขงและข้อสันนิษฐานเหล่านี้เป็นประเด็นที่น่าสนใจและมีความจำเป็นอย่างไรที่จะต้องศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้คำตอบ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์ว่าอะไรคือสาเหตุที่แท้จริง ทั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานทราบว่าแม่น้ำโขงมีต้นกำเนิดมาจากการละลายของหิมะและธารน้ำแข็งบนเทือกเขาที่เบต ซึ่งเทือกเขาที่เบตนี้เองเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำขนาดใหญ่ของโลกที่สำคัญอื่นๆ ซึ่งรวมถึง Indus หรือ Gar, Bramaputra หรือ Yarlung Tsangpo, Salween หรือ Nu, Yangtze โดย Jinsha, และ Yellow หรือ Huang โดยแม่น้ำโขงมีทิศทางการไหลจากเหนือลงใต้

จากผลการศึกษาคามข้อสันนิษฐานแต่ละข้อ พบว่า ข้อสันนิษฐานแรกที่ว่าฝนและหิมะตกน้อยลงทำให้แม่น้ำโขงแห้งขาดนั้น ปรากฏว่า เมื่อใช้ข้อมูลฝนและหิมะทั่วโลกที่ประมาณค่าสำหรับดาวเทียมมิลลิเมตรเวฟแบบพาสซีฟ NOAA-18 ซึ่งเป็นดาวเทียมของประเทศสหรัฐอเมริกา ศึกษาว่า ความแห้งขาดของแม่น้ำโขงในช่วงต้นปีและช่วงเวลาของปี พ.ศ.2553 เป็นผลมาจากกาที่ฝนและหิมะตกน้อยลงจริงหรือไม่ พบว่า ปริมาณฝนและหิมะที่ตกบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 ถึง พ.ศ.2553 ไม่มีความแตกต่างจนเป็นสาเหตุที่ทำให้แม่น้ำโขงแห้งขาด

สำหรับสันนิษฐานข้อที่สองที่ว่า หิมะและธารน้ำแข็งบนเทือกเขาที่เบต ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำโขงมีปริมาณลดน้อยลงทำให้แม่น้ำโขงแห้งขาดนั้น สำหรับสันนิษฐานข้อนี้ เนื่องจากเทือกเขาที่เบตเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำขนาดใหญ่ที่สำคัญหลายสาย ดังนั้น ถ้าหิมะและธารน้ำแข็งบนเทือกเขาที่เบตมีปริมาณลดน้อยลงจริง ระดับน้ำในแม่น้ำขนาดใหญ่ที่มีต้น

กำเนิดจากบริเวณใกล้เคียงกันบนเทือกเขาที่เบตก็จำเป็นต้องมีปริมาณน้ำลดลงอย่างรุนแรงกว่าปีอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อพิจารณาแม่น้ำสาละวิน และแม่น้ำแยงซี ซึ่งมีจุดกำเนิดบนเทือกเขาที่เบตบริเวณใกล้เคียงกับแม่น้ำโขง โดยแม่น้ำสาละวินมีทิศทางการไหลคล้ายคลึงกับแม่น้ำโขง โดยไหลลงมายังประเทศพม่า พบว่าแม่น้ำสาละวินไม่แห้งขาดและมีการไหลเป็นไปอย่างปกติ เพราะไม่มีการสร้างเขื่อนใดๆ ไปปิดกั้นการไหลของแม่น้ำสาละวิน

"สันนิษฐานข้อที่สาม จากข้อมูลฝนและหิมะจากดาวเทียม จะเห็นได้ว่าปริมาณฝนและหิมะที่ตกในแต่ละปีในช่วงฤดูหนาวนั้น มีปริมาณน้อยกว่าฤดูกาลอื่นๆ อยู่แล้ว การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำที่มีขนาดใหญ่จำนวนมากหลายเขื่อนในบริเวณ 'โขงตอนบน' ย่อมส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในแม่น้ำโขงอย่างแน่นอน โดยผลการศึกษารายงานครั้งนี้พบว่า การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำขนาดใหญ่จำนวนมากหลายเขื่อนในบริเวณ 'โขงตอนบน' เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความแห้งขาดของแม่น้ำโขง" ดร.ชินวัตรกล่าว

ขณะที่นายประเสริฐ จิตพิลลิต นายอำเภอเวียงแก่น จ.เชียงราย เปิดเผยว่า กรณีระดับน้ำแม่น้ำโขงบริเวณแก่งผาไดและบ้านห้วยลึก ต.ม่วงยาย อ.เวียงแก่น ลดผิดปกติทำให้เห็นเกาะแก่งและเนินทรายจำนวนมากผุดกลางแม่น้ำนั้น ปัจจุบันระดับน้ำยังลดลงอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มแห้งลึก อาจส่งผลกระทบต่อประชาชน โดยเฉพาะน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการเกษตร เบื้องต้นส่งผลกระทบต่อการทำประมงพื้นบ้าน ทำให้ชาวบ้านหาปลาในแม่น้ำได้ลำบาก

"จากการสำรวจริมฝั่ง ปริมาณแม่น้ำโขงยังสามารถหล่อเลี้ยงประชากรตามแนวฝั่งได้ แต่ในระยะยาว จากนี้อีก 3 เดือน เชื่อว่าแม่น้ำโขงอาจเข้าขั้นวิกฤตเนื่องจากมีน้ำแห้งลงเร็วว่าทุกปี ซึ่งอำเภอได้เตรียมแผนป้องกัน โดยให้ทุกพื้นที่จัดการกักเก็บน้ำ ตามแม่น้ำสาขาและแหล่งน้ำธรรมชาติไว้ให้มากที่สุดเพื่อสามารถระบายน้ำมาใช้ในช่วงฤดูแล้ง พร้อมจัดเตรียมงบประมาณจัดซื้อน้ำดื่มไว้แจกจ่ายชาวบ้าน

แล้ว" นายประเสริฐกล่าว

จ.อ.จตุรต จ่าบุญ หัวหน้าสำนักงานขนส่งทางน้ำที่ 1 เชียงราย กล่าวว่า ปริมาณน้ำในแม่น้ำโขง จากบริเวณท่าเรือเชียงแสนวัดได้ 3.2 เมตร ซึ่งในระยะรอบเดือนพฤศจิกายนนี้ผ่านมาวัดได้สูงสุดประมาณ 4.16 เมตร ถือว่าลดระดับลงบ้าง แต่ยังไม่ส่งผลกระทบต่อการเดินทางเดินสินค้าในแม่น้ำโขง ซึ่งปัจจุบันมีอยู่ 157 ลำส่งออกและนำเข้าสินค้าระหว่างไทย ลาว จีนและพม่า เรือทั้งหมดกว่าร้อยละ 80 เป็นสินค้าที่ทำการค้าระหว่างไทยและจีน โดยเฉพาะเขตเมืองสิบสองปันนาหรือเมืองเชียงรุ่ง มณฑลยูนนาน เมืองทางตอนใต้ของจีน เนื่องจากเรือในแม่น้ำโขงกินน้ำลึกเพียง 1.8 เมตรเท่านั้น

"การสำรวจปริมาณน้ำในรอบระยะ 2-3 ปีมานี้ พบว่าระดับน้ำในเดือนพฤศจิกายนช่วงเดียวกันปีนี้มีระดับสูงกว่าทุกปีประมาณ 50 เซนติเมตร แต่ยังไม่ถือว่าน้ำมากกว่าทุกปี เพราะต้องมองเรื่องเนิน ทางในแม่น้ำโขงด้วย แต่ละปีจะมีตะกอนทรายทับถมกันมากทำให้ทรายใต้น้ำมีระดับสูงขึ้นทำให้ ปริมาณน้ำยก ระดับความสูงแต่ที่น้ำนั้นน้อย อย่างไรก็ตาม ได้ประสานเอกอัครราชทูตจีนซึ่งเดินทางมาตรวจเยี่ยมในพื้นที่เชียงราย ได้รับคำตอบว่าน้ำโขงที่แห้งไม่ได้เกิดจากการกักเก็บน้ำในเขื่อนจีน แต่เป็นผลจากภาวะภัยแล้งในประเทศจีนเป็นส่วนสำคัญ โดยเฉพาะเมืองสิบสองปันนา ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำ กำลังประสบภัยแล้ง สัตว์เลี้ยงและประชากรกำลังขาดแคลนน้ำดื่มอย่างหนัก เนื่องจากในรอบ 200 วันมานี้ไม่มีฝนตกในพื้นที่" จ.อ.จตุรตกล่าว

จ.อ.จตุรตกล่าวว่า การแก้ปัญหาระยะยาวควรให้นักวิชาการสำรวจปริมาณน้ำและระดับสันดอนทรายในแม่น้ำโขง เพื่อประเมินภาวะความแห้งแล้ง และวางมาตรการป้องกันแก้ไข โดยร่วมกับประเทศเพื่อนบ้านอย่างจริงจัง ส่วนการเตรียมการรับมือแม่น้ำโขงแห้ง หากน้ำแห้งลงอีก อาจลดปริมาณบรรทุกทุกสินค้าลงเพื่อไม่ให้ติดสันดอนทราย หากเดินเรือไม่ได้จริงๆ ก็จำเป็นต้องไปใช้เส้นทางขนส่งทางบก ถนนอาร์สามเอไปก่อนจนกว่าจะเดินเรือได้ตามปกติล่าสุด พบว่าเรือขนาดใหญ่เริ่มติดสันดอนทรายบ้างแล้ว ในเขตเมืองป่าหลว ชายแดนระหว่างสปป.ลาวและพม่า

รูปที่ 2.12 ผลการวิจัยเรื่องแม่โขงแห่งของ ผศ.ดร.ชินวัตร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวัน ฉบับวันที่ 23 พฤศจิกายน 2553 หน้าที่ 1 และ 13

เทียบข้อมูล ฝนจากดาวเทียม

หาสาเหตุวิกฤตน้ำท่วม 2554

วิกฤตน้ำท่วมในประเทศไทย พ.ศ.2554 นำ
ได้ท่วมซึ่งครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมดเป็น
บริเวณกว้างกว่าทุกครั้งที่ผ่านๆ มา ซึ่งพื้นที่บริเวณที่มี
น้ำท่วมสูง ครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัดทางภาค
เหนือ ภาคกลาง รวมทั้งกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็น
พื้นที่ที่ใหญ่กว่า กลุ่มผู้ลี้ภัยจากพม่า-ชาวจีน
นอกจากนี้ ได้มีประชาชนในพื้นที่หลายจังหวัดใน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วย

วิกฤตน้ำท่วมครั้งนี้ก่อให้เกิดความเสียหาย
มากมายทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทางด้าน
เศรษฐกิจ ได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมากและ
แผ่นดินถล่ม ส่วนทางด้านสังคม ประชาชน
จำนวนมากหนีภัยชีวิต ประชาชนที่อยู่บริเวณน้ำ
ท่วมสูง พกติดสินเสียหายเป็นจำนวนมาก และ
เสียชีวิตเนื่องมาจากการจมน้ำหรือจมน้ำท่วมที่
หน่วยงานภาครัฐและเอกชนจัดไว้ หรือเคลื่อน
ย้ายจากแหล่งพักพิงอย่างอื่น

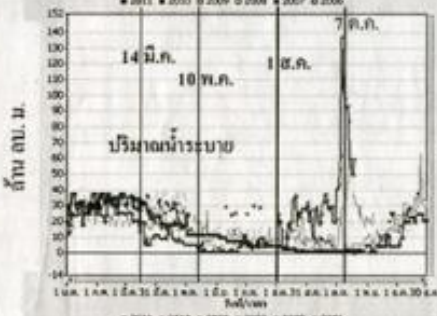
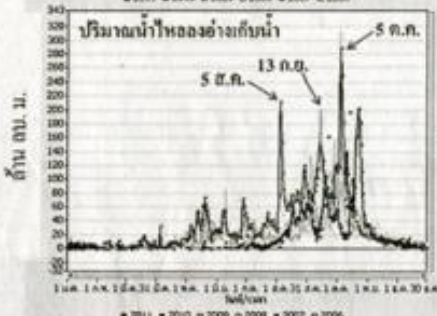
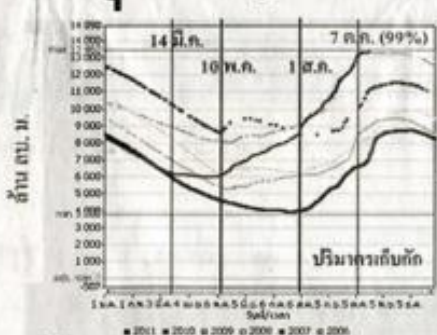
นอกจากนี้ ยังได้ส่งผลกระทบต่อสภาพจิตใจ
ของประชาชนเป็นอย่างมาก

ผิษะ เติบโตได้ศึกษาหาสาเหตุของวิกฤตน้ำท่วม
ปี พ.ศ.2554 ซึ่งเกิดขึ้นในพื้นที่กลุ่มน้ำ
เจ้าพระยา-ท่าจีน โดยได้ข้อมูลย้อนกลับ
การเปลี่ยนแปลงและอิงการวัด และข้อมูล
การบริหารจัดการน้ำจากเขื่อนต่างๆ ที่มีอย่าง
เป็นจำนวนมากที่อยู่ในกลุ่มลุ่มน้ำดังกล่าว โดย
พิจารณาข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 จนถึงวันที่
24 ตุลาคม 2554

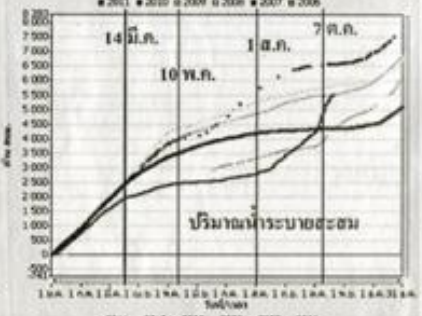
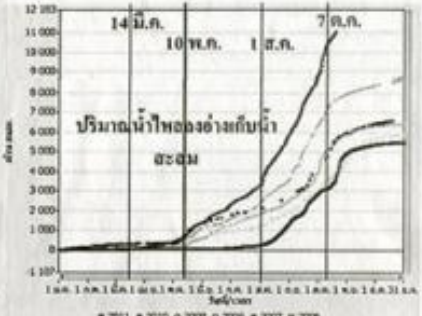
ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-
ท่าจีน มีลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป เป็นโพ
รงสูงทางทิศเหนือ ตะวันออก และตะวันตก
พื้นที่ทางตอนบนมีสูงและระดับความสูงของ
พื้นที่จากทางตอนเหนือลงมาทางใต้ (รูปที่ 1 ก)
บริเวณนี้ประกอบด้วยลุ่มน้ำอิง วัง ชม ฝ่าน
สะแกกรัง ป่าสัก เจ้าพระยา และท่าจีน มีแม่น้ำ
สายสำคัญคือแม่น้ำอิง วัง ชม ฝ่าน สะแกกรัง
ป่าสัก เจ้าพระยา และท่าจีน แม่น้ำสายนี้จะมี
จากทางเหนือลงมาทางใต้

พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำดังกล่าวมีขนาดที่แตกต่าง
กันขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่อันดับ
34,331 ตารางกิโลเมตร รองลงมาคือลุ่มน้ำอิง
33,898 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำวม 23,616 ตาราง
กิโลเมตร ส่วนลุ่มน้ำสะแกกรังมีพื้นที่น้อยที่สุดคือ
5,192 ตารางกิโลเมตร

ในพื้นที่กลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน มีเขื่อนที่
มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่สุดคือเขื่อนภูมิพล
จังหวัดตาก ซึ่งมีความจุอ่างเก็บน้ำ 13,482 ล้าน



เขื่อนภูมิพล
ความจุสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ
■ 2011 ■ 2010 □ 2009 □ 2008 ■ 2007 □ 2006
พ.ศ. 2554 2553 2552 2551 2550 2549
ที่มา: ศูนย์ปฏิบัติการจัดการน้ำ สำนักอุทกวิทยา
และบริหารน้ำ กรมชลประทาน
วิเคราะห์ข้อมูล: ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี 2011



ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน ปริมาณน้ำฝนของอ่างเก็บน้ำ เขื่อนภูมิพลของอ่างเก็บน้ำสะแกกรัง ปริมาณน้ำฝนรายเดือน และปริมาณน้ำฝนรายสะสม ของ
เขื่อนภูมิพล ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการจัดการน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

ดูภาคผนวก ๖ ของเอกสารฉบับนี้ที่ จังหวัดอุตรดิตถ์ มีตารางข้อมูลเก็บ
น้ำ ๑,๕๑๐ ล้านลูกบาศก์เมตร
เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝนเฉลี่ย (มีหน่วยเป็นล้านลูกบาศก์เมตร)
จัดทำโดยกลุ่มลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีนและลุ่มน้ำโขงปี พ.ศ.2549 ถึง
พ.ศ. 2554 และค่าปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของปี พ.ศ.2549 ถึง พ.ศ.2554
(อ่านต่อหน้า 7)

รูปที่ 2.13 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤตน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติ
ชนรายวันฉบับวันที่ 1 พฤศจิกายน 2554 หน้าที่ 6 - 7

ต่อจากหน้า 6

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

การขึ้นราคา... การขึ้นราคา...

เทียบข้อมูลฝนจากดาวเทียม
หาลาเหตุวิกฤตน้ำท่วม 2554

การเปรียบเทียบข้อมูลฝนจากดาวเทียม...

การเปรียบเทียบข้อมูลฝนจากดาวเทียม...

การเปรียบเทียบข้อมูลฝนจากดาวเทียม...

การเปรียบเทียบข้อมูลฝนจากดาวเทียม...

ศส.ดร.ชินวัตร สุรัสวดี

ทีมนักวิจัยจากกรมอุตุนิยมวิทยา...

รูปที่ 2.14 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤตน้ำท่วม 2554 ของ ศส.ดร.ชินวัตร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวันฉบับวันที่ 1 พฤศจิกายน 2554 หน้า 6 - 7

สดสัปดาห์ เนชั่น	
www.nationweekend.com E-mail:nationweekend@gmail.com http://www.facebook.com/nationweekend ปีที่ 20 ฉบับที่ 1015 วันที่ 11 - 17 พฤศจิกายน 2554	เสถียร วิริยะพรรณพงศ์ น้ำและอำนาจ สองนคราอุทกภัย 6 ชุมทางบางนา 6 สุทธิชัย หยุ่น 8 รายงานพิเศษ 'ทักษิณ' บัญชาการ พี่แก้มัน 'มั่งคั่ง-มั่นคง' 9 ตลาดนัดการเมือง 10 มหาอุทกภัย 2554 บทประพันธ์ 'กูรูไ้' 'เสรี-ทิมกวีป' แม่เก่า 11 มหานครแห่งน้ำ 'สีนามิยะ' จมเมืองหลวง 12 ไม่มีข่าวสารจากทุ่งตะวันตก 13 อริคม คุณาวุฒิ ทำที่ต่อมนุษย์และธรรมชาติ 14 มหาอุทกภัย 2554 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ผู้ค้นหาสาเหตุวิกฤติน้ำท่วม 16 ประกาศ ปันตบแต่ง เกณฑ์พื้นที่ชีวิตที่เมืองหลังภัยน้ำท่วมใหญ่ 19 มหาอุทกภัย 2554 'อีเอ็มบอล-ตาสต้านอล' 22 รายงานพิเศษ ทางรอด 'ยิ่งลักษณ์' ปรับ ครม. กู้เวตติง 24 ครึ่งตะวันออกเป็นใหญ่ 9 สงครามเย็น และแผนพัฒนาเศรษฐกิจของไทย 25 โตมร สุขบริษา ละครโทรทัศน์ของสังคมไทย 26 Econ Focus Fear Factor กลางมหาอุทก 27 มหาอุทกภัย 2554 กินให้อิ่ม นอนให้หลับ แล้วค่อยกลับไปฟื้นฟู 28 สมภพ มานะรังสรรค์ โศกนาฏกรรมที่เมืองเวินโจว 30 น.พ.พันธ์ศักดิ์ สุกระฤกษ์ มหัศจรรย์แดนทานตะวัน (8) 31 รอน แรมทาจ
 <p>'ชินวัชร สุรัสวดี' แจงกักน้ำเกิน ปัญหาเทคนิคไม่ใช้การเมือง</p>	
	

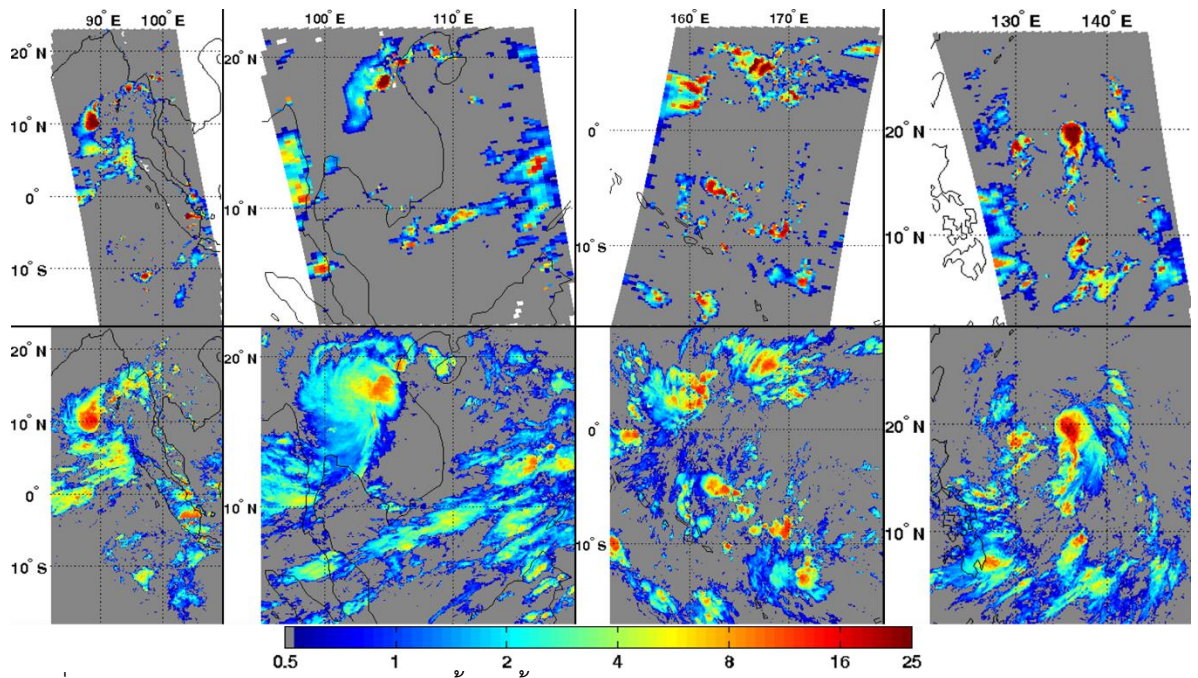
รูปที่ 2.15 ผลการวิจัยเรื่องวิกฤติน้ำท่วม 2554 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์ เนชั่นสุดสัปดาห์ฉบับวันที่ 11 พฤศจิกายน 2554 หน้า 16 - 18

2.2.2 การพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของดาวเทียมค้างฟ้าอินฟราเรดแบบแพสซีฟ

ดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟมีประสิทธิภาพสูงในการสังเกตและประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลก ดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟที่ใช้ในการสังเกตหยาดน้ำฟ้าและได้มีการใช้งานมาจนถึงปัจจุบันนั้นอยู่ในวงโคจรระดับต่ำของโลก (Low Earth Orbit) การสังเกตมีการเปลี่ยนที่ไปเรื่อยๆรอบโลก ทำให้ไม่สามารถใช้สังเกตพื้นที่หนึ่งๆได้ตลอดเวลา ดาวเทียมค้างฟ้ามีคาบของการโคจรเท่ากับคาบของการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้ดาวเทียมค้างฟ้ามีคุณลักษณะพิเศษคือสังเกตพื้นที่หนึ่งๆบนโลกได้ตลอดเวลา แต่ทว่า ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาค้างฟ้าที่ได้มีการใช้งานมาจนถึงปัจจุบันนั้นสังเกตช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible) และช่วงคลื่นอินฟราเรด ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสังเกตหยาดน้ำฟ้าต่ำกว่าช่วงคลื่นมิลลิเมตรเวฟ เหตุผลที่ยังไม่เคยมีการใช้งานดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟเนื่องจากผู้คนคิดว่า การที่ดาวเทียมค้างฟ้าอยู่ไกลจากพื้นผิวโลกมาก (ประมาณ 35,768 km) ดาวเทียมดังกล่าวจะต้องใช้สายอากาศ (Antenna) ขนาดใหญ่มากเพื่อให้การสังเกตในช่วงคลื่นมิลลิเมตรเวฟมีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่เหมาะสม ซึ่งสายอากาศที่มีขนาดใหญ่มากจะเป็นอุปสรรคในการติดตั้งบนดาวเทียม

เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ เพื่อให้ได้ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่มีความละเอียดเชิงเวลา (Temporal Resolution) สูงขึ้น ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากต่อการบริหารจัดการน้ำและการตรวจตรา เตือนภัย และบริหารจัดการภัยธรรมชาติ ผศดร.ชินวัชร สุรัสวดี และผู้ร่วมวิจัย จึงได้พัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้า JAMI PSU Precipitation Retrieval Algorithm เวอร์ชัน 1 (JPP-1) [25] และอัลกอริทึม PSU Infrared Precipitation Retrieval Algorithm Version 1 (PIP-1) [26] สำหรับใช้กับการสังเกตของดาวเทียมค้างฟ้าอินฟราเรดแบบแพสซีฟ MTSAT ของประเทศญี่ปุ่น และ GOES ของประเทศสหรัฐอเมริกา ตามลำดับ

การพัฒนาอัลกอริทึม JPP และ PIP นั้นใช้เครือข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกและประเมินความถูกต้องโดยใช้ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP ที่ประมาณค่าจากการสังเกตของดาวเทียมมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP มีความถูกต้องแม่นยำสูงและมีข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก ผลการศึกษาวิจัยพบว่าอัลกอริทึม JPP และ PIP ให้ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าที่สอดคล้องกันดีกับผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การเปรียบเทียบอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวของ AMP สำหรับดาวเทียม NOAA-18 (แถวบน) กับค่าประมาณของ JPP-1 (แถวล่าง)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของดาวเทียมตามโครงการวิจัยนี้ มุ่งพัฒนาสำหรับพื้นที่ประเทศไทย โดยใช้การสังเกตของอุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Microwave Humidity Sounder (MHS) บน ดาวเทียม National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)-18, NOAA-19, MetOp-A, และ MetOp-B อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Advanced Technology Microwave Sounder บนดาวเทียม Suomi National Polar-orbiting Partnership อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Special Sensor Microwave Imager / Sounder (SSMIS) บน ดาวเทียม Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) F16, F17, และ F18 อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Sounder for Probing Vertical Profiles of Humidity (SAPHIR) บน ดาวเทียม Megha-Tropiques และอุปกรณ์รับรู้คลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ Advanced Himawari Imager (AHI) บน ดาวเทียม HIMAWARI-8 หัวข้อที่ 3.1 – 3.5 จะกล่าวถึงรายละเอียดของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS, ATMS, SSMIS, SAPHIR, และ AHI ตามลำดับ

3.1 อัลกอริทึมสำหรับ MHS

อุปกรณ์วัดสเปกตรัมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ MHS ได้ถูกพัฒนาขึ้นแทนที่ AMSU-B โดยถูกส่งขึ้นโคจรครั้งแรกบนดาวเทียม NOAA-18 จากนั้นได้มีการติดตั้งบนดาวเทียม NOAA-19, MetOp-A, และ MetOp-B ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ MHS ซึ่งรวมถึงความถี่ศูนย์กลาง โพลาไรเซชัน (Polarization) ที่จุดใต้ดาวเทียม ความละเอียดเชิงพื้นที่ และ อุณหภูมิเท่ากับสัญญาณรบกวน (Noise Equivalent Temperatures : $NE\Delta T$)

MHS สังเกต 5 ช่องสัญญาณ โดยหลักแล้วสังเกตในแถบเรโซแนนซ์ไอน้ำ (Water Vapor Resonance) 183 GHz ซึ่งมีความสามารถในการหยั่งโครงสร้างของความชื้นในแนวตั้ง MHS สังเกตแบบกวาดภาพตามขวาง (Cross-track) โดยสังเกต 90 มุมมอง มีความกว้างแถบการมอง (Swath Width) 2,180 km และมีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่จุดใต้ดาวเทียม (Nadir) 15 km

ตารางที่ 3.1

คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ MHS

Ch	Center Frequency (GHz)	Nadir Polarization	Spatial Resolution (km)	$NE\Delta T$ (K)
1	89±0.9	V	15	0.22
2	157	V	15	0.38
3	183.3±1	H	15	0.42
4	183.3±3	H	15	0.57
5	190.311	V	15	0.45

V และ H แสดงแทนโพลาไรเซชันแนวตั้งและแนวนอนที่จุดใต้ดาวเทียม ตามลำดับ

การพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS นั้น มุ่งเน้นพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวและอุณหภูมิความสว่าง (Brightness Temperature : TB) ที่สังเกตจากดาวเทียมนั้นไม่เป็นเชิงเส้น อัลกอริทึมใช้เครือข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เป็นตัวประมาณค่า เครือข่ายประสาทเทียมได้รับการฝึกและประเมินความถูกต้องโดยใช้พารามิเตอร์บรรยากาศและอุณหภูมิความสว่างของ MHS ที่สอดคล้องกันสำหรับ 106 พายุทั่วโลก ที่จำลองโดยแบบจำลองฟิสิกส์อ้างอิงทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ)

รูปที่ 3.1 แสดงอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS เนื่องจากการสังเกตของ MHS เป็นแบบกวาดภาพทางขวาง โดยสังเกต 90 มุมมอง และค่าของอุณหภูมิความสว่างขึ้นอยู่กับมุมมอง การขึ้นอยู่กับมุมมองดังกล่าวทำให้การประมาณค่าหยาดน้ำฟ้ามีความซับซ้อน ดังนั้น ขั้นตอนแรกของอัลกอริทึมทำการปรับแก้อุณหภูมิความสว่างที่สังเกต ณ มุมมองต่างๆให้เป็นค่าที่สังเกต ณ จุดใต้ดาวเทียม (Nadir) ดังแสดงในรูปที่ 3.1(a) การปรับแก้นี้ใช้เครือข่ายประสาทเทียม ตัวนำเข้า (Inputs) สำหรับเครือข่ายประสาทเทียมได้แก่ อุณหภูมิความสว่างของ MHS ช่องสัญญาณที่ 1-5 และซีแคนท์ของมุมซินิธ เครือข่ายประสาทเทียมถูกฝึกโดยใช้อุณหภูมิความสว่างที่จำลอง ณ มุมซินิธต่างๆ และอุณหภูมิความสว่าง ณ จุดใต้ดาวเทียมสำหรับ 106 ระบบพายุทั่วโลก

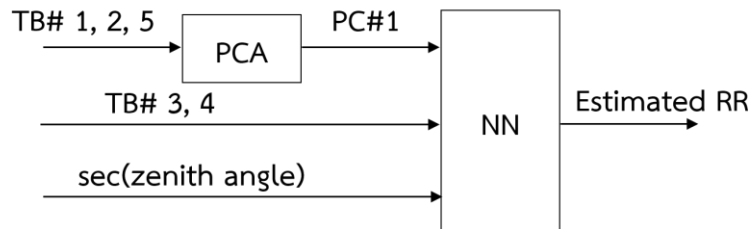
การประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าใช้อุณหภูมิความสว่างที่ได้ผ่านการปรับแก้ให้เป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียมแล้ว รูปที่ 3.1(b) แสดงอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) ในการกรองสัญญาณรบกวนต่างๆ ซึ่งไม่ใช่สัญญาณจากหยาดน้ำฟ้าออก ตัวนำเข้าในการคำนวณ PCA นั้นประกอบด้วยช่องสัญญาณหน้าต่าง (Window Channels) ที่ 1, 2, และ 5 ของ MHS ข้อมูลที่ใช้ในการฝึก PCA นั้นประกอบด้วยการสังเกตจริงของ MHS สำหรับวันที่ 5, 15, และ 25 ของทุกเดือนในปี พ.ศ. 2560 จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบหลักที่ดีคือองค์ประกอบหลักที่ 1 อัลกอริทึมใช้องค์ประกอบหลักที่ดีนี้เท่านั้นในการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้า

ตัวประมาณค่าใช้เครือข่ายประสาทเทียม ตัวนำเข้าสำหรับอัลกอริทึมประกอบด้วย PC#1 อุณหภูมิความสว่างของช่องสัญญาณที่ 3 และ 4 ที่ได้ผ่านการปรับแก้ให้เป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม และซีแคนท์ของมุมซินิธ อัลกอริทึมไม่ทำการประมาณค่าสำหรับบริเวณที่มีระดับความสูงต่ำของพื้นที่สูงเกินไป นั่นคือมีระดับความสูงมากกว่า 2 km เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่มีความสูงมากดังกล่าวมีโอกาสสูงที่จะแห้งเกินไปจนทำให้ช่องสัญญาณทึบ (Opaque Channel) เห็นถึงพื้นผิว ซึ่งจะทำให้เกิดการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าที่ผิดพลาด

(a) Nadir Correction



(b) Precipitation Retrieval



รูปที่ 3.1 (a) อัลกอริทึมปรับแก้อุณหภูมิความสว่างเป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม (b) อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS

3.2 อัลกอริทึมสำหรับ ATMS

อุปกรณ์วัดสเปกตรัมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟรุ่นใหม่ Advanced Technology Microwave Sounder (ATMS) ถูกส่งขึ้นโคจรครั้งแรกบนดาวเทียม Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP) เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2554 และเพิ่งถูกส่งขึ้นโคจรบนดาวเทียม NOAA-20 เมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2560 ATMS พัฒนาต่อยอดจาก AMSU และจะถูกใช้บนดาวเทียมดวงอื่นๆในอนาคต ตารางที่ 3.2 แสดงคุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ ATMS ซึ่งรวมถึงความถี่ศูนย์กลาง โพลาไรเซชัน (Polarization) ที่จุดใต้ดาวเทียม ความละเอียดเชิงพื้นที่ และอุณหภูมิเท่ากับสัญญาณรบกวน (Noise Equivalent Temperatures : $NE\Delta T$)

ATMS กวาดภาพตามขวาง $\pm 52.725^\circ$ จากจุดใต้ดาวเทียม สังเกต 96 มุมมองต่อหนึ่งเส้นกวาดภาพ ช่วงการสุมเชิงมุมเท่ากับ 1.11° V แสดงแทนโพลาไรเซชันแนวตั้ง ซึ่งหมายถึงเวกเตอร์โพลาไรเซชันขนานกับระนาบกวาดภาพที่ตำแหน่งใต้ดาวเทียม อัตราส่วนของโพลาไรเซชันแนวนอนต่อแนวตั้งเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนต่อมุมกวาดภาพเมื่อสายอากาศหมุนไป H แสดงแทนโพลาไรเซชันแนวนอน ซึ่งหมายถึงเวกเตอร์โพลาไรเซชันตั้งฉากกับระนาบกวาดภาพที่ตำแหน่งใต้ดาวเทียม

ATMS สังเกตสเปกตรัมคลื่นมิลลิเมตรเวฟที่ 22 ความถี่ ATMS ช่องสัญญาณที่ 1-15 สังเกตแถบการดูดซับออกซิเจนช่วง 53 GHz และแถบการดูดซับไอน้ำช่วง 23 GHz และคล้ายคลึงกับช่องสัญญาณของ AMSU-A ช่องสัญญาณ 16-22 ของ ATMS สังเกตใกล้และต่ำกว่าเรโซแนนซ์ไอน้ำช่วง 183 GHz และคล้ายคลึงกับช่องสัญญาณของ AMSU-B (MHS) ความละเอียดเชิงพื้นที่ที่จุดใต้ดาวเทียมของ ATMS เท่ากับ 75 km สำหรับช่องสัญญาณที่ 1 และ 2 เท่ากับ 33 km สำหรับช่องสัญญาณที่ 3-16 และเท่ากับ 15 km สำหรับช่องสัญญาณที่ 17-22 ความละเอียดเชิงพื้นที่ของ AMSU ที่จุดใต้ดาวเทียมเท่ากับ 50 km สำหรับช่องสัญญาณต่ำกว่า 60 GHz และ 15 km สำหรับช่องสัญญาณอื่นๆ

การพัฒนาให้ดีขึ้นของ ATMS ที่เหนือกว่า AMSU ได้แก่ 1) แถบกวาดภาพที่กว้างขึ้นประมาณ 400 km 2) การเพิ่มการสังเกตที่ 51.76 GHz ซึ่งให้ข่าวสารที่มากขึ้นเกี่ยวกับพื้นผิวโลก หยาดน้ำฟ้าแบบ Stratiform และโครงสร้างของอุณหภูมิในแนวตั้ง 3) การเพิ่มการสังเกตที่

183.31±1.8 และ ±4.5 GHz ซึ่งให้ข่าวสารเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับไอน้ำและหยาดน้ำฟ้า 4) ความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ดีขึ้นสำหรับช่องสัญญาณ 50 GHz นั้นคือจากประมาณ 50 เป็น 33 km ที่จุดใต้ดาวเทียม และ 5) การสุ่มเชิงพื้นที่แบบ Nyquist สำหรับช่องสัญญาณต่ำกว่า 90 GHz ซึ่งทำให้สามารถเลือกที่จะทำให้ภาพมีความคมชัดขึ้นได้ ช่องสัญญาณพื้นผิวของ ATMS ไกล่ 23.8, 31.4, และ 88.2 GHz มีความละเอียดต่ำกว่าช่องสัญญาณของ AMSU นั้นคือ ประมาณ 75 km เทียบกับประมาณ 50 km ที่จุดใต้ดาวเทียม

ตารางที่ 3.2

คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ ATMS

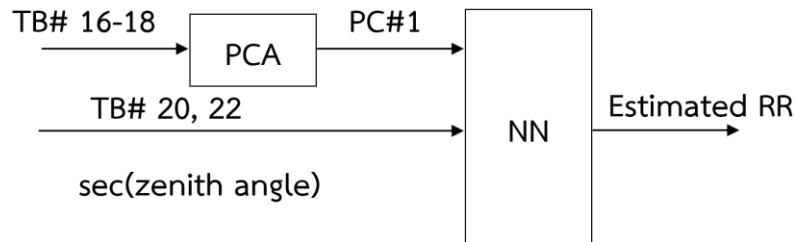
Ch.	Center Frequency (GHz)	Nadir Polarization	Spatial Resolution (km)	Predicted NE Δ T(K)
1	23.80	V	75	0.28
2	31.40	V	75	0.35
3	50.30	H	33	0.42
4	51.76	H	33	0.31
5	52.80	H	33	0.32
6	53.596±0.115	H	33	0.35
7	54.40	H	33	0.32
8	54.94	H	33	0.32
9	55.50	H	33	0.35
10	f ₀ =57.290344	H	33	0.49
11	f ₀ ±0.217	H	33	0.67
12	f ₀ ±0.3222±0.048	H	33	0.70
13	f ₀ ±0.3222±0.022	H	33	1.06
14	f ₀ ±0.3222±0.010	H	33	1.45
15	f ₀ ±0.3222±0.0045	H	33	2.40
16	88.2	V	33	0.29
17	165.6	H	15	0.44
18	183.31±7.0	H	15	0.34
19	183.31±4.5	H	15	0.39
20	183.31±3.0	H	15	0.48
21	183.31±1.8	H	15	0.49
22	183.31±1.0	H	15	0.62

V และ H แสดงแทนโพลาไรเซชันแนวตั้งและแนวนอนที่จุดใต้ดาวเทียม ตามลำดับ

(a) Nadir Correction



(b) Precipitation Retrieval



รูปที่ 3.2 (a) อัลกอริทึมปรับแก้อุณหภูมิความสว่างเป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม (b) อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ ATMS

อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าโดยใช้การสังเกตจาก ATMS นั้นมุ่งเน้นพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวและอุณหภูมิความสว่าง (Brightness Temperature : TB) ที่สังเกตจากดาวเทียมนั้นไม่เป็นเชิงเส้น อัลกอริทึมใช้เครือข่ายประสาทเทียมสำหรับตัวประมาณค่า เครือข่ายประสาทเทียมได้รับการฝึกและประเมินความถูกต้องโดยใช้พารามิเตอร์บรรยากาศและอุณหภูมิความสว่างของ ATMS ที่สอดคล้องกันสำหรับ 106 พายุทั่วโลก ที่จำลองโดยแบบจำลองฟิสิกส์อ้างอิงทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) ระบบพายุจำนวน 106 ระบบดังกล่าวเป็นเซตย่อยแบบสุ่มจาก 122 ระบบพายุที่กล่าวในบทที่ 2

ข้อมูลจากการสังเกตของ ATMS บนดาวเทียม Suomi NPP ที่สามารถได้รับข้อมูลแบบเกือบทันทีทันใดนั้นมีเฉพาะช่องสัญญาณที่ 1, 2, และ 16-22 เท่านั้น ดังนั้น อัลกอริทึมจึงใช้เฉพาะช่องสัญญาณที่ 16-22 รูปที่ 3.2 แสดงอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ ATMS เนื่องจาก ATMS มีการสังเกตโลกแบบกวาดภาพทางขวาง (Across-track) และอุณหภูมิความสว่างขึ้นอยู่กับมุมซิมิท (Zenith Angle) ขั้นตอนแรกของอัลกอริทึมเป็นการปรับแก้อุณหภูมิความสว่างจากที่สังเกต ณ มุมต่างๆเป็นค่าที่สังเกต ณ จุดใต้ดาวเทียม (Nadir) โดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ดังแสดงในรูปที่ 3.2(a) ตัวนำเข้า (Inputs) สำหรับเครือข่ายประสาทเทียมสำหรับการปรับแก้ช่องสัญญาณที่ 16-22 ได้แก่ อุณหภูมิความสว่างของ MHS ช่องสัญญาณที่ 16-22 และซีแคนท์ของมุมซิมิท เครือข่ายประสาทเทียมถูกฝึกโดยใช้อุณหภูมิความสว่างที่จำลอง ณ มุมซิมิทต่างๆและอุณหภูมิความสว่าง ณ จุดใต้ดาวเทียมสำหรับ 106 ระบบพายุทั่วโลก

รูปที่ 3.2(b) แสดงอัลกอริทึมในส่วนการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้า ซึ่งใช้อุณหภูมิความสว่างที่ผ่านการปรับแก้เป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียมแล้ว อัลกอริทึมใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) ในการกรองสัญญาณรบกวนต่างๆ ซึ่งไม่ใช่สัญญาณจากหยาดน้ำฟ้าออก ตัวนำเข้าในการคำนวณ PCA นั้นประกอบด้วยช่องสัญญาณหน้าต่าง (Window Channels) ที่ 16-18 ของ ATMS ข้อมูลที่ใช้ในการฝึก PCA นั้นประกอบด้วยค่าการสังเกตจริงของ ATMS สำหรับวันที่ 5, 15, และ 25 ของทุกเดือนในปี พ.ศ. 2560 องค์ประกอบหลักที่มีสัญญาณที่รุนแรงที่มาจาก

ผิวพื้นหรือบรรยากาศ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของน้ำฟ้าถูกคัดออก เฉพาะองค์ประกอบหลักที่ดีที่สุดเท่านั้นที่ใช้ในการประมาณค่าความหนาแน่นของน้ำฟ้า องค์ประกอบหลักที่ดีคือองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC#1)

ตัวประมาณค่าใช้เครือข่ายประสาทเทียม ตัวนำเข้าประกอบด้วย PC#1 อุณหภูมิความสว่างของช่องสัญญาณที่ 20 และ 22 ที่ได้ผ่านการปรับแก้ให้เป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม และซีแคนซ์ของมุมซินิธ อัลกอริทึมไม่ทำการประมาณค่าสำหรับบริเวณที่มีระดับความสูงต่ำของพื้นที่สูงเกินไป นั่นคือมีระดับความสูงมากกว่า 2 km เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่มีความสูงมากดังกล่าวมีโอกาสสูงที่จะแห้งเกินไปจนทำให้ช่องสัญญาณทึบ (Opaque Channel) เห็นถึงพื้นผิว ซึ่งจะทำให้เกิดการประมาณค่าความหนาแน่นของน้ำฟ้าที่ผิดพลาด

3.3 อัลกอริทึมสำหรับ SSMIS

อุปกรณ์วัดสเปกตรัมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Special Sensor Microwave Imager/Sounder (SSMIS) ถูกส่งขึ้นโคจรครั้งแรกเดือนตุลาคม 2546 บนดาวเทียม Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) F-16 SSMIS สังเกต 24 ช่องสัญญาณ กวาดภาพของพื้นผิวโลกแบบกรวย (Conical Scan) ด้วยมุมตกกระทบ (Incidence Angle) 53.1° ด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ตั้งแต่ 46.5×73.6 km ที่ความถี่ 19 GHz ถึง 13.2×15.5 km ที่ความถี่ 183 GHz และมีความกว้างของแถบการมองประมาณ 1,700 km

SSMIS รวมหน้าที่โดยประมาณของอุปกรณ์รับรู้กวาดภาพแบบกรวยโดยใช้ 2 โพรวาโรเซชัน Special Sensor Microwave Imager (SSMI) สำหรับหยั่งพื้นผิวและหยาดน้ำฟ้า และ 2 อุปกรณ์รับรู้กวาดภาพทางขวาง Scanned Special Sensor Microwave Sounders (SSMT-1) สำหรับหยั่งโครงสร้างอุณหภูมิ และ SSMT-2 สำหรับหยั่งโครงสร้างความชื้น ไว้ในอุปกรณ์รับรู้เดียวที่กวาดภาพแบบกรวยโดยใช้ 2 โพรวาโรเซชัน SSMIS มีความละเอียดเชิงพื้นที่ดีกว่า SSMT แต่มีความกว้างของแถบกวาดภาพลดลง แม้ว่าความถี่ที่ใช้โดย SSMIS คล้ายกับ AMSU แต่มีความแตกต่างดังนี้ 1) โพรวาโรเซชันแนวดิ่งถูกใช้สำหรับช่องสัญญาณหยั่งโครงสร้างอุณหภูมิ 50 GHz ของ SSMIS 2) เพื่อให้ความละเอียดเชิงพื้นที่ดีขึ้น ช่องสัญญาณส่วนใหญ่ของ SSMIS ถูกจำกัดโดยการเลี้ยวเบน (Diffraction Limited) แทนที่จะมีความกว้างของลำ (Beamwidth) เท่าๆกันสำหรับแถบความถี่ต่างๆ และ 3) SSMIS มองที่มุมซินิธหนึ่งๆที่มีขนาดใหญ่ ความแตกต่างเหล่านี้ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาอัลกอริทึม SSMIS MIT Precipitation Retrieval Algorithm 1 (SMP-1) สำหรับ SSMIS

ตารางที่ 3.3 แสดงคุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SSMIS ซึ่งรวมถึงความถี่ศูนย์กลาง โพรวาโรเซชัน (Polarization) ความละเอียดเชิงพื้นที่ และอุณหภูมิเท่ากับสัญญาณรบกวน (Noise Equivalent Temperatures : $NE\Delta T$)

อัลกอริทึมประมาณค่าความหนาแน่นของน้ำฟ้าสำหรับ SSMIS มุ่งเน้นพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของน้ำฟ้าพื้นผิวและอุณหภูมิความสว่าง (Brightness Temperature : TB) ที่สังเกตจากดาวเทียมนั้นไม่เป็นเชิงเส้น อัลกอริทึมใช้เครือข่ายประสาทเทียมสำหรับตัวประมาณค่า เครือข่ายประสาทเทียมได้รับการฝึกและประเมินความถูกต้องโดยใช้พารามิเตอร์บรรยากาศและอุณหภูมิความสว่างของ SSMIS ที่สอดคล้องกันสำหรับ 106 พายุทั่วโลก ที่จำลองโดยแบบจำลองฟิสิกส์อ้างอิงทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) ระบบพายุจำนวน 106 ระบบดังกล่าวเป็นเซตย่อยแบบสุ่มจาก 122 ระบบพายุที่กล่าวในบทที่ 2

ตารางที่ 3.3

คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SSMIS (ช่องสัญญาณที่ 19-24 ไม่ได้แสดงในตารางนี้)

Ch.	Center Frequency (GHz)	Polarization	Spatial Resolution (km)	Spec. NE Δ T (K)
1	50.3 (V)	V	37.7 × 38.8	0.4
2	52.8 (V)	V	37.7 × 38.8	0.4
3	53.596 (V)	V	37.7 × 38.8	0.4
4	54.4 (V)	V	37.7 × 38.8	0.4
5	55.5 (V)	V	37.7 × 38.8	0.4
6	57.29 (R)	R	37.7 × 38.8	0.5
7	59.4 (R)	R	37.7 × 38.8	0.6
8	150 (H)	H	13.2 × 15.5	0.875
9	183.3±6.6 (H)	H	13.2 × 15.5	1.2
10	183.31±3 (H)	H	13.2 × 15.5	1.0
11	183.31±1 (H)	H	13.2 × 15.5	1.25
12	19.35 (H)	H	46.5 × 73.6	0.7
13	19.35 (V)	V	46.5 × 73.6	0.7
14	22.235 (V)	V	46.5 × 73.6	0.7
15	37 (H)	H	31.2 × 45.0	0.5
16	37 (V)	V	31.2 × 45.0	0.5
17	91.655 (V)	V	13.2 × 15.5	0.9
18	91.655 (H)	H	13.2 × 15.5	0.9

โพลาไรเซชัน : V = แนวตั้ง; H = แนวนอน; R = วงกลมมือขวา

เฉพาะ F16 ใช้โพลาไรเซชันแนวตั้งสำหรับช่องสัญญาณ 1-5

เนื่องจากข้อมูลจากการสังเกตของ SSMIS บนดาวเทียม F16, F17, และ F18 ที่สามารถได้รับข้อมูลแบบเกือบทันทีทันใดนั้นมีเฉพาะ 11 ช่องสัญญาณดังแสดงในตารางที่ 3.4 อัลกอริทึมจึงใช้เฉพาะช่องสัญญาณเหล่านี้เท่านั้น นอกจากนี้ ช่องที่ 6-9 ในตารางที่ 3.4 ของ SSMIS บนดาวเทียม F16, ช่องสัญญาณที่ 4 ของ SSMIS บนดาวเทียม F17, และช่องสัญญาณที่ 6 ของ SSMIS บนดาวเทียม F18 ทำงานไม่เป็นปกติและไม่สามารถใช้งานได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาอัลกอริทึมแยกกันสำหรับ SSMIS บนดาวเทียมสามดวงนี้

เนื่องจาก SSMIS มีการสังเกตที่มุมตกกระทบคงที่เท่ากับ 53.1° อัลกอริทึมจึงไม่ต้องทำการปรับแก้คุณสมบัติความสว่างจากที่สังเกต ณ มุมต่างๆ ให้เป็นค่าที่สังเกต ณ จุดใต้ดาวเทียม รูปที่ 3.3 แสดงอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SSMIS สำหรับดาวเทียม F16, 17, และ 18 อัลกอริทึมใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) ในการกรองสัญญาณรบกวนต่างๆ ซึ่งไม่ใช่สัญญาณจากหยาดน้ำฟ้าออก ตัวนำเข้าในการคำนวณ PCA นั้นประกอบด้วยช่องสัญญาณที่ 1-5 และ 10-11 สำหรับดาวเทียม F16, ช่องสัญญาณที่ 1-3, 5-6, และ

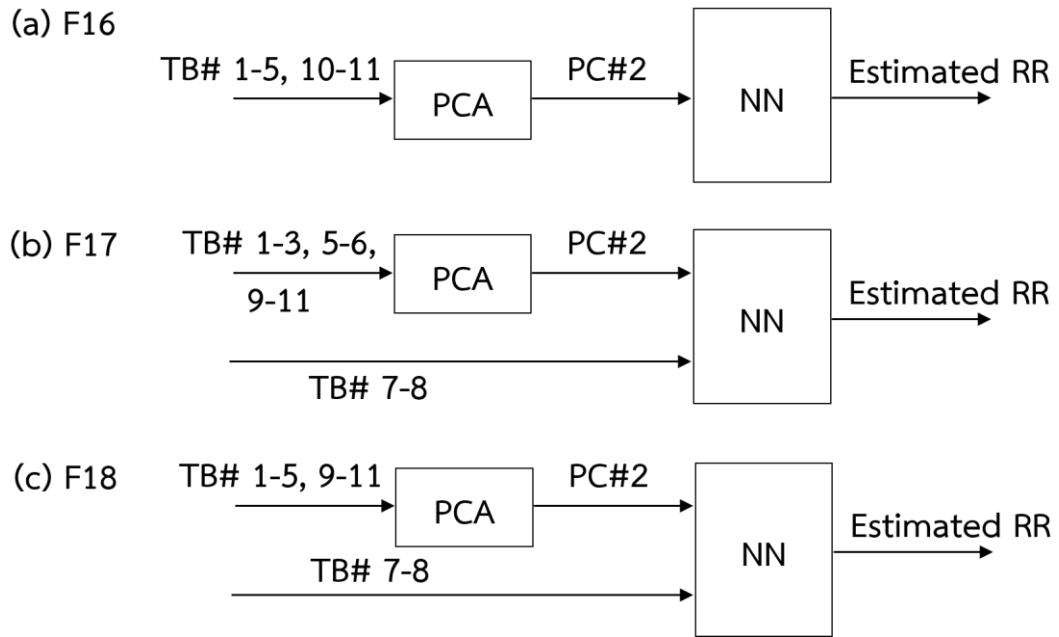
9-11 สำหรับดาวเทียม F17, และช่องสัญญาณที่ 1-5 และ 9-11 สำหรับดาวเทียม F18 องค์ประกอบหลักที่ดีสำหรับดาวเทียมทั้งสามดวง คือ องค์ประกอบหลักที่ 2

ตารางที่ 3.4

คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SSMIS ที่สามารถรับข้อมูลได้แบบเกือบทันทีทันใด และใช้ในอัลกอริทึม

Ch.	Center Frequency (GHz)	Polarization	Spatial Resolution (km)	Spec. NE Δ T (K)
1	19.35 (V)	H	46.5 × 73.6	0.7
2	19.35 (H)	V	46.5 × 73.6	0.7
3	22.235 (V)	V	46.5 × 73.6	0.7
4	37 (V)	H	31.2 × 45.0	0.5
5	37 (H)	V	31.2 × 45.0	0.5
6	150 (H)	H	13.2 × 15.5	0.875
7	183.31±1 (H)	H	13.2 × 15.5	1.25
8	183.31±3 (H)	H	13.2 × 15.5	1.0
9	183.3±6.6 (H)	H	13.2 × 15.5	1.2
10	91.655 (V)	V	13.2 × 15.5	0.9
11	91.655 (H)	H	13.2 × 15.5	0.9

ตัวประมาณค่าใช้เครือข่ายประสาทเทียม ตัวนำเข้าเครือข่ายประสาทเทียมสำหรับอัลกอริทึมสำหรับดาวเทียม F16 ประกอบด้วย PC#2 ตัวนำเข้าเครือข่ายประสาทเทียมสำหรับอัลกอริทึมสำหรับดาวเทียม F17 และ F18 ประกอบด้วย PC#2 และอุณหภูมิความสว่างของช่องสัญญาณที่ 7-8 อัลกอริทึมไม่ทำการประมาณค่าสำหรับบริเวณที่มีระดับความสูงต่ำของพื้นที่สูงเกินไป นั่นคือมีระดับความสูงมากกว่า 2 km เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่มีความสูงมากดังกล่าวมีโอกาสสูงที่จะแห้งเกินไปจนทำให้ช่องสัญญาณทึบ (Opaque Channel) เห็นถึงพื้นผิว ซึ่งจะทำให้เกิดการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าที่ผิดพลาด



รูปที่ 3.3 อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SSMIS บนดาวเทียม (a) F16 (b) F17 และ (c) F18

3.4 อัลกอริทึมสำหรับ SAPHIR

อุปกรณ์วัดสเปกตรัมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ Sounder for Probing Vertical Profiles of Humidity (SAPHIR) บนดาวเทียม Megha-Tropiques นั้นเป็นอุปกรณ์หยั่งความชื้นคลื่นไมโครเวฟแบบแพสซีฟที่สังเกตใกล้แถบการดูดซับไอน้ำ 183.31 GHz จำนวน 6 ช่องสัญญาณ ตารางที่ 3.5 แสดงคุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SAPHIR ซึ่งรวมถึงความถี่ศูนย์กลาง โพราไรเซชัน (Polarization) ที่จุดใต้ดาวเทียม ความละเอียดเชิงพื้นที่ และอุณหภูมิเท่ากับสัญญาณรบกวน (Noise Equivalent Temperatures : $NE\Delta T$)

การสังเกตที่ความถี่ 183.31±1.1, 183.31±2.8, และ 183.31±6.8 GHz นั้นตรงกับการสังเกตของช่องสัญญาณที่ 3-5 ของ AMSU-B และ MHS SAPHIR ได้เพิ่มความละเอียดเชิงสเปกตรัมในแถบการดูดซับไอน้ำ โดยสังเกตที่ความถี่ 183.31±0.2, 183.31±4.2, และ 183.31±11 เพิ่มขึ้นมา การสังเกตของ SAPHIR เป็นการกวาดภาพขวางเส้นทางโคจร โดยมี 182 มุมมองต่อหนึ่งแถบการกวาดภาพ โพราไรเซชันที่จุดใต้ดาวเทียมของทุกช่องสัญญาณเป็นแบบแนวนอน (Horizontal) ความละเอียดเชิงพื้นที่ของทุกช่องสัญญาณเท่ากับ 10 km พื้นที่ที่ SAPHIR สังเกตอยู่ภายใน $|\text{latitudes}| < 30^\circ$

อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SAPHIR นั้นมุ่งเน้นบริเวณแผ่นดินของประเทศไทย เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวและอุณหภูมิความสว่าง (Brightness Temperature : TB) ที่สังเกตจากดาวเทียมนั้นไม่เป็นเชิงเส้น อัลกอริทึมใช้เครือข่ายประสาทเทียมสำหรับตัวประมาณค่า เครือข่ายประสาทเทียมได้รับการฝึกและประเมินความถูกต้องโดยใช้พารามิเตอร์บรรยากาศและอุณหภูมิความสว่างของ SAPHIR ที่สอดคล้องกันสำหรับ 106 พายุทั่วโลกที่จำลองโดยแบบจำลองฟิสิกส์อ้างอิงทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) ระบบพายุจำนวน 106 ระบบดังกล่าวเป็นเซตย่อยแบบสุ่มจาก 122 ระบบพายุที่กล่าวในบทที่ 2

ตารางที่ 3.5

คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ SAPHIR

Ch.	Center Frequency (GHz)	Polarization	Spatial Resolution (km)	NE Δ T (K)
1	183.31 \pm 0.2	H	10	2.35
2	183.31 \pm 1.1	H	10	1.45
3	183.31 \pm 2.8	H	10	1.36
4	183.31 \pm 4.2	H	10	1.38
5	183.31 \pm 6.8	H	10	1.03
6	183.31 \pm 11	H	10	1.10

เนื่องจากช่องสัญญาณที่ 1 ของ SAPHIR ตอบสนองต่อบรรยากาศส่วนใหญ่ในระดับความสูงที่อยู่เหนือหยาดน้ำฟ้า อัลกอริทึม POP-SAPHIR ไม่ใช้ช่องสัญญาณดังกล่าว รูปที่ 3.4 แสดงอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SAPHIR เนื่องจาก SAPHIR มีการสังเกตโลกแบบกวาดภาพทางขวาง (Across-track) และอุณหภูมิความสว่างขึ้นอยู่กับมุมซีนิธ (Zenith Angle) ขั้นตอนแรกของอัลกอริทึมเป็นการปรับแก้อุณหภูมิความสว่างจากที่สังเกต ณ มุมต่างๆเป็นค่าที่สังเกต ณ จุดใต้ดาวเทียม (Nadir) โดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ตัวนำเข้า (Inputs) สำหรับเครือข่ายประสาทเทียมสำหรับการปรับแก้ช่องสัญญาณที่ 2-6 ได้แก่ อุณหภูมิความสว่างของ SAPHIR ช่องสัญญาณที่ 2-6 และซีแคนท์ของมุมซีนิธ ดังแสดงในรูปที่ 3.4(a) เครือข่ายประสาทเทียมถูกฝึกโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิความสว่างที่จำลอง ณ มุมซีนิธต่างๆ และอุณหภูมิความสว่าง ณ จุดใต้ดาวเทียมสำหรับ 106 ระบบพายุทั่วโลก

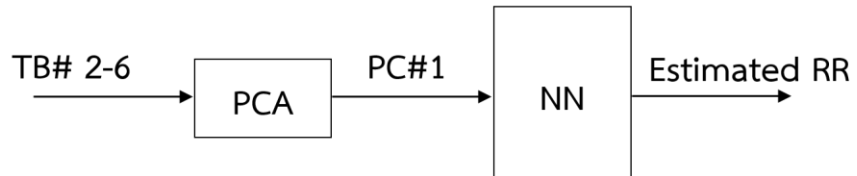
อัลกอริทึมใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) ในการกรองสัญญาณรบกวนต่างๆ ซึ่งไม่ใช่สัญญาณจากหยาดน้ำฟ้าออก ตัวนำเข้าในการคำนวณ PCA นั้นประกอบด้วยช่องสัญญาณที่ 2-6 ของ SAPHIR ข้อมูลที่ใช้ในการฝึก PCA นั้นประกอบด้วยการสังเกตจริงของ SAPHIR สำหรับวันที่ 5, 15, และ 25 ของทุกเดือนในปี พ.ศ. 2560 องค์ประกอบหลักที่มีสัญญาณที่รุนแรงที่มาจากผิวพื้นหรือบรรยากาศ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับหยาดน้ำฟ้าถูกคัดออกเฉพาะองค์ประกอบหลักที่ดีเท่านั้นที่ใช้ในการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้า จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบหลักที่ดีคือองค์ประกอบหลักที่ 1

ตัวประมาณค่าใช้เครือข่ายประสาทเทียม ตัวนำเข้าสำหรับเครือข่ายประสาทเทียมคือองค์ประกอบหลักที่ 1 อัลกอริทึมไม่ทำการประมาณค่าสำหรับบริเวณที่มีระดับความสูงต่ำของพื้นที่สูงเกินไป นั่นคือมีระดับความสูงมากกว่า 2 km เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่มีความสูงมากดังกล่าวมีโอกาสสูงที่จะแห้งเกินไปจนทำให้ช่องสัญญาณทึบ (Opaque Channel) เห็นถึงพื้นผิว ซึ่งจะทำให้เกิดการประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าที่ผิดพลาด

(a) Nadir Correction



(b) Precipitation Retrieval



รูปที่ 3.4 (a) อัลกอริทึมปรับแก้อุณหภูมิกวามสว่างเป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม (b) อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SAPHIR

3.5 อัลกอริทึมสำหรับ AHI

ดาวเทียม Himawari-8 เป็นดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟที่ถูกส่งขึ้นโคจรในวงโคจรค้างฟ้าที่ลองจิจูด 140 องศาตะวันออกเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2557 อุปกรณ์รับรู้คลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ Advanced Himawari Imager (AHI) บนดาวเทียม HIMAWARI-8 สังเกต 16 ช่องสัญญาณ โดยช่องสัญญาณที่ 7-16 สังเกตในช่วงคลื่นตั้งแต่อินฟราเรดสั้นถึงอินฟราเรดความร้อน ที่ความละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 2 กิโลเมตร และความละเอียดเชิงเวลา 10 นาที ดังแสดงในตารางที่ 3.6 การสังเกตของ AHI ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ละติจูด 60 องศาใต้ถึง 60 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 85 ถึง 205 องศาตะวันออก ดาวเทียม HIMAWARI-9 ซึ่งถูกส่งขึ้นโคจรเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2559 และจะใช้ในการสังเกตต่อจาก Himawari-8 นั้น มีอุปกรณ์รับรู้ AHI ติดตั้งเช่นกัน

อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ AHI นั้นมุ่งเน้นแผ่นดินของประเทศไทย อัลกอริทึมใช้ทุกช่องสัญญาณของ AHI ยกเว้นช่องสัญญาณที่ 5 ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวและอุณหภูมิความสว่าง (Brightness Temperature : TB) ที่สังเกตจากดาวเทียมนั้นไม่เป็นเชิงเส้น อัลกอริทึมใช้เครือข่ายประสาทเทียมสำหรับตัวประมาณค่า เครือข่ายประสาทเทียมได้รับการฝึกและประเมินความถูกต้องโดยใช้อุณหภูมิความสว่างที่สังเกตจริงของ AHI และค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 km จากผลิตภัณฑ์ AMP-4 สำหรับดาวเทียม NOAA-18 ที่ซ้อนทับกัน ของวันที่ 5, 15, และ 25 ของทุกเดือนในปี 2560 โดย AHI และ AMP-4 มีระยะทางห่างกันไม่เกิน 15 km และมีเวลาสังเกตต่างกันไม่เกิน 10 นาที

ตารางที่ 3.6
คุณลักษณะเฉพาะของช่องสัญญาณของ AHI

Ch.	Wavelength (μm)	Pixel x Line	Spatial Resolution
1	10.4	6000 x 6000	2 degree (~2 km)
2	11.2		
3	12.3		
4	13.3		
5	3.9		
6	6.2		
7	6.9		
8	7.3		
9	8.6		
10	9.6		

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS โดยใช้ความจริงภาคพื้นดิน MM5

ความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ MHS ได้รับการประเมินโดยใช้ระบบพายุทั่วโลกจำนวน 106 ระบบ ที่จำลองด้วยแบบจำลองอ้างอิงภาคพื้นดินทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) ในการประเมินนั้นใช้จุดภาพ (Pixel) ที่แตกต่างจากที่ใช้ในการฝึกเครือข่ายประสาทเทียม ตารางที่ 4.1 แสดงตัวชี้วัดความผิดพลาดของค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้า MHS ได้แก่ รากที่สองของความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error : RMSE) และความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error : ME) เนื่องจากช่วงของค่าอัตราหยาดน้ำฟ้าเป็นช่วงกว้าง การคำนวณ RMSE และ ME จึงดำเนินการสำหรับแต่ละช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 การประเมินความแม่นยำนั้นใช้อัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MM5 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 km

ความแม่นยำของค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าและประโยชน์ในการนำค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าไปใช้งานนั้น สามารถดูได้จากตารางที่ 4.1 โดยใช้การเปรียบเทียบ RMSE ของแต่ละช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้ากับช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้าที่แสดงในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งระบุช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 RMSE ที่มีค่าสูงกว่าขอบเขตบนของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวเอียง ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย RMSE ที่มีค่าต่ำกว่าขอบเขตล่างของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวหนา ซึ่งบ่งบอกว่า ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้ามีประโยชน์ดีในการใช้งาน ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MHS มีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าจริงสูงกว่า 1 mm/h และมีประโยชน์ดีสำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าจริงสูงกว่า 8 mm/h

ตารางที่ 4.1

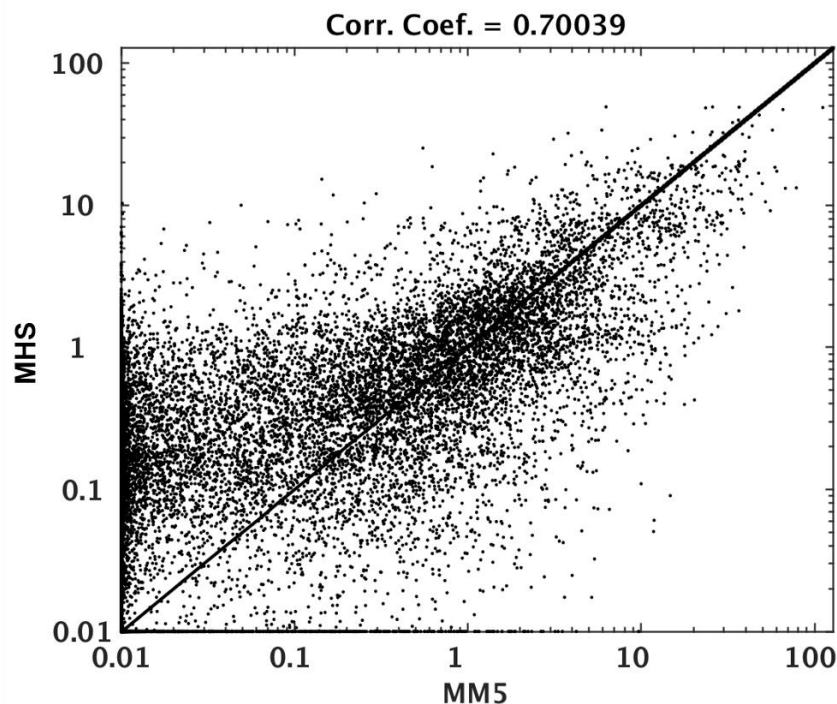
RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MHS (mm/h) โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5

RR Range (mm/h)	RMSE	ME
0.5-1	1.30	-0.27
1-2	1.77	-0.14
2-4	2.79	0.31
4-8	4.60	1.59
8-16	7.82	4.87
16-32	14.30	11.20
32-64	24.90	21.95
> 64	56.59	51.54

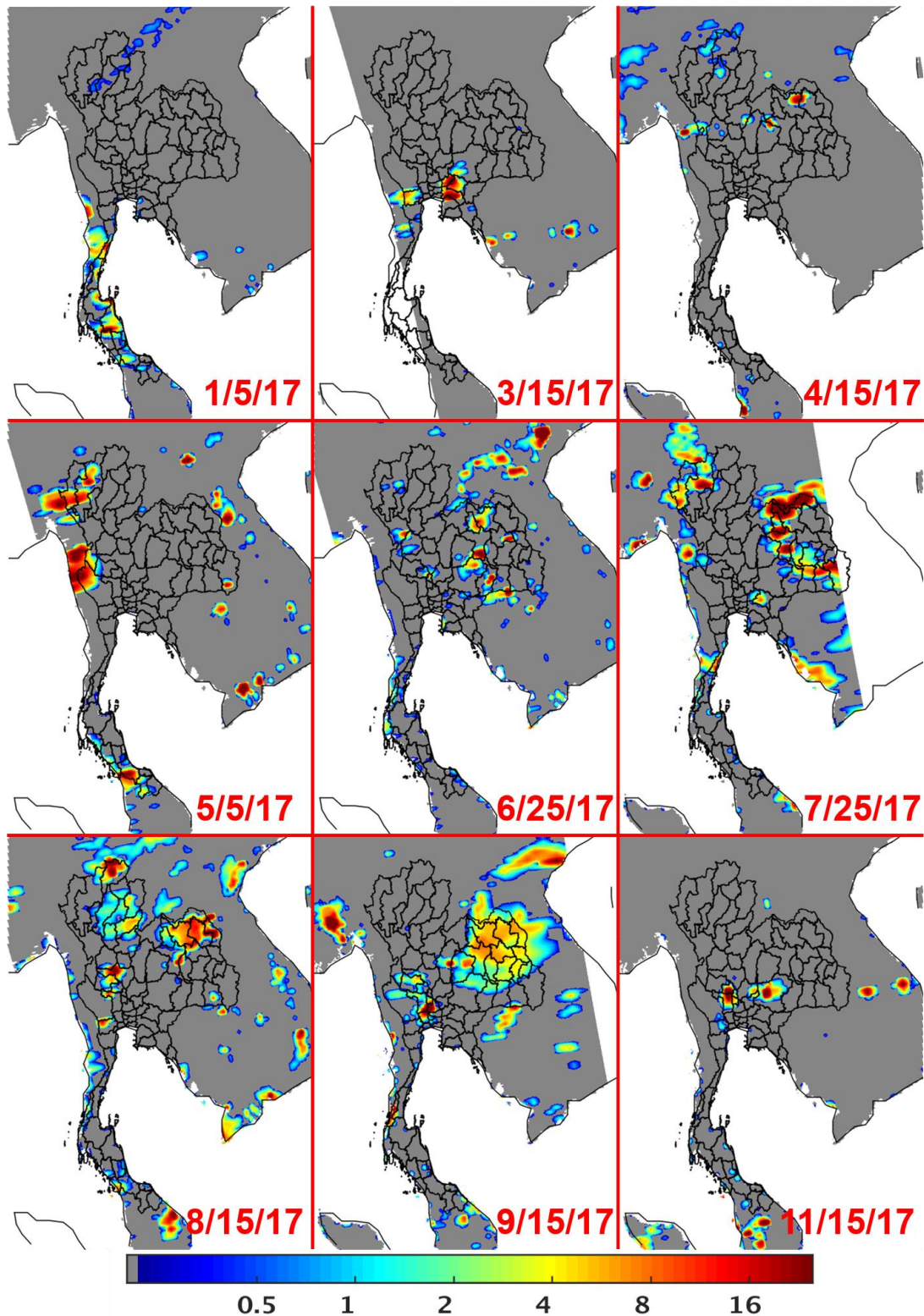
ตัวเอียงเน้น RMSE ที่สูงกว่าขอบเขตบนในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย
ตัวหนาเน้น RMSE ที่ต่ำกว่าค่าต่ำสุดในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ดีในการใช้งาน

รูปที่ 4.1 แสดง Scatter Plot ระหว่างอัตราหายน้ำฟ้า MM5 และค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว MHS (mm/h) ค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว MHS มีสหสัมพันธ์ที่ดีกับความจริง MM5 โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.70 ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่แสดงในตารางที่ 4.1

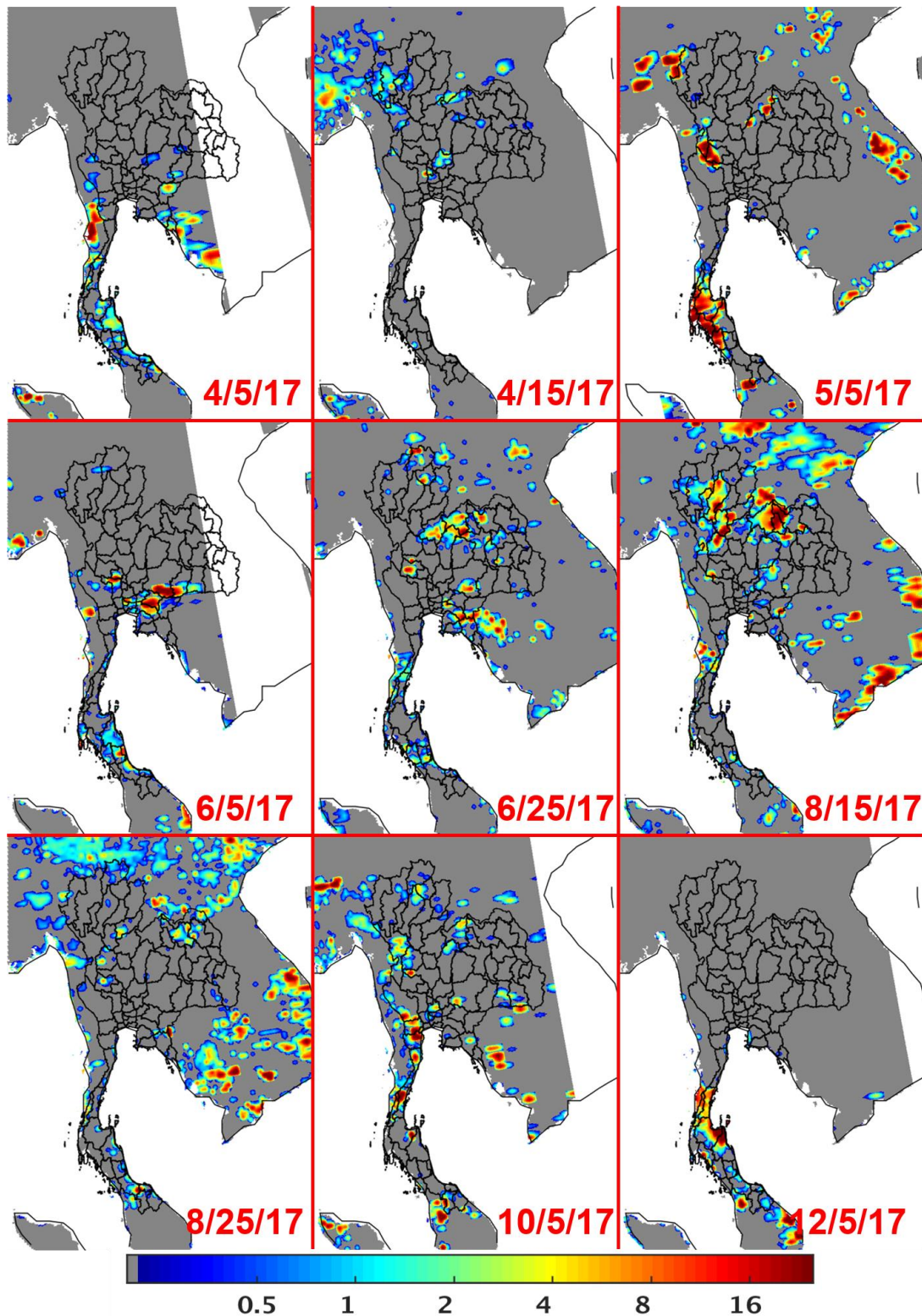
รูปที่ 4.2-4.5 แสดงค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS ที่อยู่บนดาวเทียม NOAA-18, NOAA-19, METOP-A, และ METOP-B สำหรับวันต่างๆจำนวน 9 วันของปี พ.ศ. 2560 ความแตกต่างของค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าของดาวเทียม 4 ดวงนี้สำหรับวันเดียวกันนั้น เกิดจากการสังเกต ณ เวลาที่แตกต่างกัน พื้นที่สีขาวในแต่ละรูปย่อมนั้นเป็นช่องว่างระหว่างวงโคจร ซึ่งไม่มีการสังเกตโดยดาวเทียม จากรูปเหล่านี้จะเห็นได้ว่า อัลกอริทึมประมาณค่าหายน้ำฟ้าจากการสังเกตของ MHS บนดาวเทียม NOAA-18, NOAA-19, METOP-A, และ METOP-B นั้น สามารถให้ค่าประมาณหายน้ำฟ้าครอบคลุมทุกพื้นที่ทั้งประเทศไทย



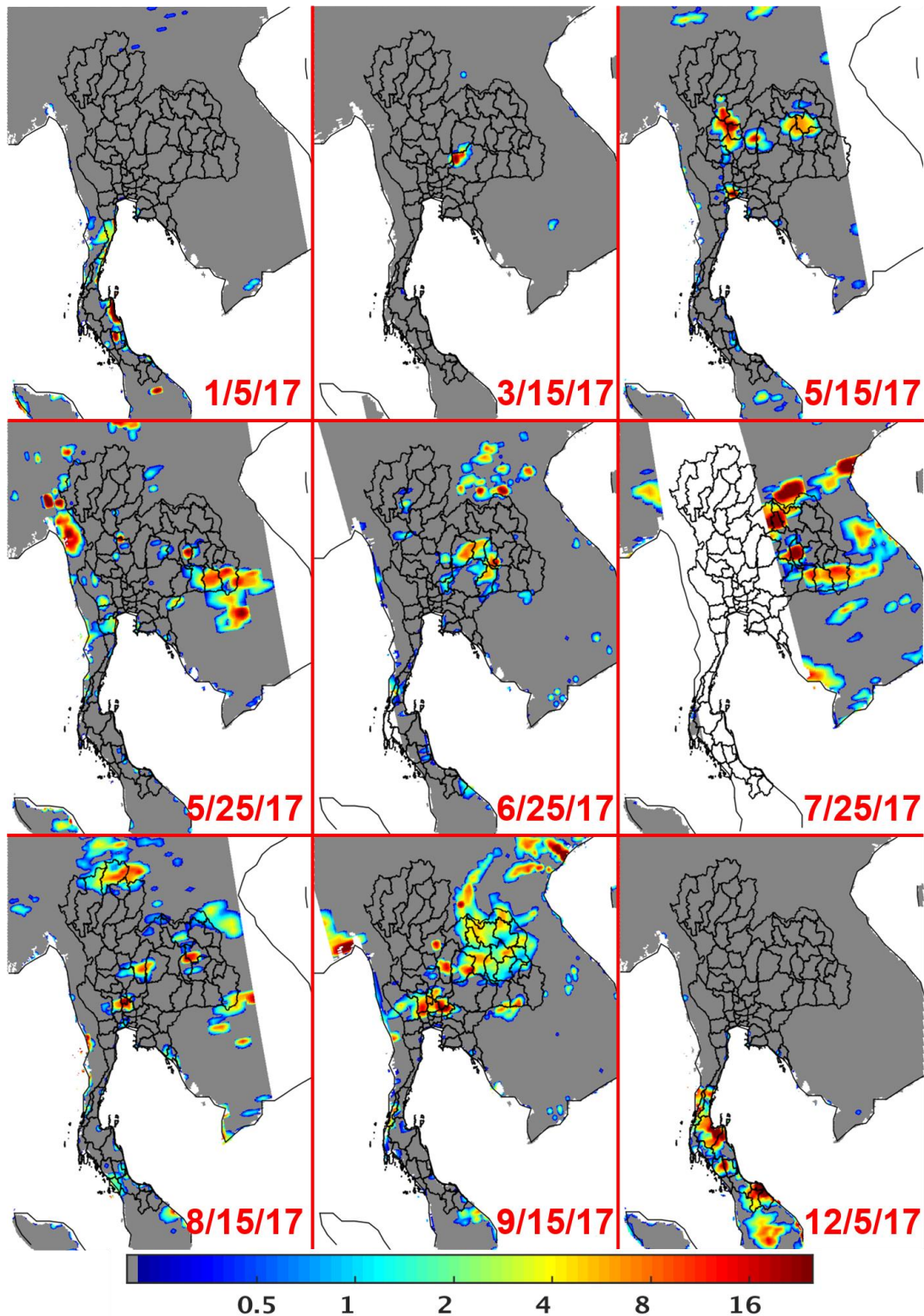
รูปที่ 4.1 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว MHS (mm/h)



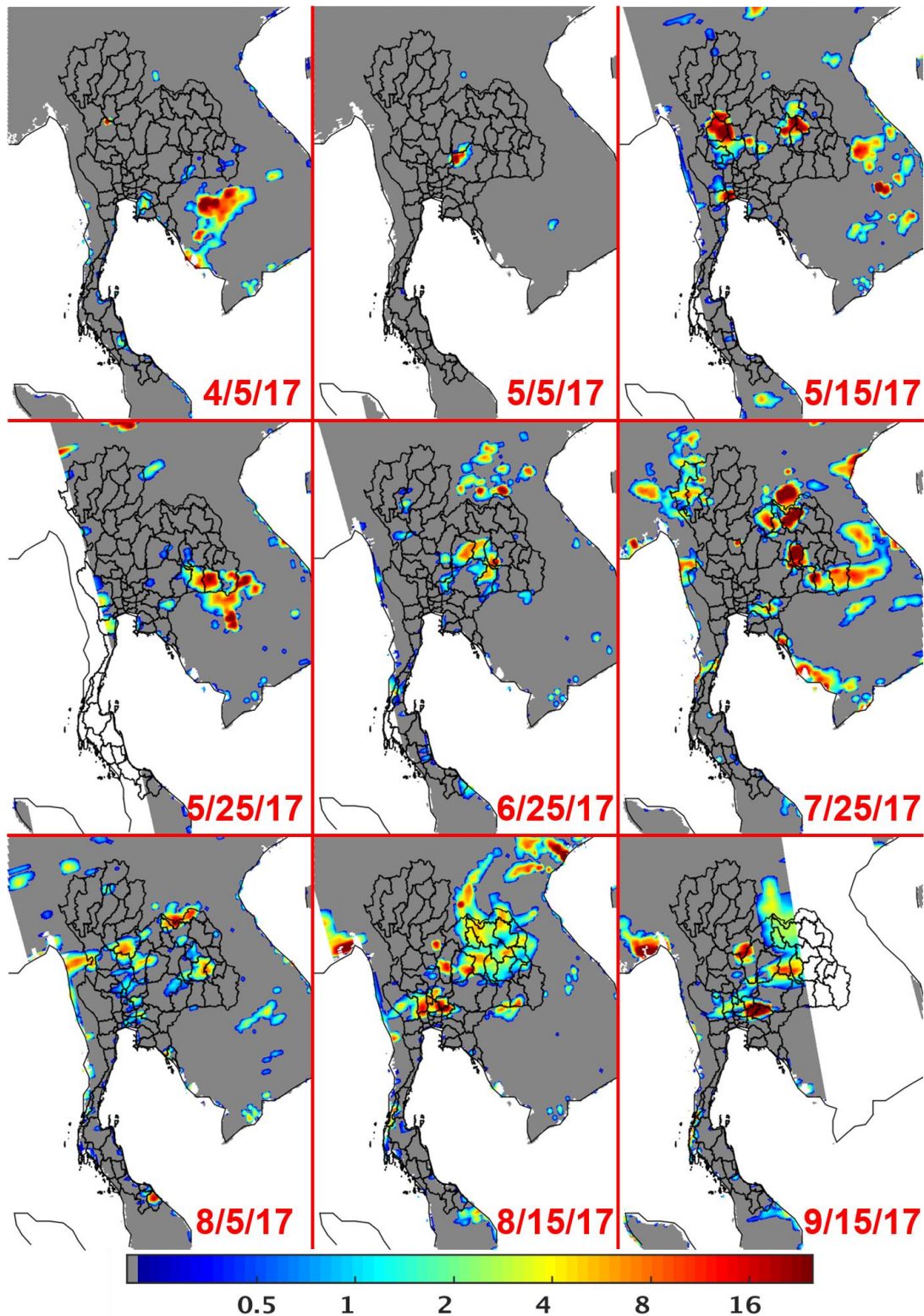
รูปที่ 4.2 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม NOAA-18 วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 15 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 25 มิถุนายน 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 15 พฤศจิกายน 2560



รูปที่ 4.3 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม NOAA-19 วันที่ 5 เมษายน 2560, 15 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 5 มิถุนายน 2560, 25 มิถุนายน 2560, 15 สิงหาคม 2560, 25 สิงหาคม 2560, 5 ตุลาคม 2560, และ 5 ธันวาคม 2560



รูปที่ 4.4 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม METOP-A วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 15 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560



รูปที่ 4.5 ค่าประมาณอัตราการหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ MHS บนดาวเทียม METOP-B วันที่ 5 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 15 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 มิถุนายน 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 5 สิงหาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, และ 15 กันยายน 2560

4.2 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ ATMS โดยใช้ความจริงภาคพื้นดิน MM5

ความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ ATMS ได้รับการประเมินโดยใช้ระบบพายุทั่วโลกจำนวน 106 ระบบ ที่จำลองด้วยแบบจำลองอ้างอิงภาคพื้นดินทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) ในการประเมินนั้นใช้จุดภาพ (Pixel) ที่แตกต่างจากที่ใช้ในการฝึกเครือข่ายประสาทเทียม ตารางที่ 4.2 แสดงตัวชี้วัดความผิดพลาดของค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้า ATMS ได้แก่ รากที่สองของความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error : RMSE) และความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error : ME) เนื่องจากช่วงของค่าอัตราหยาดน้ำฟ้าเป็นช่วงกว้าง การคำนวณ RMSE และ ME จึงดำเนินการสำหรับแต่ละช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 การประเมินความแม่นยำนั้นใช้อัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MM5 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 km

ความแม่นยำของค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าและประโยชน์ในการนำค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าไปใช้งานนั้น สามารถดูได้จากตารางที่ 4.2 โดยมีการเปรียบเทียบ RMSE ของแต่ละช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้ากับช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้าที่แสดงในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งระบุช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 RMSE ที่มีค่าสูงกว่าขอบเขตบนของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวเอียง ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย RMSE ที่มีค่าต่ำกว่าขอบเขตล่างของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวหนา ซึ่งบ่งบอกว่า ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้ามีประโยชน์ดีในการใช้งาน ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว ATMS มีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าจริงสูงกว่า 1 mm/h และมีประโยชน์ดีสำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าจริงสูงกว่า 8 mm/h

ตารางที่ 4.2

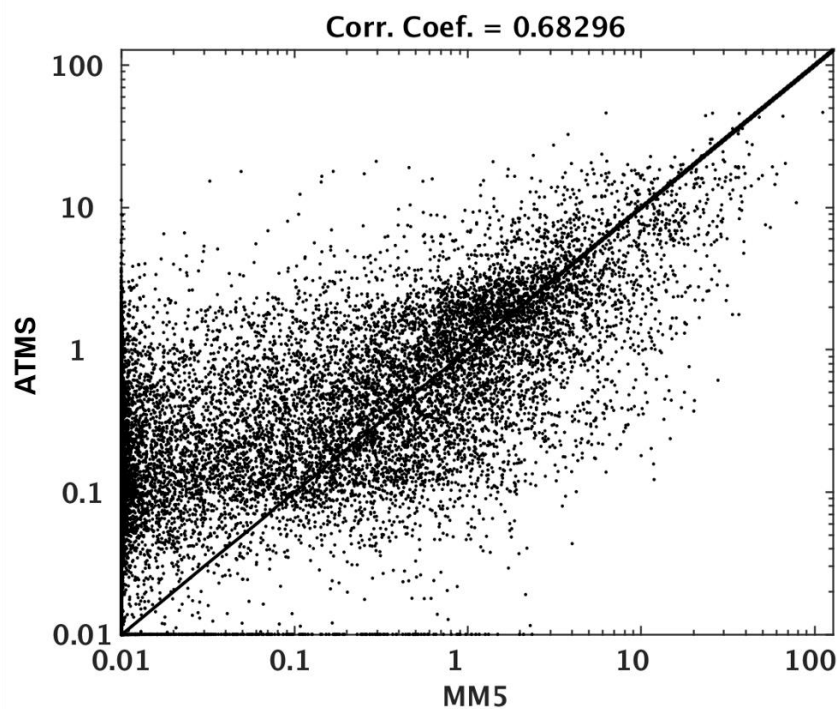
RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว ATMS (mm/h) โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5

RR Range (mm/h)	RMSE	ME
0.5-1	1.36	-0.34
1-2	1.86	-0.28
2-4	2.83	0.15
4-8	4.45	1.52
8-16	7.56	4.75
16-32	14.25	11.55
32-64	26.20	23.49
> 64	60.28	55.09

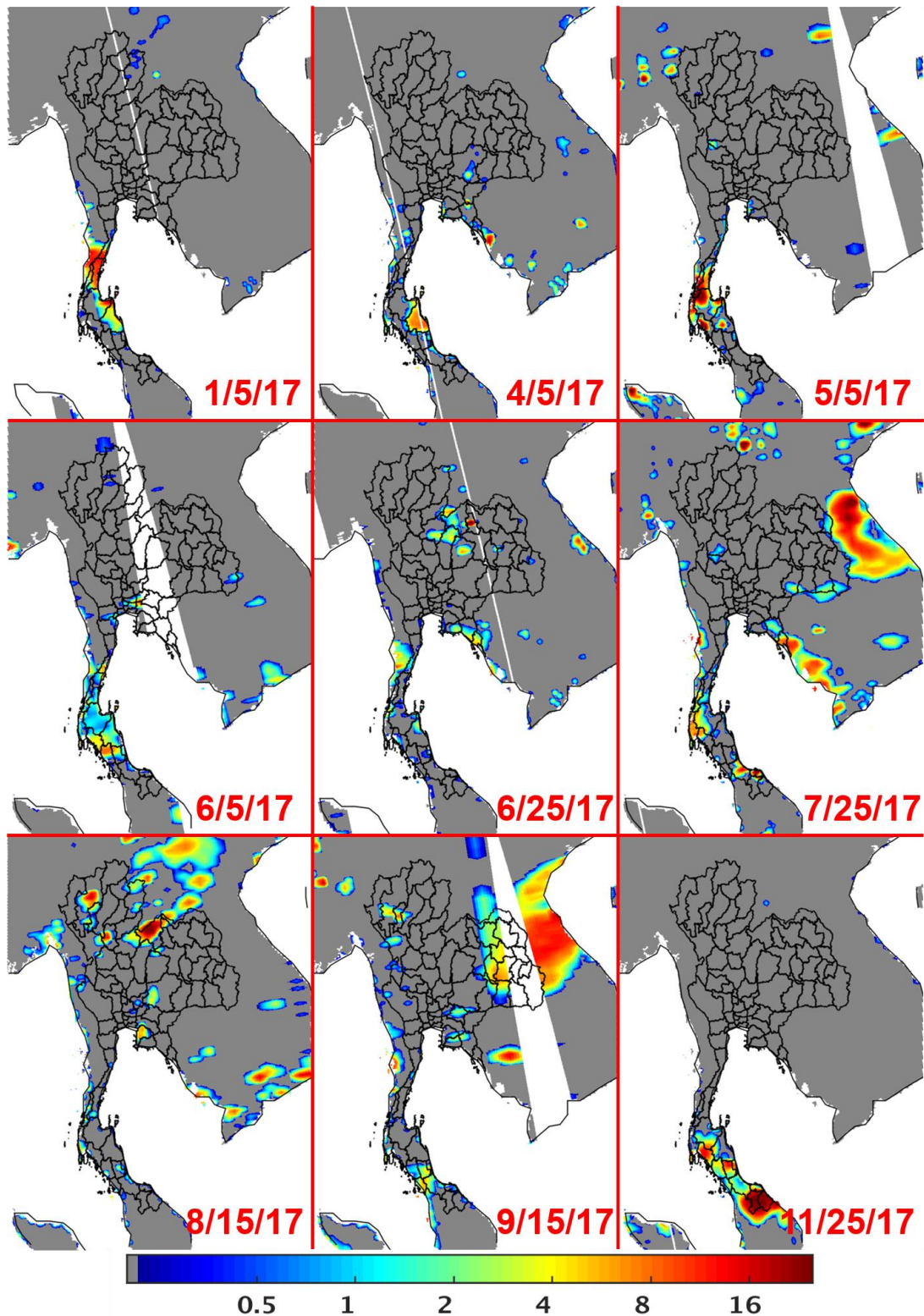
ตัวเอียงเน้น RMSE ที่สูงกว่าขอบเขตบนในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย
ตัวหนาเน้น RMSE ที่ต่ำกว่าค่าต่ำสุดในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ดีในการใช้งาน

รูปที่ 4.6 แสดง Scatter Plot ระหว่างอัตราหายน้ำฟ้า MM5 และค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว ATMS (mm/h) ค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว ATMS มีสหสัมพันธ์ที่ดีกับความจริง MM5 โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.68 ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่แสดงในตารางที่ 4.2

รูปที่ 4.7 แสดงค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ ATMS ที่อยู่บนดาวเทียม Suomi NPP สำหรับวันต่างๆ จำนวน 9 วันของปี พ.ศ. 2560 พื้นที่สีขาวในแต่ละรูปย่อมนั้นเป็นช่องว่างระหว่างวงโคจร ซึ่งไม่มีการสังเกตโดยดาวเทียม จากรูปเหล่านี้จะเห็นได้ว่า อัลกอริทึมประมาณค่าหายน้ำฟ้าจากการสังเกตของ ATMS บนดาวเทียม Suomi NPP นั้น สามารถให้ค่าประมาณหายน้ำฟ้าครอบคลุมทุกพื้นที่ทั้งประเทศไทย



รูปที่ 4.6 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิวของ ATMS (mm/h)



รูปที่ 4.7 ค่าประมาณอัตราการหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ ATMS บนดาวเทียม Suomi NPP วันที่ 5 มกราคม 2560, 5 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 5 มิถุนายน 2560, 25 มิถุนายน 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 25 พฤศจิกายน 2560

4.3 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SSMIS โดยใช้ความจริงภาคพื้นดิน MM5

ความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SSMIS ได้รับการประเมินโดยใช้ระบบพายุทั่วโลกจำนวน 106 ระบบ ที่จำลองด้วยแบบจำลองอ้างอิงภาคพื้นดินทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) ในการประเมินนั้นใช้จุดภาพ (Pixel) ที่แตกต่างจากที่ใช้ในการฝึกเครือข่ายประสาทเทียม ตารางที่ 4.3-4.5 แสดงตัวชี้วัดความผิดพลาดของค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้า ATMS บนดาวเทียม DMSP F16, F17, และ F18 ตามลำดับ ตัวชี้วัดความผิดพลาดรวมถึงรากที่สองของความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error : RMSE) และความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error : ME) เนื่องจากช่วงของค่าอัตราหยาดน้ำฟ้าเป็นช่วงกว้าง การคำนวณ RMSE และ ME จึงดำเนินการสำหรับแต่ละช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 การประเมินความแม่นยำนั้นใช้อัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MM5 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 km

ความแม่นยำของค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าและประโยชน์ในการนำค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าไปใช้งานนั้น สามารถดูได้จากตารางที่ 4.3-4.5 โดยใช้การเปรียบเทียบ RMSE ของแต่ละช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้ากับช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้าที่แสดงในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งระบุช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 RMSE ที่มีค่าสูงกว่าขอบเขตบนของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวเอียง ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย RMSE ที่มีค่าต่ำกว่าขอบเขตล่างของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวหนา ซึ่งบ่งบอกว่า ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้ามีประโยชน์ดีในการใช้งาน จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS สำหรับดาวเทียม F16 นั้นมีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 1 mm/h และมีประโยชน์ดีสำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 8 mm/h ยกเว้นกรณีที่มีอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 64 mm/h

ตารางที่ 4.3

RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F16 โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5

RR Range (mm/h)	RMSE	ME
0.5-1	1.41	-0.43
1-2	1.88	-0.45
2-4	2.72	-0.06
4-8	4.09	1.39
8-16	7.47	5.14
16-32	15.04	13.18
32-64	29.85	28.32
> 64	69.43	66.26

ตัวเอียงเน้น RMSE ที่สูงกว่าขอบเขตบนในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย
ตัวหนาเน้น RMSE ที่ต่ำกว่าค่าต่ำสุดในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ดีในการใช้งาน

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 จะเห็นได้ว่า ความแม่นยำของค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS สำหรับดาวเทียม F17 และ F18 นั้นใกล้เคียงกัน และแม่นยำกว่าของดาวเทียม F16 ทั้งนี้ เนื่องจาก SSMIS บนดาวเทียม F16 มีจำนวนช่องสัญญาณที่ใช้งานได้เป็นปกติน้อยกว่าดาวเทียม F17 และ F18 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS สำหรับดาวเทียม F17 และ F18 มีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 1 mm/h และมีประโยชน์ดีสำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 8 mm/h

ตารางที่ 4.4

RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F17 โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5

RR Range (mm/h)	RMSE	ME
0.5-1	1.41	-0.43
1-2	1.88	-0.45
2-4	2.72	-0.06
4-8	4.09	1.39
8-16	7.47	5.14
16-32	15.04	13.18
32-64	29.85	28.32
> 64	69.43	66.26

ตารางที่ 4.5

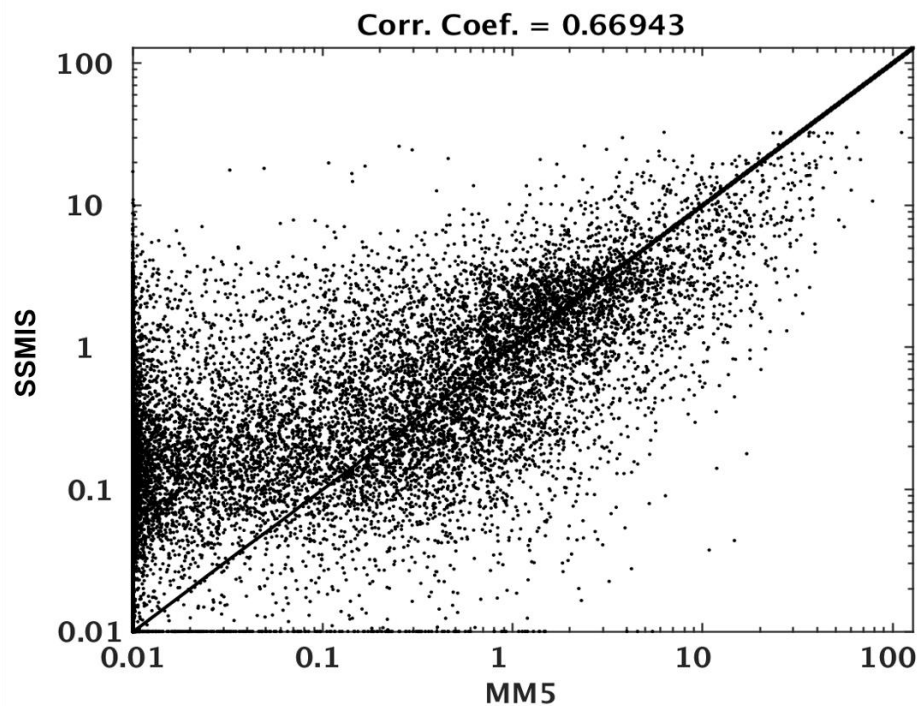
RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F18 โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5

RR Range (mm/h)	RMSE	ME
0.5-1	1.45	-0.38
1-2	1.87	-0.33
2-4	2.67	0.15
4-8	4.25	1.52
8-16	7.61	4.96
16-32	14.32	11.86
32-64	26.19	23.78
> 64	60.92	55.88

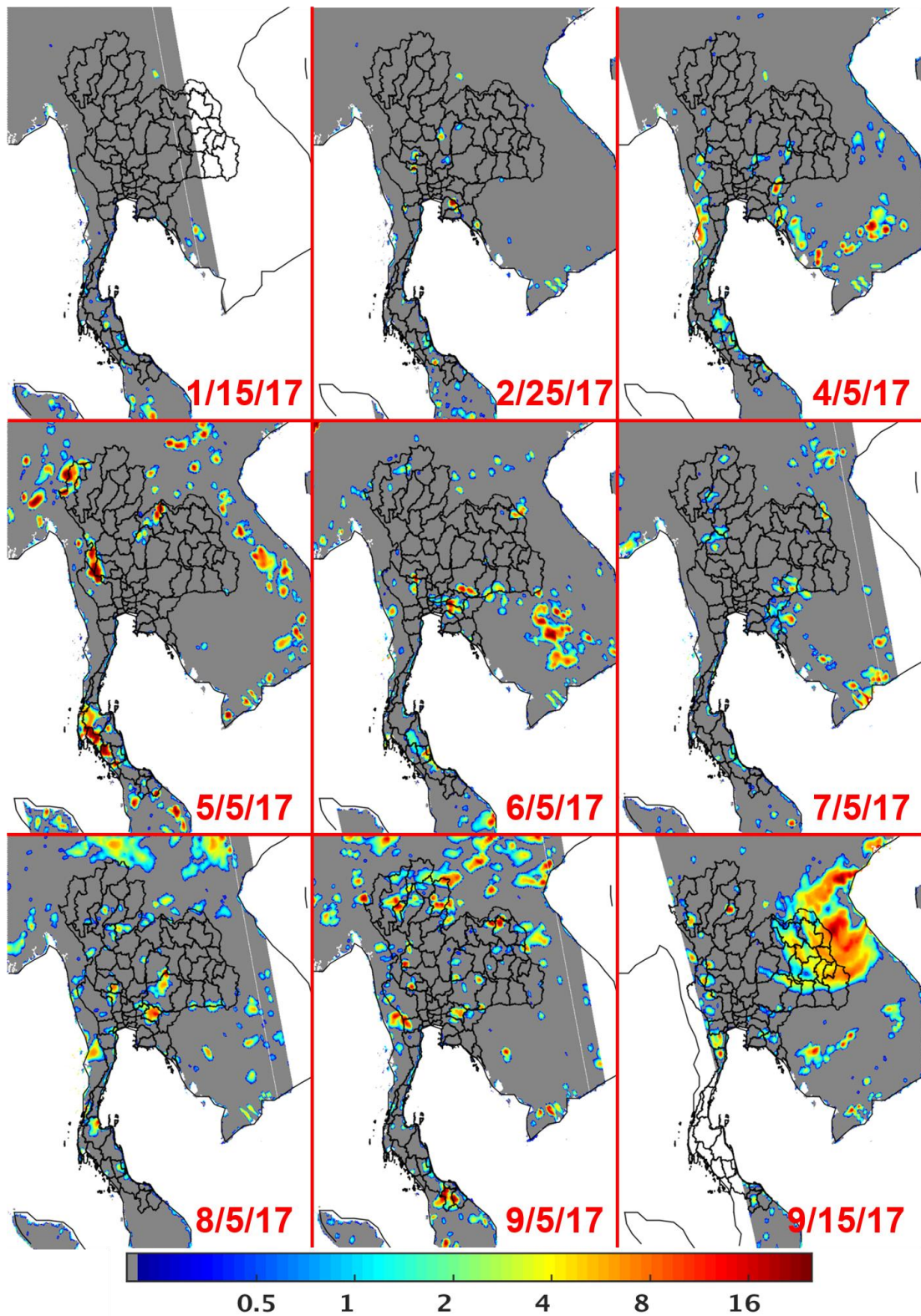
ตัวเอียงเน้น RMSE ที่สูงกว่าขอบเขตบนในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย
ตัวหนาเน้น RMSE ที่ต่ำกว่าค่าต่ำสุดในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ดีในการใช้งาน

รูปที่ 4.8 แสดง Scatter Plot ระหว่างอัตราหายน้ำฟ้า MM5 และค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F17 ค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว SSMIS มีสหสัมพันธ์ที่ดีกับความจริง MM5 โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.67 ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่แสดงในตารางที่ 4.2

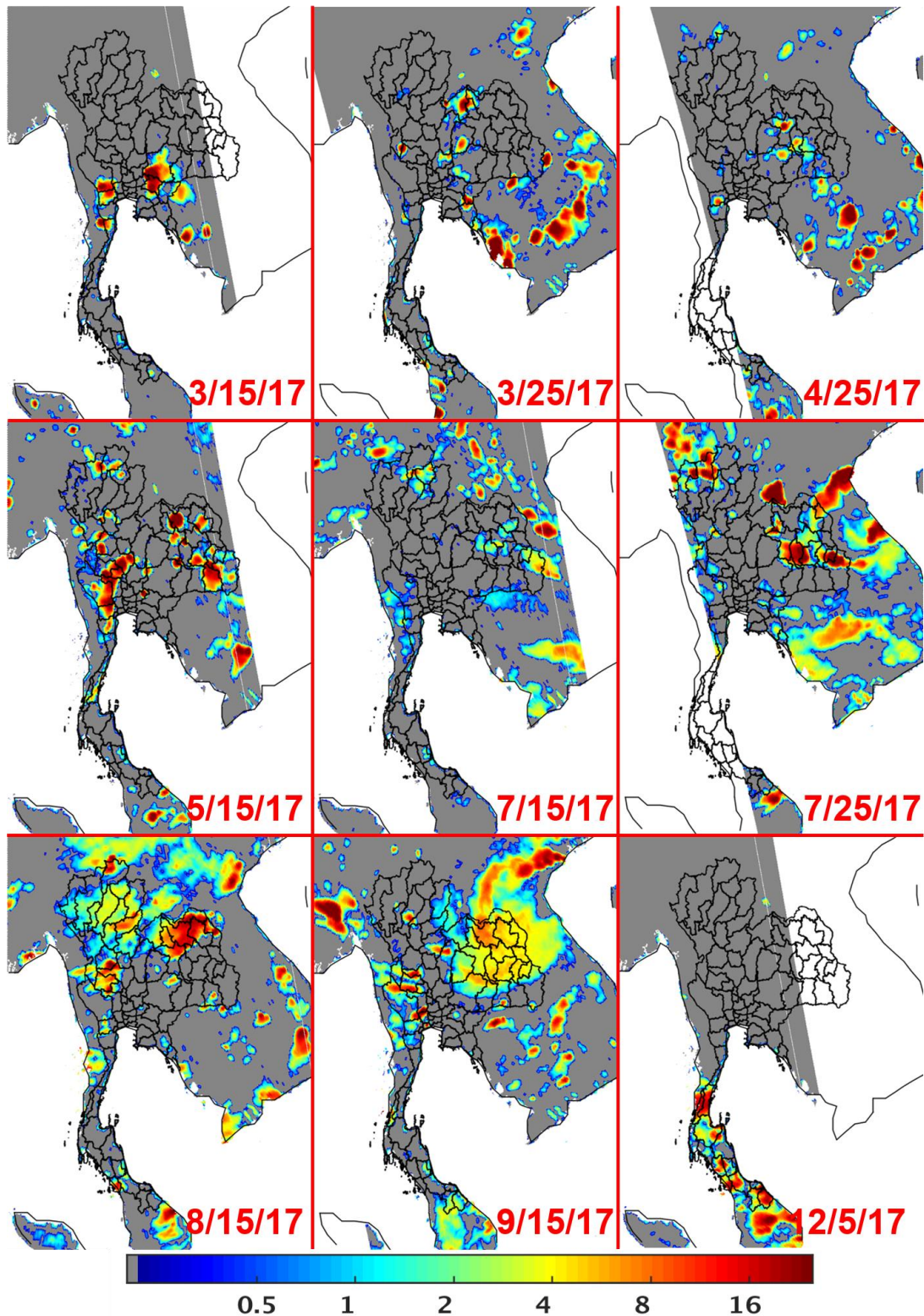
รูปที่ 4.9-4.11 แสดงค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SSMIS ที่อยู่บนดาวเทียม DMSP F16, F17, และ F18 ตามลำดับ สำหรับวันต่างๆจำนวน 9 วันของปี พ.ศ. 2560 ความแตกต่างของค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าของดาวเทียม 3 ดวงนี้สำหรับวันเดียวกันนั้น เกิดจากการสังเกต ณ เวลาที่แตกต่างกัน พื้นที่สีขาวในแต่ละรูปย่อมนั้นเป็นช่องว่างระหว่างวงโคจร ซึ่งไม่มีการสังเกตโดยดาวเทียม จากรูปเหล่านี้จะเห็นว่า อัลกอริทึมประมาณค่าหายน้ำฟ้าจากการสังเกตของ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F16, F17, และ F18 นั้น สามารถให้ค่าประมาณหายน้ำฟ้าครอบคลุมทุกพื้นที่ทั้งประเทศไทย



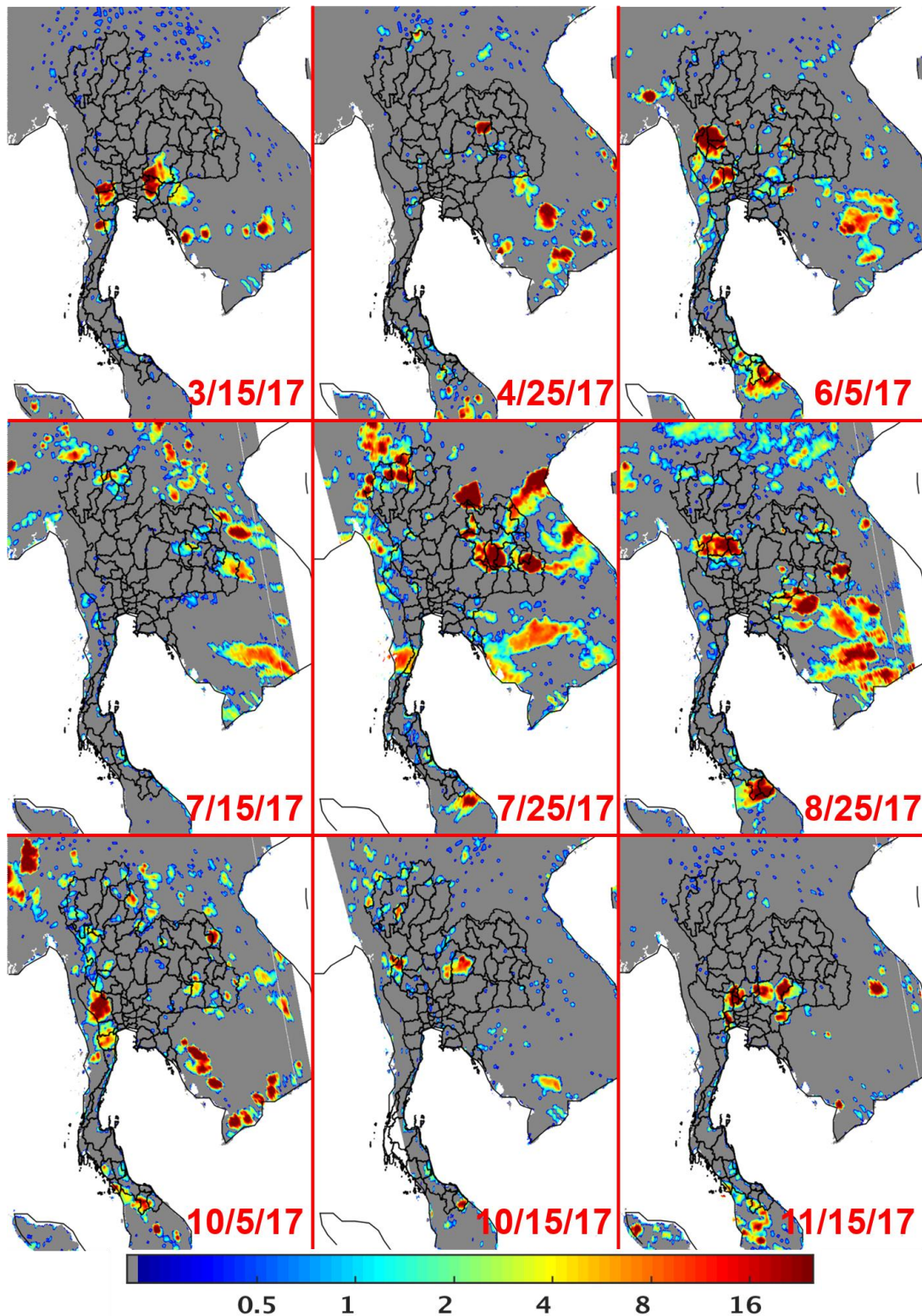
รูปที่ 4.8 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหายน้ำฟ้าพื้นผิวของ SSMIS (mm/h) สำหรับดาวเทียม F17



รูปที่ 4.9 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F16 วันที่ 15 มกราคม 2560, 25 กุมภาพันธ์ 2560, 5 เมษายน 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 5 มิถุนายน 2560, 5 กรกฎาคม 2560, 5 สิงหาคม 2560, 5 กันยายน 2560, และ 15 กันยายน 2560



รูปที่ 4.10 ค่าประมาณอัตราการหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F17 วันที่ 15 มีนาคม 2560, 25 มีนาคม 2560, 25 เมษายน 2560, 15 พฤษภาคม 2560, 15 กรกฎาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 15 กันยายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560



รูปที่ 4.11 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F18 วันที่ 15 มีนาคม 2560, 25 เมษายน 2560, 5 มิถุนายน 2560, 15 กรกฎาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 25 สิงหาคม 2560, 5 ตุลาคม 2560, 15 ตุลาคม 2560, และ 15 พฤศจิกายน 2560

4.4 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SAPHIR โดยใช้ความจริงภาคพื้นดิน MM5

ความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ SAPHIR ได้รับการประเมินโดยใช้ระบบพายุทั่วโลกจำนวน 106 ระบบ ที่จำลองด้วยแบบจำลองอ้างอิงภาคพื้นดินทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) ในการประเมินนั้นใช้จุดภาพ (Pixel) ที่แตกต่างจากที่ใช้ในการฝึกเครือข่ายประสาทเทียม ตารางที่ 4.6 แสดงตัวชี้วัดความผิดพลาดของค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้า ATMS ได้แก่ รากที่สองของความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error : RMSE) และความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error : ME) เนื่องจากช่วงของค่าอัตราหยาดน้ำฟ้าเป็นช่วงกว้าง การคำนวณ RMSE และ ME จึงดำเนินการสำหรับแต่ละช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 การประเมินความแม่นยำนั้นใช้อัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว MM5 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 km

ความแม่นยำของค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าและประโยชน์ในการนำค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าไปใช้งานนั้น สามารถดูได้จากตารางที่ 4.6 โดยการใช้การเปรียบเทียบ RMSE ของแต่ละช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้ากับช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้าที่แสดงในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งระบุช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 RMSE ที่มีค่าสูงกว่าขอบเขตบนของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวเอียง ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย RMSE ที่มีค่าต่ำกว่าขอบเขตล่างของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวหนา ซึ่งบ่งบอกว่า ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้ามีประโยชน์ดีในการใช้งาน ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SAPHIR มีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าจริงสูงกว่า 1 mm/h และมีประโยชน์ดีสำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าจริงสูงกว่า 8 mm/h

ตารางที่ 4.6

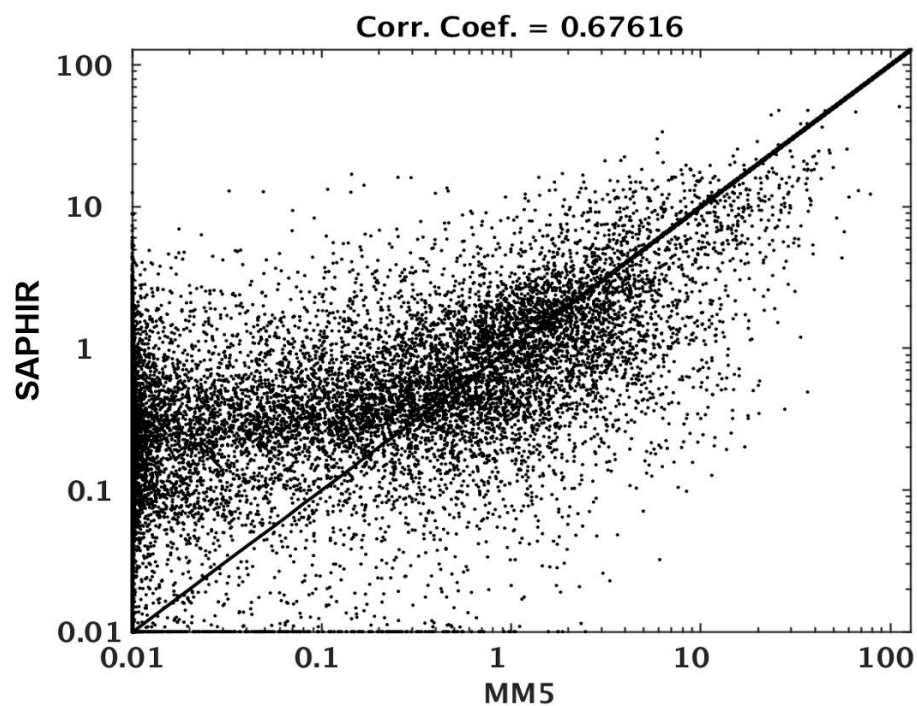
RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SAPHIR (mm/h) โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ MM5

RR Range (mm/h)	RMSE	ME
0.5-1	1.28	-0.29
1-2	1.73	-0.12
2-4	2.72	0.43
4-8	4.41	1.78
8-16	7.69	5.14
16-32	14.54	11.99
32-64	26.66	23.79
> 64	60.96	55.27

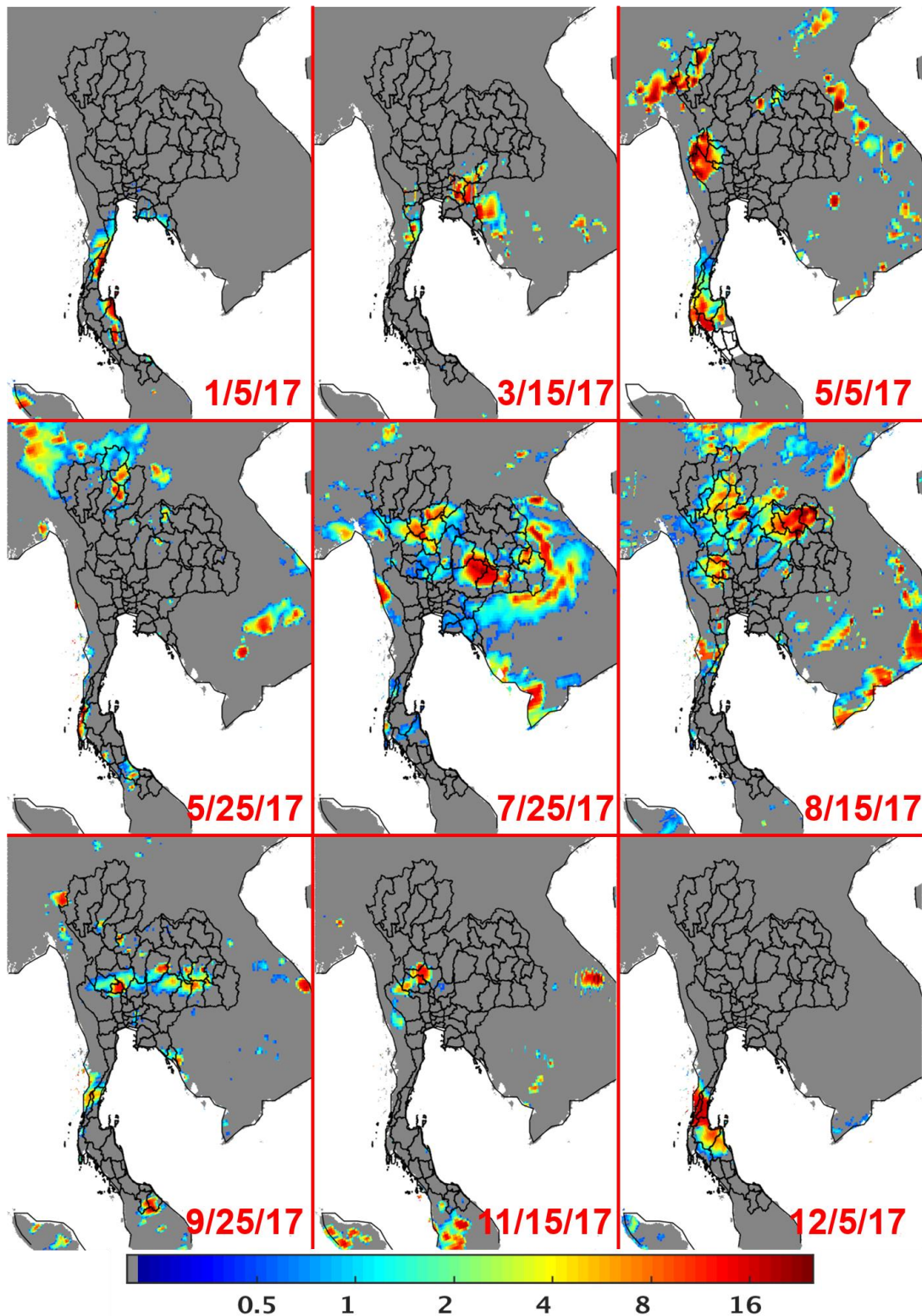
ตัวเอียงเน้น RMSE ที่สูงกว่าขอบเขตบนในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย
ตัวหนาเน้น RMSE ที่ต่ำกว่าค่าต่ำสุดในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ดีในการใช้งาน

รูปที่ 4.12 แสดง Scatter Plot ระหว่างอัตราหยาดน้ำฟ้า MM5 และค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SAPHIR (mm/h) ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว SAPHIR มีสหสัมพันธ์ที่ดีกับความจริง MM5 โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.68 ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่แสดงในตารางที่ 4.6

รูปที่ 4.13 แสดงค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SAPHIR ที่อยู่บนดาวเทียม Megha-Tropiques สำหรับวันต่างๆจำนวน 9 วันของปี พ.ศ. 2560 พื้นที่สีขาวในแต่ละรูปย่อมนั้นเป็นช่องว่างระหว่างวงโคจร ซึ่งไม่มีการสังเกตโดยดาวเทียม จากรูปเหล่านี้จะเห็นได้ว่า อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของ SAPHIR บนดาวเทียม Megha-Tropiques นั้น สามารถให้ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าครอบคลุมทุกพื้นที่ทั้งประเทศไทย



รูปที่ 4.12 Scatter Plot ระหว่างความจริง MM5 และค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิวของ SAPHIR (mm/h)



รูปที่ 4.13 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงในวงโคจรขาลง (Descending Orbit) ของ SAPHIR บนดาวเทียม Megha-Tropiques วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 25 กันยายน 2560, 15 พฤศจิกายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560

4.5 การประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ AHI โดยใช้ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP-4

ความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ AHI ได้รับการประเมินโดยใช้ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าจากผลิตภัณฑ์ AMP-4 ในการประเมินนั้นใช้จุดภาพ (Pixel) ที่แตกต่างจากที่ใช้ในการฝึกเครือข่ายประสาทเทียม ตารางที่ 4.7 แสดงตัวชี้วัดความผิดพลาดของค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้า ATMS ได้แก่ รากที่สองของความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error : RMSE) และความผิดพลาดเฉลี่ย (Mean Error : ME) เนื่องจากช่วงของค่าอัตราหยาดน้ำฟ้าเป็นช่วงกว้าง การคำนวณ RMSE และ ME จึงดำเนินการสำหรับแต่ละช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า AMP-4

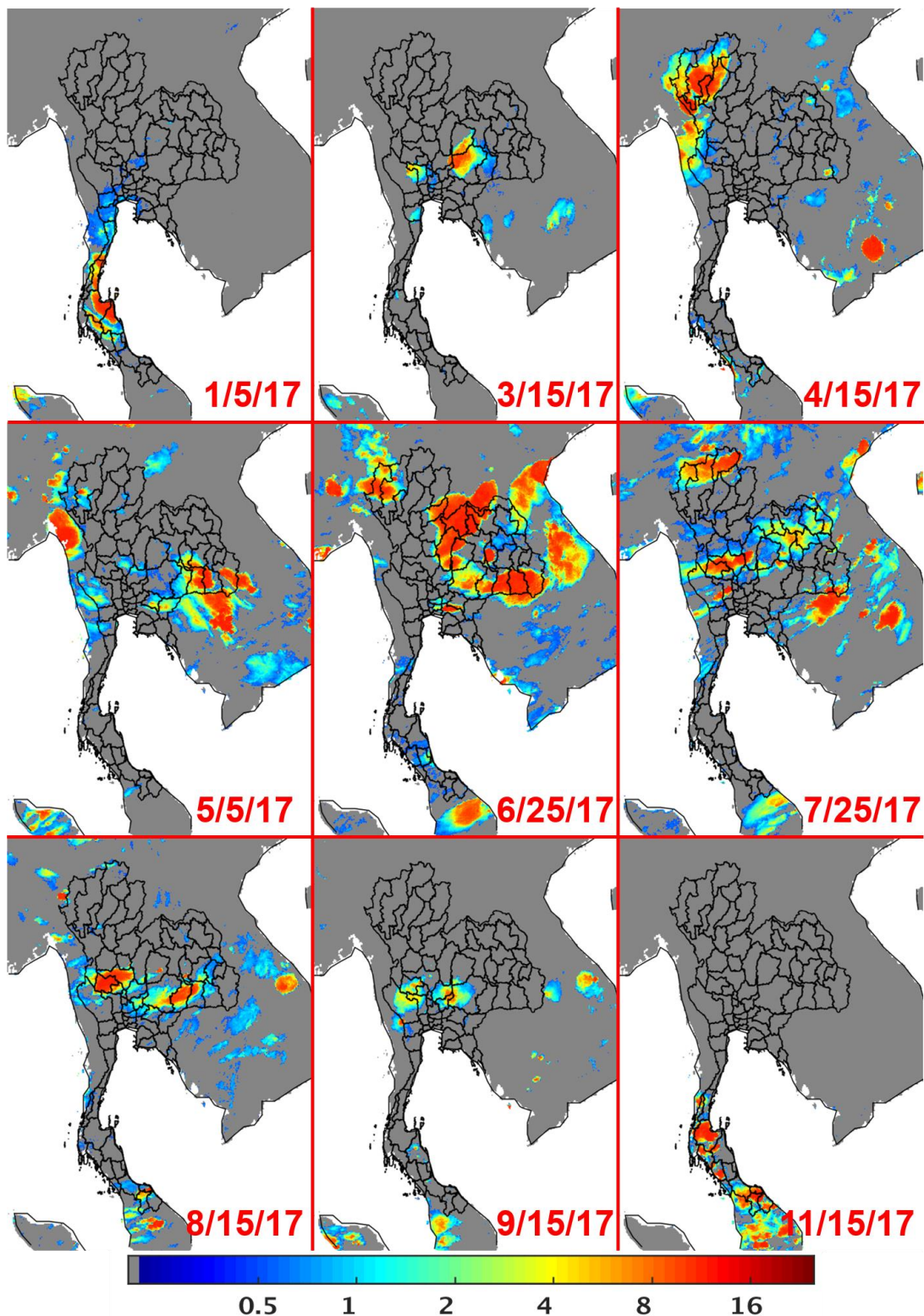
ความแม่นยำของค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าและประโยชน์ในการนำค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าไปใช้งานนั้น สามารถดูได้จากตารางที่ 4.7 โดยใช้การเปรียบเทียบ RMSE ของแต่ละช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้ากับช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้าที่แสดงในแถวตั้งที่ 1 ซึ่งระบุช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า AMP-4 RMSE ที่มีค่าสูงกว่าขอบเขตบนของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวเอียง ซึ่งบ่งบอกถึงมีประโยชน์ในการใช้งานน้อย RMSE ที่มีค่าต่ำกว่าขอบเขตล่างของช่วงอัตราหยาดน้ำฟ้าในแถวตั้งที่ 1 แสดงโดยใช้ตัวหนา ซึ่งบ่งบอกว่า ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้ามีประโยชน์ดีในการใช้งาน ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว AHI มีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าจริงสูงกว่า 0.5 mm/h อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบ RMSE และ ME ของ AHI กับค่าของอุปกรณ์รับรู้คลื่นไมโครเวฟแบบแพสซีฟต่างๆในหัวข้อก่อนหน้านี้จะเห็นได้ว่า ความแม่นยำของ AHI นั้นด้อยกว่าของอุปกรณ์รับรู้คลื่นไมโครเวฟแบบแพสซีฟ ทั้งนี้เนื่องจากช่วงคลื่นอินฟราเรดไม่สามารถแทรกซึมเมฆได้ ซึ่งส่งผลให้การประมาณค่าหยาดน้ำฟ้ามีความแม่นยำลดลง

ตารางที่ 4.7

RMSE และ ME (MM5 - ค่าประมาณ) สำหรับค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว AHI (mm/h) โดยที่ช่วงของอัตราหยาดน้ำฟ้า (RR) ในแถวตั้งที่ 1 แบ่งโดยใช้ AMP-4

RR Range (mm/h)	RMSE	ME
0.5-1	0.94	0.14
1-2	1.33	0.52
2-4	2.41	1.49
4-8	4.47	3.28
8-16	8.56	7.58
16-32	16.95	16.33

รูปที่ 4.14 แสดงค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงของ AHI ที่อยู่บนดาวเทียม Himawari-8 สำหรับวันต่างๆจำนวน 9 วันของปี พ.ศ. 2560 จากรูปเหล่านี้จะเห็นได้ว่า อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าจากการสังเกตของ AHI บนดาวเทียม Himawari-8 นั้นสามารถให้ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าครอบคลุมทุกพื้นที่ทั้งประเทศไทย



รูปที่ 4.14 ค่าประมาณอัตราการหยาดน้ำฟ้าพื้นผิว (mm/h) สำหรับการสังเกตจริงของ AHI บนดาวเทียม HIMAWARI-8 วันที่ 5 มกราคม 2560, 15 มีนาคม 2560, 5 พฤษภาคม 2560, 25 พฤษภาคม 2560, 25 กรกฎาคม 2560, 15 สิงหาคม 2560, 25 กันยายน 2560, 15 พฤศจิกายน 2560, และ 5 ธันวาคม 2560

4.6 การเปรียบเทียบค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียมกับค่าที่วัดโดยมาตรวัดฝน

บทที่ 3 ได้กล่าวถึงการพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าอัตราหยาดน้ำฟ้าสำหรับอุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ MHS บนดาวเทียม NOAA-18, NOAA-19, METOP-A, และ METOP-B, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ ATMS บนดาวเทียม Suomi NPP, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F16, F17, และ F18, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ SAPHIR บนดาวเทียม Megha-Tropiques, และอุปกรณ์รับรู้คลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ AHI บนดาวเทียม HIMAWARI-8 และหัวข้อที่ 4.1-4.5 ได้ประเมินความแม่นยำของอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าเหล่านี้โดยใช้ระบบพายุทั่วโลกจำนวน 106 ระบบ ที่จำลองด้วยแบบจำลองอ้างอิงภาคพื้นดินทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ)

หัวข้อนี้นำเสนอการประเมินความถูกต้องแม่นยำของค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าจากดาวเทียมกับค่าที่วัดโดยมาตรวัดฝน โดยทำการเปรียบเทียบรายวันและรายเดือนที่ผลิตขึ้นจากการสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟจากดาวเทียมจำนวน 9 ดวง และจากดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟจำนวน 1 ดวง ตารางที่ 4.8 แสดงเวลาที่ท้องถิ่นของประเทศไทยและเวลาปานกลางกรีนิช (UTC) ที่ดาวเทียมเหล่านี้สังเกตประเทศไทย เนื่องจากการสังเกตของดาวเทียม Megha-Tropiques เปลี่ยนเวลาไปเรื่อยๆเนื่องจากไม่ได้อยู่ในวงโคจร Sun-synchronous จึงไม่ได้แสดงในตารางนี้ ดาวเทียม HIMAWARI-8 สังเกตทุกๆสิบนาที่ จึงมีการสังเกตทุกช่วงเวลาในตารางที่ 4.8 จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า การสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟจำนวน 9 ดวง นั้น ครอบคลุมเกือบทุกช่วงเวลาของแต่ละวัน จึงมีความเหมาะสมในการใช้ผลิตข้อมูลรายวันและรายเดือน

ตารางที่ 4.8

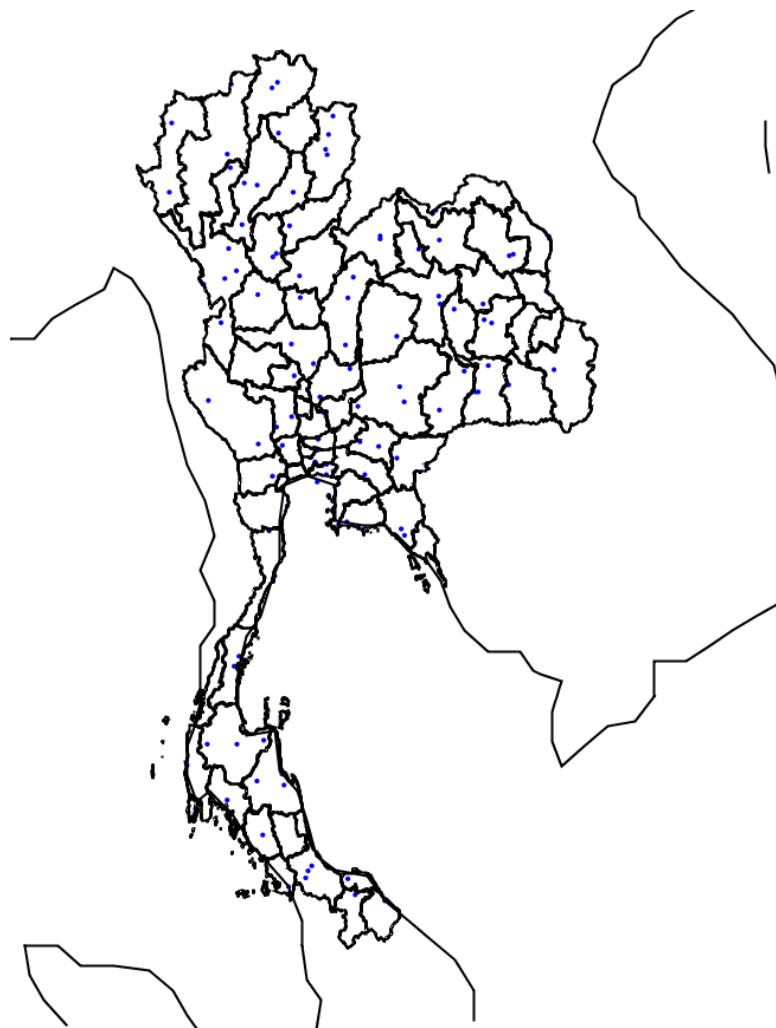
เวลาสังเกตของดาวเทียมแต่ละดวงที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เวลาท้องถิ่น (Local Time)											
0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
UTC Time											
17-19	19-21	21-23	23-1	1-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17
NPP	N19	N18	F17	MA		NPP	N19	N18	F17	MA	
	F16		F18	MB			F16		F18	MB	
H8	H8	H8	H8	H8	H8	H8	H8	H8	H8	H8	H8

N18: NOAA-19 ; N19: NOAA-19 ; MA: METOP-A ; MB: METOP-B ; NPP: Suomi NPP ; H8: HIMAWARI-8

การคำนวณค่าฝนรายวันและรายเดือนนั้น สามารถใช้เฉพาะการสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ จำนวน 9 ดวง ซึ่งจะเรียกว่า POP-MW, หรือใช้เฉพาะการสังเกตของดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ จำนวน 1 ดวง ซึ่งจะเรียกว่า POP-IR, หรือใช้ทั้งการสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟและดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ ซึ่งจะ

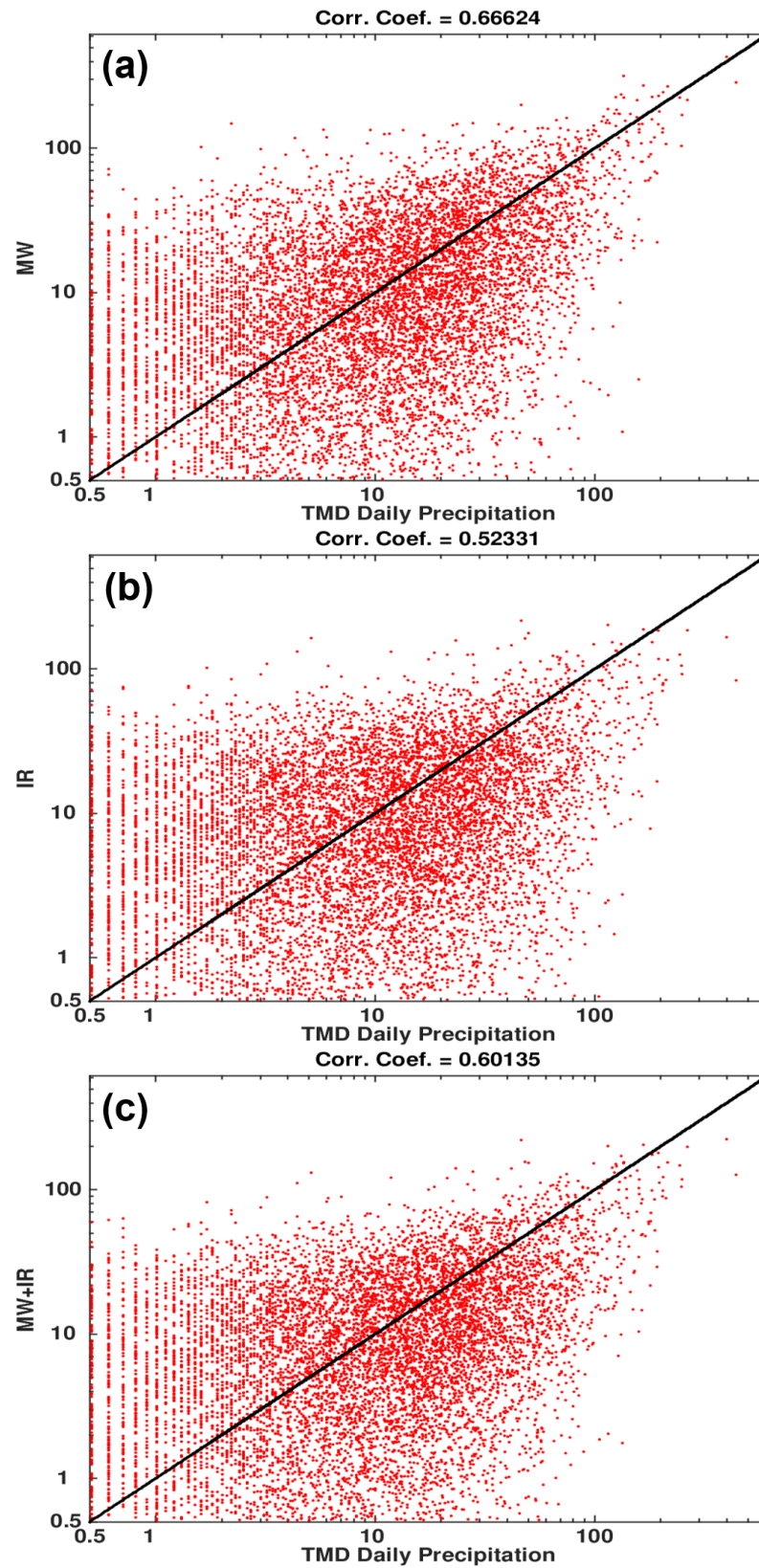
เรียกว่า POP-MW+IR หัวข้อนี้เปรียบเทียบค่าหยาดน้ำฟ้า POP-MW และ POP-MW+IR ในปี 2560 กับการสังเกตจากมาตรวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา รูปที่ 4.15 แสดงสถานีวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 119 สถานี ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ ข้อมูลฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลฝนสะสมราย 3 ชั่วโมง ที่เวลา 00, 03, 06, ..., และ 24Z จากรูปจะเห็นได้ว่ามาตรวัดฝนเหล่านี้มีการกระจายตัวทุกภาคของประเทศไทย ต่อไปนี้ข้อมูลฝนจากมาตรวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาจะเรียกว่า TMD



รูปที่ 4.15 119 สถานีวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ในการเปรียบเทียบ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR กับค่าที่วัดจากมาตรวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยานั้น ค่าประมาณฝน POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR ถูกแทรกค่าในช่วง (Interpolate) ลงบนกริดที่มีความละเอียดของละติจูดและลองจิจูด 0.15 องศา ข้อมูลฝนรายวันจาก TMD ที่ใช้ในการศึกษานี้ใช้เฉพาะสถานีและวันที่มีข้อมูลสังเกตครบทั้ง 24 ชั่วโมงเท่านั้น รูปที่ 4.16 แสดง Scatterplots เปรียบเทียบฝนรายวันของทุกวันในปี 2560 ของ POP-MW, POP-IR, POP-MW+IR กับ TMD จากรูปจะเห็นได้ว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่าง POP-MW, POP-IR, POP-MW+IR กับ TMD มีค่า 0.67, 0.52, และ 0.60 ตามลำดับ POP-MW มีความสอดคล้องกับ TMD มากกว่า POP-IR และ POP-MW+IR อย่างชัดเจน ดังนั้น การผลิตข้อมูลฝนรายวันควรใช้ POP-MW ซึ่งใช้เฉพาะการสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟจำนวน

9 ดวง ความแตกต่างหลักระหว่าง POP และ TMD นั้นเกิดจากการที่มาตรวัดฝนเป็นการวัดเฉพาะจุด หนึ่งๆบนพื้นผิวโลก ในขณะที่ความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูล POP นั้นมีค่าประมาณ 15 km



รูปที่ 4.16 Scatterplots เปรียบเทียบฝนรายวันของทุกวันในปี 2560 ของ (a) POP-MW, (b) POP-IR, (c) POP-MW+IR กับ TMD

ตารางที่ 4.9 แสดง Confusion Matrix เพื่อใช้ในการพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้ารายวันของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR มีความแม่นยำในการตรวจพบหยาดน้ำฟ้าเพียงใด โดยใช้ข้อมูลจากมาตรวัดฝน TMD เป็นค่าจริง เงื่อนไขในการตรวจพบหยาดน้ำฟ้าคือเมื่อค่าประมาณ (RR_Est) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 mm ต่อวัน และตรวจพบว่าไม่มีหยาดน้ำฟ้าเมื่อค่าประมาณมีค่าน้อยกว่า 0.5 mm ต่อวัน ตารางที่ 4.10 แสดง True Positive, True Negative, False Positive, และ False Negative สำหรับ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล ผลิตภัณฑ์ที่มีความแม่นยำในการตรวจพบหยาดน้ำฟ้ารายวันมากที่สุดคือ POP-MW ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ POP-MW จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแม่นยำที่สุดที่จะใช้บอกไว้ในบริเวณหนึ่งๆนั้นในวันดังกล่าวมีฝนตกหรือไม่

ตารางที่ 4.11 แสดง RMSE และ ME ของค่าประมาณฝนรายวันของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล POP-MW+IR มีค่า RMSE ต่ำที่สุดในขณะที่ POP-MW มีความเอนเอียง (Bias) น้อยที่สุด

ในภาพรวมเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์, ความสามารถในการตรวจพบหยาดน้ำฟ้า, RMSE, และ ME จะเห็นได้ว่า POP-MW เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง และมีความเหมาะสมในการให้ข้อมูลฝนรายวันสำหรับประเทศไทย

ตารางที่ 4.9

Confusion Matrix โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล

		ค่าที่วัดจากมาตรวัดฝน TMD	
		TMD \geq 0.5	TMD < 0.5
ผลการประมาณค่า	RR_Est \geq 0.5	True Positive	False Positive
	RR_Est < 0.5	False Negative	True Negative

ตารางที่ 4.10

ค่าใน Confusion Matrix ของค่าประมาณฝนรายวันของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล

ผลิตภัณฑ์	Metrics				
	TP (%)	TN (%)	FP (%)	FN (%)	ความถูกต้องรวม (%)
POP-MW	17.76	59.07	15.85	7.31	76.84
POP-IR	18.63	52.58	22.34	6.44	71.21
POP-MW+IR	19.04	53.58	21.35	6.04	72.61

ตารางที่ 4.11

RMSE และ ME ของค่าประมาณฝนรายวันของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล

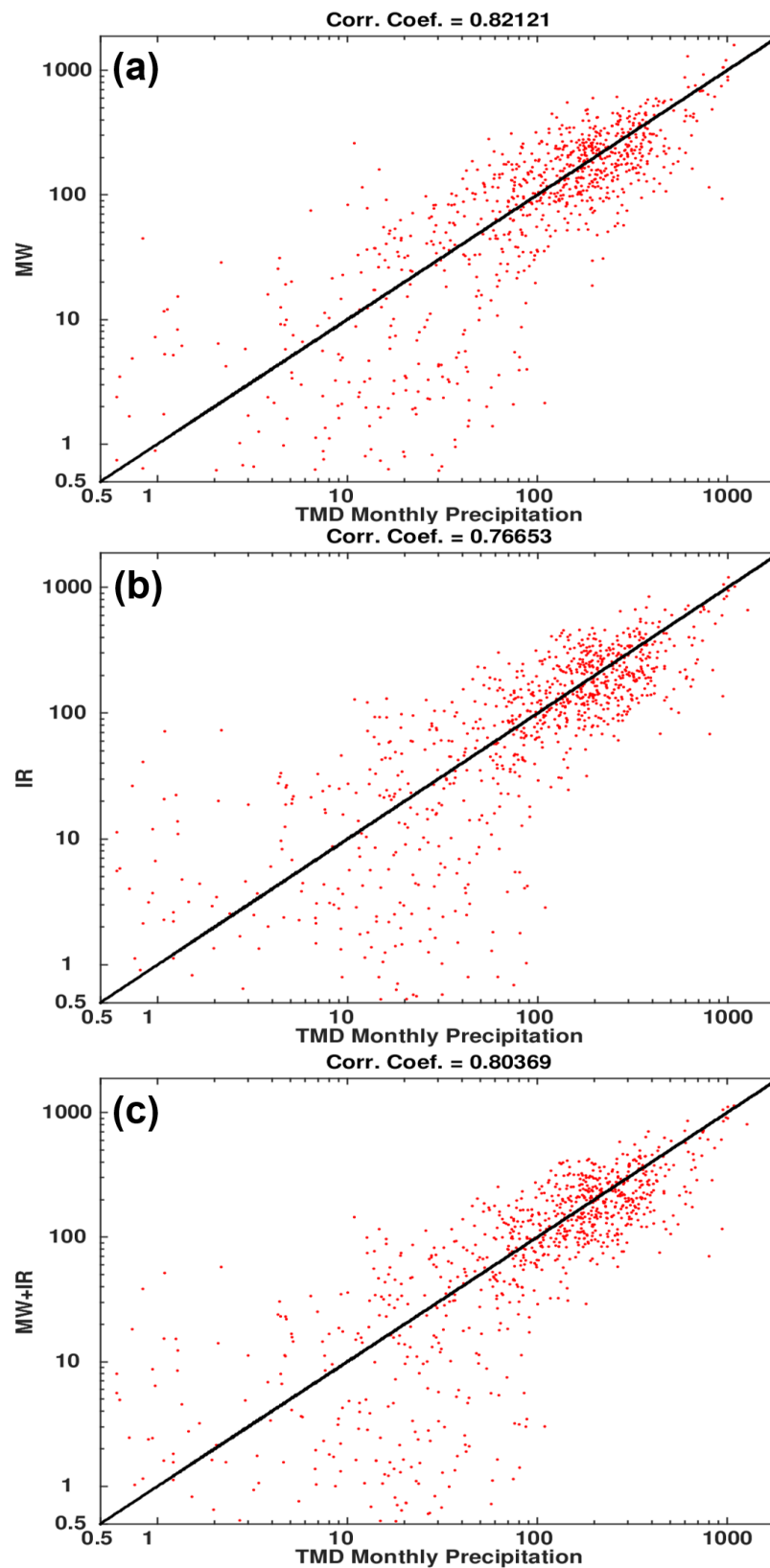
ผลิตภัณฑ์	RMSE (mm)	ME (mm)
POP-MW	11.01	1.49
POP-IR	11.06	1.73
POP-MW+IR	10.29	1.50

นอกจากการเปรียบเทียบค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR กับค่าที่วัดจากมาตรวัดฝน TMD แล้ว การศึกษาวิจัยนี้ยังได้เปรียบเทียบค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ารายเดือนของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR กับค่าที่วัดจากมาตรวัดฝน TMD ด้วย ข้อมูลฝนรายเดือนจาก TMD ที่ใช้ในการศึกษานี้ใช้เฉพาะสถานีและเดือนที่มีจำนวนวันที่มีข้อมูลสังเกตอย่างน้อย 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนวันในเดือนนั้นๆ

รูปที่ 4.17 แสดง Scatterplots เปรียบเทียบฝนรายเดือนของทุกเดือนในปี 2560 ของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR กับ TMD จากรูปจะเห็นได้ว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่าง POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR กับ TMD มีค่าสูงถึง 0.82, 0.77, และ 0.80 ตามลำดับ POP-MW มีความสอดคล้องเป็นอย่างดีกับ TMD โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าของ POP-IR และ POP-MW+IR อย่างชัดเจน ดังนั้น การผลิตข้อมูลฝนรายวันควรใช้ POP-MW ซึ่งใช้เฉพาะการสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟจำนวน 9 ดวง ความแตกต่างหลักระหว่าง POP และ TMD นั้นเกิดจากการที่มาตรวัดฝนเป็นการวัดเฉพาะจุดหนึ่งๆบนพื้นผิวโลก ในขณะที่ความละเอียดของข้อมูล POP นั้นมีค่าประมาณ 15 km

ตารางที่ 4.12 แสดง RMSE และ ME ของค่าประมาณฝนรายเดือนของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้ารายเดือนของ POP-MW มีความแม่นยำสูงสุด โดยมีค่า RMSE และ ME ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆอย่างชัดเจน

ในภาพรวมเมื่อพิจารณาทั้งฝนรายวันและฝนรายเดือนจะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า POP-MW เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแม่นยำสูงสุด โดยมีความสอดคล้องกับค่าที่วัดจริงจากมาตรวัดฝนทั่วประเทศของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นอย่างดี



รูปที่ 4.17 Scatterplots เปรียบเทียบฝนรายเดือนของทุกเดือนในปี 2560 ของ (a) POP-MW, (b) POP-IR, (c) POP-MW+IR กับ TMD

ตารางที่ 4.12

RMSE และ ME ของค่าประมาณฝนรายเดือนของ POP-MW, POP-IR, และ POP-MW+IR โดยใช้ TMD เป็นค่าจริงในการประเมินผล

ผลิตภัณฑ์	RMSE (mm)	ME (mm)
POP-MW	122.17	48.49
POP-IR	141.20	56.56
POP-MW+IR	129.61	49.51

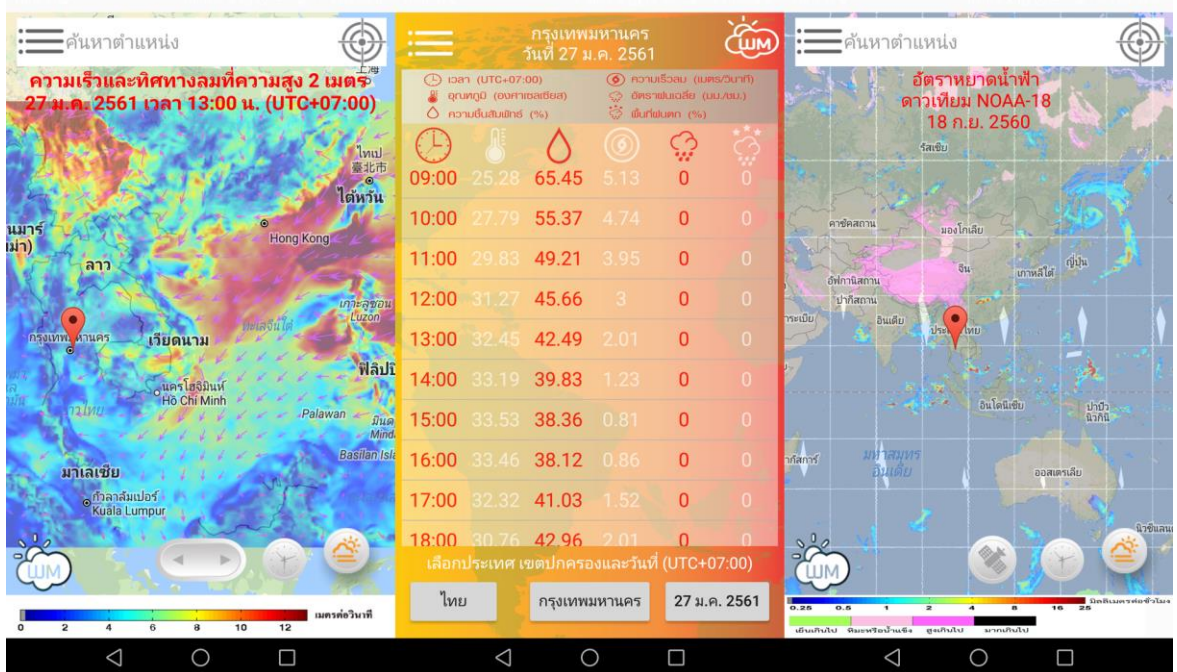
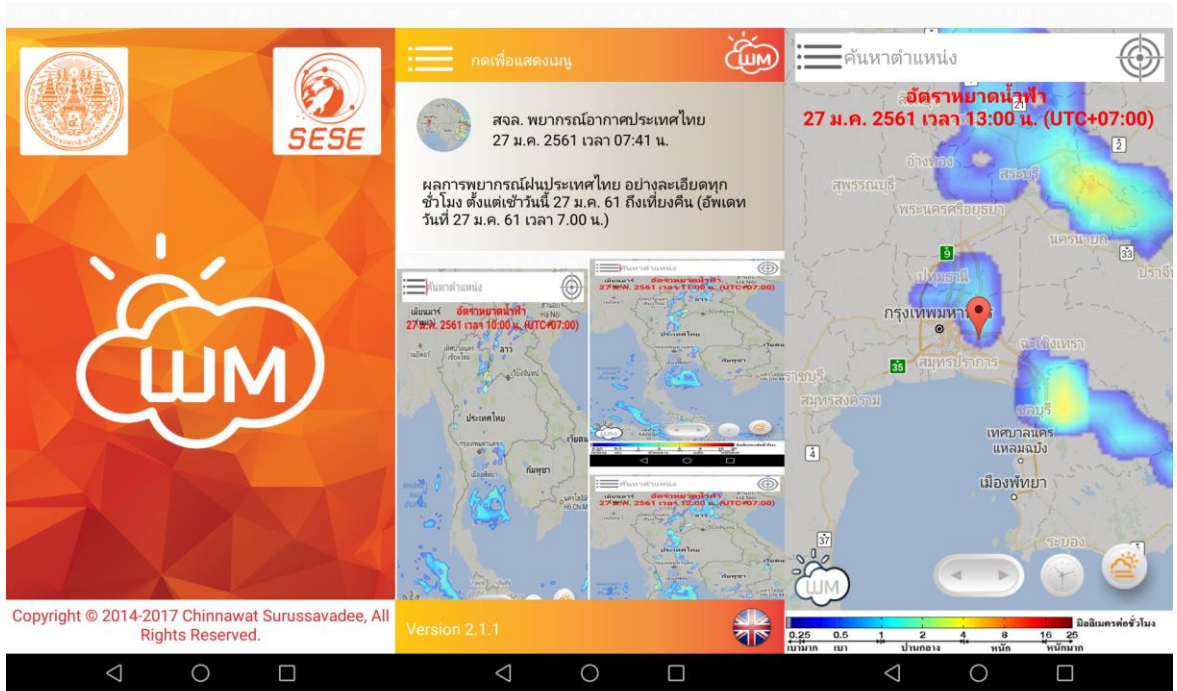
4.7 การเผยแพร่ผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และโปรแกรมประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp”

ผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และ WMApp” เป็นผลงานของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ที่ได้พัฒนาไว้เดิมอยู่แล้ว ผลงานดังกล่าวมีจุดเด่นดังนี้

- 1) เป็นครั้งแรกของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่ให้ข้อมูลและข่าวสารผลการพยากรณ์อากาศที่แม่นยำและละเอียดสูงเป็นรายเขตปกครอง สามารถระบุตำแหน่งและเวลาที่ฝนจะตกตัวแปรที่พยากรณ์ ได้แก่ ฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม ความสูงของคลื่น และปริมาณน้ำและน้ำแข็งในบรรยากาศ
- 2) ให้ผลการพยากรณ์อากาศและพายุหมุนเขตร้อนที่แม่นยำล่วงหน้า 5.5 วัน สำหรับเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกที่แม่นยำ ที่ประมาณค่าจากการสังเกตของดาวเทียม
- 3) พัฒนาจากผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติใน ISI Quartile ที่ 1 และ 2 ของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี จำนวน 11 ผลงาน และที่ตีพิมพ์ใน Conference Proceedings ระดับนานาชาติ จำนวน 16 ผลงาน
- 4) AMP เป็นอัลกอริทึมแรกของโลกที่สามารถประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าได้ทั่วโลกรวมถึงพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมและทะเลน้ำแข็ง
- 5) WMApp มีจำนวนดาวน์โหลดมากกว่า 128,000 ครั้ง

การดำเนินการตามโครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการเผยแพร่ผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และ WMApp” ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนไทยกว้างขวางมากยิ่งขึ้น รูปที่ 4.18 แสดงตัวอย่างหน้าต่างๆของโปรแกรมประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp ซึ่งรองรับการใช้งานทั้งอุปกรณ์ระบบ Android และ iOS รูปที่ 4.19 และ 4.20 แสดงตัวอย่างหน้าต่างๆของเว็บไซต์ www.worldmeteorology.com

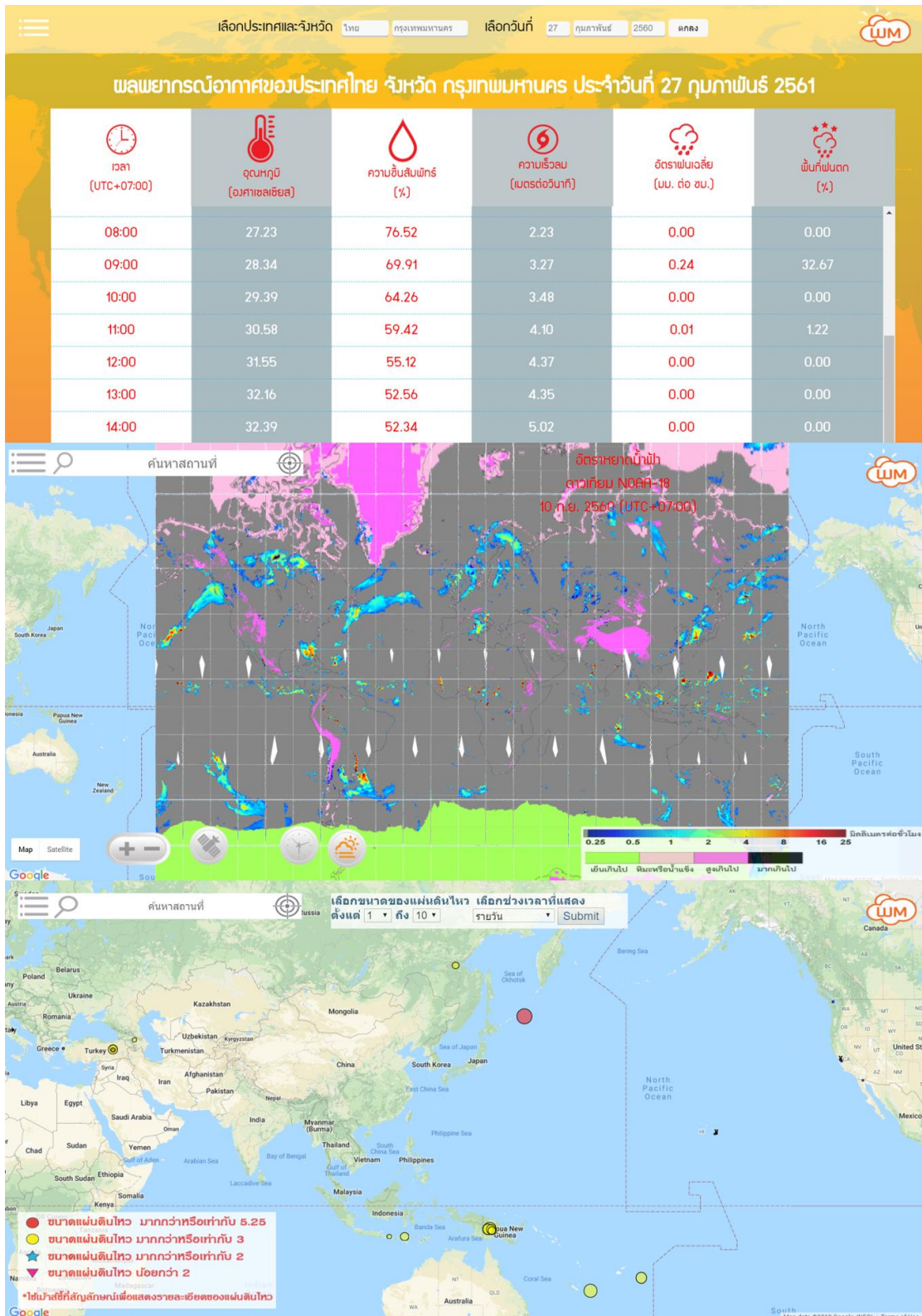
รูปที่ 4.21 แสดงภาพข่าวสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแถลงข่าวเสนอแนวทางการพัฒนากรุงเทพมหานครสู่เมืองอัจฉริยะ และทางออกฝนตก-น้ำท่วม-รถติด เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2561 รูปที่ 4.22 แสดงข่าว WMApp เป็นข่าวหลักในไทยรัฐออนไลน์วันที่ 12 มกราคม 2561 รูปที่ 4.23 แสดงข่าวการสัมภาษณ์เกี่ยวกับ WMApp ในรายการเป็นข่าวเช้านี้ทางสถานีโทรทัศน์ช่อง 13 (ช่อง 3 Family) วันที่ 20 กรกฎาคม 2560



รูปที่ 4.18 ตัวอย่างหน้าต่างต่างๆของ WMAp

The image shows two screenshots of the WMAApp interface. The top screenshot displays a precipitation intensity map for Southeast Asia, with a color scale ranging from 0.25 to 25 mm/hour. The bottom screenshot displays a wind speed and direction map for the same region, with a color scale ranging from 0 to 12 m/s. Both maps include a search bar, navigation controls, and the WMA logo.

รูปที่ 4.19 ตัวอย่างหน้าต่างๆของ www.worldmeteorology.com



รูปที่ 4.20 ตัวอย่างหน้าต่างๆของ www.worldmeteorology.com



รูปที่ 4.21 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแถลงข่าวเสนอแนวทางการพัฒนากรุงเทพมหานครสู่เมืองอัจฉริยะ และทางออก ฝนตก-น้ำท่วม-รถติด เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2561 (รูปจากหนังสือพิมพ์มติชน)



รูปที่ 4.22 ข่าว WMApp เป็นข่าวนำในไทยรัฐออนไลน์วันที่ 12 มกราคม 2561

ช่อง 13

WMAApp

แอปพลิเคชันพยากรณ์อากาศ
ที่แม่นยำที่สุดในอาเซียน
ผลงานคนไทย

FAMILY 13
เป็นข่าว
เช้านี้

ออกอากาศ
วันจันทร์ที่ 31 ก.ค. 2560
09.00 น.-10.00 น.

Ch3Thailand

www.Ch3Thailand.com Applications : Ch3Thailand 3LIVE

รูปที่ 4.23 ข่าวการสัมภาษณ์เกี่ยวกับ WMAApp ในรายการเป็นข่าวเช้านี้ทางสถานีโทรทัศน์ช่อง 13 (ช่อง 3 Family) วันที่ 20 กรกฎาคม 2560

4.8 การเผยแพร่เพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย”

เมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2560 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้พัฒนาต่อยอดผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และ WMAApp” โดยนำผลการพยากรณ์อากาศจาก “www.worldmeteorology.com และ WMAApp” มานำเสนอทางเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” อีกช่องทางหนึ่ง เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น และสื่อสารให้ประชาชนเข้าใจและเข้าถึงผลการพยากรณ์ได้ง่ายและสะดวกขึ้น การดำเนินการตามโครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการเผยแพร่เพจ Facebook นี้ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนไทยกว้างขวางมากยิ่งขึ้น ในวันที่ 16 กันยายน 2561 เพจ “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” มีคนติดตามแล้ว 227,411 คน มีคนถูกใจแล้ว 235,145 คน และได้คะแนนจากผู้ใช้งาน 4.8 จากคะแนนเต็ม 5.0 คำวิจารณ์ของผู้ใช้งานเกือบทั้งหมดเห็นว่าผลการพยากรณ์อากาศในเพจนี้มีความ

แม่นยำสูง ละเอียด ชัดเจน และเป็นประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ รูปที่ 4.24 แสดงตัวอย่างหน้าต่างๆของเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย”

ผลการพยากรณ์อากาศในเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” ได้ถูกอ้างอิงในสื่อสารมวลชนอย่างแพร่หลายและมีการแชร์ทางสังคมโซเชียลอย่างกว้างขวาง รูปที่ 4.25 แสดงโพสต์บนเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2560 ซึ่งมีจำนวนถูกใจมากกว่า 23,000 ครั้ง มีคนแสดงความคิดเห็นมากกว่า 2,400 ครั้ง และมีการแชร์มากกว่า 18,000 ครั้ง รูปที่ 4.26 และ 4.27 แสดงข่าวไทยรัฐออนไลน์ นำเสนอผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2560 และ 27 ธันวาคม 2560 รูปที่ 4.28 แสดงข่าว news1live.com ที่อ้างอิงผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2560

4.8★ คะแนน

5★ 851
4★ 117
3★ 16
2★ 2
1★ 7

4.8 จาก 5 ดาวจากการให้คะแนน 993 รายการ

สจล. พยากรณ์อากาศ ประเทศไทย
@popwmapp

ใช้แอป ส่งข้อความ

ถูกใจ ติดตาม แชร์ บันทึก

เว็บไซต์ข่าวและสื่อ
4.8 ★★★★★

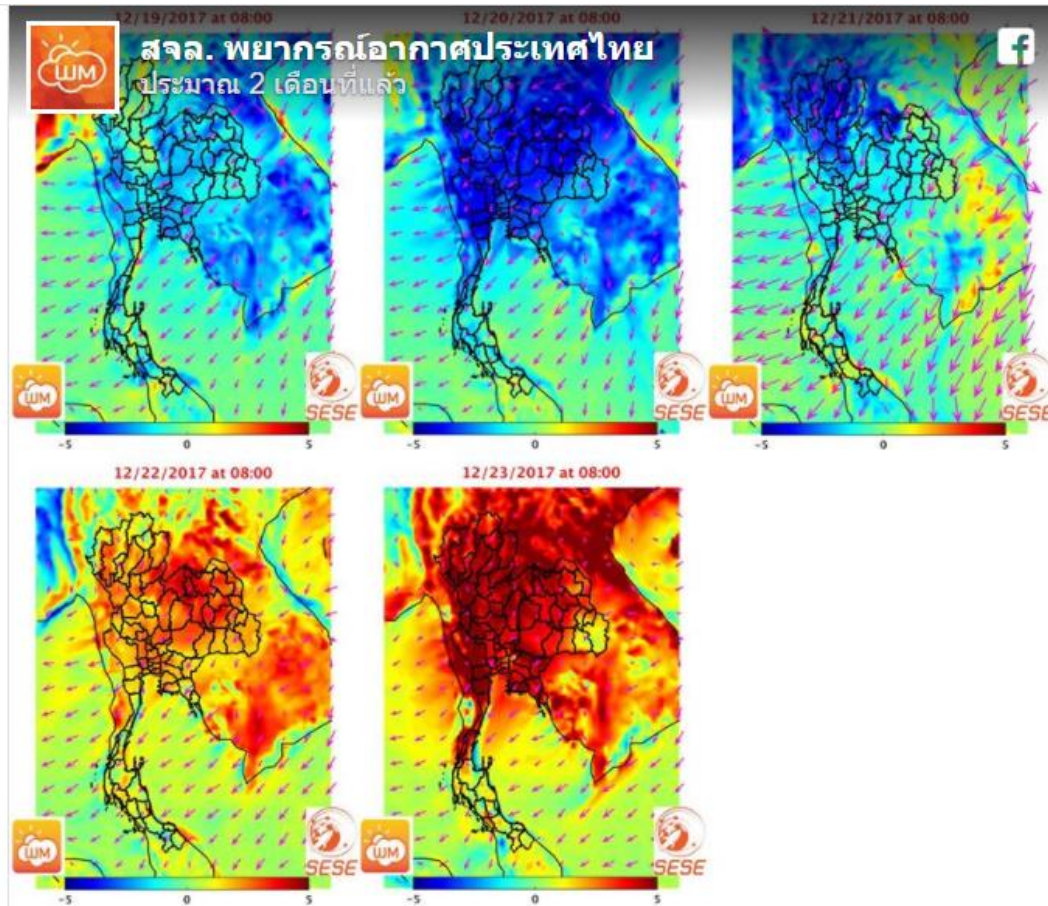
Oil Sasitorn ได้รีวิว **สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย** — 5★
26 เม.ย. เวลา 15:57น. · 🌐

แม่นยำมาก ใช้งานง่าย สามารถไปตัวช่วยให้วางแผนทำงานต่างๆได้สะดวก ที่บ้านทำนาด้วย ช่วยเกษตรกรได้ดีมากเลยคะ

👍 3 ความคิดเห็น 2 รายการ

👍 ถูกใจ แสดงความคิดเห็น แชร์

รูปที่ 4.24 ตัวอย่างหน้าต่างๆของเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย”



ค่าถ้ามยอดฮิตในตอนนี่ "จะหนาวก็วัน" ดูได้จากโพสต์นี้ พรุ่งนี้ 20 ธ.ค. 60 จะหนาวกว่าวันนี้, 21 ธ.ค. 60 จะยังหนาวอยู่แต่จะหนาวน้อยกว่าวันที่ 20 ธ.ค. 60, 22 ธ.ค. 60 จะอุ่นขึ้นชัดเจน 23 ธ.ค. 60 จะยิ่งอุ่นขึ้นกว่า 22 ธ.ค. 60 !

รูปนี้แสดงการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อุณหภูมิต่อเวลา 8.00 น. ของวันที่ 19 - 23 ธ.ค. 60 ในหน่วยองศาเซลเซียส ลบด้วยอุณหภูมิเฉลี่ยของ 5 วันดังกล่าว จากรูปจะเห็นได้ว่า

1) วันพรุ่งนี้ 20 ธ.ค. 60 ประเทศไทยจะหนาวขึ้นกว่าวันนี้ โดยหากดูเทียบกับวันที่ 19 ธ.ค. 60 จะเห็น... ดูเพิ่มเติม

👍 23K 💬 2.4K ➡ 18K

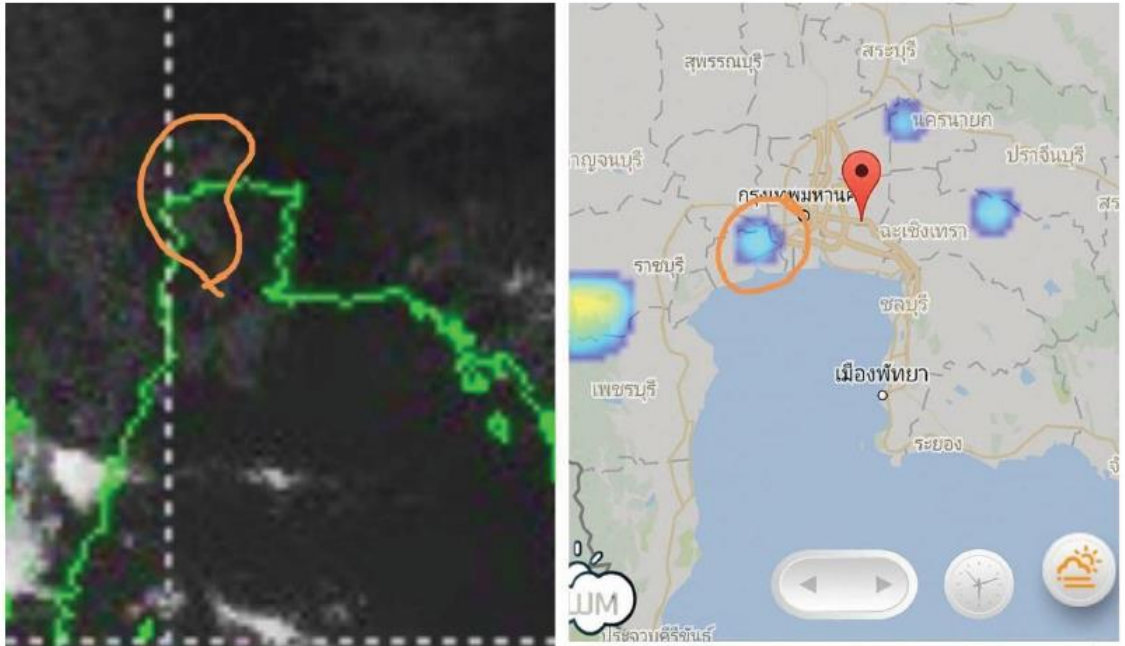
รูปที่ 4.25 โพสต์บนเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2560 ซึ่งมีจำนวนถูกใจมากกว่า 23,000 ครั้ง มีคนแสดงความคิดเห็นมากกว่า 2,400 ครั้ง และมีการแชร์มากกว่า 18,000 ครั้ง



หน้าหลัก / ข่าว / ทั่วไทย

สากล.ซี 26 ต.ค. กทม.ฟ้าโล่งไร้ฝนจนถึงเย็น ขณะที่ภาคอื่นไร้ฝนเว้น ใต้

โดย ไทยรัฐออนไลน์ 26 ต.ค. 2560 13:35



ข้อมูลจากเฟซบุ๊ก สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยส่วนมากไร้ฝน เว้นภาคเหนือตอนบนและภาคใต้ ขณะที่ กทม.ฟ้าปลอดโปร่งไร้ฝน แต่หลัง 16.00 น. อาจต้องลุ้นไม่ให้เมฆฝนใหญ่กว่านี้...

เมื่อวันที่ 26 ต.ค.2560 ผศ.ดร. ชินวัชร สุรัสวดี อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) ผู้รับผิดชอบโครงการจัดตั้งวิทยาลัยวิศวกรรมอวกาศและระบบโลก (College of Space and Earth Systems Engineering: SESE) กล่าวถึงสภาพอากาศของกรุงเทพมหานครวันนี้ว่า จากข้อมูลเมื่อเวลา 07.00 น. ประเทศไทยส่วนใหญ่จะไม่มีฝน ยกเว้นตอนบนของภาคเหนือและภาคใต้

ส่วน กรุงเทพฯ วันนี้จะค่อนข้างโล่งทั้งวัน มีช่วงเวลาที่ต้องจับตาคือ ช่วงเย็นถึงหัวค่ำ เวลาประมาณ 16.00 - 20.00 น. อาจจะมีกลุ่มฝนเป็นเซลล์เดี่ยวขนาดเล็ก เนื่องจากเซลล์เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีขนาดเล็ก ตำแหน่งของเซลล์ฝนเหล่านี้อาจคลาดเคลื่อนเล็กน้อย หรือลมอาจจะพัด ทำให้ไม่ตกในกรุงเทพฯ ก็เป็นไปได้ โดยล่าสุดจากการสังเกตภาพถ่ายดาวเทียมวันนี้ เวลา 11.50 น. บริเวณกรุงเทพฯ จะเห็นกลุ่มเมฆจางๆ ที่เริ่มก่อตัวขึ้น (วงสีส้ม) ตำแหน่งสอดคล้องกับรูปข่าวที่พยากรณ์ไว้สำหรับเวลา 16.00 น. ต้องลุ้นให้เมฆกลุ่มนี้สลายตัวไปและไม่ก่อตัวขึ้นมากกว่านี้.

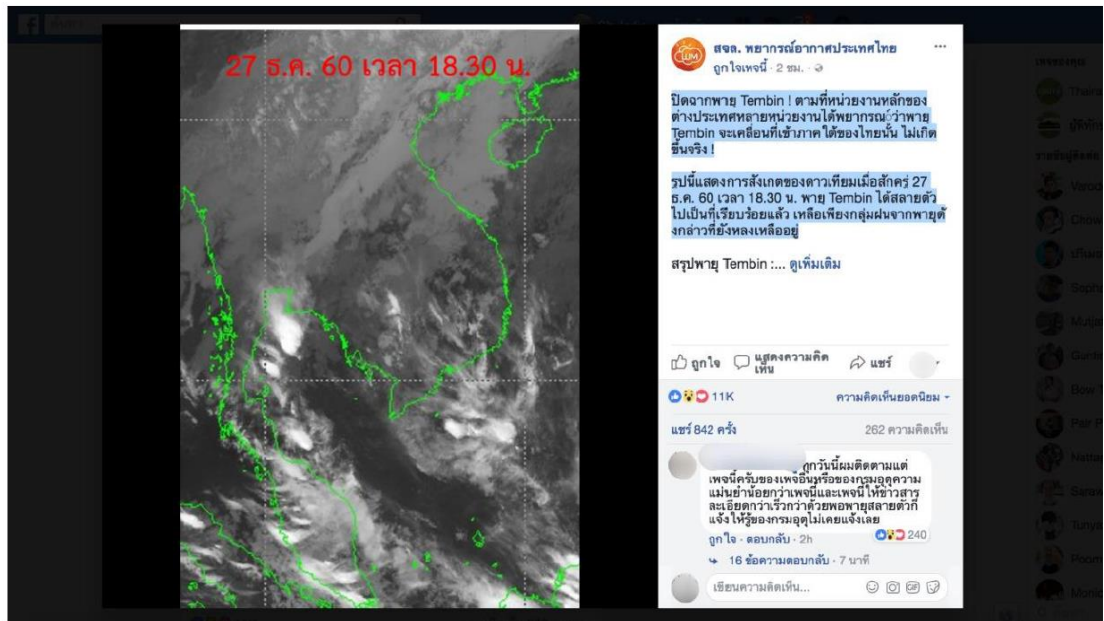
รูปที่ 4.26 ข่าวไทยรัฐออนไลน์ ที่อ้างอิงผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศ ประเทศไทย” เมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2560



หน้าหลัก / ข่าว / ทวีไทย / กทม.

เพา สาธ.ยืนยัน! พายุเท็มบินสลายตัว กทม.มีฝนปรอยๆ แบบยี้ดเยื่ออยู่

โดย ไทยรัฐออนไลน์ 27 ธ.ค. 2560 23:05

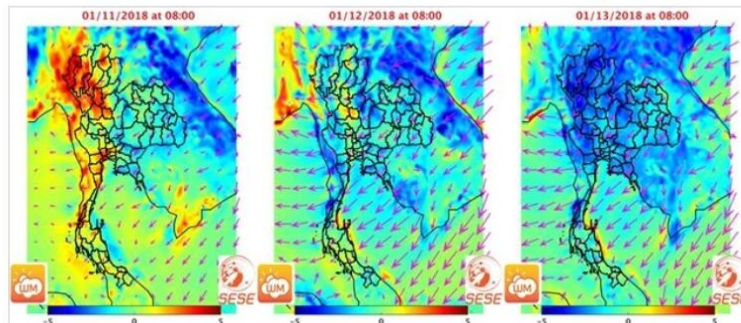


รูปที่ 4.27 ชาวไทยรัฐออนไลน์ ที่อ้างอิงผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ “สจล. พยากรณ์อากาศ ประเทศไทย” เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2560

หน้าหลัก / Hot Share

กรุงเทพฯ หนาวตั้งแต่วันนี้ไปอีก 5 วัน กลับมาอุ่นอีกที 15 ม.ค.นี้

เผยแพร่: 11 มกราคม 2561 18:01 น. ปรับปรุง: 12 มกราคม 2561 12:12 น. โดย: ผู้จัดการออนไลน์



สจล.เผยออกมาตอบคำถามยอดฮิตของคนกรุงเทพฯ ว่าหนาวนี้ จะหนาวกี่วันกันแน่ โดยระบุว่าหนาวไปอีก 5 วัน จนถึงวันที่ 15 มกราคมนี้

วันนี้ (11 ม.ค.) เพจเฟซบุ๊ก "สจล.พยากรณ์อากาศประเทศไทย" หรือสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) ได้ออกมาตอบคำถามยอดฮิตของคนกรุงเทพฯ ว่าหนาวนี้จะหนาวกี่วันกันแน่ โดยระบุว่า พรุ่งนี้ 12 มกราคม 2561 จะมีอากาศหนาวเย็นกว่าวันนี้ (11 ม.ค.) และในวันที่ 13 มกราคม 2561 จะหนาวเย็นลงอีก วันที่ 14 มกราคม 2561 อากาศอุ่นขึ้นเล็กน้อย วันที่ 15 มกราคม 2561 จะอุ่นเพิ่มขึ้นอีก วันที่ 16 มกราคม 2561 จะอุ่นขึ้นชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลการพยากรณ์ที่ได้พยากรณ์ไว้ล่วงหน้าในเพจนี้

ทั้งนี้ จากคำถามยอดฮิตตอนนี้คือ "จะเย็นกี่วัน" รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อุณหภูมิที่เวลา 8.00 น. ของวันที่ 11 - 16 ม.ค. 61 ในหน่วยองศาเซลเซียส ลมด้วยอุณหภูมิเฉลี่ยของ 6 วันดังกล่าว รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์อุณหภูมิที่เวลา รูปที่ 4.28 ข่าว news1live.com ที่อ้างอิงผลการพยากรณ์อากาศจากเพจ "สจล. พยากรณ์อากาศ ประเทศไทย" เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2560

4.9 ความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดย SESE ได้ลงนาม MOU กับกรมฝนหลวงและการบินเกษตร เรื่อง "การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำฝนหลวงเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งของประเทศ" เมื่อวันที่ 22 ก.พ. 2560 ดังแสดงในรูปที่ 4.29 ตั้งแต่วันที่ 7 ส.ค. 2560 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้ส่งข้อมูลผลการพยากรณ์อากาศไปยัง Server ของกรมฝนหลวงฯ วันละ 4 ครั้ง เพื่อใช้วางแผนปฏิบัติการของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรเป็นประจำทุกวัน

เมื่อวันที่ 1 มี.ค. 61 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ให้เป็นผู้ได้รับพระราชทานปริญญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ เพื่อเป็นเกียรติประวัติที่ให้การสนับสนุนภารกิจฝนหลวง อันมีส่วนสำคัญในโครงการพระราชดำริฝนหลวงจนเกิดผลดีแก่ราชการ ในพิธีเปิดปฏิบัติการฝนหลวง สู้ภัยแล้งประจำปี 2561 ณ สนามบินนครสวรรค์ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้รับเชิญให้ร่วมจัดนิทรรศการในพิธีดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 4.30-4.32



รูปที่ 4.29 พิธีลงนาม MOU ระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกับกรม
ฝนหลวงและการบินเกษตร เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2560



รูปที่ 4.30 เมื่อวันที่ 1 มี.ค. 61 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร
ให้เป็นผู้ได้รับพระราชทานปีกฝนหลวงพิเศษ



รูปที่ 4.31 เมื่อวันที่ 1 มี.ค. 61 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ให้เป็นผู้ได้รับพระราชทานปีกฝนหลวงพิเศษ



รูปที่ 4.32 เมื่อวันที่ 1 มี.ค. 61 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้รับเชิญจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ให้ร่วมจัดนิทรรศการในพิธีเปิดปฏิบัติการฝนหลวงสู่ภัยแล้ง ประจำปี 2561 ณ สนามบินนครสวรรค์

เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2560 ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี หัวหน้าโครงการวิจัยนี้ ได้รับแต่งตั้งเป็น คณะทำงานรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร) ดังแสดงในรูปที่ 4.33-4.34 โดยได้รับมอบหมายให้ดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาการเกษตรของไทย ซึ่งมีความสอดคล้องเป็นอย่างดีกับการนำผลจากการศึกษาวิจัยตามโครงการวิจัยนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนในวงกว้าง ทั้งทางตรงและผ่านทางหน่วยงานภาครัฐ



คำสั่งกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ที่ ๒๒๓๓/๒๕๖๐

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร)

ตามที่ได้มีประกาศพระราชโองการโปรดเกล้าฯ แต่งตั้ง นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร ดำรงตำแหน่ง รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ลงวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๐ นั้น

เพื่อให้การบริหารราชการในอำนาจหน้าที่ของรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร) เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลด้านการ พัฒนาการเกษตร จึงแต่งตั้งให้

๑. นายสาคร สร้อยสังวาลย์	เป็นคณะกรรมการ
๒. พลอากาศเอก วัชร มณีน้อย	เป็นคณะกรรมการ
๓. พลเอก ธนศักดิ์ เก่งถนอมม้า	เป็นคณะกรรมการ
๔. นางกอบกุล อากาศกร ณ อยุธยา	เป็นคณะกรรมการ
๕. นางพรประไพ กาญจนรินทร์	เป็นคณะกรรมการ
๖. นางนฤมล พนาวงศ์	เป็นคณะกรรมการ
๗. นายมรกต พิธีรัตน์	เป็นคณะกรรมการ
๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ โสวิทย์สกุล	เป็นคณะกรรมการ
๙. นายรังสรรค์ ตรงฉาก	เป็นคณะกรรมการ
๑๐. นางสาวหุจทา จิราธิวัฒน์	เป็นคณะกรรมการ
๑๑. นางสาววัลภา เล็กวัฒนานนท์	เป็นคณะกรรมการ
๑๒. พันเอก เรืองฤทธิ์ เฉลยฤกษ์	เป็นคณะกรรมการ
๑๓. รองศาสตราจารย์กิติพงศ์ มะโน	เป็นคณะกรรมการ
๑๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มณฑล แก่นมณี	เป็นคณะกรรมการ
๑๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริเดช บุญแสง	เป็นคณะกรรมการ
๑๖. รองศาสตราจารย์สุรินทร์ คำฝอย	เป็นคณะกรรมการ
๑๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สีตางค์ พิสัยหล้า	เป็นคณะกรรมการ
๑๘. นายสมคิด แก้วทิพย์	เป็นคณะกรรมการ
๑๙. นายคณิต ธนูธรรมเจริญ	เป็นคณะกรรมการ
๒๐. นายชินวัชร สุรัสวดี	เป็นคณะกรรมการ
๒๑. นายเจริญวิทย์ เสน่หา	เป็นคณะกรรมการ
๒๒. นางกัลยาณี พรหมสุภา	เป็นคณะกรรมการ

รูปที่ 4.33 คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร)

- ๒ -

โดยให้มีหน้าที่ ประสาน วิเคราะห์ กลั่นกรองงาน เสนอความคิดเห็น และปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่
รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร) มอบหมาย
ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 1๒ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



(นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร)

รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

รูปที่ 4.34 คณะทำงานรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นายวิวัฒน์ ศัลยกำธร)

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับอุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ MHS บนดาวเทียม NOAA-18, NOAA-19, METOP-A, และ METOP-B, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ ATMS บนดาวเทียม Suomi NPP, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F16, F17, และ F18, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ SAPHIR บนดาวเทียม Megha-Tropiques, และอุปกรณ์รับรู้คลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ AHI บนดาวเทียม HIMAWARI-8 โดยพัฒนาสำหรับพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย

อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับอุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ พัฒนาโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียมที่ได้รับการฝึกและประเมินความถูกต้องโดยใช้พารามิเตอร์บรรยากาศและอุณหภูมิความสว่างสำหรับ 106 พายุทั่วโลก ครอบคลุมระยะเวลาหนึ่งปี ที่จำลองโดยแบบจำลองฟิสิกส์อ้างอิงทั่วโลก NCEP/MM5/TBSCAT/F(λ) การสังเกตของอุปกรณ์รับรู้ที่มีการกวาดภาพตามขวาง ซึ่งรวมถึง MHS, ATMS, และ SAPHIR ได้ผ่านการประมวลผลเบื้องต้นเพื่อปรับแก้อุณหภูมิความสว่างที่มุมมองต่างๆให้เป็นค่าที่จุดใต้ดาวเทียม อัลกอริทึมได้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการกรองสัญญาณที่ไม่ต้องการ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับหยาดน้ำฟ้า ออกไป การประเมินความถูกต้องของอัลกอริทึมสำหรับ MHS, ATMS, SSMIS, และ SAPHIR โดยใช้ความจริง MM5 พบว่า ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้า POP มีความสอดคล้องกับค่าจริง MM5 เป็นอย่างดี และสามารถให้ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าที่เป็นประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 1 mm/h

อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับ AHI ใช้เครือข่ายประสาทเทียมที่ถูกฝึกและตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าจากผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าทั่วโลก AMP-4 ที่ซ้อนทับกับการสังเกตของ AHI ของวันที่ 5, 15, และ 25 ของทุกเดือนในปี 2560 ค่าประมาณอัตราหยาดน้ำฟ้าสำหรับ AHI มีประโยชน์สำหรับอัตราหยาดน้ำฟ้าสูงกว่า 0.5 mm/h โดยมีความแม่นยำน้อยกว่าค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าของอุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ

ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ารายวันและรายเดือน ที่คำนวณโดยใช้การสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟจำนวน 9 ดวง มีความสอดคล้องกับค่าที่วัดจาก 119 สถานีวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นอย่างดี โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงถึง 0.82 สำหรับค่าประมาณหยาดน้ำฟ้ารายเดือน และมีความแม่นยำในการตรวจพบฝนรายวันสูงถึง 76.84%

นอกจากการพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟและดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ ซึ่งเป็นไปตามแผนการดำเนินการสำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 แล้ว โครงการวิจัยนี้ยังได้ดำเนินการเพิ่มเติมคือ 1) เผยแพร่ผลการพยากรณ์อากาศและข้อมูลฝนผ่านทางผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และ WMApp” และเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” ซึ่งเป็นผลงานของ ผศ. ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ที่ได้จัดทำขึ้นไว้เดิมแล้ว ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนไทยอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น 2) การร่วมมือกับสื่อสารมวลชน เช่น สถานีโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าที่ประมาณค่าจากดาวเทียมและผลการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงให้เกิดประโยชน์กับประชาชนในวงกว้าง และ 3) การร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐ เพื่อนำองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ

บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

ผลผลิตที่ได้จากโครงการวิจัยนี้มีดังนี้

- 1) อัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าสำหรับอุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ MHS บนดาวเทียม NOAA-18, NOAA-19, METOP-A, และ METOP-B, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ ATMS บนดาวเทียม Suomi NPP, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ SSMIS บนดาวเทียม DMSP F16, F17, และ F18, อุปกรณ์รับรู้คลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ SAPHIR บนดาวเทียม Megha-Tropiques, และอุปกรณ์รับรู้คลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ AHI บนดาวเทียม HIMAWARI-8 สำหรับพื้นที่ที่เป็นแผ่นดินของประเทศไทย
- 2) ข้อมูลหยาดน้ำฟ้าสำหรับประเทศไทยที่แม่นยำและมีความละเอียดสูง
- 3) การเผยแพร่ผลการพยากรณ์อากาศและข้อมูลฝนผ่านทางผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และ WMApp” และเพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” ซึ่งเป็นผลงานของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ที่ได้จัดทำขึ้นไว้เดิมแล้ว ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนไทยอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น
- 4) การเผยแพร่ข้อมูลฝน ผลการพยากรณ์อากาศ และภัยธรรมชาติทางสถานีโทรทัศน์และสื่อสารมวลชนต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนในวงกว้าง
- 5) ความร่วมมือกับกรมฝนหลวงและการบินเกษตร เรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำฝนหลวงเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งของประเทศ”

เอกสารอ้างอิง

- [1] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "Comparison of AMSU Millimeter-Wave Satellite Observations, MM5/TBSCAT Predicted Radiances, and Electromagnetic Models for Hydrometeors," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 44, no. 10, pp. 2667-2678, Oct. 2006.
- [2] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "Millimeter-Wave Precipitation Retrievals and Observed-versus-Simulated Radiance Distributions: Sensitivity to Assumptions," *J. Atmos. Sci.*, vol. 64, no. 11, pp. 3808-3826, Nov. 2007.
- [3] D. H. Staelin and C. **Surussavadee**, "Precipitation Retrieval Accuracies for Geo-Microwave Sounders," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 45, no. 10, pp. 3150-3159, Oct. 2007.
- [4] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "Global Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained with a Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model, Part I: Retrieval Design," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 46, no. 1, pp. 99-108, Jan. 2008.
- [5] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "Global Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained with a Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model, Part II: Performance Evaluation," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 46, no. 1, pp. 109-118, Jan. 2008.
- [6] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "Satellite Retrievals of Arctic and Equatorial Rain and Snowfall Rates using Millimeter Wavelengths," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 47, no. 11, pp. 3697-3707, Nov. 2009.
- [7] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "NPOESS Precipitation Retrievals using the ATMS Passive Microwave Spectrometer," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, vol. 7, no. 3, pp. 440-444, Jul. 2010.
- [8] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "Global Precipitation Retrievals Using the NOAA/AMSU Millimeter-Wave Channels: Comparison with Rain Gauges," *J. Appl. Meteor. Climat.*, vol. 49, no. 1, pp. 124-135, Jan. 2010.
- [9] C. **Surussavadee** and D. H. Staelin, "Evaporation Correction Methods for Microwave Retrievals of Surface Precipitation Rate," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 49, no. 12, pp. 4763 – 4770, Dec. 2011.
- [10] W. J. Blackwell, L. J. Bickmeier, R. V. Leslie, M. L. Pieper, J. E. Samra, C. **Surussavadee**, and C. A. Upham, "Hyperspectral Microwave Atmospheric Sounding," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 49, no. 1, pp. 128 – 142, Jan. 2011.

- [11] C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Satellite Passive Millimeter-Wave Retrieval of Global Precipitation," *Signal and Image Processing for Remote Sensing*, 2nd Edition, CRC Press Publication, pp. 191 - 220, Feb. 2012.
- [12] ชินวัชร สุรัสวดี, "การรับรู้ระยะไกลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกด้วยดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟและการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงสำหรับประเทศไทย เล่มที่ 1," สื่อสร้างสรรค์พัฒนา, 196 หน้า, มีนาคม 2557.
- [13] ชินวัชร สุรัสวดี, "การรับรู้ระยะไกลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกด้วยดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟและการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงสำหรับประเทศไทย เล่มที่ 2," สื่อสร้างสรรค์พัฒนา, 309 หน้า, มีนาคม 2557.
- [14] C. Surussavadee, W. J. Blackwell, D. Entekhabi, and R. V. Leslie, "A Global Precipitation Retrieval Algorithm for Suomi NPP ATMS," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2012*, Munich, Germany, pp. 1924 – 1927, Jul. 2012.
- [15] C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Correcting Microwave Precipitation Retrievals for Near-Surface Evaporation," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2010*, Honolulu, Hawaii, pp. 1312-1315, Jul. 2010.
- [16] C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Global Precipitation Retrieval Algorithm Trained for SSMIS using a Numerical Weather Prediction Model: Design and Evaluation," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2010*, Honolulu, Hawaii, pp. 2341-2344, Jul. 2010.
- [17] C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Rain and Snowfall Retrievals at High Latitudes using Millimeter Wavelengths," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2008*, Boston, Massachusetts, pp. IV-624 – IV-627, Jul. 2008.
- [18] C. Surussavadee, "Global Observations of Precipitation using Satellite Passive Millimeter-Wave Sensors," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2008*, Boston, Massachusetts, pp. I-126 – I-129, Jul. 2008.
- [19] C. Surussavadee and D. H. Staelin, "NPOESS Precipitation Retrievals using the ATMS Passive Microwave Spectrometer," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2008*, Boston, Massachusetts, pp. V-570 – V-573, Jul. 2008.
- [20] C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Global Satellite Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained with a Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2007*, Barcelona, Spain, pp. 3910-3913, Jul. 2007.
- [21] C. Surussavadee, D. H. Staelin, V. Chadarong, D. McLaughlin, and D. Entekhabi, "Comparison of NOWRAD, AMSU, AMSR-E, TMI, and SSM/I Surface Precipitation Rate Retrievals over the United States Great Plains," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2007*, Barcelona, Spain, pp. 3923-3926, Jul. 2007.
- [22] C. Surussavadee and D. H. Staelin, "AMSU Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained with MM5 Simulations: Sensitivity to Physical Assumptions,"

- Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2006*, Denver, Colorado, pp. 2611-2614, Jul. 2006.
- [23] D. H. Staelin and **C. Surussavadee**, "Precipitation Retrieval Accuracies for Geo-Microwave Sounders," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2006*, Denver, Colorado, pp. 41-44, Jul. 2006.
- [24] **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, "Statistical Agreement between Observed Microwave Satellite Radiances and NWP Hydrometeors including Hexagonal Plates and Rosettes," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2005*, Seoul, Korea, pp. 324-327, Jul. 2005.
- [25] **C. Surussavadee** and V. Songsom, "Infrared Geostationary Satellite Precipitation Retrievals Trained with AMSU MIT Millimeter-Wave Precipitation Retrieval Products," *Proc. IEEE Intern. Geosci. Remote Sens. Symp. 2013*, Melbourne, Australia, pp. 2226 – 2229, July 2013.
- [26] A. Thaneerat and **C. Surussavadee**, "Precipitation Retrievals Employing GOES Imager Infrared Channels and AMSU MIT Precipitation Retrieval Products," *Proc. 8th Asia Modell. Symp.*, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 1-4, Sep. 2014.

ภาคผนวก

ก. เอกสารหลักฐานอ้างอิงของผลผลิตจากบทที่ 6

หลักฐานอ้างอิงของผลผลิตจากบทที่ 6 ปรากฏรายละเอียดในบทที่ 3 และ 4

ข. สรุปการใช้จ่ายเงิน

รหัสโครงการ 5689



แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 รอบ 6 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2561

แหล่งงบประมาณแผ่นดิน

ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการรับรู้ระยะไกลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกด้วยดาวเทียมและการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงเพื่อการเกษตรแม่นยำสูงและการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำและภัยธรรมชาติของประเทศ

(ภาษาอังกฤษ) Development and Application of Satellite Remote Sensing of Global Precipitation and High-Resolution Numerical Weather Forecasting Technologies and Innovations for Precision Agriculture and Solving National Water Resource and Natural Disaster Management

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2561

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2561

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1 827,685 บาท 44.59% ของงบประมาณทั้งหมดโดยไม่รวมงบลงทุน วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน 29 ธันวาคม 2560

งวดที่ 2 1,028,415 บาท 55.41% ของงบประมาณทั้งหมดโดยไม่รวมงบลงทุน วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน 30 พฤษภาคม 2561

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้ นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	988,000	228,800	759,200
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	168,000	40,200	127,800
ค่าใช้สอย	367,500	2,000	365,500
ค่าวัสดุ	282,600	149,905	132,695
ค่าสาธารณูปโภค	50,000	1,511	48,489
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	5,000,000	5,000,000	0
รวม	6,856,100	5,422,416	1,433,684

.....
 (ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี)
 ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
 วันที่ 19 กันยายน 2561

.....
 (นางสาวธัญชนก หนูสุก)
 ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน
 วันที่ 19 กันยายน 2561

ประวัตินักวิจัย

<h3>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี</h3>			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (วิศวกรรมไฟฟ้า) ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ▪ ผู้รับผิดชอบโครงการจัดตั้งวิทยาลัยวิศวกรรมอวกาศและระบบโลก (College of Space and Earth Systems Engineering; SESE) ▪ Research Affiliate, Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology (MIT) ประเทศ สหรัฐอเมริกา 			
<p>วันเกิด: 12 พฤศจิกายน 2521</p>			
<p>ข้อมูลติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทร. 084-840-0090 แฟกซ์ 02-329-8325 อีเมลล์ pop@alum.mit.edu</p>			
<p>เว็บไซต์ WorldMeteorology: www.worldmeteorology.com</p>		<p>Play store or App store : WMAApp ; POP</p>	
<p>ผลิตภัณฑ์ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าทั่วโลก AMP http://www.isac.cnr.it/~ipwg/data/datasets3.html ; http://web.mit.edu/surusc/www/AMP/</p>			
<p>เพจ Facebook: “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” (เพจนี้เปิดเมื่อวันที่ 31 พ.ค. 60 วันที่ 7 มี.ค. 61 เพจนี้มีคนติดตามแล้ว 145,123 คน และมีคนถูกใจ 139,278 คน และได้คะแนน 4.8 จากคะแนนเต็ม 5.0)</p>			
<p>คุณวุฒิ</p>			
ปี	ระดับ	ปริญญา	มหาวิทยาลัย
2550	เอก	Ph.D. (Electrical Engineering)	Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA
2544	โท	M.S. (Electric Power Engineering)	Rensselaer Polytechnic Institute, USA
2542	ตรี	วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ	
การรับรู้ระยะไกลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกโดยใช้การสังเกตของดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟและดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดแบบแพสซีฟ การพยากรณ์และการจำลองสภาพอากาศเชิงเลขความละเอียดสูง การบริหารจัดการน้ำ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ การตรวจตราและการพยากรณ์ภัยธรรมชาติ การรับรู้ระยะไกลทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และภัยธรรมชาติ	
ตำแหน่ง	
มิ.ย. 2559 – ปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (วิศวกรรมไฟฟ้า) ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ได้ยื่นขอรับการพิจารณากำหนดตำแหน่ง ศาสตราจารย์ โดยวิธีพิเศษ เมื่อเดือน ธ.ค. 2559 ขณะนี้อยู่ระหว่างการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก)
ธ.ค. 2559 – ปัจจุบัน	ผู้รับผิดชอบโครงการจัดตั้งวิทยาลัยวิศวกรรมอวกาศและระบบโลก (College of Space and Earth Systems Engineering; SESE)
ธ.ค. 2549 – ปัจจุบัน	Research Affiliate, Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology (MIT) ประเทศสหรัฐอเมริกา
ธ.ค. 2560 - ปัจจุบัน	คณะทำงานรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ก.พ. 2557 – พ.ค. 2559	ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัยสหวิทยาการวิทยาศาสตร์ระบบโลกและการจัดการภัยธรรมชาติอันดามัน (ESSAND) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
ธ.ค. 2552 – พ.ค. 2559	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (วิศวกรรมไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
ธ.ค. 2551 – พ.ค. 2559	ผู้อำนวยการสถานวิจัยสิ่งแวดล้อมและภัยธรรมชาติอันดามัน (ANED) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
พ.ย. 2550 – ธ.ค. 2552	อาจารย์ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
ธ.ค. 2549 – พ.ย. 2550	อาจารย์และผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
ม.ค. 2547 – ธ.ค. 2549	Research Assistant, Research Laboratory of Electronics, Massachusetts Institute of Technology (MIT) ประเทศสหรัฐอเมริกา
ก.พ. – มิ.ย. 2549	Teaching Assistant, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Massachusetts Institute of Technology (MIT) ประเทศสหรัฐอเมริกา
รางวัลระดับนานาชาติและระดับชาติ	
2558	ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ให้เข้าร่วมประกวดผลงานประดิษฐ์คิดค้นระดับนานาชาติ 43 rd International Exhibition of

	<p>Inventions of Geneva เมื่อวันที่ 15-19 เมษายน 2558 ณ กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส ซึ่งเป็นงานประกวดผลงานประดิษฐ์คิดค้นนานาชาติที่ยิ่งใหญ่และเก่าแก่ที่สุดของโลก มีผลงานเข้าร่วมประกวดมากกว่า 1,000 ผลงาน และมีประเทศต่างๆเข้าร่วมกว่า 50 ประเทศ</p> <p>ผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และโปรแกรมประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp สำหรับอุปกรณ์ Android และ iOS ให้ผลการพยากรณ์อากาศความละเอียดสูงสำหรับเอเชียและยุโรป ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกจากการสังเกตของดาวเทียม ผลการพยากรณ์พายุหมุนเขตร้อนสำหรับตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก และรายงานแผ่นดินไหว” ได้รับ 3 รางวัล ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) รางวัลเหรียญทองเกียรติยศ (Gold Medal with the congratulations of the jury) รางวัลนี้เป็นรางวัลระดับสูงสุดในการประกวด โดยมีระดับสูงกว่ารางวัลเหรียญทอง (Gold Medal) 2) รางวัล Award of Excellent Achievement จาก Malaysian Association of Research Scientists รางวัลนี้เป็นหนึ่งในไม่กี่รางวัลในการประกวด ที่ตัวแทนของแต่ละประเทศทำการคัดเลือกผลงานที่ประเทศนั้นจะให้รางวัลและมีพิธีมอบรางวัลอย่างยิ่งใหญ่บนเวทีใหญ่ รางวัล Award of Excellent Achievement ที่ www.worldmeteorology.com และ WMApp ได้รับ จาก Malaysian Association of Research Scientists ซึ่งเป็นตัวแทนของประเทศมาเลเซียนั้น สามารถดูวิดีโอพิธีมอบรางวัลได้ที่ https://youtu.be/Xh-xm5TOUy4 นาทีที่ 5:30 (Malaysian Association of Research Scientists เป็นตัวแทนของประเทศมาเลเซีย ในขณะที่ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเป็นตัวแทนของประเทศไทย) 3) รางวัลพิเศษ (Special Prize) จากประเทศกาตาร์
2557	<p>ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ให้เข้าร่วมประกวดผลงานประดิษฐ์คิดค้นระดับนานาชาติ 8th International Exhibition of Inventions (Kunshan) เมื่อวันที่ 19-21 พฤศจิกายน 2557 ณ เมืองคุนซาน สาธารณรัฐประชาชนจีน</p> <p>ผลงานประดิษฐ์คิดค้น “www.worldmeteorology.com และโปรแกรมประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp” ได้รับ 2 รางวัล ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) รางวัลเหรียญทอง (Gold Medal) รางวัลนี้เป็นรางวัลระดับสูงสุดในการประกวด 2) รางวัลนวัตกรรมชั้นนำ (Leading Innovation Award)
2557	<p>รางวัลผลงานวิจัย ระดับดีเด่น สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2556 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำหรับผลงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาอัลกอริทึมประมาณค่าหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกสำหรับดาวเทียมมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ”</p>

2550	รางวัลวิทยานิพนธ์ปริญญาเอก ระดับดีเยี่ยม สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมการวิจัย ประจำปี พ.ศ.2550 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
2555	รับพระราชทานรางวัล “นักเทคโนโลยีรุ่นใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2555” จากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี รางวัลนี้เป็นรางวัลที่จัดขึ้นโดย มูลนิธิส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในพระบรมราชูปถัมภ์
2556	รับการคัดเลือกให้เป็น “Senior Member” ขององค์กรวิชาชีพระดับนานาชาติ Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
2550	ประกาศนียบัตรแสดงความขอบคุณสำหรับการมีส่วนร่วมในความสำเร็จของโครงการ AIRS จากองค์กร National Aeronautics and Space Administration (NASA) ประเทศสหรัฐอเมริกา
2559	รางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น ระดับดีมาก สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมการวิจัย ประจำปี พ.ศ.2559 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำหรับผลงานประดิษฐ์คิดค้น เรื่อง “www.worldmeteorology.com และโปรแกรมประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp สำหรับอุปกรณ์ Android และ iOS ให้ผลการพยากรณ์อากาศความละเอียดสูงสำหรับเอเชียและยุโรป ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกจากการสังเกตของดาวเทียม ผลการพยากรณ์พายุหมุนเขตร้อนสำหรับตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก และรายงานแผ่นดินไหว” รางวัลนี้เป็นรางวัลลำดับที่ 1 ในการประกวดในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมการวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2559
2556	รับพระราชทานรางวัล “อาจารย์ตัวอย่างรุ่นใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2556” จากสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี” รางวัลนี้เป็นรางวัลที่จัดขึ้นโดย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2555	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณโครงการวิทยาศาสตร์สู่ความเป็นเลิศ จากคณะกรรมการการวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การสื่อสารและโทรคมนาคม วุฒิสภา
2548	รางวัลที่ 2 จากการแข่งผลงานวิจัยระดับนักศึกษา ณ การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2005 จาก IEEE Geoscience and Remote Sensing Society
2556	รางวัลบุคลากรดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2555 จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2558	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยหลักที่ผลงานวิจัยได้รับรางวัลระดับนานาชาติ ประจำปี 2557 รางวัล Gold Medal Award และรางวัล Leading Innovation Award
2558	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยหลักที่ผลงานวิจัยนำไปใช้ประโยชน์เชิงชุมชน ประจำปี 2557
2557	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยที่ผลงานวิจัยได้รับรางวัลระดับชาติ ประจำปี 2556 รางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ: รางวัลผลงานวิจัยประจำปี 2556 รางวัลระดับดีเด่น สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมการวิจัย จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
2556	โล่เกียรติยศจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ แสดงความยินดีที่ได้รับรางวัลนักเทคโนโลยีรุ่นใหม่ ประจำปี 2555

2556	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยที่ได้รับรางวัลจากหน่วยงานระดับชาติ ประจำปี 2555 รางวัลนักเทคโนโลยีรุ่นใหม่ ประจำปี 2555 จากมูลนิธิส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในพระบรมราชูปถัมภ์
2556	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยที่ได้รับรางวัลจากหน่วยงานระดับชาติ ประจำปี 2555 รางวัลใบประกาศเกียรติคุณ โครงการ “วิทยาศาสตร์สู่ความเป็นเลิศ” จากคณะกรรมการวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคมวุฒิสภา
2556	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยที่ได้รับรางวัลจากหน่วยงานระดับชาติ ประจำปี 2555 รางวัลถ้วยพระราชทาน สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี “รางวัล Platinum Award” ประจำปี 2555 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
2555	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยที่มีผลงานเผยแพร่ทางสื่อมวลชนระดับนานาชาติ ประจำปี 2554
2554	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยที่มีผลงานเผยแพร่ทางสื่อมวลชนระดับชาติ ประจำปี 2554
2552	เกียรติบัตรประกาศเกียรติคุณจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในฐานะนักวิจัยดีเด่นคณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2551
การได้รับการยอมรับจากองค์กรระหว่างประเทศและหน่วยงานต่างประเทศ	
2556	ร่วมศึกษาวิจัยในโครงการ Geostationary Interferometric Microwave Sounder (GIMS) ขององค์กร National Space Science Center (NSSC), Chinese Academy of Sciences ของประเทศจีน ตามคำเชิญของ Dr. Hao Liu หัวหน้าวิศวกรโครงการดังกล่าว ประเทศจีนมีแผนจะติดตั้ง GIMS บนดาวเทียม Fengyun-4M (FY-4M) ซึ่งจะส่งขึ้นโคจรรอบโลกก่อนปี ค.ศ.2020 โดยจะเป็นดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นไมโครเวฟสำหรับสังเกตพายุและหยาดน้ำฟ้าดวงแรกของโลก และจะมีประสิทธิภาพสูงในการตรวจตรา เตือนภัย และพยากรณ์พายุ ประเทศไทยจะได้รับประโยชน์เป็นอย่างมากเนื่องจากดาวเทียมนี้จะมองเห็นประเทศไทยทั้งประเทศด้วย
2555	รับเชิญจาก Dr. William J. Blackwell จาก MIT Lincoln Laboratory ให้เข้าร่วมคณะผู้วิจัยเพื่อเสนอขอทุนวิจัยจาก NASA
2554	รับเชิญจาก Prof. Albin J. Gasiewski จาก University of Colorado at Boulder ให้เข้าร่วมคณะผู้วิจัยเพื่อเสนอขอทุนวิจัยจาก NASA
2550	เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “ดาวเทียมค้างฟ้าคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟ” ในการประชุม 4 th Meeting of the IGeoLab GEO-Microwave Focus Group (FG-4) ที่ China Meteorological Administration (CMA) ณ กรุงปักกิ่ง ประเทศจีน วันที่ 12-13 เมษายน 2550 ตามคำเชิญของ World Meteorological Organization (WMO) ซึ่งสังกัดองค์กรสหประชาชาติ (United Nations) โดย WMO สนับสนุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทาง
2556	เป็นประธานร่วมในการนำเสนอผลงานวิจัยด้าน Precipitation and Clouds ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ IEEE International Geoscience and Remote Sensing

	Symposium 2013 (IGARSS'13) ณ เมืองเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย ตามคำเชิญของคณะกรรมการจัดการประชุม
2554	เป็นประธานร่วมในการนำเสนอผลงานวิจัยด้าน Weather Prediction and Data Assimilation ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2011 (IGARSS'11) ณ เมืองแวนคูเวอร์ ประเทศแคนาดา ตามคำเชิญของคณะกรรมการจัดการประชุม
2551	เป็นประธานร่วมในการนำเสนอผลงานวิจัยด้าน Atmospheric Profiling จำนวน 2 Sessions ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2008 (IGARSS'08) ณ เมืองบอสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ตามคำเชิญของคณะกรรมการจัดการประชุม
2554	เป็น Reviewer พิจารณา Research Proposal จำนวน 2 โครงการ ตามคำเชิญของ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ประเทศสหรัฐอเมริกา
2555	เป็น Reviewer พิจารณา Research Proposal จำนวน 1 โครงการ ตามคำเชิญของ National Science Foundation (NSF) ประเทศสหรัฐอเมริกา
2557	เป็น Reviewer พิจารณา Research Proposal จำนวน 1 โครงการ ตามคำเชิญของ Czech Science Foundation ประเทศสาธารณรัฐเช็ก
2555	เป็น Reviewer พิจารณา Research Proposal จำนวน 1 โครงการ ตามคำเชิญของ Czech Science Foundation ประเทศสาธารณรัฐเช็ก
2559	เป็น Reviewer พิจารณา Research Proposals ตามคำเชิญของ Newton Fund, Research Councils UK สหราชอาณาจักร
2555	เขียน Book Chapter จำนวน 1 บท เรื่อง "Satellite Passive Millimeter-Wave Retrieval of Global Precipitation" ในหน้าที่ 191 – 220 ของหนังสือวิชาการระดับนานาชาติชื่อ "Signal and Image Processing for Remote Sensing, 2 nd Edition" ของสำนักพิมพ์ CRC Press Publication ซึ่งเป็นสำนักพิมพ์ในเครือของ Taylor & Francis Group ตามคำเชิญของบรรณาธิการของหนังสือ
2560	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (1 st quartile of ISI database; impact factor = 2.962)
2560	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (1 st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)
2559	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (1 st quartile of ISI database; impact factor = 2.962)

2559	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ Atmospheric Measurement Techniques (2 nd quartile of ISI database; impact factor = 3.489)
2557	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (1 st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)
2557	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (1 st quartile of ISI database; impact factor = 2.962)
2556	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (1 st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)
2556	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (1 st quartile of ISI database; impact factor = 2.962)
2554	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ Journal of Hydrometeorology (1 st quartile of ISI database; impact factor = 3.648)
2554	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (1 st quartile of ISI database; impact factor = 2.401)
2552	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ Journal of Applied Meteorology and Climatology (2 nd quartile of ISI database; impact factor = 2.743)
2551	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 1 ผลงานสำหรับวารสารวิชาการระดับนานาชาติ Journal of Applied Meteorology and Climatology (2 nd quartile of ISI database; impact factor = 2.743)
2551	เป็น Reviewer พิจารณาผลงานวิจัยจำนวน 3 ผลงานสำหรับการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2008 (IGARSS'08)
การบริการทางวิชาชีพในระดับชาติ	
2558	รับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาข้อเสนอโครงการวิจัยสำหรับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
2557	รับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาข้อเสนอโครงการวิจัยจำนวน 2 ข้อเสนอ สำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2556	รับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานวิจัยสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
2553	รับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานวิจัยสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
2552	รับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาข้อเสนอโครงการวิจัยสำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2552	รับเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานวิจัยสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
ประสบการณ์ด้านการสอน	
<p>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ สนามและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า <p>มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ แม่เหล็กไฟฟ้าและการประยุกต์ (ระดับบัณฑิตศึกษา) ▪ อุตุนิยมวิทยาดาวเทียม (ระดับบัณฑิตศึกษา) ▪ การรับรู้ระยะไกล (ระดับบัณฑิตศึกษา) ▪ ภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม (ระดับบัณฑิตศึกษา) ▪ ความน่าจะเป็นประยุกต์ (ระดับบัณฑิตศึกษา) ▪ การศึกษาพิเศษ 1 (ระดับบัณฑิตศึกษา) ▪ การศึกษาพิเศษ 2 (ระดับบัณฑิตศึกษา) ▪ ภูมิสารสนเทศ ▪ การรับรู้ระยะไกล 1 ▪ การรับรู้ระยะไกล 2 ▪ การบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ <p>มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการกระจาย ▪ สถิติวิศวกรรม ▪ สถิติสำหรับการบริหารจัดการอุตสาหกรรม <p>Massachusetts Institute of Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ แม่เหล็กไฟฟ้าและการประยุกต์ (ผู้ช่วยสอน) 	
การได้รับเชิญเป็นวิทยากรในระดับนานาชาติ	
<p>1) รับเชิญจาก องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization : WMO) เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “Radiative Transfer: Theory and Observations” และเรื่อง “Simulated Performance of Alternative GEM and Synthetic Aperture Systems” ที่การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 4th Meeting of the IGeoLab GEO-Microwave Focus Group (FG-4) ที่ China Meteorological Administration (CMA) กรุงปักกิ่ง ประเทศจีน วันที่ 12-13 เม.ย. 2550 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางทั้งหมดจ่ายโดย WMO</p>	

<ol style="list-style-type: none"> 2) รับเชิญเป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “www.worldmeteorology.com and the mobile application WMAApp provide high-detailed weather forecasts for Asia and Europe, satellite retrievals of global precipitation, tropical cyclone forecasts, and earthquake reports” ที่การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 10th Asia-Pacific International Conference on Lightning ที่ จ.กระบี่ วันที่ 16 พ.ค. 2560 3) รับเชิญจาก International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “Development and Application of Technologies for Natural Disaster Management” ที่ จ.ภูเก็ต วันที่ 4 ก.ย. 2557 4) รับเชิญจาก Cultural and Scientific Section ของสถานทูตฝรั่งเศส ประจำกรุงเทพฯ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “Satellite Passive Retrievals of Global Precipitation and Numerical Weather Forecasting for Tropics” ที่ กรุงเทพฯ วันที่ 29-31 ต.ค. 2555 5) รับเชิญจาก IEEE Geoscience and Remote Sensing Society Boston Chapter เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “Passive Millimeter-Wave Retrieval of Global Precipitation Utilizing Satellites and A Numerical Weather Prediction Model” ที่ การประชุมของ IEEE Geoscience and Remote Sensing Society Boston Chapter ณ MIT Lincoln Laboratory วันที่ 18 ต.ค. 2549
<p>การได้รับเชิญเป็นวิทยากรในระดับชาติ</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1) รับเชิญจาก ราชบัณฑิตยสภา เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในระบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก” ที่ จ.ฉะเชิงเทรา วันที่ 24 ส.ค. 2560 2) รับเชิญจาก กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “ภาวะโลกร้อน” ที่ กรุงเทพฯ วันที่ 22 ก.ค. 2551 3) รับเชิญจาก กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง “Remote Sensing of Global Precipitation Using Passive Microwave Satellites” ณ กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ วันที่ 27-28 มี.ค. 2551
<p>ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1) C. Surussavadee, “A Global Precipitation Retrieval Algorithm for Suomi NPP ATMS,” <i>IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing</i>, submitted for publication, 2017. (1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863) 2) C. Surussavadee, “Evaluation of High-Resolution Tropical Weather Forecasting Using Satellite Passive Millimeter-Wave Observations,” <i>IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing</i>, vol. 52, no. 5, pp. 2780-2787, May. 2014. (1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863) 3) C. Surussavadee and D. H. Staelin, “Evaporation Correction Methods for Microwave Retrievals of Surface Precipitation Rate,” <i>IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing</i>, vol. 49, no. 12, pp. 4763 – 4770, Dec. 2011. (1st quartile of ISI

database; impact factor = 3.863)

- 4) W. J. Blackwell, L. J. Bickmeier, R. V. Leslie, M. L. Pieper, J. E. Samra, C. Surussavadee, and C. A. Upham, "Hyperspectral Microwave Atmospheric Sounding," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 49, no. 1, pp. 128 – 142, Jan. 2011. **(1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)**
- 5) C. Surussavadee and D. H. Staelin, "NPOESS Precipitation Retrievals using the ATMS Passive Microwave Spectrometer," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 7, no. 3, pp. 440-444, Jul. 2010. **(1st quartile of ISI database; impact factor = 2.401)**
- 6) C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Global Precipitation Retrievals Using the NOAA/AMSU Millimeter-Wave Channels: Comparison with Rain Gauges," *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 49, no. 1, pp. 124-135, Jan. 2010. **(2nd quartile of ISI database; impact factor = 2.743)**
- 7) C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Satellite Retrievals of Arctic and Equatorial Rain and Snowfall Rates using Millimeter Wavelengths," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 47, no. 11, pp. 3697-3707, Nov. 2009. **(1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)**
- 8) C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Global Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained with a Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model, Part I: Retrieval Design," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 46, no. 1, pp. 99-108, Jan. 2008. **(1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)**
- 9) C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Global Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained with a Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model, Part II: Performance Evaluation," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 46, no. 1, pp. 109-118, Jan. 2008. **(1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)**
- 10) C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Millimeter-Wave Precipitation Retrievals and Observed-versus-Simulated Radiance Distributions: Sensitivity to Assumptions," *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol. 64, no. 11, pp. 3808-3826, Nov. 2007. **(1st quartile of ISI database; impact factor = 3.645)**
- 11) D. H. Staelin and C. Surussavadee, "Precipitation Retrieval Accuracies for Geo-Microwave Sounders," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 45, no. 10, pp. 3150-3159, Oct. 2007. **(1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)**
- 12) C. Surussavadee and D. H. Staelin, "Comparison of AMSU Millimeter-Wave Satellite Observations, MM5/TBSCAT Predicted Radiances, and Electromagnetic Models for Hydrometeors," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 44, no.

10, pp. 2667-2678, Oct. 2006. (1st quartile of ISI database; impact factor = 3.863)

- 13) O.-M. Kwon, **C. Surussavadee**, M. V. K. Chari, S. Salon, and K. Sivasubramaniam, "Analysis of the Far Field of Permanent-Magnet Motors and Effects of Geometric Asymmetries and Unbalance in Magnet Design," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 40, no. 2, pp. 435-442, Mar. 2004. (2nd quartile of ISI database; impact factor = 1.328)

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในเอกสารที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

- 1) **C. Surussavadee**, "Evaluation of Tropical Near-Surface Wind Forecasts Using Ground Observations," *Proceedings of 8th International Renewable Energy Congress*, Amman, Jordan, pp. 1-4, Mar. 2017.
- 2) **C. Surussavadee**, "Evaluation of WRF Near-Surface Wind Simulations in Tropics Employing Different Planetary Boundary Layer Schemes," *Proceedings of 8th International Renewable Energy Congress*, Amman, Jordan, pp. 1-4, Mar. 2017.
- 3) S. Kamworapan and **C. Surussavadee**, "Performance of CMIP5 Global Climate Models for Climate Simulation in Southeast Asia," *Proceedings of 2017 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, Malaysia, pp. 718-722, Nov. 2017.
- 4) T. Afrizal and **C. Surussavadee**, "Evaluation of CESM/WRF Climate Simulations at High Resolution over Sumatra," *Proceedings of 2nd International Conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering*, Yogyakarta, Indonesia, pp. 278-281, Nov. 2017.
- 5) **C. Surussavadee** and W. Wu, "Evaluation of WRF Planetary Boundary Layer Schemes for High-resolution Wind Simulations in Northeastern Thailand," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2015*, Milan, Italy, pp. 3949-3952, Jul. 2015.
- 6) **C. Surussavadee** and W. Wu, "A Neural Network-based Numerical Wind Forecasting Model for Wind Power Management in Northeastern Thailand," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2015*, Milan, Italy, pp. 3957-3960, Jul. 2015.
- 7) A. Thaneerat and **C. Surussavadee**, "Precipitation Retrievals Employing GOES Imager Infrared Channels and AMSU MIT Precipitation Retrieval Products," *Proceedings of 8th Asia Modelling Symposium*, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 1-4, Sep. 2014.
- 8) **C. Surussavadee** and P. Aonchart, "Evaluation of WRF Physics Options for High-Resolution Weather Forecasting in Tropics Using Satellite Passive Millimeter-Wave Observations," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2013*, Melbourne, Australia, pp. 2262 – 2265, July 2013.

- 9) **C. Surussavadee** and V. Songsom, "Infrared Geostationary Satellite Precipitation Retrievals Trained with AMSU MIT Millimeter-Wave Precipitation Retrieval Products," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2013*, Melbourne, Australia, pp. 2226 – 2229, July 2013.
- 10) S. Phuphong and **C. Surussavadee**, "An Artificial Neural Network Based Runoff Forecasting Model in the Absence of Precipitation Data: A Case Study of Khlong U-Tapao River Basin, Songkhla Province, Thailand," *Proceedings of 4th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation 2013*, Bangkok, Thailand, pp. 73 – 77, Jan. 2013.
- 11) **C. Surussavadee**, W. J. Blackwell, D. Entekhabi, and R. V. Leslie, "A Global Precipitation Retrieval Algorithm for NPP ATMS," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2012*, Munich, Germany, pp. 1924 – 1927, Jul. 2012.
- 12) **C. Surussavadee**, "Evaluation of High-Resolution Weather Forecasts in Tropics using Satellite Passive Millimeter-Wave Observations," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2011*, Vancouver, Canada, pp. 2777 – 2780, Jul. 2011.
- 13) **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, "Correcting Microwave Precipitation Retrievals for Near-Surface Evaporation," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2010*, Honolulu, Hawaii, pp. 1312-1315, Jul. 2010.
- 14) **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, "Global Precipitation Retrieval Algorithm Trained for SSMIS using a Numerical Weather Prediction Model: Design and Evaluation," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2010*, Honolulu, Hawaii, pp. 2341-2344, Jul. 2010.
- 15) **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, "NPOESS Precipitation Retrievals using the ATMS Passive Microwave Spectrometer," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2008*, Boston, Massachusetts, pp. V-570 – V-573, Jul. 2008.
- 16) **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, "Rain and Snowfall Retrievals at High Latitudes using Millimeter Wavelengths," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2008*, Boston, Massachusetts, pp. IV-624 – IV-627, Jul. 2008.
- 17) **C. Surussavadee**, "Global Observations of Precipitation using Satellite Passive Millimeter-Wave Sensors," *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2008*, Boston, Massachusetts, pp. I-126 – I-129, Jul. 2008.
- 18) **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, "Global Satellite Millimeter-Wave Precipitation

Retrievals Trained with a Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model,” *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2007*, Barcelona, Spain, pp. 3910-3913, Jul. 2007.

- 19) **C. Surussavadee**, D. H. Staelin, V. Chadarong, D. McLaughlin, and D. Entekhabi, “Comparison of NOWRAD, AMSU, AMSR-E, TMI, and SSM/I Surface Precipitation Rate Retrievals over the United States Great Plains,” *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2007*, Barcelona, Spain, pp. 3923-3926, Jul. 2007.
- 20) **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, “AMSU Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained with MM5 Simulations: Sensitivity to Physical Assumptions,” *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2006*, Denver, Colorado, pp. 2611-2614, Jul. 2006.
- 21) D. H. Staelin and **C. Surussavadee**, “Precipitation Retrieval Accuracies for Geo-Microwave Sounders,” *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2006*, Denver, Colorado, pp. 41-44, Jul. 2006.
- 22) **C. Surussavadee** and D. H. Staelin, “Statistical Agreement between Observed Microwave Satellite Radiances and NWP Hydrometeors including Hexagonal Plates and Rosettes,” *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2005*, Seoul, Korea, pp. 324-327, Jul. 2005.
- 23) F. W. Chen, D. H. Staelin, and **C. Surussavadee**, “Global Monthly and Diurnal Precipitation Statistics Based on Passive Microwave Observations from AMSU,” *AMS 13th Conference on Satellite Meteorology and Climatology*, Norfolk, Virginia, pp. 623-630, September 20-23, 2004.

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในเอกสารที่ประชุมวิชาการระดับชาติ

- 1) **C. Surussavadee** and S. Phuphong, “A Runoff Forecasting Model for Khlong U-Tapao River Basin,” *Proceedings of 10th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference*, Nakhon Pathom, Thailand, pp. 187 - 195, Dec. 2013.
- 2) **C. Surussavadee** and P. Pruckpattaranon, “Land-cover Classification for Khlong U-Tapao River Basin, Songkhla Province, Thailand Using Landsat ETM+ Data,” *Proceedings of 10th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference*, Nakhon Pathom, Thailand, pp. 213 – 222, Dec. 2013.
- 3) S. Buaniam, **C. Surussavadee**, and K. Kittiwattanawong, “Effects of Sea Level and Non-Linear Slope on Coastal Erosion Study Using Satellite Observations,” *Proceedings of 12th National Conference on Environment*, Khon Kaen, Thailand, pp. 27R2-12-1 - 27R2-12-1-8, Mar. 2013.
- 4) S. Sma-air, **C. Surussavadee**, and P. Buapet, “Analysis of Surface-Water Resource

Amount for Water Management in Phuket Province, Thailand,” *Proceedings of 13th Graduate Research Conference Khon Kaen University*, Khon Kaen, Thailand, pp. PMO15-1 - PMO15-8, Feb. 2013.

- 5) P. Pruckpattaranon and **C. Surussavadee**, “Landsat ETM+ Land Cover Classification Trained Using Land Use Data: A Case Study of U-Tapao River Basin, Songkhla Province, Thailand,” *Proceedings of 8th Naresuan Research Conference*, Phitsanulok, Thailand, pp. 488-499, Feb. 2013.
- 6) P. Aonchart and **C. Surussavadee**, “Evaluation of WRF Physics Options for High-Resolution Weather Forecasting for Thailand,” *Proceedings of 3rd CMU Graduate Research Conference*, Chiang Mai, Thailand, pp. 47-55, Nov. 2012.
- 7) V. Songsom and **C. Surussavadee**, “A Precipitation Retrieval Algorithm for Geostationary Passive Infrared Satellites Trained using AMP Global Precipitation Products,” *Proceedings of 3rd CMU Graduate Research Conference*, Chiang Mai, Thailand, pp. 23-27, Nov. 2012.
- 8) C. Thongchai, **C. Surussavadee**, and K. Kittiwattanawong, “Application of Satellite-Observed Temperature Data for Assessing Green Turtle (*Chelonia Mydas*) Sex Ratio,” *Proceedings of 4th National Conference on Natural Resources and Environment*, Bangkok, Thailand, pp. 155 – 162, Sep. 2012.
- 9) T. Rattanabumrung, **C. Surussavadee**, and W. Meepol, “Mangrove Plant Community Assessment using THEOS: A Case Study in Ranong Biosphere Reserve,” *Proceedings of 12th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering*,” Chonburi, Thailand, Apr. 2011.
- 10) S. Sukwiwatthanporn, **C. Surussavadee**, H. Chansang, and N. Phongsuwan, “Algorithm for Classifying Reef Flat Condition using THEOS Satellite Data: A Case Study at Sirinart National Park, Phuket Province, Thailand,” *Proceedings of 12th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering*,” Chonburi, Thailand, Apr. 2011.
- 11) C. Thongchai, K. Kittiwattanawong, and **C. Surussavadee**, “Assessing Green Turtle (*Chelonia Mydas*) Sex Ratio Using Temperature at Huyong Island,” *Proceedings of 10th National Conference on Environment*, Songkhla, Thailand, pp. 1 – 8, Mar. 2011.

การพัฒนาผลงานวิจัยไปสู่ผลงานประดิษฐ์คิดค้น

- **ชินวัชร สุรัสวดี** และ D. H. Staelin, “www.worldmeteorology.com และโปรแกรมประยุกต์เคลื่อนที่ WMApp สำหรับอุปกรณ์ Android และ iOS ให้ผลการพยากรณ์อากาศความละเอียดสูงสำหรับเอเชียและยุโรป ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกจากการสังเกตของดาวเทียม ผลการพยากรณ์พายุหมุนเขตร้อนสำหรับตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก และรายงานแผ่นดินไหว”, 2013 – ปัจจุบัน.

<p>ผลงานประดิษฐ์คิดค้นนี้เปิดให้ประชาชนทั่วไปใช้งานฟรี และมีหน่วยงาน/บุคคล ที่นำผลงานประดิษฐ์คิดค้นนี้ไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก ปัจจุบัน www.worldmeteorology.com มีจำนวนผู้ใช้งานมากกว่า 100,000 คน มีจำนวนหน้าที่มีการใช้งานมากกว่า 400,000 หน้า WMApp สำหรับอุปกรณ์ Android และ iOS มีจำนวนการดาวน์โหลดติดตั้งรวมมากกว่า 100,000 ครั้ง และได้คะแนนจากผู้ใช้งาน 4.15 จากคะแนนเต็ม 5.0 ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2558 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2559 ผลการพยากรณ์อากาศและข้อมูลฝนจากผลงานประดิษฐ์คิดค้นนี้ได้ใช้ในการผลิตรายการพยากรณ์อากาศ “TNN Weather” รูปแบบใหม่ ออกอากาศทางสถานีข่าวโทรทัศน์ TNN24 วันละ 4 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 5 นาที</p> <p>เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2560 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือกับกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ในเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำฝนหลวงเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งของประเทศ” โดยปัจจุบัน กรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้ใช้ผลการพยากรณ์อากาศจาก “www.worldmeteorology.com และ WMApp” ในการวางแผนปฏิบัติการฝนหลวงเป็นประจำทุกวัน</p>
<p>การพัฒนาผลงานวิจัยและผลงานประดิษฐ์คิดค้นไปสู่ผลงานวิชาการรับใช้สังคม</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ ชินวัชร สุรัสวดี, “เพจ Facebook ชื่อ สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย ให้ผลการพยากรณ์อย่างละเอียดสำหรับประเทศไทย ค่าประมาณหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกจากการสังเกตของดาวเทียม ผลการพยากรณ์พายุหมุนเขตร้อนสำหรับตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก และรายงานแผ่นดินไหว”, 2017 – ปัจจุบัน. <p>ผลงานวิชาการรับใช้สังคมนี้เปิดให้ประชาชนทั่วไปใช้งานฟรี และมีหน่วยงาน/บุคคล ที่นำผลงานวิชาการรับใช้สังคมนี้ไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก เพจ Facebook “สจล. พยากรณ์อากาศประเทศไทย” ได้เปิดให้บริการสังคมตั้งแต่วันที่ 31 พ.ค. 2560 ในวันที่ 7 มี.ค. 61 เพจ Facebook นี้มีคนติดตามแล้ว 145,123 คน และมีคนถูกใจ 139,278 คน และได้คะแนนจากผู้ใช้งาน 4.8 จากคะแนนเต็ม 5.0</p>
<p>ผลงานแต่งหนังสือ</p>
<p>หนังสือ 1 เรื่อง แบ่งนำเสนอเป็น 2 เล่ม</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ชินวัชร สุรัสวดี, “การรับรู้ระยะไกลหยาดน้ำฟ้าทั่วโลกด้วยดาวเทียมคลื่นมิลลิเมตรเวฟแบบแพสซีฟและการพยากรณ์อากาศเชิงเลขความละเอียดสูงสำหรับประเทศไทย เล่มที่ 1 และ เล่มที่ 2,” สื่อสร้างสรรค์พัฒนา, 505 หน้า, มีนาคม 2557. <p>หนังสือเล่มที่ 1 นำเสนอองค์ความรู้และทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับผลงานวิจัยของ ผศ.ดร.ชินวัชร สุรัสวดี และหนังสือเล่มที่ 2 นำเสนอผลงานวิจัยและตัวอย่างการประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยเหล่านั้น</p> <p>Book Chapter ที่ได้รับเชิญเขียนในหนังสือวิชาการระดับนานาชาติ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ C. Surussavadee and D. H. Staelin, “Satellite Passive Millimeter-Wave Retrieval of Global Precipitation,” Signal and Image Processing for Remote Sensing, 2nd Edition, CRC Press Publication, pp. 191 - 220, Feb. 2012. <p>ผลงาน แต่งหนังสือเรื่อง “Satellite Passive Millimeter-Wave Retrieval of Global</p>

Precipitation” เป็น Book Chapter ที่ ผศ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี ได้รับเชิญจาก Prof. C.H. Chen ซึ่งเป็นบรรณาธิการของหนังสือวิชาการระดับนานาชาติชื่อ “Signal and Image Processing for Remote Sensing, 2nd Edition” ของสำนักพิมพ์ CRC Press Publication ซึ่งเป็นสำนักพิมพ์ในเครือของ Taylor & Francis Group ให้เขียน Book Chapter ลงตีพิมพ์ในหนังสือวิชาการระดับนานาชาติดังกล่าว ในหน้าที่ 191 – 220 ของหนังสือ

ทุนวิจัย

- National Aeronautics and Space Administration (NASA) Grant NAG5-13652
- National Aeronautics and Space Administration (NASA) Contract NAS5-31376
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Contract DG133E-02-CN-0011
- National Aeronautics and Space Administration (NASA) under Grant NNX07AE35G
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) under Air Force contract FA8721-05-C-0002
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและการไฟฟ้าฝ่ายผลิต
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สมาชิกองค์กรวิชาชีพ

- Senior Member, IEEE, ปี 2555 – ปัจจุบัน
- Member, IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, ปี 2549 – ปัจจุบัน
- Member, IEEE, ปี 2547 – 2555