แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)
ประกอบการเสนอของบประมาณ แผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
(เป้าหมายที่ 1 2 และ 3)

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) โครงการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้

(ภาษาอังกฤษ) Rainfall Estimation from C-band Weather Radar over the Northern, North-eastern and Southern of Thailand.

ชื่อชุดโครงการวิจัย (ภาษาไทย) วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการดัดแปรสภาพอากาศ

(ภาษาอังกฤษ) Research and develop weather modification technology.

ชื่อแผนบูรณาการ (ภาษาไทย) วิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดัดแปรสภาพอากาศ

(ภาษาอังกฤษ) Research and develop to enhance the effectiveness of weather modification technique.

<u>ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย</u>

○ โครงการวิจัยใหม่

◉ โครงการวิจัยต่อเนื่อง

ระยะเวลา 2 ปี 6 เดือน ปีนี้เป็นปีที่ 2 (ระยะเวลาดำเนินการวิจัยไม่เกิน 5 ปี)

1. ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

ยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์ที่ 2 : ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

เป้าประสงค์ 2.1 การพัฒนาภาคการผลิตและบริการ

2. ยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 8 : การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

เป้าประสงค์ -ไม่ต้องระบุ-

3. ยุทธศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ 20 ปี

ยุทธศาสตร์ 3. การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อตอบโจทย์การสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศและขีดความสามารถทางเทคโนโลยี

ประเด็นยุทธศาสตร์ 3.3 การวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการ (Frontier Research)

แผนงาน วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural science)

ประเด็นวิจัย ไม่สอดคล้อง

4. ยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติรายประเด็น

ยุทธศาสตร์การวิจัยรายประเด็นด้านการจัดการน้ำ

5. อุตสาหกรรมและคลัสเตอร์เป้าหมาย

ไม่สอดคล้อง

6. ยุทธศาสตร์ของหน่วยงาน

การป้องกันและแก้ปัญหาภัยแล้งและบรรเทาภัยพิบัติ

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

1. ผู้รับผิดชอบ

คำนำหน้า	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการมีส่วนร่วม	เวลาที่ทำวิจัย (ชั่วโมง/สัปดาห์)
นาย	ปริญญา อินทรเจริญ	หัวหน้าโครงการ	80	32
นางสาว	วรรธนพร เทียมปฐม	ผู้ร่วมวิจัย	5	2
นาง	มณีรัตน์ พวงประโคน	ผู้ร่วมวิจัย	5	2
นาย	ศุภชัย ชัยชุมพล	ผู้ร่วมวิจัย	5	2
นาย	สราวุธ อาทยะกุล	ผู้ร่วมวิจัย	5	2

2. สาขาการวิจัยหลัก OECD 1. วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ

สาขาการวิจัยย่อย OECD 1.1 วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ : วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ

ด้านการวิจัย เกษตร

3. สาขา ISCED 05 Natural sciences, mathematics and statistics

000 Generic programmes and qualifications not further defined

0000 Generic programmes and qualifications not further defined

4. คำสำคัญ (keyword)

คำสำคัญ (TH) เรดาร์ตรวจอากาศ, การประเมินปริมาณฝน

คำสำคัญ (EN) Weather Radar, Z-R Relationship, Quantitative Precipitation Estimation (QPE)

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

กรมฝนหลวงและการบินเกษตร มีภารกิจเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำในชั้นบรรยากาศโดยการปฏิบัติการฝนหลวง และมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการของประเทศร่วมกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อการพัฒนาการเกษตร การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ และการบรรเทาภัยพิบัติทางธรรมชาติอย่างบูรณาการ การปฏิบัติการฝนหลวงประจำวันต้องอาศัยข้อมูลจากหลายภาคส่วนเพื่อประกอบการวางแผนการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน หนึ่งในข้อมูลที่สำคัญคือข้อมูลตรวจสภาพอากาศด้วยเรดาร์ตรวจอากาศซึ่งปัจจุบันกรมฝนหลวงและการบินเกษตรมีสถานีเรดาร์ตรวจอากาศประจำที่ชนิด S-band จำนวน 5 สถานี คือ

1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงอมก๋อย อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่
2. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงตาคลี อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์
3. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงพิมาย อ.พิมาย จ.นครราชสีมา
4. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงสัตหีบ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี
5. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงพนม อ.พนม จ.สุราษฎร์ธานี

และสถานีเรดาร์ตรวจอากาศแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band จำนวน 3 สถานี คือ

1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงเคลื่อนที่ อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด
2. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงเคลื่อนที่ อ.ประทิว จ.ชุมพร

3. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงเคลื่อนที่ อ.ร้องกวาง จ.แพร่

เรดาร์ตรวจอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจสภาพอากาศระยะไกลสามารถตรวจวัดความเข้มของฝน (อัตราการตกของฝน) หรือปริมาณฝนสะสม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝน (Radial Velocity) และบอกถึงความรุนแรงของกลุ่มฝนได้ ข้อมูลที่ได้จากเรดาร์ฯ จึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดทำแผนปฏิบัติการฝนหลวงประจำปี ก่อให้เกิดความคุ้มค่าต่อการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน ตลอดจนบูรณาการด้านข้อมูลตรวจอากาศเพื่อการบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องอาทิ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ในการประเมินสถานการณ์น้ำท่วมน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำทั่วประเทศ ดังนั้นเพื่อให้การประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด จึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังคลื่นสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) กับค่าความเข้มฝน (R) และประยุกต์ใช้สมการความสัมพันธ์ Z-R เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบการประเมินน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงทั่วประเทศบนระบบสารสนเทศกรมฝนหลวงและการบินเกษตรต่อไป

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

6.1 เพื่อศึกษา รวบรวม ตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนจากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ตรวจอากาศแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band และข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนบริเวณพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศไทย

6.2 เพื่อศึกษาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) กับค่าความเข้มฝน (R) ของเรดาร์ตรวจอากาศแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band และใช้ในการประเมินปริมาณฝนจากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ฯ ให้มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นดิน

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

7.1 พื้นที่ศึกษา

โครงการวิจัยฯ นี้ใช้ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band จำนวน 3 สถานีคือ เรดาร์ฯ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ เรดาร์ฯ อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด และเรดาร์ฯ อ.ประทิว จ.ชุมพร และข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติที่ติดตั้งภายในรัศมีการตรวจวัด 240 กิโลเมตรของเรดาร์ฯ ข้างต้น ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร เพชรบูรณ์ และเลย) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ยโสธร มุกดาหาร สกลนคร นครพนม อำนาจเจริญ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น หนองบัวลำภู และอุดรธานี) และภาคใต้ (จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา และนครศรีธรรมราช)

7.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

โครงการวิจัยฯ นี้ใช้ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band 3 สถานี คือเรดาร์ฯ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ เรดาร์ฯ อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด และเรดาร์ฯ อ.ประทิว จ.ชุมพร และข้อมูลปริมาณน้ำฝนในวันที่มีฝนตกจากสถานีวัดน้ำฝนกรมฝนหลวงและการบินเกษตร หรือสถานีวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา หรือสถานีวัดน้ำฝนสถานบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร ที่ติดตั้งภายในรัศมีการตรวจวัด 240 กิโลเมตรของเรดาร์ฯ ข้างต้นระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึง ธันวาคม 2562

7.3 การวิเคราะห์และประมาณปริมาณฝน

การประมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดของเรดาร์ตรวจอากาศฯ โดยการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างกำลังคลื่นสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) กับค่าความเข้มฝน (R) ของเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band ด้วยวิธีการประมวลผลทางสถิติ/คณิตศาสตร์/อัลกอริธึม (Algorithm) เพื่อใช้ประมาณปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆ ใน

รัศมีการตรวจวัดของเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band บริเวณพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศไทย

8. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

8.1 การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ

เรดาร์ (RADAR) ย่อมาจาก Radio Detection and Ranging ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดตำแหน่งของเป้าหมาย (Target) หรือวัตถุในระยะไกล ด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุมีการประดิษฐ์ และใช้งานครั้งแรกในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่ประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับฝูงเครื่องบินของกองทัพญี่ปุ่นขณะที่กำลังบินเข้ามาจู่โจมทิ้งระเบิดเพิร์ลฮาร์เบอร์ ต่อมาจึงมีการประยุกต์และพัฒนาเรดาร์เพื่อใช้ในทางสันติ เพื่อช่วยในการตรวจสอบตำแหน่ง และทิศทางของเรือ หรืออากาศยาน การถ่ายภาพทางอากาศ การตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งการใช้งานเพื่อการตรวจสอบสภาพอากาศ การเตือนภัยธรรมชาติ และพายุ การทำงานของเรดาร์เหมือนกับการตะโกนในหุบเขาแล้วได้ยินเสียงตะโกนนั้นสะท้อนกลับมา เช่นเดียวกันสัญญาณเรดาร์ที่ส่งออกไปเมื่อกระทบกับเป้าหมาย หรือวัตถุ ก็จะสะท้อนกลับมา สัญญาณเรดาร์ที่สะท้อนกลับมาจะถูกประมวลผล เพื่อแสดงข้อมูลบนจอภาพ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบลักษณะ และตำแหน่งของเป้าหมายได้

เรดาร์ตรวจอากาศ (Weather Radar) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจวัดสภาพอากาศในระยะไกล สามารถตรวจวัดพายุฝนฟ้าคะนอง ความเข้มหรือวัดปริมาณฝน ความเร็วของการเคลื่อนตัวของกลุ่มฝน (Radial Velocity) และบอกถึงระดับความรุนแรงของกลุ่มฝนได้ โดยการส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ เรดาร์ตรวจอากาศจะทำการส่งคลื่นวิทยุเป็นจังหวะในช่วงเวลาสั้นๆ ในลักษณะลำคลื่นมุมแคบๆ เมื่อลำคลื่นดังกล่าวกระทบกับกลุ่มฝน หรือสิ่งกีดขวาง จะสะท้อนกลับมายังจานสายอากาศ เข้าสู่เครื่องรับเพื่อนำมาใช้ในการประมวลผลสัญญาณ ก่อนที่จะถูกส่งไปแสดงข้อมูลบนจอภาพเรดาร์ต่อไป

ระบบการทำงานของเครื่องเรดาร์ตรวจอากาศจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1. ระบบภาคส่งสัญญาณ (Transmitter) เป็นส่วนที่ทำการสร้างสัญญาณคลื่นวิทยุ (สัญญาณเรดาร์) ตามช่วงความถี่ที่ต้องการ (C Band, S Band) ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญได้แก่หลอดผลิตความถี่วิทยุ (Magnetron) และระบบไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage)

2. ระบบภาครับสัญญาณ (Receiver) ทำหน้าที่รับ และขยายสัญญาณสะท้อนกลับให้มีขนาดความแรงของสัญญาณที่เพียงพอเพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลต่อไป

3. ระบบจานสายอากาศ (Antenna System) เป็นระบบที่มีการเชื่อมต่อกับทั้งระบบภาคส่ง และระบบภาครับสัญญาณ สัญญาณคลื่นวิทยุที่สร้างออกมาจากภาคส่งจะถูกส่งต่อไปยังระบบจานสายอากาศ เพื่อส่งสัญญาณคลื่นวิทยุสู่บรรยากาศ จากนั้นระบบจานสายอากาศจะรอรับสัญญาณสะท้อนกลับเพื่อส่งต่อไปยังระบบภาครับสัญญาณ

4. ระบบควบคุม และแสดงผลข้อมูลเรดาร์ (Controls and Display) ระบบควบคุมจะสั่งการทั้งระบบภาคส่ง/รับ และระบบจานสายอากาศ เพื่อให้ทำงานตามต้องการ และระบบประมวลผลข้อมูล จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากระบบภาครับ เทียบกับระบบภาคส่งสัญญาณ เพื่อใช้ในการประมวลผลสัญญาณต่อไป

ปัจจุบัน กรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้มีการใช้ระบบเรดาร์ตรวจอากาศแบบดอพเพลอร์ ในการตรวจวัดข้อมูลกลุ่มเมฆฝนเพื่อใช้ในการวางแผน การปฏิบัติงาน การประเมินผล และช่วยในการเตือนภัยการบินปฏิบัติฝนหลวง การใช้งานของเครื่องเรดาร์ฝนหลวงในปัจจุบันจะพิจารณาพื้นที่เป้าหมายของการปฏิบัติการฝนหลวงเป็นสำคัญ โดยกำหนดรัศมีของการตรวจวัด ที่ 240 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่การปฏิบัติการ ฝนหลวงมากถึง 56 จังหวัดทั่วประเทศไทย และทำการตรวจวัดข้อมูลแบบเชิงปริมาตร (Volume Scan) เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลสภาพอากาศแบบสามมิติ ทั้งแนวระนาบ และแนวตั้งได้ในเวลาเดียวกันโดยให้สามารถเก็บข้อมูลสภาพอากาศที่รัศมีใกล้สุด 25 กิโลเมตร โดยมีความสูงอย่างต่ำ 10 กิโลเมตร และรัศมีไกลสุด 240 กิโลเมตร โดยให้มีความสูงอย่างต่ำ 20 กิโลเมตร เรดาร์จะทำการสแกน หรือหมุนจานสายอากาศในแนวระดับ และทางแนวตั้ง เพื่อตรวจวัดข้อมูลกลุ่มเมฆฝนตั้งแต่

ระดับต่ำ จนถึงระดับความสูงที่ต้องการ โดยทำการตรวจวัดข้อ แบบเชิงปริมาตรทุกๆ 6 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ข้อมูลในการติดตามตรวจกลุ่มเมฆฝนได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ สำหรับใช้ในการวางแผนก่อนการปฏิบัติการฝนหลวง การปฏิบัติการฝนหลวง การประเมินผล และการเตือนภัยการบินปฏิบัติการฝนหลวง

การประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวงด้วยเรดาร์ฝนหลวงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา กรมฝนหลวงและการบินเกษตร ได้กำหนดให้จำนวนพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการปฏิบัติการฝนหลวงเป็น "ตัวชี้วัด" ข้อมูลดังกล่าวจะได้มาจากผลการตรวจวัดของเรดาร์ฝนหลวง ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่รับประโยชน์ และพื้นที่การปฏิบัติการฝนหลวงมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการใช้ข้อมูลของเรดาร์กรมอุตุนิยมวิทยาในการประเมินพื้นที่ฝนตกร่วมด้วย จากผลตรวจของเรดาร์ฝนหลวงและกรมอุตุนิยมวิทยาทำให้เราทราบถึงตำแหน่ง และทิศทางการเคลื่อนตัวของกลุ่มเมฆฝน บริเวณที่ทำฝน เมื่อนำผลการตรวจอากาศด้วยเรดาร์ของบริเวณที่ทำฝนมาเปรียบเทียบ ก็จะสามารถประเมินพื้นที่ฝนตกจากการทำฝนได้

ในส่วนของงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฝนหลวง ข้อมูลเรดาร์ฝนหลวงได้ถูกนำไปใช้ในการประเมินผลการทดลอง และการวิจัย อาทิ โครงการพัฒนาระบบพยากรณ์อากาศ และโอกาสความสำเร็จในการปฏิบัติการฝนหลวงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2550 มีการใช้ข้อมูลเรดาร์ฝนหลวง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา การทดลองการปฏิบัติการฝนหลวงเมฆเย็น เพื่อเพิ่มทักษะนักบิน Alfa Jet (บ.จ.7) ปี 2550 และการทดสอบพลุดูดความชื้น เพื่อใช้เสริมการปฏิบัติการฝนหลวงเมฆอุ่น สูตรโซเดียมคลอไรด์ ปี 2551 โดยใช้ข้อมูลของเรดาร์ฝนหลวง อำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์

ข้อมูลฝนจากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศภาคพื้นดิน เป็นข้อมูลของคลื่นสะท้อน (Radar Reflectivity) ที่สะท้อนจากเป้า โดยจะทำการเก็บข้อมูลในแต่ละรอบของการตรวจวัดที่มุมในแนวดิ่งต่างๆ กัน ซึ่งเรียกว่า ข้อมูลแบบ PPI (Plan Position Indicator) มักนิยมใช้แสดงข้อมูลที่มุมในแนวดิ่งที่น้อยที่สุดที่ไม่ติดเนินเขา เพื่อแสดงกลุ่มฝนที่ฐานเมฆ ข้อมูลประเภทนี้สามารถแสดงได้จากมุมในการตรวจวัดเพียงมุมเดียว ซึ่งทำให้สะดวกและประหยัดในการดำเนินการ แต่ค่าที่ตรวจวัดได้จะมีระยะในแนวดิ่งต่างกันขึ้นอยู่กับระยะทางและขนาดมุมในแนวดิ่ง เนื่องจากพฤติกรรมของกลุ่มฝนมักขึ้นอยู่กับระดับความสูง ดังนั้นการใช้ข้อมูลแบบ PPI จึงทำให้ยากในการศึกษาตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สนใจ หรืออาจทำให้การแปลผลการตรวจวัดผิดเพี้ยนไปได้ เช่น คิดว่าค่าการสะท้อนจากมวลน้ำแข็งที่ระดับสูง คือ มีปริมาณฝนที่ตกมากซึ่งไม่ถูกต้อง

ข้อมูลอีกลักษณะหนึ่งเรียกว่าข้อมูลแบบ CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) ซึ่งจะแสดงตัวแปรที่ต้องการที่ค่าความสูงคงที่ โดยคัดเลือกค่าตรวจวัดที่ความสูงเดียวกันจากข้อมูลของมุมในแนวดิ่งหลายๆ มุม โดยส่วนมากข้อมูลที่ความสูงคงที่จะมีลักษณะ และพฤติกรรมที่ง่ายต่อการศึกษาและนิยมนำมาใช้เพื่อปรับค่าและคาดคะเนปริมาณน้ำฝน แต่ข้อมูลแบบ CAPPI จำเป็นต้องทำการตรวจวัดหลายมุม ซึ่งอาจเสียค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลาในการตรวจวัดนานขึ้น

ข้อมูลความเข้มฝนในรูปแบบของคลื่นสะท้อนจากเม็ดฝนในอากาศนี้ (Radar Reflectivity) ไม่สามารถบอกปริมาณฝนที่ตกลงสู่พื้นดินได้โดยตรงเช่นเดียวกับการใช้สถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน การที่จะแปลงค่าคลื่นสะท้อนหรือค่า Z ซึ่งมักมีหน่วยเป็น mm^6/m^3 หรือเดซิเบล (dBZ = 10logZ) มาเป็นปริมาณน้ำฝนหรือค่า R ในหน่วย ความลึกต่อเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมงนี้ จำเป็นต้องใช้ความสัมพันธ์กับการกระจายของเม็ดฝน (Drop Size Distribution) Marshall และคณะ (ค.ศ. 1947) ได้ทำการทดลองและแสดงให้เห็นว่าเมื่อไม่มีผลของแรงในแนวดิ่ง (1 วัน) ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ (Rain-rate, R) จะสามารถประมาณได้จากค่าสัญญาณการสะท้อนกลับ (Z) ตามสมการ Z-R Relationship ดังต่อไปนี้

$$Z = aR^b$$

โดยที่ R คือความเข้มฝนมีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (mm/hr) และ Z คือค่าสัญญาณการสะท้อนกลับจากคลื่นเรดาร์ มีหน่วยเป็น mm^6/m^3 ค่าคงที่ a และ b เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับการกระจายของขนาดเม็ดน้ำ (drop size distribution) ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของฝน พื้นที่และช่วงเวลา ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้ค่า a และ b เป็น

ค่าคงที่สำหรับแต่ละสถานีเรดาร์หรือใช้ค่าเดียวกันภายในพื้นที่ลักษณะใกล้เคียงกัน หรืออาจปรับแก้ตามลักษณะฝนที่เกิดขึ้น

ข้อมูลฝนที่ได้จากการแปลงค่าการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์นี้ สามารถนำเสนอได้ในเชิงพื้นที่ที่มีความละเอียดสูง เช่น ความละเอียด 500x500 ตารางเมตรต่อจุด และที่ความถี่การตรวจวัดสูง เช่น ทุก 10 นาที ไปจนถึงรายชั่วโมงและรายวัน นอกจากนี้ข้อมูลฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศยังสามารถนำไปใช้งานได้ทันที เนื่องจากมีการจัดเก็บเป็นข้อมูลดิจิตอลและส่งข้อมูลมายังส่วนกลางภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว นอกจากข้อมูลฝนแล้วสถานีเรดาร์ตรวจอากาศแบบดอพเพลอร์ในปัจจุบันยังให้ค่าสนามความเร็ว (เคลื่อนที่เข้าหรือออกจากสถานีเรดาร์) ด้วย ข้อมูลที่ได้จากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศดังกล่าวจึงมีประโยชน์อย่างมากกับงานที่ต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นปัจจุบัน (Real Time) เพื่อการเตือนภัยและการดำเนินการผันน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมอีกทั้งสามารถใช้เพื่อนำเข้าแบบจำลองทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อพยากรณ์น้ำฝนในอนาคตได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น เครือข่ายของข้อมูลเรดาร์ NEXRAD ที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อการวิจัย วางแผนและดำเนินการจัดการทรัพยากรน้ำ การพยากรณ์และการเตือนภัย เป็นต้น

8.2 ข้อมูลฝนจากเครื่องตรวจวัดข้อมูลฝนภาคพื้นดิน

การวัดข้อมูลฝนด้วยเครื่องวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (Rain Gauge) นี้สามารถวัดปริมาณฝนที่ตกลงในตำแหน่งที่มีการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดในหน่วยความลึกของน้ำฝนต่อหน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (mm/hr) หรือ นิ้วต่อชั่วโมง (inn/hr) เป็นต้น การตรวจสอบปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีดังกล่าวอาจมีความคลาดเคลื่อนได้บ้างเนื่องจากผลของลม อุปกรณ์ที่ไม่สมบูรณ์ หรือตำแหน่งการติดตั้งมีการบดบังโดยต้นไม้หรืออาคาร เป็นต้น แต่เนื่องจากข้อมูลที่วัดได้เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นโดยตรง ค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนจึงมีความถูกต้องค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับเครื่องตรวจวัดกลุ่มอื่นๆ เมื่อใช้แสดงปริมาณน้ำฝนที่ตกในตำแหน่งที่สถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ นอกจากนี้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดแบบอัตโนมัติ ยังมีความถี่ในการตรวจวัดและเก็บข้อมูลสูงอีกด้วยเช่น สามารถเก็บบันทึกข้อมูลฝนสะสมทุก 15 นาที เป็นต้น อย่างไรก็ดีหากต้องการข้อมูลน้ำฝนเชิงพื้นที่หรือการกระจายของฝน จำเป็นต้องใช้ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดหลายๆสถานี มาทำการวิเคราะห์และหาค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) เพื่อคาดคะเนปริมาณฝนในบริเวณที่ไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องตรวจวัด หรืออาจใช้การกำหนดพื้นที่โดยวิธีธีเอสเสนโพลีกอน (Thiessen Polygon) และใช้ค่าน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ย่อยแทนปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ตกในพื้นที่ดังกล่าว ด้วยเหตุนี้ความถูกต้องและความละเอียดของข้อมูลการกระจายน้ำฝนหรือปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่จากสถานีวัดน้ำฝนจึงขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนเป็นสำคัญ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเก็บข้อมูลและการบำรุงรักษาสถานีจำนวนมากเหล่านี้อาจไม่คุ้มค่า โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เข้าถึงได้โดยยาก หรือในบริเวณมหาสมุทรเครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดินนี้ ยังคงใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบัน เพื่อหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ขนาดเล็ก หรือใช้เพื่อการปรับแก้ค่าน้ำฝนจากเครื่องมือวัดอื่นๆ เช่น สถานีเรดาร์ตรวจอากาศ หรือดาวเทียมตรวจอากาศ เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีความถูกต้องสูงและมีค่าใช้จ่ายน้อยสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก สำหรับข้อมูลฝนเชิงพื้นที่ในพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่นระดับภูมิภาค ระดับประเทศ หรือระดับทวีป โดยมากจะนิยมใช้ข้อมูลฝนจากเครื่องตรวจวัดภาคพื้นดินมาประกอบกับข้อมูลฝนเชิงพื้นที่จากแหล่งอื่นๆ ดังที่จะได้กล่าวต่อไป

9. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

9.1 การเกิดเมฆฝนและการเกิดฝน

ฝนหรือน้ำจากอากาศ หมายถึง การที่ไอน้ำที่อยู่ในบรรยากาศซึ่งเย็นตัวลงและควบแน่นรวมกันทำให้มีขนาดโตขึ้น และมีน้ำหนักมากขึ้นจนไม่สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศจึงตกลงสู่พื้นดิน มวลน้ำ ดังกล่าวรวมเรียกว่าหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) จากนั้นจะตกลงมาสู่พื้นดินในลักษณะต่างกันทั้งของเหลวคือ น้ำฝน (rain) หรือเป็นของแข็งเช่น ลูกเห็บ (hail) และหิมะ (snow) เป็นต้น สำหรับสาเหตุการเกิดของฝนสามารถจำแนกได้เป็น 4 วิธี คือ

1. ฝนเกิดจากการพาความร้อน (Convectional Precipitation) หรือ ฝนจากกระแสอากาศไหลลอยขึ้นในแนวดิ่ง เป็นฝนที่ส่วนใหญ่ จะเกิดในฤดูร้อนที่ท้องฟ้าแจ่มใส พื้นดินได้รับความร้อนเต็มที่ทำให้อากาศบริเวณนั้นร้อน

กว่าบริเวณใกล้เคียงส่งผลให้มวลอากาศที่ร้อนและเบาถูกยกตัวสูงขึ้น มวลอากาศที่ลอยตัวขึ้นจะเริ่มเย็นตัวลง โดยไม่รับหรือสูญเสียความร้อนและไม่มีการควบแน่น เมื่อมวลอากาศลอยถึงระดับความสูงที่อุณหภูมิเท่ากับอากาศโดยรอบจะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำ และรวมตัวกันเป็นเมฆที่ก่อตัวในแนวดิ่ง โดยมีฝนตกลงมา จากฐานเมฆ ฝนประเภทนี้เป็นฝนที่ตกในช่วงเวลาสั้นๆ อาจตกหนักได้แต่ก็หยุดเร็วและตกเฉพาะแห่งในบริเวณแคบๆ

2. ฝนที่เกิดจากการเคลื่อนที่ผ่านภูเขา (Orographic Precipitation) การเกิดฝนแบบนี้จะเกี่ยวข้องกับภูมิประเทศที่มีการยกตัวสูงขึ้นอย่างฉับพลันโดยมวลอากาศจะเคลื่อนที่ผ่านภูเขา และถูกบังคับให้ยกตัวขึ้น ด้านที่อากาศถูกยกขึ้นจะเย็นตัวลงแบบไม่ได้รับและสูญเสียความร้อน ถ้าเย็นตัวลงเพียงพอก็จะเกิดฝนได้ มวลอากาศหลังจากผ่านภูเขาไปทางด้านหลัง จะร้อนขึ้นแบบไม่ได้รับและสูญเสียความร้อนเช่นเดียวกันแต่ไม่มีความชื้นหลงเหลืออยู่ที่สามารถจะทำให้เกิดฝน จึงเกิดความแห้งแล้ง แถบของความแห้งแล้งนี้เรียกว่า เขตเงาฝน ซึ่งมักเกิดด้านหลังของภูเขา ฝนประเภทนี้ส่วนมากมักตกเพียงเบาบางทางด้านต้นลมของภูเขา แต่จะมีฝนตกหนักถึงหนักมากถ้ามีลักษณะของกระแสลมวน กำลังแรงหรือการยกตัวของอากาศขึ้นสู่เบื้องบนอย่างรวดเร็วมาประกอบ

3. ฝนมรสุม เป็นฝนที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของร่องมรสุมซึ่งเป็นแนวปะทะระหว่างอากาศซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ที่คาดไปรอบๆ โลก เกิดขึ้นเนื่องจากโลกที่หมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกและที่ละติจูดต่ำประมาณ 0-30 องศาเหนือและใต้นั้น โลกจะหมุนเร็วกว่ามวลอากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่ จึงเกิดลักษณะลมจากฝ่ายตะวันออกขึ้น เรียกว่า ลมสินค้า จากเส้นศูนย์สูตรขึ้นไปทางซีกโลกเหนือ เรียกว่าลมสินค้าตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในซีกโลกใต้ เรียกว่า ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ ลมทั้งสองชนิดพัดสอบเข้าหากันในแนวใกล้เส้นศูนย์สูตร หรือเรียกว่า แนวลมพัดสอบในเขตร้อน หรือ ร่องความกดอากาศต่ำ เพราะเป็นแนวที่มีความกดอากาศต่ำ มวลอากาศมีการยกตัวขึ้นสู่เบื้องบน มีการก่อตัวของเมฆจึงทำให้มีฝนตกชุกโดยเฉพาะ เมื่อมีกระแสลมวนอยู่ในแนวนี้ด้วยจะทำให้มีฝนตกหนักได้ ซึ่งแนวร่องนี้จะเคลื่อนออกจากเส้นศูนย์สูตรไปทางซีกโลกเหนือหรือใต้ตามฤดูกาล ซึ่งจะทำให้เกิดฝนตกในบริเวณร่องมรสุม และเกิดฝนทิ้งช่วงในพื้นที่ที่ร่องความกดอากาศเคลื่อนที่ผ่านไป

4. ฝนจากพายุหมุนเขตร้อน (Cyclonic Precipitation) เป็นฝนที่เกิดจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน ลักษณะของพายุหมุนเขตร้อนจะมีลมพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางคล้ายวงก้นหอยที่ศูนย์กลางพายุเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำสุด จึงมีเมฆชั้นต่ำก่อตัวในแนวดิ่งหนาแน่นโดยรอบ เมื่อพายุนี้เคลื่อนผ่านไปที่ใดจะทำให้ที่นั่นมีฝนตกหนักหรือหนักมากติดต่อกันหลายวัน และมีลมแรง ฝนที่ตกจะเป็นฝนที่ตกในบริเวณกว้าง และมีปริมาณมาก

9.2 ลักษณะฝนในประเทศไทย

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่ฝนตกชุก มีฤดูฝนยาวนาน มีความอุดมสมบูรณ์ในเรื่องน้ำ เนื่องจากตั้งอยู่ในภูมิประเทศที่เหมาะสมคืออยู่ในเขตร้อนชื้นใกล้เส้นศูนย์สูตร และอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม นอกจากนี้อาณาเขตทางด้านเหนืออยู่ติดกับประเทศใกล้เคียงที่มีภูเขาล้อมรอบ ทำให้พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยส่วนใหญ่อ่อนกำลังลงจนเป็นเพียงพายุดีเปรสชั่นที่ก่อให้เกิดฝนมากกว่าที่จะก่อให้เกิดความเสียหายที่เกิดจากลมที่พัดแรงจัด ประเทศไทยจะสิ้นสุดฤดูร้อนและเข้าสู่ฤดูฝนประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป จนถึงประมาณกลางเดือนตุลาคมจึงถือว่าสิ้นสุดฤดูฝนและเข้าสู่ฤดูหนาว ซึ่งช่วงดังกล่าวจะมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาความชื้นมาปกคลุมประเทศไทย

ปริมาณฝนรวมตลอดปีเฉลี่ยทั่วประเทศไทยมีค่าประมาณ 1,580 มิลลิเมตร ปริมาณฝนในแต่ละพื้นที่ผันแปรตามฤดูกาลและเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะภูมิประเทศโดยบริเวณประเทศไทยตอนบนปกติจะแห้งแล้ง และมีฝนน้อยในฤดูหนาว เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นบ้าง พร้อมทั้งมีพายุฟ้าคะนอง และเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นมาก โดยจะมีปริมาณฝนมากที่สุด ในเดือนสิงหาคมหรือกันยายน ภาคใต้มีฝนชุกเกือบตลอดปียกเว้นฤดูร้อน พื้นที่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกซึ่งเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีปริมาณฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออกในช่วงฤดูฝน โดยมีปริมาณฝนมากที่สุดในเดือนกันยายน สำหรับสาเหตุการเกิดฝนในประเทศไทยเกิดขึ้นได้จากสาเหตุหลายประการ สามารถจำแนกชนิดของฝนออกเป็นสาเหตุการเกิดได้เป็น 4 ประเภท คือ ฝนภูเขา (Orographic

Precipitation) ฝนเนื่องจากการพาความร้อน (Convectional Precipitation) ฝนมรสุม (Monsoon Precipitation) ฝนจากพายุหมุนเขตร้อน (Cyclonic Precipitation) สำหรับองค์ประกอบและปัจจัยอื่นๆ ที่สนับสนุนให้เกิดฝนตกและเกิดขึ้นเป็นประจำ ได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หย่อมความกดอากาศต่ำ บริเวณความกดอากาศสูง คลื่นกระแสลมตะวันตก และคลื่นกระแสลมตะวันออก

10. ระดับความพร้อมเทคโนโลยี (เฉพาะเป้าหมายที่ 1)

10.1 ระดับความพร้อมเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน (เลือกความสอดคล้องสูงสุดเพียงหัวข้อเดียวเท่านั้น)

- (•) Basic Research
  - ( ) Basic principles observed and reported
  - ( ) Concept and/or application formulated
  - (•) Concept demonstrated analytically or experimentally
- ( ) Prototype Development
  - ( ) Key elements demonstrated in laboratory environments
  - ( ) Key elements demonstrated in relevant environments
  - ( ) Representative of the deliverable demonstrated in relevant environments
- ( ) Pre-commercial Demonstration/Product Development and Commercialisation
  - ( ) Final development version of the deliverable demonstrated in operational environment
  - ( ) Actual deliverable qualified through test and demonstration
  - ( ) Operational use of deliverable

10.2 ระดับความพร้อมเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นถ้างานประสบความสำเร็จ (เลือกความสอดคล้องสูงสุดเพียงหัวข้อเดียวเท่านั้น)

- (•) Basic Research
  - ( ) Basic principles observed and reported
  - ( ) Concept and/or application formulated
  - (•) Concept demonstrated analytically or experimentally
- ( ) Prototype Development

- Key elements demonstrated in laboratory environments
- Key elements demonstrated in relevant environments
- Representative of the deliverable demonstrated in relevant environments
- Pre-commercial Demonstration/Product Development and Commercialisation
  - Final development version of the deliverable demonstrated in operational environment
  - Actual deliverable qualified through test and demonstration
  - Operational use of deliverable

11. ศักยภาพทางการตลาดของเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่จะพัฒนา (เฉพาะเป้าหมายที่ 1 หากระบุเป็นตัวเลขได้ โปรดระบุ)

11.1) ขนาดและแนวโน้มของตลาด/โอกาสทางการตลาด

.....

.....

.....

11.2) ความสามารถในการแข่งขัน (คู่แข่ง/ต้นทุน)

.....

.....

.....

12. วิธีการดำเนินการวิจัย

12.1 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์ตรวจอากาศ โดยการรวบรวมงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการทั้งในและต่างประเทศ หรือเข้าร่วมงานสัมมนาวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการประเมินปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์ฯ เพื่อการประเมินปริมาณน้ำฝนอย่างถูกต้องแม่นยำ

12.2 การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินโครงการฯ

13.2.1 ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) ที่ตรวจวัดได้จากเรดาร์ฯ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ เรดาร์ฯ อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด และเรดาร์ฯ อ.ประทิว จ.ชุมพร ในวันที่มีฝนตกระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึง ธันวาคม 2562 โดยทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบ UF file (Universal Format radar volume file format)

13.2.2 ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร หรือกรมอุตุนิยมวิทยา หรือสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร ที่ติดตั้งภายในรัศมีการตรวจวัด 240 กิโลเมตร ของเรดาร์ฯ ข้างต้น ในวันที่มีฝนตกระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึง ธันวาคม 2562

12.3 การจัดการฐานข้อมูลสำหรับการจับคู่ความสัมพันธ์ Z-R และการคัดแยกข้อมูลสำหรับการสอบเทียบและทวนสอบโดยใช้โปรแกรมบน Java Applications ที่พัฒนาขึ้นและนำเข้าข้อมูลระหว่างค่าความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) เพื่อใช้สำหรับการจัดการฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม MySQL

12.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) โดยใช้สมการความสัมพันธ์ $R_{modeled} = R(Z) = (Z/a)^{(1/b)}$

12.5 การศึกษาความคลาดเคลื่อนของการประเมินฝนที่ได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) และประเมินค่าความลำเอียงของปริมาณฝนจากเรดาร์ฯ โดยพิจารณาจากค่า Root Mean Square Error (RMSE) ของค่าอัตราส่วนปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติกับปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จากเรดาร์ฯ (G/R)

12.6 การเสนอสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) ที่เหมาะสมกับเรดาร์ฯ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ เรดาร์ฯ อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด และเรดาร์ฯ อ.ประทิว จ.ชุมพร

12.7 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ฯ โดยสร้างระบบต้นแบบระบบการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศบนระบบสารสนเทศ (Web Base Applications) กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

13. เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

Chantraket, P., Intaracharoen, P. & Kirtsaeng, S. 2016. Analysis of Rainstorm Characteristics in Eastern Regions of Thailand. *International Journal of Applied Sciences and Innovation,* **1,** 58-70.

Chantraket, P., Detyothin, C., Pankaew, S. & Kirtsaeng, S. 2016. An Operational Weather Radar-Based Calibration of ZR Relationship over Central Region of Thailand. *International Journal of Engineering,* **2,** 92-100.

Chantraket, P., Suknarin, A. & Detyothin, C. 2013. Radar Reflectivity Derived Rain-storm Characteristics over Northern Thailand. *EnvironmentAsia,* **6,** 24-33.

Chantraket, P., Pankaew, S. & Sooktawee, P. 2015. Improving precipitation estimates from weather radar over Southern Thailand. *The 20th National Convention on Civil Engineering*.

Pao-Liang, C., Pin-Fang, L., Ben Jong-Dao, J. & Jian, Z. 2009. An Application of Reflectivity Climatology in Constructing Radar Hybrid Scans over Complex Terrain. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology,* **26,** 1315-1327.

Wang, Y., Zhang, J., Chang, P.-L., Langston, C., Kaney, B. & Tang, L. 2016. Operational C-Band Dual-Polarization Radar QPE for the Subtropical Complex Terrain of Taiwan. *Advances in Meteorology,* **2016,** 15.

14. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

11.1 ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) กับค่าความเข้มฝน (R) ของเรดาร์ตรวจอากาศแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณฝนจากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ฯ ให้มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นดิน

11.2 ได้ต้นแบบระบบการประเมินน้ำฝน (QPE) จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ตรวจอากาศของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณฝนจากการปฏิบัติการฝนหลวง อีกทั้งเพื่อบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นเช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณะภัย ในการติดตามสถานการณ์พายุฝน การพยากรณ์อากาศ การเตือนภัยน้ำท่วมน้ำหลากและภัยธรรมชาติอื่นๆ

การนำไปใช้ประโยชน์ในด้าน

ด้านวิชาการ

ผู้ที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ใช้	การใช้ประโยชน์
กรมฝนหลวงและการบินเกษตร	สนับสนุนการปฏิบัติการฝนหลวง และประเมินผลการปฏิบัติการฯ
กรมอุตุนิยมวิทยา	ประเมินปริมาณฝนตกในแต่ละภูมิภาค
กรมชลประทาน	ประเมินปริมาณฝนตกในพื้นที่ลุ่มรับน้ำและประเมินปริมาณน้ำไหล

	เข้าเขื่อนฯ / อ่างเก็บน้ำ
กรมทรัพยากรน้ำ	ประเมินสถานการณ์น้ำ
กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณะภัย	ประเมินสถานการณ์น้ำเพื่อการเตือนภัย
ประชาชน	ได้ทราบพื้นที่ฝนตกเพื่อวางแผนการดำเนินชีวิตประจำวัน

15. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

12.1 จัดฝึกอบรมความรู้ด้านเรดาร์ตรวจอากาศเพื่อการประเมินปริมาณฝนโดยผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศให้แก่เจ้าหน้าที่ของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรและผู้เกี่ยวข้อง

12.2 จัดทำเอกสารสรุปโครงการวิจัยส่งให้กับหน่วยงานภายในกรมฝนหลวงและการบินเกษตร

12.3 เผยแพร่เอกสารงานวิจัยบนระบบสารสนเทศกรมฝนหลวงและการบินเกษตร

16. ระยะเวลาการวิจัย

ระยะเวลาโครงการ 1 ปี 6 เดือน

วันที่เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2561 วันที่สิ้นสุด 31 มีนาคม 2563

แผนการดำเนินงานวิจัย (ปีที่เริ่มต้น – สิ้นสุด)

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
2561	ตรวจเอกสารและแนวคิดทฤษฎี	X	X	X	X									10
2561	จัดหาบุคลากร และอุปกรณ์สนับสนุนงานวิจัย - ดำเนินการจ้างผู้ช่วยวิจัย - ดำเนินการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	X	X	X										10
2561	ออกแบบ สำรวจและติดตั้งถังวัดน้ำฝนอัตโนมัติ - พื้นที่ภาคเหนือ - พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - พื้นที่ภาคใต้			X	X	X								10
2561	จัดเก็บข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณฝน (Quality Control) บำรุงรักษา (Maintenance) และสอบเทียบ (Calibration) ระบบถังวัดน้ำฝน						X	X	X	X	X	X	X	20

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
	อัตโนมัติให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง													
2561	จัดเก็บข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณฝน (Quality Control) บำรุงรักษา (Maintenance) สอบเทียบ (Calibration) ระบบการทำงานของเรดาร์ตรวจอากาศให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง						X	X	X	X	X	X	X	20
2561	วิเคราะห์ข้อมูล และทวนสอบข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ค่าปริมาณน้ำฝน (R) และคัดเลือกเหตุการณ์ฝน (Z-R pair)								X	X	X	X	X	20
2561	ประชุมคณะทำงานเพื่อรายงานความก้าวหน้าของโครงการฯ					X						X		5
2561	กิจกรรมการสัมมนาความรู้สำหรับงานวิจัย : การประมวลผลข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ									X				5
	รวม													100
2562	จัดเก็บข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณฝน (Quality Control) บำรุงรักษา (Maintenance) และสอบเทียบ (Calibration) ระบบถังวัดน้ำฝนอัตโนมัติให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
2562	จัดเก็บข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณฝน (Quality Control) บำรุงรักษา (Maintenance) สอบเทียบ (Calibration) ระบบการทำงานของเรดาร์ตรวจอากาศให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20
2562	วิเคราะห์ข้อมูล และทวนสอบข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ค่าปริมาณน้ำฝน (R) และคัดเลือกเหตุการณ์ฝน (Z-R pair)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25
2562	หาสมการความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) กับค่าปริมาณน้ำฝน (R) เพื่อประเมินปริมาณฝน (Z-R relation) จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ตรวจอากาศแบบ C-band		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25

ปี (งบประมาณ)	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
2562	ประชุมคณะทำงานเพื่อรายงานความก้าวหน้าของโครงการฯ					X						X		5
2562	กิจกรรมการสัมมนาความรู้สำหรับงานวิจัย : การพัฒนาระบบการประเมินฝนด้วยเรดาร์ (QPE)									X				5
	รวม													100
2563	จัดเก็บข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณฝน (Quality Control) บำรุงรักษา (Maintenance) และสอบเทียบ (Calibration) ระบบถังวัดน้ำฝนอัตโนมัติให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง	X	X	X										10
2563	จัดเก็บข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณฝน (Quality Control) บำรุงรักษา (Maintenance) สอบเทียบ (Calibration) ระบบการทำงานของเรดาร์ตรวจอากาศให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง	X	X	X										10
2563	วิเคราะห์ข้อมูล และทวนสอบข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ค่าปริมาณน้ำฝน (R) และคัดเลือกเหตุการณ์ฝน (Z-R pair)	X	X	X	X	X								20
2563	หาสมการความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) กับค่าปริมาณน้ำฝน (R) เพื่อประเมินปริมาณฝน (Z-R relation) จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ตรวจอากาศแบบ C-band	X	X	X	X	X								20
2563	ประชุมคณะทำงานเพื่อรายงานความก้าวหน้าของโครงการฯ					X								5
2563	กิจกรรมการสัมมนาความรู้สำหรับงานวิจัย : การใช้งานระบบประเมินน้ำฝนด้วยเรดาร์ (QPE) บนระบบสารสนเทศ			X										5
2563	สรุปผลการวิจัย และร่างรายงานฉบับสมบูรณ์			X	X	X	X							25
2563	จัดทำเอกสารฉบับสมบูรณ์ และนำเสนอผลสรุปโครงการฯ						X							5
	รวม													100

17. งบประมาณของโครงการวิจัย

17.1 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณตลอดโครงการ *(กรณีของบประมาณเป็นโครงการต่อเนื่องระยะเวลาดำเนินการวิจัยมากกว่า 1 ปี ให้แสดงงบประมาณตลอดแผนการดำเนินงาน)*

ปีที่ดำเนินการ	ปีงบประมาณ	งบประมาณที่เสนอขอ
ปีที่ 1	2561	1,950,000
ปีที่ 2	2562	2,075,000
ปีที่ 3	2563	882,000
รวม		**4,907,000**

17.2 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณปีที่เสนอขอ

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	งบประมาณ (บาท)
งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย	ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ 1.ค่าเบี้ยเลี้ยง รวม 201,120 บาท - ชุดเก็บข้อมูลถังวัดน้ำฝน 6 คน x 122 วัน x 240 บาท/(คน วัน) = 175,680 บาท - ประชุมคณะดำเนินโครงการ 14 คน x 5 วัน x 240 บาท/(คน วัน) = 16,800 บาท - ตรวจสอบการทำงานของเรดาร์ 3 คน x 12 วัน x 240 บาท/(คน วัน) = 8,640 บาท 2.ค่าที่พัก รวม 652000 บาท - ชุดเก็บข้อมูลถังวัดน้ำฝน 6 คน x 121 วัน x 800 บาท/(คน วัน) = 580,800 บาท - ประชุมคณะดำเนินโครงการ 14 คน x 4 วัน x 800 บาท/(คน วัน) = 44,800 บาท - ตรวจสอบการทำงานของเรดาร์ 3 คน x 11 วัน x 800 บาท/(คน วัน) = 26,400 บาท 3.ค่าพาหนะ รวม 206880 บาท - ชุดเก็บข้อมูลถังวัดน้ำฝน 12 ครั้ง x 13,500 บาท/(ครั้ง) = 162,000 บาท - ประชุมคณะดำเนินโครงการ 3 ครั้ง x 9,000 บาท/(ครั้ง) = 27,000 บาท - ตรวจสอบการทำงานของเรดาร์ 3 ครั้ง x 5,960 บาท/(ครั้ง) = 17,880 บาท	1,060,000
งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย	ค่าซ่อมแซมยานพาหนะและขนส่ง	20,000
งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย	ค่าซ่อมครุภัณฑ์	25,000
งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย	ค่าจ้างเหมาบริการงานด้านประมวลผลข้อมูลงานวิจัย (วิทยาศาสตร์) 3 คน x 12 เดือน x 15,000 บาท/เดือน	540,000
งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย	ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม 1.ค่าตอบแทน รวม 180,000 บาท - ค่าตอบแทนวิทยากร (ต่างประเทศ) จำนวน 2 คน 2 คน x ละ 3 วัน x 30,000 บาท = 180,000 บาท 2.ค่าใช้สอย รวม 109,270 บาท - ค่าเบี้ยเลี้ยง รวม 720 บาท	300,000

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	งบประมาณ (บาท)
	3 คน x 1 วัน x 240 บาท = 720 บาท - ค่าที่พัก รวม 46,050 บาท วิทยากร (2 คน x 2 คืน x 1,200 บาท) = 4,800 บาท ผู้อบรม (23 คน x 2 คืน x 750 บาท) = 34,500 บาท คณะทำงาน (3 คน x 3 คืน x 750 บาท) = 6,750 บาท - ค่าอาหาร รวม 28,000 บาท อาหารว่าง (28 คน x 2 มื้อ x 3 วัน x 50 บาท) = 2,800 บาท อาหารกลางวัน (28 คน x 3 มื้อ x 300 บาท) = 25,200 บาท - ค่าพาหนะ รวม 34,500 บาท วิทยากรต่างประเทศ (2 คน x 15,000 บาท) = 30,000 บาท คณะทำงาน (3 คน x 500 บาท) = 1,500 บาท ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 3,000 บาท 3.ค่าวัสดุ รวม 10,730 บาท อุปกรณ์ เครื่องเขียน 2,000 บาท ถ่ายเอกสารประกอบการอบรม 2,980 บาท กระเป๋าเอกสาร (23 ใบ x 250 บาท) = 5,750 บาท รวมค่าตอบแทน ค่าใช้สอยและค่าวัสดุ 300,000 บาท	
งบดำเนินการ : ค่าใช้สอย	ค่าลงทะเบียนนำเสนอผลงานวิชาการ	25,000
งบดำเนินการ : ค่าวัสดุ	วัสดุคอมพิวเตอร์	100,000
งบดำเนินการ : ค่าวัสดุ	ค่าจ้างทำเอกสาร	5,000
รวม		**2,075,000**

17.3 เหตุผลความจำเป็นในการจัดซื้อครุภัณฑ์ (พร้อมแนบรายละเอียดครุภัณฑ์ที่จะจัดซื้อ)

ชื่อครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่ขอสนับสนุน			ลักษณะการใช้งานและความจำเป็น	การใช้ประโยชน์ของครุภัณฑ์นี้เมื่อโครงการสิ้นสุด
	สถานภาพ	ครุภัณฑ์ใกล้เคียงที่ใช้ ณ ปัจจุบัน (ถ้ามี)	สถานภาพการใช้งาน ณ ปัจจุบัน		
	ไม่มีครุภัณฑ์นี้				
	ไม่มีครุภัณฑ์นี้				

18. ผลผลิต (Output) จากงานวิจัย

ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนับ						หน่วยนับ	ระดับความสำเร็จ
		ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565	ปี 2566	รวม		
1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ โดยระบุ ดังนี้									
1.1 ระดับอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result
1.2 ระดับกึ่งอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result
1.3 ระดับภาคสนาม								ต้นแบบ	Primary Result
1.4 ระดับห้องปฏิบัติการ								ต้นแบบ	Primary Result
2.ต้นแบบเทคโนโลยี โดยระบุ ดังนี้									
2.1 ระดับอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result
2.2 ระดับกึ่งอุตสาหกรรม								ต้นแบบ	Primary Result

ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนับ						หน่วยนับ	ระดับความสำเร็จ
		ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565	ปี 2566	รวม		
2.3 ระดับภาคสนาม								ต้นแบบ	Primary Result
2.4 ระดับห้องปฏิบัติการ								ต้นแบบ	Primary Result
3. กระบวนการใหม่ โดยระบุ ดังนี้									
3.1 ระดับอุตสาหกรรม								กระบวนการ	Primary Result
3.2 ระดับกึ่งอุตสาหกรรม								กระบวนการ	Primary Result
3.3 ระดับภาคสนาม								กระบวนการ	Primary Result
3.4 ระดับห้องปฏิบัติการ								กระบวนการ	Primary Result
4.องค์ความรู้ (โปรดระบุ)									
4.1 สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ฯ (Z) กับค่าความเข้มฝน (R) ของเรดาร์ตรวจอากาศแบบเคลื่อนที่ชนิด C-band	เป็นสมการเพื่อใช้ประเมินปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่รัศมี 240 กม. ของเรดาร์ตรวจอากาศ		1					เรื่อง	Goal Result
4.2								เรื่อง	Primary Result
4.3								เรื่อง	Primary Result
5. การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์									
5.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยี								ครั้ง	Primary Result
5.2 การฝึกอบรม								ครั้ง	Primary Result
5.3 การจัดสัมมนา								ครั้ง	Primary Result
6. การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ									
6.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยี								ครั้ง	Primary Result
6.2 การฝึกอบรม								ครั้ง	Primary Result
6.3 การจัดสัมมนา								ครั้ง	Primary Result
7. การพัฒนากำลังคน									
7.1 นศ.ระดับปริญญาโท								คน	Primary Result
7.2 นศ.ระดับปริญญาเอก								คน	Primary Result
7.3 นักวิจัยหลังปริญญาเอก								คน	Primary Result
7.4 นักวิจัยจากภาคเอกชน ภาคบริการและภาคสังคม								คน	Primary Result
8. ทรัพย์สินทางปัญญา ได้แก่ สิทธิบัตร/ลิขสิทธิ์/เครื่องหมายการค้า/ความลับทางการค้า เป็นต้น (โปรดระบุ)									
8.1								เรื่อง	Primary Result
8.2								เรื่อง	Primary Result
8.3								เรื่อง	Primary Result

ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนับ						หน่วยนับ	ระดับความสำเร็จ
		ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564	ปี 2565	ปี 2566	รวม		
9. บทความทางวิชาการ									
9.1 วารสารระดับชาติ	นำเสนอบทความในวารสารทางวิชาการ		1					เรื่อง	Primary Result
9.2 วารสารระดับนานาชาติ	นำเสนอบทความในวารสารทางวิชาการ			1				เรื่อง	Primary Result
10. การประชุม/สัมมนาระดับนานาชาติ									
10.1 นำเสนอแบบปากเปล่า	นำเสนอผลงานวิจัย	1	1					ครั้ง	Intermediate Result
10.2 นำเสนอแบบโปสเตอร์	นำเสนอผลงานวิจัย	1	1					ครั้ง	Intermediate Result

19. ผลลัพธ์ (Outcome) ที่คาดว่าจะได้ตลอดระยะเวลาโครงการ

ชื่อผลลัพธ์	ประเภท	ปริมาณ	รายละเอียด
การประเมินปริมาณฝนตกในแต่ละภูมิภาคจากการตรวจวัดของเรดาร์ตรวจอากาศกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ	เชิงคุณภาพ	1	การประเมินปริมาณฝนตกด้วยเรดาร์ตรวจอากาศอย่างถูกต้องแม่นยำ ช่วยให้การบริหารจัดการน้ำทั้งในชั้นบรรยากาศ และพื้นดินมีประสิทธิภาพมากขึ้น

20. ผลกระทบ (Impact) ที่คาดว่าจะได้รับ (หากระบุเป็นตัวเลขได้ โปรดระบุ)

ชื่อผลงาน	ลักษณะผลงาน	กลุ่มเป้าหมาย / ผู้ใช้ประโยชน์	ผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ
การประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศแบบเคลื่อนที่ชนิด C-Band	การประเมินปริมาณฝนตกในแต่ละภูมิภาคจากการตรวจวัดของเรดาร์ตรวจอากาศกรมฝนหลวงและการบินเกษตรที่มีความถูกต้อง แม่นยำ	นักวิทยาศาสตร์ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร	สามารถประเมินปริมาณฝนจากการตรวจวัดของเรดาร์ตรวจอากาศกรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ช่วยให้การบริหารจัดการน้ำทั้งในชั้นบรรยากาศ และพื้นดิน มีประสิทธิภาพมากขึ้น

21. การตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาหรือสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

- (•) ไม่มีการตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง
- ( ) ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว ไม่มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง
- ( ) ตรวจสอบทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว มีทรัพย์สินทางปัญญา และ/หรือ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้อง

หมายเลขทรัพย์สินทางปัญญา	ประเภททรัพยสินทางปัญญา	ชื่อทรัพย์สินทางปัญญา	ชื่อผู้ประดิษฐ์	ชื่อผู้ครอบครองสิทธิ์

22. มาตรฐานการวิจัย

- ☐ มีการใช้สัตว์ทดลอง
- ☐ มีการวิจัยในมนุษย์
- ☐ มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่
- ☐ มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี

23. หน่วยงานร่วมลงทุน ร่วมวิจัย รับจ้างวิจัย หรือ Matching fund

ประเภท	ชื่อหน่วยงาน/บริษัท	แนวทางร่วมดำเนินการ	การร่วมลงทุน	จำนวนเงิน (In cash (บาท))
ภาคการศึกษา (มหาวิทยาลัย/ สถาบันวิจัย)			ไม่ระบุ	
ภาคอุตสาหกรรม (รัฐวิสาหกิจ/ บริษัทเอกชน)			ไม่ระบุ	

*กรณีมีการลงทุนร่วมกับภาคเอกชน ให้จัดทำหนังสือแสดงเจตนาการร่วมทุนวิจัยพัฒนาประกอบการเสนอขอ

24. สถานที่ทำการวิจัย

ในประเทศ/ ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/ จังหวัด	พื้นที่ที่ทำวิจัย	ชื่อสถานที่	พิกัดสถานที่ GPS (ถ้ามี)	
				ละติจูด	ลองจิจูด
ในประเทศ	กรุงเทพมหานคร	สำนักงาน	กรมฝนหลวงและการบินเกษตร	13.850	100.577
ในประเทศ	แพร่	ภาคสนาม	เรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวง	18.323	100.302
ในประเทศ	ร้อยเอ็ด	ภาคสนาม	เรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวง	15.769	103.565
ในประเทศ	ชุมพร	ภาคสนาม	เรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวง	10.715	99.356
ในประเทศ	ประจวบคีรีขันธ์	ภาคสนาม	ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน	12.628	99.952

*องศาทศนิยม (DD)

25. สถานที่ใช้ประโยชน์

ในประเทศ/ ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/ จังหวัด	ชื่อสถานที่	พิกัดสถานที่ GPS (ถ้ามี)	
			ละติจูด	ลองจิจูด
ในประเทศ	กรุงเทพมหานคร	กรมฝนหลวงและการบินเกษตร	13.850	100.577

*องศาทศนิยม (DD)

26. การเสนอข้อเสนอหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของงานวิจัยนี้ต่อแหล่งทุนอื่น หรือเป็นการวิจัยต่อยอดจากโครงการวิจัยอื่น ○ มี ◉ ไม่มี

หน่วยงาน/สถาบันที่ยื่น .....

ชื่อโครงการ .....

ระบุความแตกต่างจากโครงการนี้

.....

.....

.....

สถานะการพิจารณา

- (•) ไม่มีการพิจารณา
- ( ) โครงการได้รับอนุมัติแล้ว สัดส่วนทุนที่ได้รับ ..... %
- ( ) โครงการอยู่ระหว่างการพิจารณา

27. คำชี้แจงอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

28. ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย พร้อมวัน เดือน ปี

ลงชื่อ.....

(นาย ปริญญา อินทรเจริญ)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ 29 เดือน กันยายน พ.ศ. 2560

หัวหน้าโครงการ

ประวัติส่วนตัว :

ชื่อ - นามสกุล	นาย ปริญญา อินทรเจริญ Parinya Intaracharoen
วัน/เดือน/ปีเกิด	2 กุมภาพันธ์ 2527
หน่วยงานสังกัด	กรมฝนหลวงและการบินเกษตร
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก	262/23 อาคารเนเซอร์เพลส ถนนพหลโยธิน45 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
โทรศัพท์/โทรสาร	
มือถือ	0864984902
อีเมล	int.parinya@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550	ปริญญาตรี ปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2552	ปริญญาโท วิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2 - 2559	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ กลุ่มวิชาการปฏิบัติการฝนหลวง กองปฏิบัติการฝนหลวง

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

ชื่อโครงการ	โครงการต้นแบบการพัฒนาสารฝนหลวงทางเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการฝนหลวง
แหล่งทุน	T2560021 ทุนวิจัยมุ่งเป้า ปีงบประมาณ 2560 การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ
ตำแหน่ง	ผู้ร่วมวิจัย
วันที่สิ้นสุด	26/3/2560

ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติส่วนตัว :

ชื่อ - นามสกุล	นางสาว วรรธนพร เทียมปฐม wattanapon tiempathom
วัน/เดือน/ปีเกิด	15 มิถุนายน 2530
หน่วยงานสังกัด	กรมฝนหลวงและการบินเกษตร
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก	
โทรศัพท์/โทรสาร	
มือถือ	08
อีเมล	wattanapon.t@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ประวัติการทำงาน

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

ชื่อโครงการ

แหล่งทุน

ตำแหน่ง

วันที่สิ้นสุด

ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติส่วนตัว :

ชื่อ - นามสกุล	นาง มณีรัตน์ พวงประโคน
	Maneerat Puangprakhon
วัน/เดือน/ปีเกิด	17 กรกฎาคม 2531
หน่วยงานสังกัด	กรมฝนหลวงและการบินเกษตร
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก	93/14 ต.พิมลราช อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110
โทรศัพท์/โทรสาร	0858348800
มือถือ	0858348800
อีเมล	maneerat.kokooi@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2012	ปริญญาตรี เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนค เหนือ

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2557 - 2559	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ กองปฏิบัติการฝนหลวง กองปฏิบัติการฝนหลวง

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

ชื่อโครงการ

แหล่งทุน

ตำแหน่ง

วันที่สิ้นสุด

ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติส่วนตัว :

ชื่อ - นามสกุล	นาย ศุภชัย ชัยชุมพล
	Supachai Chaichumpol
วัน/เดือน/ปีเกิด	25 กรกฎาคม 2526
หน่วยงานสังกัด	กรมฝนหลวงและการบินเกษตร
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก	334/8 ซ.9 ถ.จิระ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
โทรศัพท์/โทรสาร	
มือถือ	0911862199
อีเมล	superboat69@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ประวัติการทำงาน

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

ชื่อโครงการ

แหล่งทุน

ตำแหน่ง

วันที่สิ้นสุด

ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติส่วนตัว :

ชื่อ - นามสกุล	นาย สราวุธ อาทยะกุล Sarawut Arthayakun
วัน/เดือน/ปีเกิด	2 พฤศจิกายน 2533
หน่วยงานสังกัด	กรมฝนหลวงและการบินเกษตร
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร เลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพม 10900
โทรศัพท์/โทรสาร	
มือถือ	0859777436
อีเมล	sarawut.atk@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556	ปริญญาตรี วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อยู่ระหว่างการศึกษา	ปริญญาโท วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2556 - 2558	โปรแกรมเมอร์ บริษัท อี-บิซิเนส พลัส จำกัด
พ.ศ. 2558 - 2560	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

ชื่อโครงการ

แหล่งทุน

ตำแหน่ง

วันที่สิ้นสุด