FORM_SOP_69_Rev_01

GISTDA	STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP)
	ชื่อ SOP: การประเมินปริมาตรน้ำด้วยเทคนิค **Interferometric SAR**
	หมายเลข SOP:

โปรดตรวจสอบว่าเป็นฉบับล่าสุดก่อนการนำไปใช้งาน

หมายเลข SOP:	OGM-2569-xxx-01
ปรับปรุงจาก SOP:	(ระบุหมายเลข SOP เดิม หากเป็น SOP ใหม่ให้เว้นว่าง)
วันที่อนุมัติ: (วัน/เดือน/ปี พ.ศ.)	วันที่มีการลงนามอนุมัติ SOP (วัน/เดือน/ปี พ.ศ.) เช่น 03/03/2564
วันที่ทบทวน: (วัน/เดือน/ปี พ.ศ.)	(วัน/เดือน/ปี พ.ศ.) เช่น 10/06/2565 หากยังไม่เคยทบทวนให้เว้นว่าง
ระดับของการบังคับใช้:	☒ บางส่วน (โปรดระบุ) ด้านการจัดการภัยธรรมชาติ ❑ ทั้งองค์กร
จำนวนหน้า	8 หน้า
ผู้จัดทำ/ตำแหน่ง:	ฝ่ายจัดการภัยธรรมชาติ /สำนักประยุกต์และพัฒนาภูมิสารสนเทศ
1. การแก้ไขปรับปรุง:	

2. ตารางสารบัญ:

	หน้า
1. การแก้ไขปรับปรุง	1
2. ตารางสารบัญ	1
3. วัตถุประสงค์	2
4. บุคลากรที่เกี่ยวข้อง	2
5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	2
5.1 การกำหนดขอบเขต Block สำหรับคำนวณปริมาตรน้ำ	2
5.2 รวบรวมข้อมูลคู่ภาพ Sentinel-1 ที่เหมาะสม	3
5.3 จำแนกพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูล Sentinel-1 (GRD mode)	3
5.4 ประมวลผลด้วยเทคนิค InSAR	3
5.5 คำนวณปริมาตรน้ำในพื้นที่น้ำท่วม (volume)	5
5.6 การ Calibrate/ Validate ข้อมูลความสูงน้ำท่วม	5
6. INPUT/OUTPUT	6
6.1 ข้อมูลนำเข้าหรือสิ่งที่ต้องใช้ก่อนเริ่มกระบวนงาน (INPUT):	6
6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนงาน (OUTPUT):	6
7. กฎระเบียบข้อบังคับ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง	7
8. อภิธานศัพท์	7
9. ลงนามผู้จัดทำผู้อนุมัติ	8

3. วัตถุประสงค์และขอบเขตของ SOP:

1. เพื่อประเมินปริมาตรน้ำในพื้นที่ทุ่งรับน้ำ พื้นที่ลุ่มต่ำ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการบริการจัดการน้ำในช่วงวิกฤติ เช่น น้ำท่วม น้ำหลากในพื้นที่ลุ่มต่ำ ด้วยเทคนิค **Interferometric SAR (InSAR)** และข้อมูลเซ็นต์เซอร์วัดน้ำ (ถ้ามี)
2. เพื่อใช้เทคนิค **InSAR** ประเมินปริมาตรน้ำในแหล่งกักเก็บน้ำต่างๆ เช่น แหล่งน้ำในหมู่บ้าน นาข้าว และพื้นที่การเกษตรต่างๆ และนำไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง

4. บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับ SOP:

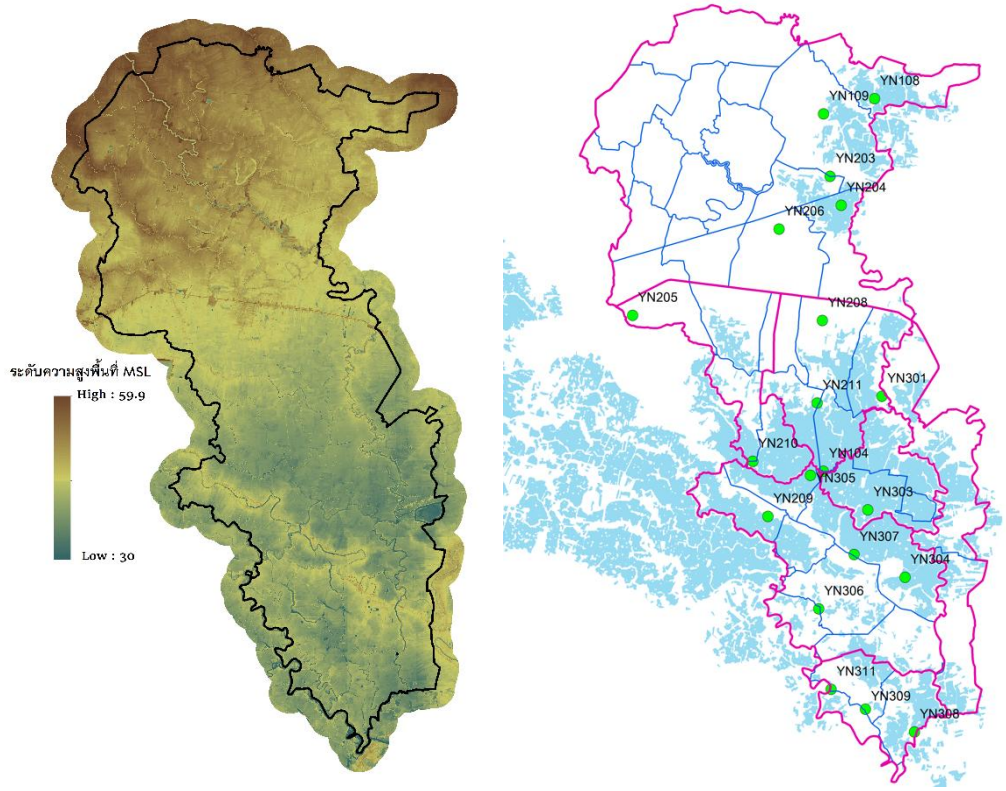
บุคลากรฝ่ายจัดการภัยธรรมชาติ ต้องดำเนินการผลิตชั้นข้อมูลความสูงของระดับน้ำในพื้นที่ทุ่งรับน้ำ หรือพื้นที่ลุ่มต่ำที่ใช้เป็นพื้นที่ชะลอน้ำไม่ให้เข้าท่วมในพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญ เช่น ทุ่งบางระกำ และดำเนินการติดตามปริมาตรน้ำในแหล่งน้ำขนาดเล็ก และนำส่งข้อมูลการวิเคราะห์ให้หน่วยงานที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในลักษณะเชิงพื้นที่ เพื่อการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง

5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน:

☒ เป็น SOP ใหม่ ❑ เป็นการปรับปรุง SOP เดิม

5.1 การกำหนดขอบเขต Block สำหรับคำนวณปริมาตรน้ำ

การกำหนดขอบเขตพื้นที่ย่อย (Block) เพื่อใช้คำนวณระดับความสูงของน้ำท่วมและปริมาตรน้ำ จะใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (DEM) ร่วมกับข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดสูง โดยพิจารณาจาก ระดับความสูงของระดับถนน ซึ่งจะเป็นลักษณะเหมือนคันกั้นน้ำในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะส่งผลให้การประเมินปริมาตรน้ำจะมีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศพิจารณาร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ย่อย (เส้นสีชมพู) สำหรับใช้ประเมินปริมาตรน้ำในแต่ละ block

5.2 รวบรวมข้อมูลคู่ภาพ Sentinel-1 ที่เหมาะสม โดยข้อมูล primary image จะบันทึกในช่วงฤดูแล้ง (ก่อนการปลูกพืช) โดยพิจารณาในช่วงเวลาของพื้นที่เพื่อจะประเมินระดับความสูงของน้ำ โดยต้องเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีการปลูกพืช หรือ ปลูกพืชที่ยังอยู่ในระยะต้นกล้า เพื่อใช้วิเคราะห์และประเมินปริมาตรน้ำ (ความสูงของระดับน้ำ เมื่อมีเหตุการณ์น้ำท่วม) ในช่วงที่มีเหตุการณ์น้ำท่วมขัง (secondary image) หรือต้องการทราบข้อมูลของปริมาตรน้ำในแหล่งน้ำขนาดเล็ก

5.3 จำแนกพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูล Sentinel-1 (GRD mode) ข้อมูล **Sentinel-1** ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์มาก เนื่องจากได้ออกแบบมาเพื่อใช้ในประยุกต์ได้หลากหลาย เนื่องจากมีวงโคจรที่แน่นอน และได้ข้อมูลตลอดเวลา และยังเป็นข้อมูลฟรี ไม่มีค่าใช้จ่าย ดังนั้น จึงนำข้อมูลที่บันทึกผ่านประเทศไทยมาใช้ในการประเมินความสูงของระดับน้ำในพื้นที่น้ำท่วมขัง และปริมาณน้ำในแหล่งน้ำขนาดเล็ก (น้อยกว่า 2 ล้านลูกบาศ์กเมตร) โดยข้อมูลแหล่งน้ำและพื้นที่น้ำท่วม สามารถดาวโหลดข้อมูลที่อยู่ใน GRD mode มาทำการสกัดพื้นที่ขอบเขตแหล่งน้ำ พื้นที่น้ำท่วม ซึ่งต้องดำเนินการตามขั้นตอนแสดงในภาพที่ 2

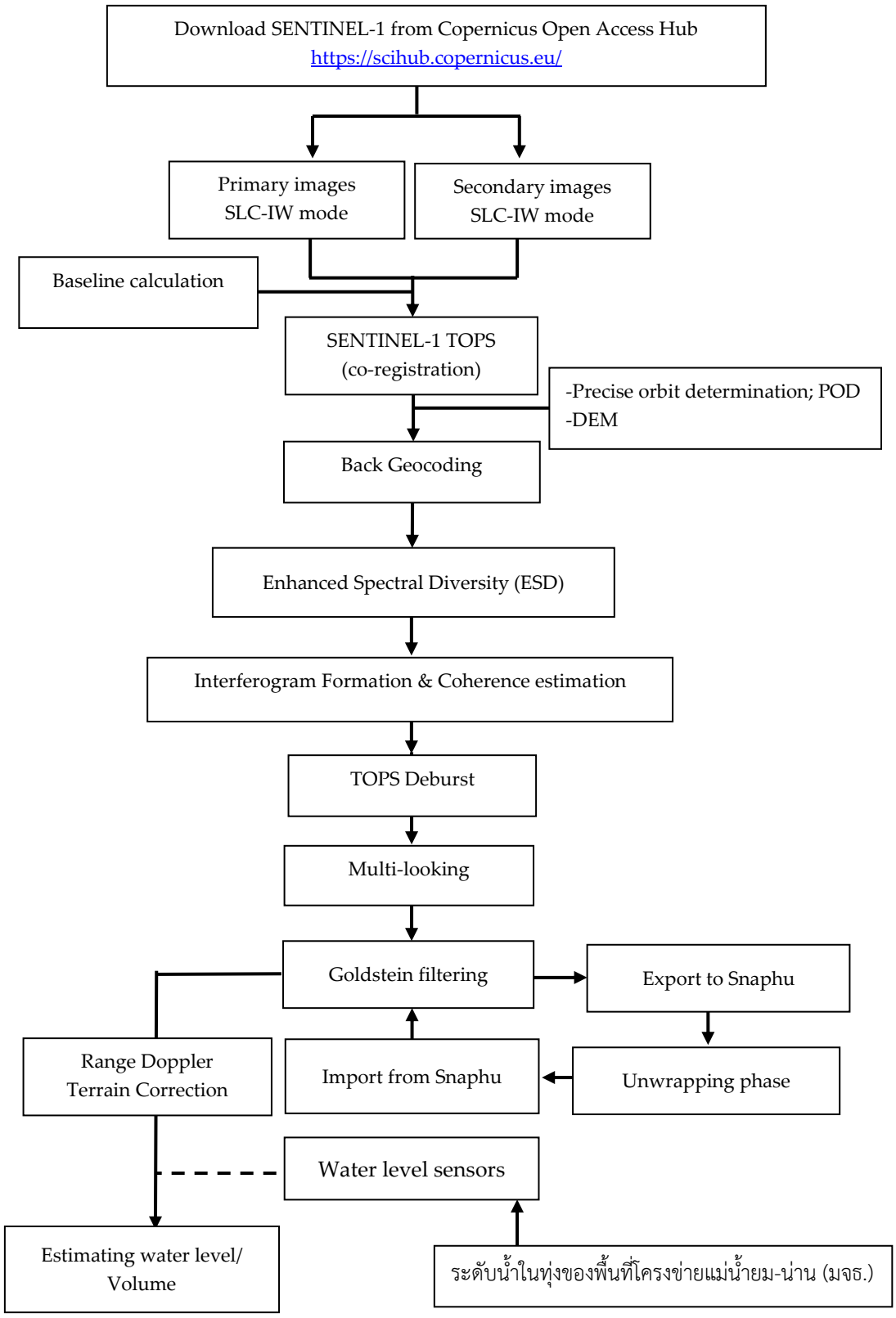
GRD Mode → Calibration → Speckle filtering → Terrain correction → Band math

<u>ภาพที่ 2</u> ผังขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่น้ำ แหล่งน้ำขนาดเล็ก ที่ปรากฏบนข้อมูลจากดาวเทียม

ทำการแปลงข้อมูลจากค่า intensity ให้อยู่ในรูปของ backscatter coefficient และทำการกรองข้อมูล filtering ปรับแก้ข้อมูลให้มีระบบพิกัดที่ถูกต้องตามพื้นโลกโดยใช้ฟังก์ชั่น Range Doppler Terrain Correction จากนั้นทำการสกัดข้อมูลแหล่งน้ำ พื้นที่น้ำท่วม โดยใช้ Band math function

5.4 ประมวลผลด้วยเทคนิค InSAR จากคู่ภาพ Sentinel-1 (IW mode) โดยขั้นตอนการดำเนินการประมวลผลข้อมูลจะมีขั้นตอนดังภาพที่ 3

นำข้อมูล SLC ของคู่ภาพข้อมูล Sentinel-1 มาทำการ co-registration ให้มีความถูกต้องในระดับ sub-pixel และใช้ข้อมูล POD (Precise orbit determination file) และ DEM ช่วยในการปรับแก้ จากนั้นทำการคำนวณด้วยเทคนิค interferogram และรวมข้อมูลในแต่ละ burst ให้เป็นข้อมูลเดียวกัน จากนั้นดำเนินการขบวนการ multi-look ข้อมูล และทำการกรองข้อมูลด้วย Goldstein filtering และดำเนินการ Unwrapping phase จากนั้นคำนวณค่าความลึกของน้ำด้วยสมการที่ 1 (ข้อ 5.5) จะได้ความสูงน้ำที่เปลี่ยนแปลงของคู่ภาพ relative water level change ดังนั้นต้องนำข้อมูลความสูงน้ำในพื้นที่จริงมาทำการปรับแก้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำมากขึ้น



ภาพที่ 3 ผังการประเมินความสูงของน้ำและปริมาตรน้ำในทุ่งรับน้ำ ด้วยเทคนิค Interferometric SAR (InSAR)

5.5 คำนวณปริมาตรน้ำในพื้นที่น้ำท่วม (volume)

นำข้อมูล unwrapped phase ที่ได้จากผ่านกระบวนการ Unwrapping จาก Software Snaphu-v 1.4.2 และทำการปรับแก้ข้อมูล phase difference ที่ได้เป็นระดับความสูงของน้ำที่เปลี่ยนแปลงจากคู่ภาพด้วยสมการ

$$L \frac{\varphi_{unw}\lambda}{-4\pi \cos \theta}$$ สมการที่ 1.

เมื่อ L = ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงที่ได้จากคู่ภาพ Sentinel-1 (หน่วยเป็น เมตร)

φ_{unw} = unwrapping phase หน่วยเป็น radian

λ = ความยาวช่วงคลื่นของข้อมูลจากดาวเทียม

θ = มุม incidence

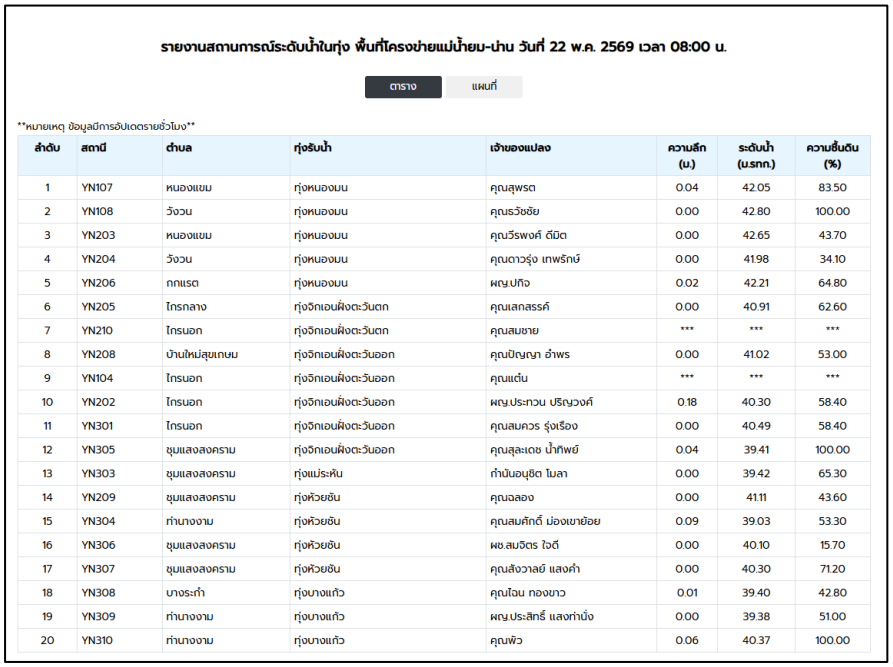
คำนวณปริมาตรน้ำเฉพาะในพื้นที่น้ำท่วมที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียม ด้วยการใช้ฟังก์ชั่น Raster calculator ใน ArcGIS

5.6 การ Calibrate/ Validate ข้อมูลความสูงน้ำท่วม

ในพื้นที่ที่มีเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำสามารถนำมาใช้ในการสอบเทียบ (Calibrate) และการทวนสอบ (Validate) กับข้อมูลความสูงของน้ำที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพดาวเทียมจากเทคนิค InSAR ตัวอย่างเช่น

ข้อมูลของศูนย์วิจัยวิศวกรรมน้ำและโครงสร้างพื้นฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.) (http://www.greenwaterunity.com/greenwater/rt_wl.php?s_type=wl) เป็นข้อมูลการวัดความสูงน้ำด้วยเซ็นเซอร์ตรวจวัด (ติดตั้งภายในพื้นที่โครงข่ายแม่น้ำยม-น่าน) และสรุปส่งข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง ดังแสดงภาพที่ 4 ทำให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อดำเนินงานควบคู่กับการประเมินปริมาตรน้ำด้วยข้อมูลจากดาวเทียม

ตัวอย่างรายงานสถานการณ์ระดับในทุ่ง พื้นที่โครงข่ายแม่น้ำยม-น่าน วันที่ 22 พ.ค. 2569 เวลา 08.00 น.



รายงานสถานการณ์ระดับน้ำในทุ่ง พื้นที่โครงข่ายแม่น้ำยม-น่าน วันที่ 22 พ.ค. 2569 เวลา 08:00 น.

ตาราง | แผนที่

หมายเหตุ ข้อมูลมีการอัปเดตรายชั่วโมง

ลำดับ	สถานี	ตำบล	ทุ่งรับน้ำ	เจ้าของแปลง	ความลึก (ม.)	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	ความชื้นดิน (%)
1	YN107	หนองแขม	ทุ่งหนองมน	คุณสุพรต	0.04	42.05	83.50
2	YN108	วังวน	ทุ่งหนองมน	คุณธวัชชัย	0.00	42.80	100.00
3	YN203	หนองแขม	ทุ่งหนองมน	คุณวีรพงศ์ ดีมิต	0.00	42.65	43.70
4	YN204	วังวน	ทุ่งหนองมน	คุณดาวรุ่ง เทพรักษ์	0.00	41.98	34.10
5	YN206	กกแรต	ทุ่งหนองมน	ผญ.ปกิจ	0.02	42.21	64.80
6	YN205	ไทรกลาง	ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันตก	คุณเสกสรรค์	0.00	40.91	62.60
7	YN210	ไทรนอก	ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันตก	คุณสมชาย	***	***	***
8	YN208	บ้านใหม่สุขเกษม	ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันออก	คุณปิญญา อำพร	0.00	41.02	53.00
9	YN104	ไทรนอก	ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันออก	คุณแต๋น	***	***	***
10	YN202	ไทรนอก	ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันออก	ผญ.ประทวน ปริญวงศ์	0.18	40.30	58.40
11	YN301	ไทรนอก	ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันออก	คุณสมควร รุ่งเรือง	0.00	40.49	58.40
12	YN305	ชุมแสงสงคราม	ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันออก	คุณสุละเดช น้ำทิพย์	0.04	39.41	100.00
13	YN303	ชุมแสงสงคราม	ทุ่งแม่ระหัน	กำนันอนุชิต โมลา	0.00	39.42	65.30
14	YN209	ชุมแสงสงคราม	ทุ่งห้วยชัน	คุณฉลอง	0.00	41.11	43.60
15	YN304	ท่านางงาม	ทุ่งห้วยชัน	คุณสมศักดิ์ ม่องเขาย้อย	0.09	39.03	53.30
16	YN306	ชุมแสงสงคราม	ทุ่งห้วยชัน	ผช.สมจิตร ใจดี	0.00	40.10	15.70
17	YN307	ชุมแสงสงคราม	ทุ่งห้วยชัน	คุณสังวาลย์ แสงคำ	0.00	40.30	71.20
18	YN308	บางระกำ	ทุ่งบางแก้ว	คุณไฉน ทองขาว	0.01	39.40	42.80
19	YN309	ท่านางงาม	ทุ่งบางแก้ว	ผญ.ประสิทธิ์ แสงท่านั่ง	0.00	39.38	51.00
20	YN310	ท่านางงาม	ทุ่งบางแก้ว	คุณพัว	0.06	40.37	100.00

ภาพที่ 4. ข้อมูลความลึกของน้ำจากเซ็นเซอร์วัดระดับทุ่ง พื้นที่โครงข่ายแม่น้ำยม-น่าน (มจพ.)

FORM_SOP_69_Rev_01

ทำการปรับแก้ความสูงของระดับน้ำภายในพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากผลการวิเคราะห์จากข้อ 5 ด้วยข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ และทำการคำนวณปริมาตรน้ำทั้งหมดโดยสรุปเป็นตารางเปรียบเทียบ (รายวัน/รายสัปดาห์) เพื่อนำไปใช้ในการรายงานให้กับคณะทำงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

รายงานสถานการณ์ระดับน้ำในทุ่ง พื้นที่โครงข่ายแม่น้ำยม-น่าน

วันที่ 7 ก.ย. 2568 ณ. เวลา 11:00 น.



ชื่อทุ่งรับน้ำ	พื้นที่น้ำท่วม (ไร่) 1 กันยายน 2568 เวลา 18.45 น.	ปริมาตรน้ำ (ลบ.ม) 5 กันยายน 2568 เวลา 13.00 น.	ปริมาตรน้ำ (ลบ.ม) 7 กันยายน 2568 เวลา 11.00 น.	ปริมาตรน้ำ (ลบ.ม) 8 กันยายน 2568 เวลา 06.00 น.
ทุ่งหนองมน	22,834.1	70,573,869.0	67,369,411.9	64,980,085.4
ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันตก	8,349.4	12,053,248.1	12,079,247.1	12,759,058.5
ทุ่งจิกเอนฝั่งตะวันออก	13,441.8	26,761,523.6	26,775,171.5	26,343,471.4
ทุ่งแม่ระหันตะวันออก	8,059.8	2,246,439.5	2,213,862.54	2,229,291.6
ทุ่งแม่ระหัน	10,445.9	11,959,261.2	11,959,261.1	12,003,121.8
ทุ่งห้วยชัน	20,853.0	30,565,469.0	30,421,029.3	30,789,788.5
ทุ่งบางแก้ว	7,403.6	6,452,605.6	6,441,059.7	6,595,177.8
รวม	**91,387.9**	**156,119,536.9**	**157,259,043.1**	**151,241,412.1**

คำนวณโดยใช้เทคนิค InSAR และพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลดาวเทียม (GISTDA) และปรับแก้ปริมาตรน้ำด้วยเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำใน พื้นที่โครงข่ายแม่น้ำยม-น่าน ของศูนย์วิจัยวิศวกรรมน้ำและโครงสร้างพื้นฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

GISTDA

<u>ภาพที่ 5.</u> ปริมาตรน้ำในทุ่งรับน้ำคำนวณในแต่ละทุ่งรับน้ำย่อยของทุ่งรับน้ำบางระกำ ด้วยเทคนิค InSAR

6. INPUT/OUTPUT:

6.1 ข้อมูลนำเข้าหรือสิ่งที่ต้องใช้ก่อนเริ่มกระบวนงาน (INPUT):

1. ข้อมูลคู่ภาพ Primary image และ Secondary image ของข้อมูล Sentinel-1 IW mode (SLC) เพื่อใช้คำนวณความสูงของระดับน้ำ
2. ข้อมูล Sentinel-1 GRD mode สำหรับวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วม
3. ข้อมูล Sensor วัดระดับน้ำในทุ่งรับน้ำ หรือ sensor ที่ติดในแหล่งน้ำเพื่อใช้อุปโภคและบริโภคสำหรับหมู่บ้าน โดยข้อมูลดังกล่าวจะนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับ Calibrate/Validate ความสูงน้ำที่ประเมินด้วยเทคนิค InSAR หรือสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขอใช้ข้อมูลสำหรับตรวจสอบความแม่นยำ
4. ข้อมูลขอบเขตทุ่งรับน้ำ / ขอบเขตทุ่งรับน้ำย่อย
5. ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM, DSM จาก LiDAR เพื่อให้มีความแม่นยำ (ถ้ามี))
6. ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลดาวเทียม

6.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนงาน (OUTPUT):

1. แผนที่ความสูงของระดับน้ำในพื้นที่ทุ่งรับน้ำ และความสูงน้ำในแหล่งน้ำขนาดเล็ก จากเทคนิค Interferometric SAR เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำในภาวะวิกฤติ
2. ข้อมูลปริมาตรน้ำในพื้นที่ทุ่งรับน้ำ และในแหล่งน้ำขนาดเล็ก

FORM_SOP_69_Rev_01

7. กฎระเบียบข้อบังคับ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง:

เอกสารอ้างอิง

Ferretti, A., Monti-Guarnieri, A.V., Prati, C.M., Rocca, F. and Massonnet, D., 2007. *INSAR Principles B*. ESA publications.

Palomino-Ángel, S., Vázquez, R.F., Hampel, H., Anaya, J.A., Mosquera, P.V., Lyon, S.W. and Jaramillo, F., 2022. Retrieval of simultaneous water-level changes in small lakes with InSAR. *Geophysical Research Letters*, *49*(2), p.e2021GL095950.

Zhang, B., Wdowinski, S., Oliver-Cabrera, T., Koirala, R., Jo, M.J. and Osmanoglu, B., 2018. Mapping the extent and magnitude of severe flooding induced by Hurricane IRMA with multi-temporal SENTINEL-1 SAR and Insar observations.

8. อภิธานศัพท์:

1. Multi-looking คือขั้นตอนหรือเทคนิคการคำนวณสัดส่วนของ range and azimuth look ของข้อมูล SAR เพื่อคำนวณให้จุดภาพอยู่ในลักษณะสี่เหลี่ยมจตุรัส
2. Phase unwarp คือขั้นตอนการคำนวณสัญญาณคลื่นของ phase ใหม่โดยการใช้ unwrap algorithm โดยการใช้ค่า 2π คูณกับค่า phase input ที่ต้องการคำนวณโดยผลลัพธ์ที่ได้สามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงของระยะทางระหว่าง phase ทั้งสองข้อมูลภาพได้ เช่น การยุบตัวของแผ่นดิน แผ่นดินไหว หรือ การคำนวณความสูงของระดับน้ำ เป็นต้น
3. Interferometric SAR เป็นเทคนิคที่ใช้คู่ภาพที่บันทึกช่วงเวลาที่แตกต่างกันและมุมที่แตกต่างกันเล็กน้อย เพื่อใช้ในการคำนวณความแตกต่างกันของค่า phase ที่ได้จากคู่ภาพทั้งสอง ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณค่าแบบจำลองความสูงพื้นที่ ระดับความสูงของน้ำ การทรุดตัวของแผ่นดิน ดินถล่ม และแผ่นดินไหว เป็นต้น

FORM_SOP_69_Rev_01

9. ลงนามผู้จัดทำผู้อนุมัติ:

ผู้จัดทำ:

ฝ่ายจัดการภัยธรรมชาติ / สำนักประยุกต์และพัฒนาภูมิสารสนเทศ

ผู้ตรวจสอบ:



(นายกัมปนาท ดีอุดมจันทร์)

หัวหน้าฝ่ายจัดการภัยธรรมชาติ

22 / พ.ค. /2569

ผู้อนุมัติ:



(นายปกรณ์ เพ็ชรประยูร)

ผู้อำนวยการสำนักประยุกต์และพัฒนาภูมิสารสนเทศ

22 /พ.ค /2569

☐ **กระบวนงานมีการรายงานหรือรับส่งข้อมูลกับหน่วยงานภายนอกหรือให้บริการประชาชน**

ผู้อนุมัติ:

(นายปกรณ์ อาภาพันธุ์)

ผสทอภ.

/ /