

STEM DRONE PROJECT

การประกวดโครงงาน
ศึกษาและเรียนรู้สิ่งแวดล้อมด้วยโดรน
ประจำปี 2561



ภายใต้โครงการสร้างความตระหนัก
ด้านเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ



การออกแบบและพัฒนาการสร้างฝายชะลอน้ำให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ป่าน
ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

โดย

- | | |
|------------------|-----------|
| 1. นายยุทธพิชัย | สัสดี |
| 2. นางสาวอภิสรรา | แก้วจันดี |
| 3. นางสาวแพรววดี | ภูใจ |
| 4. นางสาวกุลธิดา | ตามนัด |
| 5. นางสาวศรียุญา | ชื่อหลาย |

โรงเรียนเมืองปานวิทยา

ชื่อทีม LANDMARK

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งในการประกวดโครงงานศึกษาและเรียนรู้สิ่งแวดล้อมด้วยโดรน ประจำปี 2561

จัดโดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ร่วมกับศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศทั้ง 5 แห่งทั่วประเทศ



การออกแบบและพัฒนาการสร้างฝายชะลอน้ำให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

โดย

- | | |
|------------------|-----------|
| 1. นายยุทธพิชัย | สัสดี |
| 2. นางสาวอภิสร | แก้วจันดี |
| 3. นางสาวแพรววดี | ภูใจ |
| 4. นางสาวกุลธิดา | ตามนัด |
| 5. นางสาวศรัณญา | ชื่อหลาย |

อาจารย์ที่ปรึกษา

นางพัชรินทร์ สุภายอง

ชื่อโครงการ	การออกแบบและพัฒนาการสร้างฝายชะลอน้ำให้คงทนต่อกระแสน้ำป่า ในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง
ชื่อผู้จัดทำโครงการ	นายยุทธพิชัย สัสดี นางสาวอภิสร่า แก้วจันดี นางสาวกุลธิดา ตามนัด นางสาวแพรวดี ภูใจ นางสาวศรียุญา ชื้อหลาย
ครูที่ปรึกษาโครงการ	นางพัชรินทร์ สุภายอง
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงการในโครงการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจเส้นทางการไหลของลำน้ำแม่ปาน ศึกษาสภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปานและบริเวณรอบลำน้ำ ออกแบบฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน เพื่อสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานในลำน้ำแม่ปานตามแบบแปลน และเพื่อศึกษาความคงทนของฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปาน

จากการศึกษาสำรวจเส้นทางการไหลของลำน้ำแม่ปาน พบว่า ลำน้ำแม่ปานมีความยาวทั้งหมด 30.1278 กิโลเมตร ห้วยที่ไหลมารวมกับลำน้ำแม่ปานมีทั้งหมดจำนวน 46 สาย สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 460 กิโลเมตร สภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปานและบริเวณรอบลำน้ำ สภาพป่าไม้เป็นป่าเบญจพรรณ ดินบริเวณริมตลิ่งเป็นดินร่วน หินที่พบในลำน้ำแม่ปานและบริเวณรอบๆ ส่วนมากเป็นหินอัคนี หินตะกอน หินปูน หินแปร หินบะซอลต์ และหินกรวด รูปร่างตัดของลำน้ำแม่ปานเป็นรูป u-shape ฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีความคงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน ใช้วัสดุธรรมชาติ ได้แก่ ไม้หก ไม้ซาง และก้อนหิน การสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานในลำน้ำแม่ปานเป็นไปตามแบบแปลนที่กำหนดไว้ จึงทำให้ฝายชะลอน้ำมีความคงทนต่อกระแสน้ำป่า

ผลการศึกษา การออกแบบและพัฒนาฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญตาราง	
สารบัญภาพ	
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
สมมติฐานการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
การไหลของน้ำ	4
ความรู้เรื่องฝายชะลอน้ำ	4
ฝายในท้องถิ่น	6
โดรน	7
แอปพลิเคชันค้นหาพิกัดทางภูมิศาสตร์	7
โปรแกรม ArcGIS 10.5	7
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	8
สำรวจและศึกษาสภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปาน	8
กำหนดบริเวณที่จะสร้างฝายชะลอน้ำ	8
ออกแบบฝายชะลอน้ำ	8
การสร้างฝายชะลอน้ำ	11
บทที่ 4 ผลการศึกษา	14
สภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปาน	14
ฝายชะลอน้ำที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น	14
การเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกข้อมูล	15
การวิเคราะห์ข้อมูล	17
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	19
การดำเนินงานจัดทำโครงการ	19
สรุปผลการศึกษา	19
อภิปรายผล	19
ข้อเสนอแนะ	19
บทที่ 6 ผลสรุปและประมวลภาพการเผยแพร่ผลการศึกษา	20
ผลสรุป	20
การเผยแพร่	20
บรรณานุกรม	21
ภาคผนวก	22

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 สภาพบ้านที่เสียหายจากน้ำป่าไหลในลำน้ำแม่ปาน	1
ภาพที่ 2 พื้นที่การเกษตรใกล้ลำน้ำแม่ปาน	1
ภาพที่ 3 ฝายชะลอน้ำที่ชำรุด สร้างจากกระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย)	2
ภาพที่ 4 กระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) กระจัดกระจายในน้ำแม่ปาน	2
ภาพที่ 5 วาดโครงสร้างฝายชะลอน้ำ (ด้านหน้า)	8
ภาพที่ 6 วาดโครงสร้างฝายชะลอน้ำ (ด้านบน)	8
ภาพที่ 7 การหาความโค้งที่เหมาะสม	9
ภาพที่ 8 การทดลองวางถุงทรายลงบนกระดาษโค้ง	10
ภาพที่ 9 แบบจำลองฝายชะลอน้ำ	10
ภาพที่ 10 แบบจำลองฝายชะลอน้ำ	11
ภาพที่ 11 ฝายชะลอน้ำแม่ปานสร้างเสร็จ	14
ภาพที่ 12 ฝายชะลอน้ำแม่ปานขณะฝนตก	14
ภาพที่ 13 ฝายชะลอน้ำ (ด้านหน้าฝาย)	20
ภาพที่ 14 ฝายชะลอน้ำ (ด้านหลังฝาย)	20

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ผลการทดลองรับน้ำหนักความโค้ง	10
ตารางที่ 2 บันทึกสภาพอากาศ การไหลของน้ำป่า ระดับน้ำ และสภาพฝายชะลอน้ำ	15
ตารางที่ 3 ความลึกของระดับน้ำหน้าฝายชะลอน้ำ	17
ตารางที่ 4 สภาพอากาศ	17
ตารางที่ 5 การเกิดน้ำป่า	18

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญของการเกิดเหตุน้ำป่าไหลหลาก อุทกภัย แผ่นดินถล่ม และภัยแล้งในพื้นที่ต่างๆ ไปที่ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อีกส่วนหนึ่งมีความเห็นว่าเป็นผลมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคส่วนต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงของโลก แต่นักวิชาการด้านป่าไม้ก็ยังคงให้ความสำคัญไปที่การบุกรุกทำลายป่าต้นน้ำ และใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่างๆ เพราะเป็นสิ่งสำคัญที่เสริมความรุนแรงของเหตุการณ์ดังกล่าว (ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2556)

จากข้อมูลสถิติพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ของกรมป่าไม้ ปี พ.ศ.2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 31.62 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ปี พ.ศ.2558 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 31.60 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ปี พ.ศ.2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 31.58 ของพื้นที่ทั้งประเทศ พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยลดลงทุกปี (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้)

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 ทรงตระหนักถึงความสำคัญของการอยู่รอดของป่าไม้นั้น คือ “น้ำ” ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิต ทรงพระราชทานแนวพระราชดำริฯ เกี่ยวกับ “ฝาย” อันเป็นเครื่องมือที่จะใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ พื้นที่ป่าไม้ที่ได้ผลดี และทรงแนะนำให้ใช้ฝายกั้นน้ำ (check dam) หรืออาจเรียกว่า ฝายชะลอความชุ่มชื้นได้เช่นกัน

ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ล้อมรอบไปด้วยป่าไม้และภูเขาที่อุดมสมบูรณ์ เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำของแม่น้ำขนาดเล็กหลายสาย ได้แก่ น้ำแม่ปาน น้ำแม่ก้อม น้ำแม่เมะ และแม่มอญ มีพื้นที่ประมาณ 132,500 ไร่ เป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีวิถีชีวิตแนบชิดกับธรรมชาติ ชุมชนใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำเหล่านี้ในการเกษตร เลี้ยงสัตว์ และเป็นแหล่งในการผลิตน้ำประปาในหมู่บ้าน

ช่วงฤดูฝนทุกปีลำน้ำแม่ปานจะเกิดน้ำป่าไหลหลาก เพราะเกิดจากฝนตกหนักเหนือดอยล้าน ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำของน้ำแม่ปานเป็นเวลานาน ทำให้จำนวนน้ำสะสมมีปริมาณมากจนพื้นดินและต้นไม้ดูดซับไม่ไหว ไหลบ่าลงสู่ที่ราบต่ำอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่เกษตรกรรม ใกล้กับลำน้ำแม่ปาน ได้แก่ หมู่บ้านปางอ้าย บ้านทุ่งโป่ง บ้านดัว บ้านหลวง บ้านแพะ บ้านสบปาน



ภาพที่ 1 สภาพบ้านที่เสียหายจากน้ำป่าไหล
ในลำน้ำแม่ปาน



ภาพที่ 2 พื้นที่การเกษตรใกล้ลำน้ำแม่ปาน

หน่วยงานของรัฐและชุมชนในตำบลเมืองปาน จึงมีโครงการสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสาน ทุกปี วัตถุประสงค์เพื่อเก็บกักน้ำไว้เป็นแหล่งน้ำสำหรับใช้ในการเกษตร อุปโภคบริโภค เพื่อชะลอการไหล ของน้ำ ทำให้น้ำซึมลงสู่ดินได้มากขึ้น เพิ่มความชุ่มชื้น ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพของ ระบบนิเวศป่าต้นน้ำลำธาร เพื่อลดความรุนแรงของการเกิดกระเซ้าพังทลายของดิน โดยใช้หิน ททราย และกระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) ในการสร้างฝายชะลอน้ำ

การสร้างฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปานที่พบ จะใช้กระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) บรรจุทราย ก้อนหิน แล้วพับปากกระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) นำมาวางเรียงในแนวตรงขวางกั้นลำน้ำแม่ปาน ระดับความสูงของฝายจะแตกต่างกันตามความลึกลำน้ำ เมื่อฝนตกหนักและน้ำป่าไหลหลากส่งผลให้ ฝายชะลอน้ำพังทลายลงมา กระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) ไหลไปตามกระแสน้ำ พอน้ำลดลงก็จะ มองเห็นกระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) เรียงรายจัดกระจาย กระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) เป็นวัสดุที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ กลายเป็นขยะที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ



ภาพที่ 3 ฝายชะลอน้ำที่ชำรุด สร้างจาก กระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย)



ภาพที่ 4 กระสอบพลาสติกสาน (ถุงปุ๋ย) กระจายในน้ำแม่ปาน

ผู้จัดทำโครงการจึงเกิดแนวคิดที่จะศึกษาและออกแบบฝายชะลอน้ำให้มีความคงทนต่อน้ำป่า ไหลหลากในลำน้ำแม่ปาน โดยยึดหลักในการสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานตามแนวพระราชดำริฯ มีโครงสร้างทางวิศวกรรมที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ด้วยวัสดุธรรมชาติที่หาง่ายในท้องถิ่น เพื่อยืดอายุ การใช้งานของฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปาน และเป็นการรักษาระบบนิเวศของป่าต้นน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อสำรวจเส้นทางการไหลของลำน้ำแม่ปาน
- 2) เพื่อศึกษาสภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปานและบริเวณรอบลำน้ำ
- 3) เพื่อออกแบบฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน
- 4) เพื่อสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานในลำน้ำแม่ปานตามแบบแปลน
- 5) เพื่อศึกษาความคงทนของฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปาน

1.3 สมมติฐานการศึกษา

การออกแบบและพัฒนาฝายชะลอน้ำ มีผลต่อความคงทนของกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน

ตัวแปรต้น : การออกแบบและพัฒนาฝายชะลอน้ำ

ตัวแปรตาม : ความคงทนของฝายชะลอน้ำต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) แผนสำหรับศึกษาสภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปาน
- 2) วิธีสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานที่มีความคงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน
- 3) ฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปานที่มีความคงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน
- 4) เข้าใจและสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดทำแผนที่ลำน้ำแม่ปาน การบังคับโดรน
- 5) การนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม สร้างสรรค์ผลงาน

ที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและพัฒนาการสร้างฝายชะลอน้ำให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน มีทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการสร้างฝายชะลอน้ำ ทั้งทางด้านแนวคิดและด้านเทคนิค โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 2.1 การไหลของน้ำ
- 2.2 ความรู้เรื่องฝายชะลอน้ำ (Check Dam)
- 2.3 ไฟในท้องถิ่น
- 2.4 โดรน (Drone) เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ
- 2.5 แอปพลิเคชันค้นหาพิกัดทางภูมิศาสตร์
- 2.6 โปรแกรม ArcGIS 10.5

2.1 การไหลของน้ำ

ฟิสิกส์ราชมงคล (2561) ระบุว่า การไหลของลำน้ำหรือธารน้ำไหล ได้แก่ การไหลแบบเป็นชั้น (Laminar Flows) เป็นลักษณะการไหลที่เรียบ มีความเร็วในการไหลต่ำ ลักษณะการไหลชั้นบนสุดของผิวน้ำเคลื่อนที่ไหลไปข้างหน้าเหนือชั้นที่ถัดลงไป มักพบลักษณะของการไหลเช่นนี้ในบริเวณน้ำที่มีระดับความลึกมาก การไหลดังกล่าวมีการพัดพาตะกอนไปได้น้อยมาก เช่น การไหลของน้ำใต้ผิวดิน การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flows) เป็นลักษณะการไหลของน้ำทั่วไปภายใต้สภาพท้องน้ำที่ไม่ราบเรียบ มีความขรุขระมาก การไหลจึงไม่สม่ำเสมอ มีการพัดพาตะกอนไปตามกระแสน้ำได้มาก บางกรณีเกิดกระแสน้ำวนอันเนื่องมาจากสภาพความขรุขระของท้องน้ำ การไหลแบบปั่นป่วนลำน้ำจะไหลเร็วและมีการเปลี่ยนทิศทางได้ง่าย มีผลต่อการกัดเซาะตลิ่งสองฝั่งน้ำเป็นอย่างมาก

อย่างไรก็ตามความเร็วในการไหล (Velocity) ของลำน้ำทั้งสองแบบ ก็คือไหลไปตามแรงดึงดูดของโลก โดยมากเราวัดความเร็วในการไหลของน้ำเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง องค์ประกอบทางด้านสภาพความลาดชันของท้องน้ำ ความขรุขระของท้องน้ำ อัตราการไหล ล้วนมีผลต่อการไหลของน้ำทั้งสิ้น และพบว่าการไหลของลำน้ำตามธรรมชาติ การไหลของลำน้ำในช่วงตรงๆ ความเร็วในการไหลมากที่สุดบริเวณช่วงกลางลำน้ำ และช้าที่สุดบริเวณริมฝั่งลำน้ำ ส่วนทางน้ำที่เป็นส่วนโค้ง ความเร็วในการไหลสูงที่สุดอยู่บริเวณส่วนโค้งด้านนอก และช้าที่สุดบริเวณส่วนโค้งด้านใน เนื่องจากมีแรงเสียดทานมากกว่า

จากเอกสารดังกล่าวพบว่า การไหลของลำน้ำในช่วงแนวตรง จะไหลเร็วและแรงช่วงกลางลำน้ำและจุดที่ลึกลงไป

2.2 ความรู้เรื่องฝายชะลอน้ำ (Check Dam)

2.2.1 ฝาย

คือ สิ่งก่อสร้างขวางหรือกั้นทางน้ำ ซึ่งปกติมักจะกั้นลำห้วย ลำธารขนาดเล็ก ในบริเวณที่เป็นต้นน้ำ หรือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงให้สามารถกักตะกอนอยู่ได้ และหากช่วงที่น้ำไหลแรงก็สามารถชะลอการไหลของน้ำให้ช้าลง และกักเก็บตะกอนไม่ให้ไหลลงไปทับถมน้ำตอนล่าง ซึ่งเป็นวิธีอนุรักษ์ดินและน้ำได้ดีมาก

2.2.2 ประเภทของฝาย

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ฝายชะลอน้ำแบบผสมผสาน ฝายชะลอน้ำแบบกึ่งถาวร และฝายชะลอน้ำแบบถาวร

1) ฝายชะลอน้ำแบบผสมผสาน

ฝายต้นน้ำลำธารแบบผสมผสาน มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการดักตะกอนและเศษวัสดุต่าง ๆ ที่ไหลมากับน้ำ และช่วยลดความเร็วหรือชะลอการไหลของน้ำ ซึ่งในการก่อสร้างฝายต้นน้ำแบบผสมผสานนี้ ลำห้วยควรมีความกว้างประมาณ 3 – 5 เมตร ลึกประมาณ 0.50 – 1.00 เมตร ฝายต้นน้ำลำธารแบบผสมผสาน มีรูปแบบต่างๆ พอสรุปได้ 6 ชนิด ดังนี้

- (1) ฝายผสมผสานแบบคอกหมู
- (2) ฝายผสมผสานแบบไม้
- (3) ฝายผสมผสานแบบกระสอบ
- (4) ฝายผสมผสานแบบลวดตาข่าย
- (5) ฝายผสมผสานแบบหินทิ้ง
- (6) ฝายผสมผสานแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน

ใช้วัสดุธรรมชาติหาได้ง่ายในท้องถิ่นเป็นส่วนหลัก ได้แก่ กิ่งไม้ ต้นไม้ ทราบ ดิน หิน และกรวดเป็นต้น ก่อสร้างเรียบง่ายตามภูมิปัญญาดั้งเดิมของแต่ละถิ่น และสภาพความเหมาะสมของพื้นที่

2) ฝายชะลอน้ำแบบกึ่งถาวร

เป็นฝายที่สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง หรือก่ออิฐถือปูน จุดที่จะสร้างฝาย ควรสร้างบริเวณตอนกลางและตอนล่างของลำธารหรือร่องน้ำ (second order) ที่กว้างไม่เกิน 3 เมตร ฝายชนิดนี้จะสามารถดักตะกอน และเก็บกักน้ำได้ในช่วงฤดูแล้ง

3) ฝายชะลอน้ำแบบถาวร

เป็นฝายที่สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง หรือ ก่ออิฐถือปูน จุดที่จะสร้างฝาย ควรสร้างบริเวณตอนปลายของลำธารหรือร่องน้ำ (second or third order) ที่กว้างไม่เกิน 5 เมตร ฝายชนิดนี้จะสามารถดักตะกอนและเก็บกักน้ำในฤดูแล้งได้ดี สามารถอำนวยประโยชน์เป็นแหล่งน้ำของชุมชนได้อีกทางหนึ่งด้วย

2.2.3 การออกแบบเพื่อกำหนดขนาดของฝายขึ้นอยู่กับ

- 1) พื้นที่ลำน้ำของแต่ละลำห้วย/ฝาย
- 2) ความลาดชันของพื้นที่
- 3) สภาพของดินและการชะล้างพังทลายของดิน
- 4) ปริมาณน้ำฝน
- 5) ความกว้างและความลึกของลำห้วย
- 6) แหล่งวัสดุตามธรรมชาติ
- 7) ปริมาณน้ำป่าสูงสุด
- 8) วัตถุประสงค์ของการก่อสร้าง

2.2.4 ข้อควรคำนึงในการสร้างฝายต้นน้ำ

- 1) ต้องสำรวจสภาพพื้นที่ วัสดุก่อสร้างตามธรรมชาติและรูปแบบของฝายที่เหมาะสม
- 2) ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของฝาย เพื่อป้องกันการเสียหายจากกรณีน้ำหลาก
- 3) ไม่ควรก่อสร้างในบริเวณลำห้วยที่มีความลาดชันสูงมาก

- 4) สำหรับฝายแบกกั้นถาวรและแบบถาวรควรสร้างรากฐานให้ถึงชั้นหินดาน เพื่อจะได้เพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำเป็นอย่างดี
- 5) วัสดุที่ใช้ต้องเป็นไม้ลัมขอนอนไพร กิ่งไม้แห้งเป็นอันดับแรก
- 6) จัดลำดับความสำคัญของลำห้วย หากสภาพป่ามีความสมบูรณ์ อาจใช้วิธีการสร้างเสริมเพียงเฉพาะจุดก็ได้

2.2.5 ประโยชน์ของฝาย

- 1) ลดการชะล้างการพังทลายของดิน
- 2) ลดความรุนแรงของกระแสน้ำในลำธาร
- 3) ทำให้ระยะเวลาในการไหลของน้ำเพิ่มมากขึ้น
- 4) กระจายความชุ่มชื้นออกไปเป็นวงกว้างในพื้นที่ทั้งสองฝั่งของลำห้วย
- 5) ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน
- 6) กักเก็บตะกอนและวัสดุต่างๆที่ไหลลงมากับน้ำ
- 7) เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และการทดแทนของสังคมพืชให้แก่พื้นที่โดยรอบ
- 8) เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ
- 9) ใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของมนุษย์และสัตว์ป่า
- 10) นำน้ำไปใช้ในการเกษตร
- 11) ลดความรุนแรงของการเกิดไฟป่าในฤดูแล้ง

จากเอกสารดังกล่าวพบว่า การสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานช่วยลดความเร็วของการไหลของน้ำ ลดความรุนแรงของกระแสน้ำ ลำห้วยควรมีความกว้างไม่เกิน 5 เมตร ลึกประมาณ 0.50 – 1.00 เมตร ใช้วัสดุธรรมชาติหาได้ง่ายในท้องถิ่นเป็นส่วนหลัก ได้แก่ กิ่งไม้ ทราย ดิน หิน และกรวด เป็นต้น

2.3 ฝายในท้องถิ่น

ไผ่หก

เป็นไม้ไผ่ขนาดใหญ่ที่ขึ้นเป็นกอ ปกติจะมีลำต้นตรง บางครั้งอาจจะโค้ง ลำไผ่ยาว 15-20 เมตร หรืออาจถึง 25 เมตร ลำโต 10-18 เซนติเมตร ปล้องยาว 30-50 เซนติเมตร เนื้อไม้หนา 0.8-1.2 เซนติเมตร กิ่งจะมีตามข้อตอนปลายๆ ลำ ตอนโคนจะเลาไม่มีกิ่ง เมื่อยังอ่อนลำมีสีขาวเทา มีขนอ่อนปกคลุมหนาแน่น เมื่อแก่ลำปล้องจะมีสีเขียวด้านๆ ตามข้อจะมีร่องรอยของรากติดอยู่

ไผ่ซาง

เป็นไผ่ที่มีขนาดเนื้อไม้หนา 1.5 - 3 เซนติเมตร เมื่อโตเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-7 นิ้ว ลำเรียวยาวตรงมีสีเทาออกขาวไม่มีขน เนื้อไม้มีความหนาสามารถนำมาใช้ทำสิ่งของเอนกประสงค์ได้หลากหลาย มีความสูง 20-30 เมตร หน่อมีสีน้ำตาลเทา หน่อนำมารับประทานได้ ลำไม้เป็นที่ต้องการของตลาดผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์มาก

จากเอกสารดังกล่าวพบว่า ไผ่หกมีลำต้นตั้งตรง เนื้อไม้หนา มีความเหมาะสมในการนำมาสร้างหลักฝายชะลอน้ำ ไผ่ซางมีความสูง และเนื้อไม้ไม่หนาเหมาะสมในการนำมาใช้สำหรับสาน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจึงออกแบบและพัฒนาฝายชะลอน้ำให้มีความโค้งรับกระแสน้ำ และฐานล่างมีความหนา ใช้วัสดุธรรมชาติในการสร้างฝายชะลอน้ำ ได้แก่ ไผ่หก ไผ่ซาง และก้อนหิน

2.4 โดรน (Drone) เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ

กุลธิดา เคนวิทยานันท์ (2559 : ออนไลน์) ระบุว่า โดรน (Drone) หรือ ยูเอวี (Unmanned Aerial Vehicles: UAVs) ถือเป็นหนึ่งเทคโนโลยีที่กำลังถูกหลายฝ่ายจับตามองอยู่ในขณะนี้ เพราะทำหน้าที่ในการบังคับเครื่องบินแทนมนุษย์ ทั้งนี้บทบาทของโดรนหรือเรียกอีกอย่างว่าอากาศยานไร้คนขับ กำลังเข้ามามีอิทธิพลต่อรูปแบบการทำธุรกิจในวันนี้ ต่างจากอดีตที่โดรนถูกใช้ในการทหารและการกิจป้องกันประเทศเป็นหลัก โดยผลการศึกษาของ PwC's CEO pulse ที่ผ่านมาระบุว่า 64% ของผู้บริหารทั่วโลกเชื่อว่าในอนาคตเทคโนโลยีหุ่นยนต์ (Robotics) จะยังถูกนำมาผนวกอยู่ในรูปแบบการทำธุรกิจ และถูกประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายครอบคลุมแทบทุกสายอุตสาหกรรมถ้าพูดกันตามภาษาชาวบ้านแล้ว โดรน คือ เครื่องบินอัตโนมัติที่เราเห็นคั่นตาบนท้องฟ้าในเวลานี้ เช่น การใช้โดรนเพื่อบันทึกภาพหรือเหตุการณ์จากมุมสูง การสำรวจพื้นที่การเกษตรและชลประทาน การสำรวจท่อส่งก๊าซ การเก็บข้อมูลสภาพอากาศ สภาพการจราจร และการลำเลียงขนส่ง เป็นต้น ตามปกติหลักการทำงานของโดรนใช้เพื่อเป็นตัวตรวจจับ ขนส่ง วิจัย โจมตี ค้นหาและช่วยเหลือ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.3.1 Multicopter UAVs เป็นประเภทที่พบเห็นบ่อยมากที่สุด เคลื่อนตัวได้รวดเร็วและคล่องแคล่วเนื่องจากมีทั้งแบบ 4, 6 และ 8 ใบพัด ไม่ต้องใช้รันเวย์ในการบิน แต่มีข้อเสียคือ ชีตความเร็วของการบินน้อยกว่าโดรนประเภทอื่นๆ จึงทำให้บินได้ช้ากว่า ในปีที่ผ่านมา โดรนประเภทนี้ครองส่วนแบ่งการตลาดมากถึง 77%

2.3.2 Fixed-wing drones มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับเครื่องบิน จึงต้องมีรันเวย์ซึ่งโดรนประเภทนี้สามารถบินได้นานกว่าและเร็วกว่า เหมาะกับการใช้งานเพื่อสำรวจในพื้นที่กว้างใหญ่ แล้วยังบรรทุกของหนักได้ในระยะไกล และใช้พลังงานน้อย

2.3.3 Hybrid model (tilt-wing) สามารถบินได้เร็วกว่า ไกลกว่า และมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบที่สอง แล้วยังไม่ต้องใช้รันเวย์ แต่โดรนประเภทนี้มีอยู่น้อยในตลาดโลก

จากการศึกษาเอกสาร จึงจัดหาโดรนขนาด 4 ใบพัด ไม่ต้องใช้รันเวย์ในการบิน ติดตั้งกล้อง 720p HD หมุนได้ 3 ระดับ บันทึกภาพและวิดีโอผ่าน smart phone บินกลับเองโดยอ้างอิงระบบ GPS หรือรีโมทคอนโทรล

2.5 แอปพลิเคชันค้นหาพิกัดทางภูมิศาสตร์

แอปพลิเคชัน Handy GPS เป็นแอปพลิเคชันค้นหาพิกัดทางภูมิศาสตร์โดยใช้สัญญาณดาวเทียมดาวนโหลดได้ใน App store หรือ Play store ขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์มบนมือถือ

2.6 โปรแกรม ArcGIS 10.5

โปรแกรม ArcGIS เป็นชุดโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ชุดโปรแกรมหนึ่ง ซึ่งใช้ในการจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้งานของหน่วยงานต่างๆ จะประกอบด้วยโปรแกรมประยุกต์ 3 โปรแกรมด้วยกันคือ ArcCatalog ArcMap และ ArcToolbox

จากการศึกษาเอกสาร จึงเลือกใช้ ArcMap เป็นเครื่องมือในการสร้างแผนที่ลำน้ำแม่ป่าน และระบุตำแหน่งที่สร้างฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ป่านบนแผนที่

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 สำรวจและศึกษาสภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปาน

สำรวจและศึกษาสภาพป่าไม้บริเวณรอบๆ ได้แก่ โครงสร้างลำน้ำ โครงสร้างดินและหิน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชันของลำน้ำ รูปหน้าตัดของลำธาร ระดับน้ำนองสูงสุด จากร่องรอยที่ปรากฏให้เห็น โดยใช้เครื่องมือวัด โดรนและกล้องถ่ายภาพแบบ DSLR ในการสำรวจ บันทึกภาพและวิดีโอ นำข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์และจัดทำแผนที่ลำน้ำแม่ปาน โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.5 และไฟล์แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) เพื่อสร้างแผนที่ลำน้ำแม่ปาน

3.2 กำหนดบริเวณที่จะสร้างฝายชะลอน้ำ

3.2.1 สำรวจและศึกษาบริเวณที่จะสร้างฝายชะลอน้ำ ได้แก่ ความกว้างของลำน้ำ ระดับความสูงต่ำของพื้นดินจากตลิ่งทั้งสองฝั่งลงมาจนถึงท้องลำน้ำ โดยใช้เครื่องมือวัด บันทึกข้อมูล บันทึกภาพโดยใช้กล้องแบบ DSLR

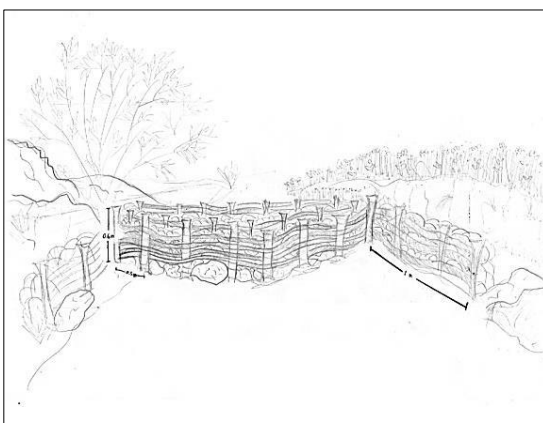
ความกว้างของลำน้ำ 4.70 เมตร ระดับความสูงต่ำของพื้นดินจากตลิ่งทั้งสองฝั่งลงมาจนถึงท้องลำน้ำ ฝั่งซ้ายสูง 34 เซนติเมตร ฝั่งขวาสูง 53

3.2.2 ดาวนั้โหลดแอฟฟลิเคชั่น Handy GPS หาค่าละติจูด (latitude) ลองจิจูด (longitude) เพื่อกำหนดจุดสร้างฝายชะลอน้ำในแผนที่ลำน้ำแม่ปาน

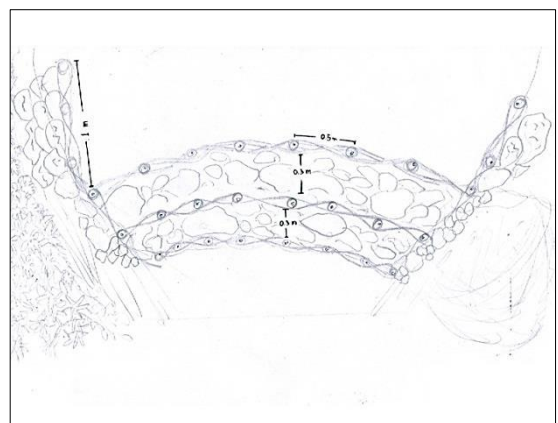
ตำแหน่งที่สร้างฝายชะลอน้ำ ละติจูด (latitude) เท่ากับ 18.796302 ลองจิจูด (longitude) เท่ากับ 99.447752

3.3 ออกแบบฝายชะลอน้ำ

3.3.1 ออกแบบและวาดโครงร่างของฝายชะลอน้ำให้มีความคงทนต่อกระแส น้ำ โดยออกแบบ ฝายชะลอน้ำคล้ายกับบันได 2 ชั้น ให้ด้านที่โค้งออกรับน้ำ และ ใช้วัสดุธรรมชาติคือไม้ไผ่และก้อนหิน ในการสร้างตัวฝาย



ภาพที่ 5 วาดโครงร่างฝายชะลอน้ำ (ด้านหน้า)



ภาพที่ 6 วาดโครงร่างฝายชะลอน้ำ (ด้านบน)

3.3.2 ทดลองหาความโค้งที่เหมาะสม

นำข้อมูลจากการสำรวจลำน้ำแม่ปาน ได้แก่ ความกว้างของแม่น้ำ 4.70 เมตร ตัดเศษออกเหลือจำนวนเต็ม คือ กว้าง 4 เมตร รัศมี 2 เมตร ใช้อัตราส่วน 1 เมตร ต่อ 2 เซนติเมตร มาสร้างแบบในกระดาษ

1) สร้างลำน้ำแม่ปาน โดยลากเส้นตรง 2 เส้น ในแนวคู่ขนาน ระยะห่างระหว่างเส้น 8 เซนติเมตร ลากเส้นผ่านศูนย์กลางและกำหนดจุดกึ่งกลาง เป็นจุดหมุนของวงเวียน

2) สร้างเส้นที่สัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 45 องศา

(1) คิดจากการนำรัศมีของน้ำแม่ปานมาคำนวณตามสูตร

$$r = r_1 + \frac{r_1}{2}$$

$$r = 4 + 2$$

$$r = 6$$

r = รัศมีของวงเวียนที่กางออก

r_1 = รัศมีของน้ำแม่ปาน เท่ากับ 4 เซนติเมตร

(2) กางวงเวียน รัศมีจากจุดศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร แล้วหมุนวงเวียนเป็นรูป

ครึ่งวงกลม

(3) ลากเส้นผ่านจุดตัดของทั้งสองฝั่งลำน้ำ

(4) ลากเส้นตรงที่สัมผัสกับเส้นโค้ง จะทำมุม 45 องศา

3) สร้างเส้นที่สัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 60 องศา

(1) คิดจากการนำรัศมีของน้ำแม่ปานมาคำนวณตามสูตร

$$r = r_1 + r_1$$

$$r = 4 + 4$$

$$r = 8$$

r = รัศมีของวงเวียนที่กางออก

r_1 = รัศมีของน้ำแม่ปาน เท่ากับ 4 เซนติเมตร

(2) กางวงเวียน รัศมีจากจุดศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร แล้วหมุนวงเวียนเป็นรูป

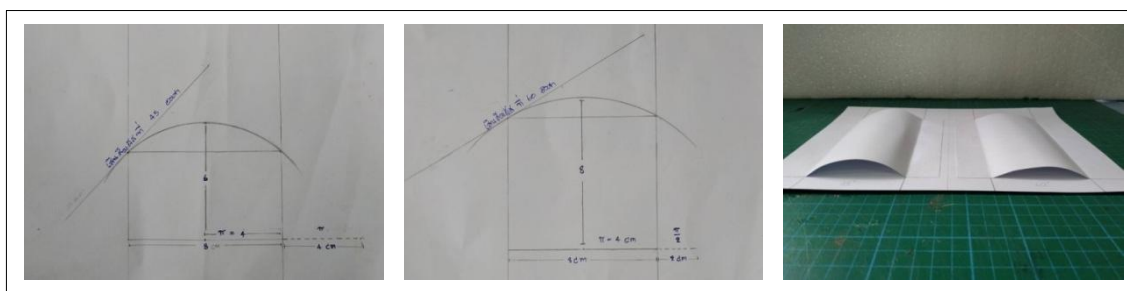
ครึ่งวงกลม

(3) ลากเส้นผ่านจุดตัดของทั้งสองฝั่งลำน้ำ

(4) ลากเส้นตรงที่สัมผัสกับเส้นโค้ง จะทำมุม 60 องศา

4) นำกระดาษแข็งอีกแผ่นมาตัดโค้งตามแบบ ทำเครื่องหมาย และตัดแปะลงในกระดาษ

5) นำถุงทรายหนัก 100 กรัม มาวางบนกระดาษตัดโค้งที่มีเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 45 องศา และกระดาษตัดโค้งที่มีเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 30 องศา ที่ละถุง



ภาพที่ 7 การทดลองหาความโค้งที่เหมาะสม

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการรับน้ำหนักของความโค้ง

จำนวนกระสอบทราย 1 1 ถุง : 100 กรัม	ความโค้งที่มีเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม	
	มุม 45 องศา	มุม 60 องศา
1 ถุง (น้ำหนัก 100 กรัม)	สามารถรับน้ำหนักได้ ความโค้งของกระต่ายยังเท่าเดิม	สามารถรับน้ำหนักได้ ความโค้งของกระต่ายเริ่มยุบลง ไม่สามารถรับน้ำหนักได้
2 ถุง (น้ำหนัก 200 กรัม)	สามารถรับน้ำหนักได้ ความโค้งของกระต่ายเริ่มยุบลง	
3 ถุง (น้ำหนัก 300 กรัม)	สามารถรับน้ำหนักได้ ความโค้งของกระต่ายเริ่มยุบลง	

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า กระต่ายตัดโค้งที่มีเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 45 องศา รับน้ำหนักได้ 300 กรัม กระต่ายตัดโค้งที่มีเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 60 องศา รับน้ำหนักได้ 100 กรัม

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ความโค้งที่มีเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 45 องศา สามารถรับน้ำหนักได้ดีกว่าความโค้งที่มีเส้นสัมผัสกับเส้นโค้งทำมุม 60 องศา



ภาพที่ 8 การทดลองวางถุงทรายลงบนกระต่ายโค้ง

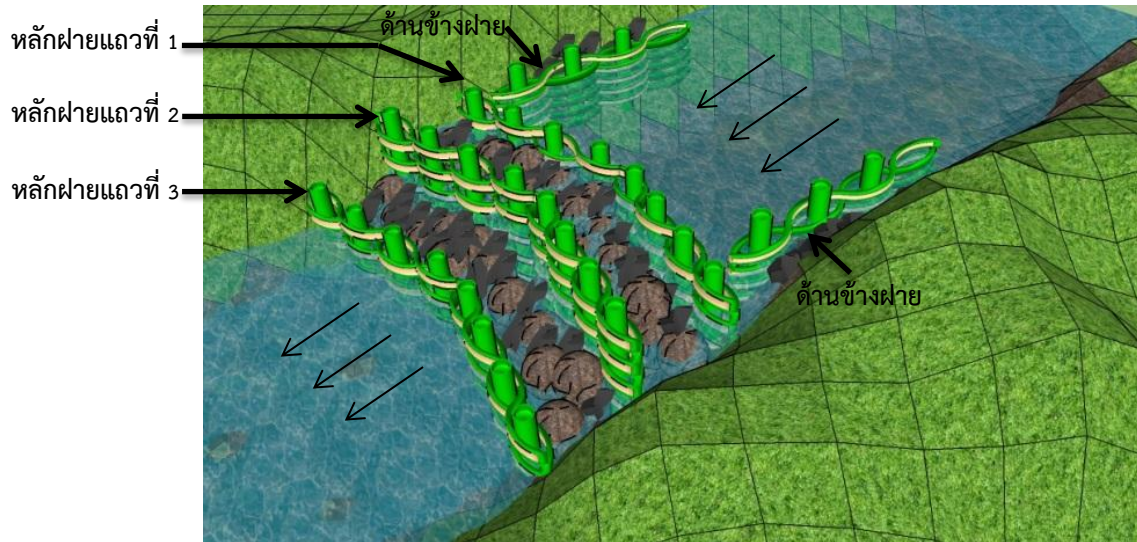
3.3.3 สร้างแบบจำลองฝายชะลอน้ำจากไม้ไผ่และก้อนหิน ใช้ปั้มน้ำขนาดเล็กต่อสายยาง และปล่อยน้ำแทนความแรงของกระแสน้ำป่า เพื่อทดสอบความคงทนของฝายชะลอน้ำ



ภาพที่ 9 แบบจำลองฝายชะลอน้ำ

จากการทดลอง ปรากฏว่า แบบจำลองฝายชะลอน้ำแบบโค้ง ยังคงสภาพเดิม ไม่ชำรุด แต่ดินและทรายด้านข้างของฝายชะลอน้ำเกิดการทรุดตัว จึงแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองโดยการนำก้อนหินมาวางด้านข้างเพื่อป้องกันการทรุดตัว

3.3.4 ร้างแบบฝายชะลอน้ำ โดยใช้โปรแกรม SketchUp Pro



ภาพที่ 10 แบบจำลองฝายชะลอน้ำ

ฝายชะลอน้ำจะมีลักษณะคล้ายบันไดทรงโค้ง 2 ชั้น มีขนาดกว้าง 4 เมตร สูง 60 เซนติเมตร ความสูงของหลักฝายมี 2 ระดับ หลักฝายแถวที่ 1 และ 2 สูง 60 เซนติเมตร หลักฝายแถวที่ 3 สูง 30 เซนติเมตร

3.4 การสร้างฝายชะลอน้ำ

3.4.1 วิธีการสร้างฝายชะลอน้ำ

1) วัสดุอุปกรณ์

- (1) ค้อนตอกหลักฝาย
- (2) มีด
- (3) เลื่อยคั่นธนู
- (4) ตลับเมตร
- (5) ไม้ทก (หลักฝาย)
- (6) ไม้ซาง (ใช้สำหรับสาน)

2) การเตรียมไม้

(1) ไม้หลักฝาย (ไม้ทก)

หลักฝายแถวที่ 1 ตัดไม้ฝายยาว 1 เมตร จำนวน 8 ท่อน

หลักฝายแถวที่ 2 ตัดไม้ฝายยาว 1 เมตร จำนวน 8 ท่อน

หลักฝายแถวที่ 3 ตัดไม้ฝายยาว 0.8 เมตร จำนวน 8 ท่อน

หลักฝายด้านข้าง (ซ้าย) ความยาว 1 เมตร จำนวน 3 ท่อน

หลักฝายด้านข้าง (ขวา) ความยาว 1 เมตร จำนวน 3 ท่อน

ใช้มีดปรีาเหลาปลายให้แหลมทุกท่อน

(2) ไม้ไผ่สำหรับสาน (ไผ่ซาง)

ตัดไม้ไผ่ให้มีความยาว 4.60 เมตร ความกว้างประมาณ 1.5 นิ้ว สานหลักฝายแถวที่ 1 จำนวน 15 เส้น สานหลักฝายแถวที่ 2 จำนวน 10 เส้น สานหลักฝายแถวที่ 3 จำนวน 10 เส้น

ตัดไม้ไผ่ให้มีความยาว 1 เมตร ความกว้างประมาณ 1.5 นิ้ว สานหลักฝายด้านข้างริมตลิ่งซ้าย จำนวน 5 เส้น สานหลักฝายด้านข้างริมตลิ่งขวา จำนวน 5 เส้น

(3) ไม้หมุดฝาย

ตัดไม้ไผ่ยาว 1 เมตร จำนวน 3 ท่อน ใช้มีดพรวนเหลาปลายให้แหลมทุกท่อน

3) วิธีการสร้างฝายชะลอน้ำ

(1) สร้างหมุดฝายริมตลิ่งลำน้ำแม่ปานทั้งสองข้าง ให้มีระยะห่างระหว่างหลักหมุด 4 เมตร ระยะห่างจากริมตลิ่งประมาณ 35 เซนติเมตร

(2) สร้างหลักฝายหลักที่ 1 กลางลำน้ำเพื่อเป็นส่วนที่โค้งที่สุดในการรับน้ำ โดยใช้ตลับเมตรวัดจุดกึ่งกลาง ใช้ค้อนตอกไม้ไผ่ลงกลางลำน้ำ ลึกลงไป 40 เซนติเมตร

(3) วัดระยะห่างจากหลักฝายที่ 1 ไปตามกระแสน้ำยาว 3 เมตร แล้วตอกหลักหมุดกลางลำน้ำ (หลัก A) เพื่อเป็นจุดหมุน

(4) สร้างหลักฝายแถวที่ 1 หลักที่ 2 3 4 5 6 7 8 โดยใช้ตลับเมตรจากหลักหมุด A ยาว 3 เมตร ระยะห่างระหว่างหลัก 50 เซนติเมตร ตอกหลักฝายลึกลงไป 40 เซนติเมตร โดยวัดระยะและตอกหลักฝาย ทำทีละหลัก

(5) สร้างหลักฝายแถวที่ 2 หลักที่ 9 ใช้หลักหมุด A เป็นจุดหมุน และใช้ตลับเมตรที่ระยะ 2.70 เมตร ตอกหลักฝายหลักที่ 9 ลึกลงไป 40 เซนติเมตร

(6) สร้างหลักฝายแถวที่ 2 หลักที่ 11 13 15 17 19 21 23 ใช้หลักหมุด A เป็นจุดหมุน และใช้ตลับเมตรที่ระยะ 3.70 เมตร ระยะห่างระหว่างหลัก 50 เซนติเมตร ตอกหลักฝายลึกลงไป 40 เซนติเมตร โดยวัดระยะและตอกทีละหลัก

(7) สร้างหลักฝายแถวที่ 3 หลักที่ 10 ใช้หลักหมุด A เป็นจุดหมุน และใช้ตลับเมตรที่ระยะ 2.40 เมตร ตอกหลักฝายหลักที่ 10 ลึกลงไป 40 เซนติเมตร

(8) สร้างหลักฝายแถวที่ 3 หลักที่ 12 14 16 18 20 22 24 ใช้หลักหมุด A เป็นจุดหมุน และใช้ตลับเมตรที่ระยะ 3.40 เมตร ระยะห่างระหว่างหลัก 50 เซนติเมตร ตอกหลักฝายลึกลงไป 40 เซนติเมตร โดยวัดระยะและทำทีละหลัก

(9) ตอกหลักฝายทำแนวกันด้านข้างของแต่ละฝั่ง ยื่นออกมาจากตัวฝาย 1 เมตร ฝั่งซ้ายจำนวน 3 หลัก ฝั่งขวาจำนวน 3 หลัก ตอกหลักฝายลึกลงไป 40 เซนติเมตร

(10) การสานในแต่ละแถว ใช้วิธีการสานแบบลายขัด โดยสานทับหนึ่งเส้น ยกหนึ่งเส้น ขัดสลับกันไปตลอด

- นำไม้ไผ่สานลงบนหลักฝายแถวที่ 1 จำนวน 1 เส้น
- นำไม้ไผ่สานลงบนหลักฝายแถวที่ 2 จำนวน 1 เส้น
- นำไม้ไผ่สานลงบนหลักฝายแถวที่ 3 จำนวน 1 เส้น
- นำไม้ไผ่สานลงบนหลักฝายด้านข้างฝั่งซ้าย จำนวน 1 เส้น
- นำไม้ไผ่สานลงบนหลักฝายด้านข้างฝั่งขวา จำนวน 1 เส้น
- สานวนเรียงตามลำดับจนเต็มหลักฝาย

(11) เลื่อยไม้หลักฝายแถวที่ 3 วัดระยะจากด้านบนสุดลงมา 10 เซนติเมตร ใช้เลื่อย
คั่นรูเลื่อยออก หลักฝายแถวที่ 3 จะสูง 30 เซนติเมตร

(12) นำก้อนหินใส่ในช่องว่าง ระหว่างหลักฝายแถวที่ 1 - 2 และ 2 - 3 จนเต็ม

(13) นำก้อนหินมาวางในช่องว่างด้านข้างของฝายและริมตลิ่ง

3.4.2 ติดต่อประสานงานและทำหนังสือขออนุญาตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน เทศบาลตำบล
เมืองปาน ผู้ใหญ่บ้าน ในการสร้างฝายชะลอน้ำ

3.4.3 ประชุมชี้แจงสร้างความเข้าใจรายละเอียดการก่อสร้างฝายชะลอน้ำตามแบบแปลน
วางแผน และแบ่งหน้าที่ให้ทีมงานอาสาในการสร้างฝายชะลอน้ำ

3.4.4 สร้างฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปานตามแบบแปลน ถ่ายภาพฝายชะลอน้ำที่สร้างขึ้น
เสร็จแล้ว โดยใช้โดรนในการถ่ายภาพ บันทึกวิดีโอ และกล้องถ่ายภาพแบบ DSLR

3.4.5 เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสำรวจ สังเกต และสอบถาม เป็นระยะเวลา 20 วัน

1) จำนวนครั้งที่ฝนตกและมีน้ำป่า โดยการสอบถามชาวบ้านหมู่บ้านปางอ้าย

2) วัดระดับความสูงของน้ำป่า สังเกตจากร่องรอยที่ปรากฏ และบันทึกข้อมูล ใช้โดรน
ในการสำรวจและบันทึกภาพ

3) สำรวจสภาพของฝายชะลอน้ำ จดบันทึก และถ่ายภาพ เพื่อศึกษาความคงทน
ของฝายชะลอน้ำ

- วัดความสูง ความกว้าง และความลาดเอียงของฝายชะลอน้ำ

- วัดดูโครงสร้างของฝายที่หลุดออก/จำนวนชั้นที่หลุดออก

- วัดความลึกของระดับน้ำหลังจากสร้างฝายชะลอน้ำเสร็จ (ด้านที่กักเก็บน้ำ)

เพื่อหาปริมาณน้ำที่ฝายชะลอได้

4) นำข้อมูลที่บันทึกมาจัดทำเป็นสถิติ วิเคราะห์ ประเมิน สรุปผล และอภิปรายผล

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาและเรียนรู้สิ่งแวดล้อมด้วยโดรน เรื่อง การออกแบบและพัฒนารูปร่างฝายชะลอน้ำให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ป่าน ผู้ศึกษาได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 สภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ป่าน

4.1.1 สภาพป่าไม้

สภาพป่าไม้โดยรอบลำน้ำแม่ป่าน เป็นป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ เป็นป่าที่มีพรรณไม้เด่น 5 ชนิด ได้แก่ ไม้สัก มะค่า แดง ประดู่ และชิงชัน ขึ้นคลุกกับไม้ไผ่หลายชนิด อาทิ ไผ่ไร่ ไผ่ซางดอย และไผ่หูก มีช่วงแห้งแล้งยาวนานเกินกว่า 3 เดือน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 50 - 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ต้นไม้เกือบทั้งหมดจะผลัดใบในฤดูแล้ง ไม้ยืนต้นกระจายอยู่ห่าง ๆ กัน แสงตกถึงพื้นได้มาก มีพืชตระกูลหญ้าอยู่หลายชนิด ฤดูแล้งมักเกิดไฟป่าขึ้น ช่วยเผาเศษซากใบไม้แห้งที่สะสมบนพื้นป่า ไม่รกทับถมเกินไป และมีพืชอาหารมาก จึงดึงดูดนก แมลง และสัตว์กินพืชต่าง ๆ

4.1.2 ลำน้ำแม่ป่าน

ดินบริเวณริมตลิ่งเป็นดินร่วน หินที่พบในลำน้ำแม่ป่านและบริเวณรอบๆ ส่วนมากเป็นหินอัคนี หินตะกอน หินปูน หินแปร หินบะซอลต์ และหินกรวด รูปร่างตัดของลำน้ำแม่ป่านเป็นรูป u-shape ลำน้ำแม่ป่านมีความยาวทั้งหมด 30.1278 กิโลเมตร ลำห้วยที่ไหลมารวมกับลำน้ำแม่ป่านมีทั้งหมดจำนวน 46 สาย จำนวน 8 สาย มีชื่อเรียก ได้แก่ ห้วยแม่ฮะ ห้วยตะวัน ห้วยอีเลว ห้วยบ้านยาง ห้วยน้ำริน ห้วยปางนอก ห้วยก้อมยาว ห้วยแม่ป่าน นอกนั้นยังไม่มีการตั้งชื่อ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 460 กิโลเมตร

4.2 ฝายชะลอน้ำที่ออกแบบและพัฒนาขึ้น

ตำแหน่งสร้างฝายชะลอน้ำละติจูดที่ (latitude) 18.796302 ลองจิจูดที่ (longitude) 99.447752 ฝายชะลอน้ำกว้าง 5 เมตร สูง 60 เซนติเมตร ด้านข้างของฝายชะลอน้ำยาว 1 เมตร มีลักษณะโค้งทวนกระแสน้ำ คล้ายบันไดสองชั้นลดหลั่นลงไป



ภาพที่ 8 ฝายชะลอน้ำแม่ป่าน



ภาพที่ 9 ฝายชะลอน้ำแม่ป่าน

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกข้อมูล

ตารางที่ 2 บันทึกสภาพอากาศ การไหลของน้ำป่า ระดับน้ำ และสภาพฝายชะลอน้ำ

วัน/เดือน/ปี	สภาพอากาศ		จำนวนครั้งที่ฝนตก	น้ำป่า		ระดับน้ำสูงสุด	สภาพฝายชะลอน้ำ
	ฝนตก	ฝนไม่ตก		มี	ไม่มี		
16/ก.ค./2561	✓		1 ครั้ง		✓	75 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิม
17/ก.ค./2561	✓		2 ครั้ง		✓	65 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
18/ก.ค./2561	✓		4 ครั้ง		✓	65 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
19/ก.ค./2561	✓		2 ครั้ง	✓		65 เซนติเมตร	ตลิ่งด้านข้างถูกน้ำท่วม ก้อนหินเรียงตัวใหม่ ทำให้เกิดพื้นที่ว่าง ได้นำก้อนหินมาใส่เพิ่มจนเต็ม
20/ก.ค./2561	✓		3 ครั้ง		✓	65 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
21/ก.ค./2561	✓		2 ครั้ง	✓		70 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
22/ก.ค./2561	✓		4 ครั้ง	✓		70 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
23/ก.ค./2561	✓		2 ครั้ง		✓	65 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
24/ก.ค./2561	✓		3 ครั้ง	✓		70 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
25/ก.ค./2561	✓		2 ครั้ง	✓		75 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
26/ก.ค./2561	✓		1 ครั้ง		✓	65 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
27/ก.ค./2561	✓		2 ครั้ง		✓	65 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
28/ก.ค./2561		✓			✓	42 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
29/ก.ค./2561		✓			✓	44 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
30/ก.ค./2561	✓		2 ครั้ง		✓	65 เซนติเมตร	ฝายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้ ระดับน้ำสูงขึ้นกว่าเดิม

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	สภาพอากาศ		จำนวนครั้งที่ฝนตก	น้ำป่า		ระดับน้ำสูงสุด	สภาพฝ่ายชะลอน้ำ
	ฝนตก	ฝนไม่ตก		มี	ไม่มี		
1/ส.ค./2561	✓		3 ครั้ง	✓		75 เซนติเมตร	ฝ่ายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
2/ส.ค./2561	✓		1 ครั้ง	✓		65 เซนติเมตร	ฝ่ายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้ ไม่ที่ใช้सानชั้นบนสุดของหลัก ฝ่ายแถวที่ 1 หลุดออกจาก หลักฝ่าย จำนวน 2 หลัก นำมาसानใหม่ให้มีสภาพเดิม
3/ส.ค./2561		✓			✓	65 เซนติเมตร	ฝ่ายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
4/ส.ค./2561		✓			✓	65 เซนติเมตร	ฝ่ายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
5/ส.ค./2561		✓			✓	65 เซนติเมตร	ฝ่ายอยู่ในสภาพเดิมและกักเก็บน้ำได้
รวม	15	5	34	7	13		

ตารางที่ 3 ความลึกของระดับน้ำหน้าฝายชลอน้ำ

วัน/เดือน/ปี	ความลึกของระดับน้ำหลังจากสร้างฝาย (ก่อนสร้างฝาย น้ำลึก 40 เซนติเมตร)	ความดันของน้ำ ด้านหน้าฝายชลอน้ำ
16/ก.ค./2561	ความลึก 75 เซนติเมตร	3,750 N/m ²
17/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
18/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
19/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
20/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
21/ก.ค./2561	ความลึก 70 เซนติเมตร	3,500 N/m ²
22/ก.ค./2561	ความลึก 70 เซนติเมตร	3,500 N/m ²
23/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
24/ก.ค./2561	ความลึก 70 เซนติเมตร	3,500 N/m ²
25/ก.ค./2561	ความลึก 75 เซนติเมตร	3,750 N/m ²
26/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
27/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
28/ก.ค./2561	ความลึก 42 เซนติเมตร	2,100 N/m ²
29/ก.ค./2561	ความลึก 44 เซนติเมตร	2,200 N/m ²
30/ก.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
1/ส.ค./2561	ความลึก 75 เซนติเมตร	3,750 N/m ²
2/ส.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
3/ส.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
4/ส.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²
5/ส.ค./2561	ความลึก 65 เซนติเมตร	3,250 N/m ²

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 การวิเคราะห์สภาพอากาศ

ตารางที่ 4 สภาพอากาศ

สภาพอากาศ	จำนวน (วัน)	คิดเป็นร้อยละ
ฝนตก	15	75
ฝนไม่ตก	5	25

ตารางที่ 5 การเกิดน้ำป่า

การเกิดน้ำป่า	จำนวน (วัน)	คิดเป็นร้อยละ
มีน้ำป่า	7	35
ไม่มีน้ำป่า	13	65

4.4.2 การวิเคราะห์สภาพฝายชะลอน้ำ

จากการสร้างฝายชะลอน้ำแบบโค้ง เพื่อให้มีความคงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน จากวัสดุธรรมชาติที่หาได้ในท้องถิ่น ได้แก่ ไม้หก ไม้ซาง และก้อนหิน นั้น มีน้ำป่าไหล ทำให้ก้อนหินเรียงตัวใหม่ เกิดช่องว่างของตัวฝายขึ้น จึงนำก้อนหินมาใส่จนเต็ม หลังจากนั้นเกิดน้ำป่าไหลจำนวน 6 ครั้ง ไม้ที่ใช้สานชั้นบนสุดของหลักฝายแถวที่ 1 หลุดออกจากหลักฝาย จำนวน 2 หลัก จึงสานให้เข้าที่ดังเดิม

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ออกแบบและพัฒนาฝายชะลอน้ำให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ตำแหน่งที่สร้างฝายชะลอน้ำ ละติจูดที่ (latitude) 18.796302 ลองจิจูดที่ (longitude) 99.447752 ใช้วัสดุธรรมชาติที่มีในท้องถิ่น คือ ไม้หก ไม้ซาง และก้อนหิน ในการสร้างตัวฝาย ฝายชะลอน้ำมีขนาดกว้าง 4 เมตร สูง 60 เซนติเมตร

5.1 การดำเนินงานจัดทำโครงการ

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อสำรวจเส้นทางการไหลของลำน้ำแม่ปาน
- 2) เพื่อศึกษาสภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปานและบริเวณรอบลำน้ำ
- 3) เพื่อออกแบบฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานให้คงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน
- 4) เพื่อสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานในลำน้ำแม่ปานตามแบบแปลน
- 5) เพื่อศึกษาความคงทนของฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปาน

5.1.2 วัสดุ อุปกรณ์

- 1) โดรน
- 2) เครื่องมือสำรวจ ได้แก่ เทปวัดระยะ กล้องถ่ายภาพ
- 3) วัสดุสร้างแบบจำลองฝายชะลอน้ำ
- 4) วัสดุธรรมชาติในการสร้างฝายชะลอน้ำแม่ปาน
- 5) วัสดุสำนักงาน

5.2 สรุปผลการศึกษา

ผู้ศึกษาได้สร้างฝายชะลอน้ำตามแบบแปลนในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 20 วัน ฝนตก จำนวน 15 วัน คิดเป็นร้อยละ 75 ฝนไม่ตก จำนวน 5 วัน คิดเป็นร้อยละ 25 มีน้ำป่า จำนวน 7 วัน คิดเป็นร้อยละ 35 ไม่มีน้ำป่า จำนวน 13 วัน คิดเป็นร้อยละ 65 สภาพของฝายชะลอน้ำอยู่ในสภาพเดิม ไม่พังทลาย ความลึกของระดับน้ำหน้าฝายชะลอน้ำ ก่อนสร้างฝายชะลอน้ำ

5.3 อภิปรายผล

ฝายชะลอน้ำที่สร้างขึ้นตามแบบแปลนในลำน้ำแม่ปาน สร้างขึ้น สามารถชะลอน้ำได้ เมื่อมีฝนตกหนักหรือมีน้ำป่า โครงสร้างและสภาพของฝายชะลอน้ำอยู่ในสภาพเดิม ไม่พังทลายลงมา วัสดุที่นำมาสร้างฝายเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นทั้งหมด ไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศในลำน้ำแม่ปาน

5.4 ข้อเสนอแนะ

ฝายชะลอน้ำควรทำในลำห้วย ที่มีความกว้างไม่เกิน 5 เมตร ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม

บทที่ 6

ผลสรุปและประมวลภาพการเผยแพร่ผลการศึกษา

ผู้ศึกษาได้สร้างฝายชะลอน้ำตามแบบแปลน ในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง จำนวน 1 ฝาย จัดทำผลสรุปและการเผยแพร่ผลการศึกษา ดังนี้

ผลสรุป

จากการศึกษาสำรวจเส้นทางการไหลของลำน้ำแม่ปาน พบว่า ลำน้ำแม่ปานมีความยาวทั้งหมด 30.1278 กิโลเมตร ห้วยที่ไหลมารวมกับลำน้ำแม่ปานมีทั้งหมดจำนวน 46 สาย สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 460 กิโลเมตร

สภาพภูมิศาสตร์ลำน้ำแม่ปานและบริเวณรอบลำน้ำ สภาพป่าไม้เป็นป่าเบญจพรรณ ดินบริเวณริมตลิ่งเป็นดินร่วน หินที่พบในลำน้ำแม่ปานและบริเวณรอบๆ ส่วนมากเป็นหินอัคนี หินตะกอน หินปูน หินแปร หินบะซอลต์ และหินกรวด รูปร่างตัดของลำน้ำแม่ปานเป็นรูป u-shape

ฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีความคงทนต่อกระแสน้ำป่าในลำน้ำแม่ปาน ใช้วัสดุธรรมชาติ ได้แก่ ไม้หก ไม้ซาง และก้อนหิน

การสร้างฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานในลำน้ำแม่ปานเป็นไปตามแบบแปลนที่กำหนดไว้ จึงทำให้ฝายชะลอน้ำมีความคงทนต่อกระแสน้ำป่า

ผลการศึกษา การออกแบบและพัฒนาฝายชะลอน้ำในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้



ภาพที่ 13 ฝายชะลอน้ำ (ด้านหน้าฝาย)



ภาพที่ 14 ฝายชะลอน้ำ (ด้านหลังฝาย)

การเผยแพร่

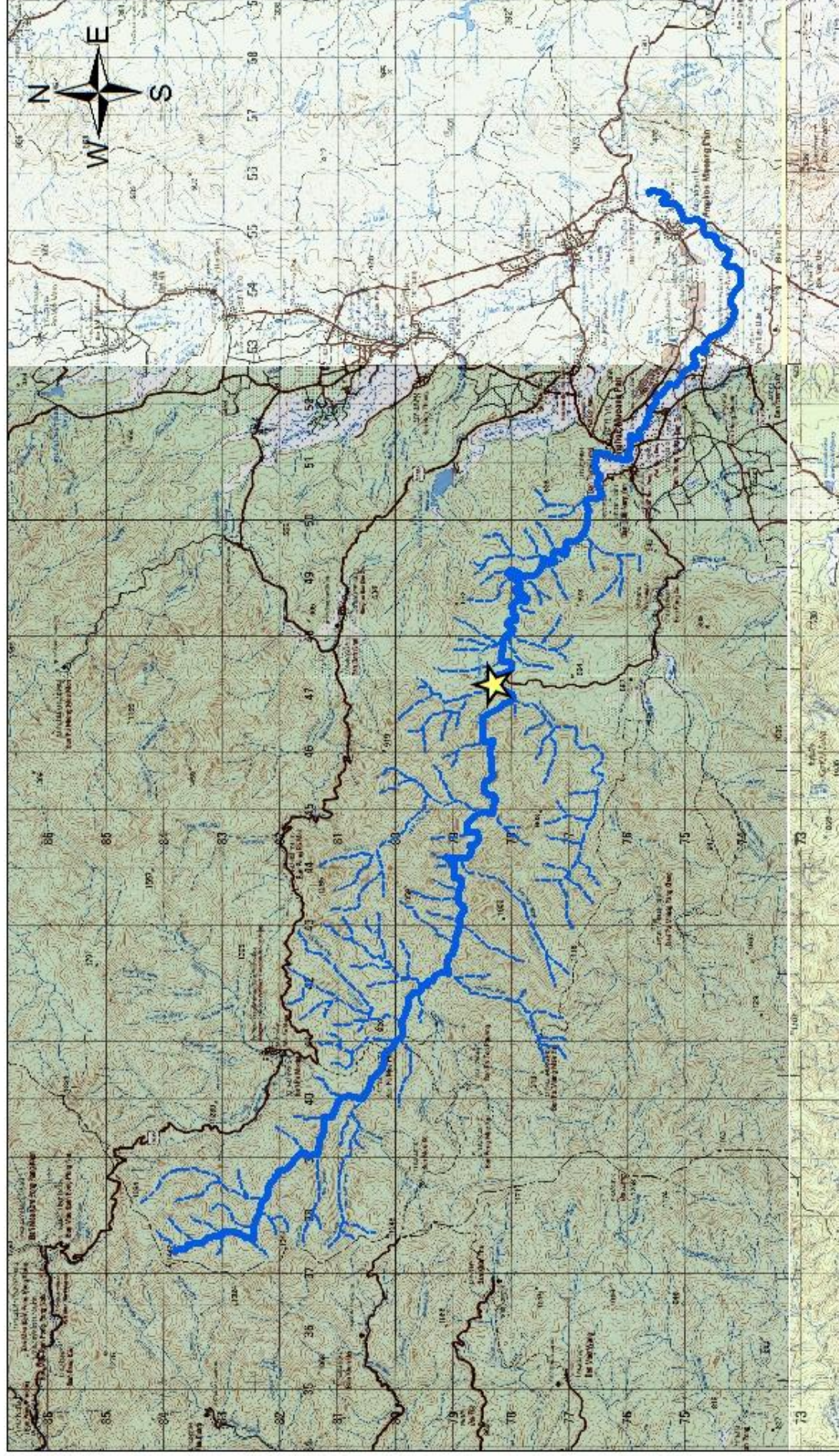
ผู้ศึกษาได้สร้างฝายชะลอน้ำ ในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง จำนวน 1 ฝาย ตำแหน่งที่สร้างฝายชะลอน้ำ ละติจูดที่ (latitude) 18.796302 ลองจิจูดที่ (longitude) 99.447752 และสามารถศึกษารายงาน การออกแบบและพัฒนาฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานในลำน้ำแม่ปาน ตำบลเมืองปาน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ได้ที่เว็บไซต์โรงเรียนเมืองปานวิทยา www.mpws.ac.th

บรรณานุกรม

- กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2559). **คู่มือการกำหนดรูปแบบ ก่อสร้าง ซ่อมปรับปรุง บำรุงรักษา และเพิ่มประสิทธิภาพ ฝายชะลอน้ำพอเพียงตามแนวพระราชดำริ**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท บูม สเตชั่น.
- งานสารสนเทศ สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์). *ชนิดของพันธุ์ไม้*. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 มิถุนายน 2561, <http://www.doh.go.th:88/dohphetchabun/index.php/2016-11-13-03-40-44/1/45-2015-10-22-03-08-23/29-2015-10-26-07-04-49>
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมชลประทาน . **คู่มือการใช้งานโปรแกรม ArcGIS**. มปท, มปป.
- ศูนย์สารสนเทศ สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้. *ข้อมูลสารสนเทศป่าไม้*. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2561, เว็บไซต์ <http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=9>
- สำนักอนุรักษ์และการจัดการต้นน้ำ. (2553). **คู่มือการก่อสร้างฝายชะลอน้ำ (check dam) สำหรับผู้ปฏิบัติงาน**. สำนักอนุรักษ์และการจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ภาคผนวก

แผนที่น้ำแม่ปาน ต.เมืองปาน อ.เมืองปาน จ.ลำปาง



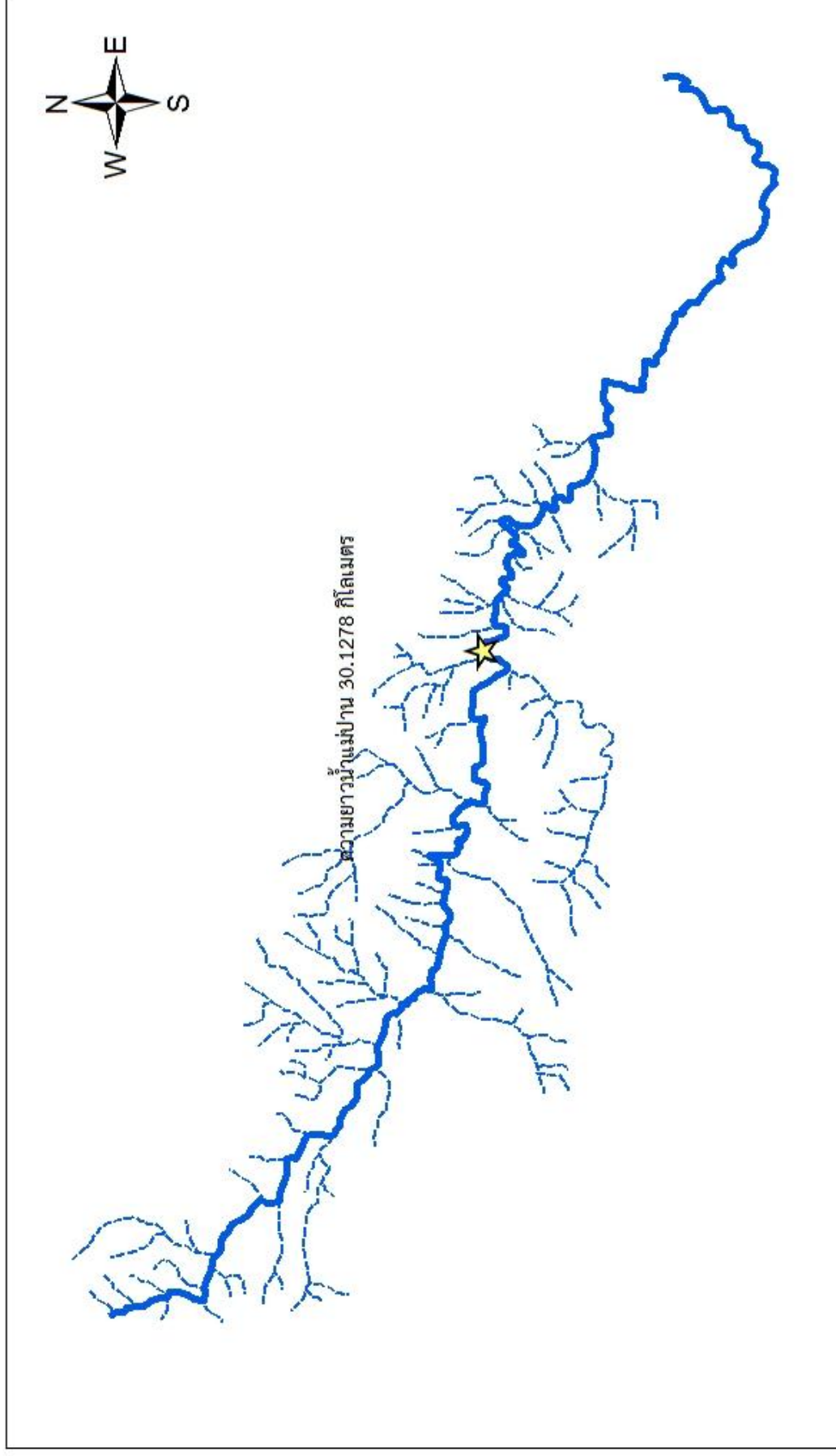
คำอธิบายสัญลักษณ์

- ★ ฝ่ายชลประทาน
- ลำห้วย
- น้ำแม่ปาน



1:93,796

แผนที่น้ำแม่ปาน ต.เมืองปาน อ.เมืองปาน จ.ลำปาง



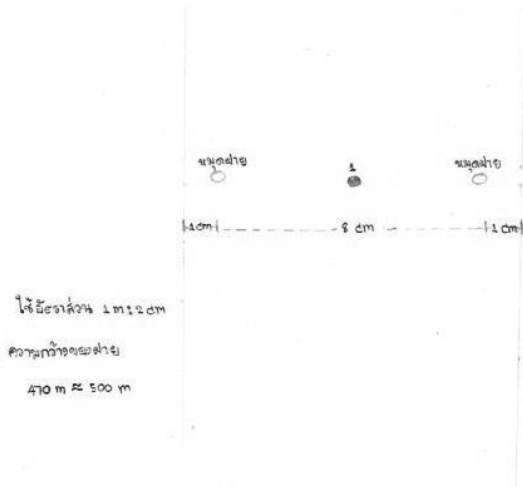
คำอธิบายสัญลักษณ์

- ★ ฝ่ายชลประทาน
- ลำห้วย
- น้ำแม่ปาน

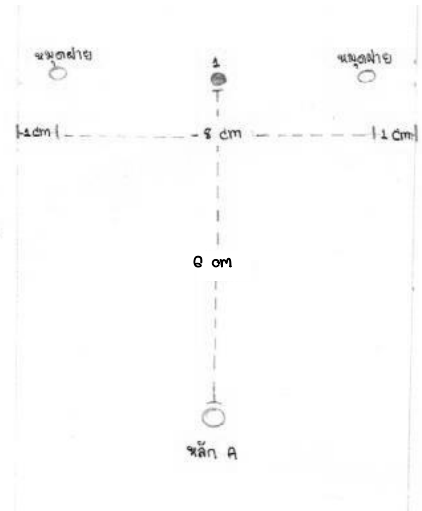
1:80,000



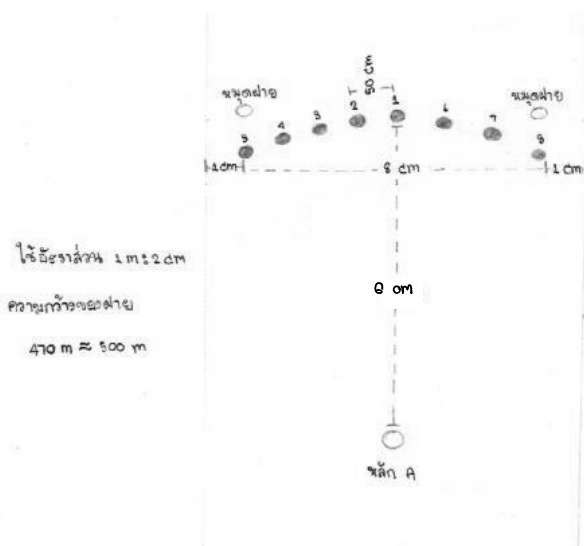
ผังวิธีการตอกหลักฝ่ายชะลอน้ำ (ประกอบวิธีการสร้างฝายชะลอน้ำ หน้า 12-13)



ข้อ 1, 2



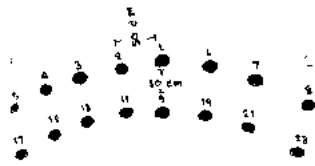
ข้อ 3



ข้อ 4



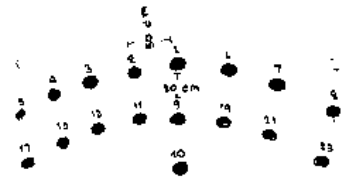
ข้อ 5



โพสิชันของโหนด 1cm : 1 cm
 ความกว้างของแผ่น
 470mm x 500mm

หน้า A

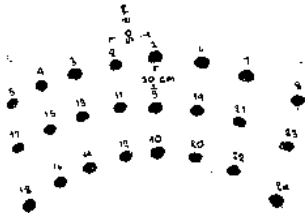
ข้อ 6



โพสิชันของโหนด 1cm : 1 cm
 ความกว้างของแผ่น
 470mm x 500mm

หน้า A

ข้อ 7



โพสิชันของโหนด 1cm : 1 cm
 ความกว้างของแผ่น
 470mm x 500mm

หน้า A

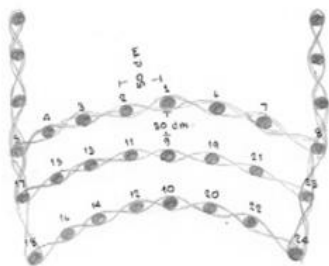
ข้อ 8



โพสิชันของโหนด 1cm : 1 cm
 ความกว้างของแผ่น
 470mm x 500mm

หน้า A

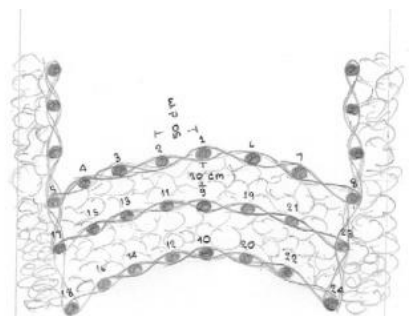
ข้อ 9



โพสิชันของโหนด 1cm : 1 cm
 ความกว้างของแผ่น
 470mm x 500mm

หน้า A

ข้อ 10, 11



โพสิชันของโหนด 1cm : 1 cm
 ความกว้างของแผ่น
 470mm x 500mm

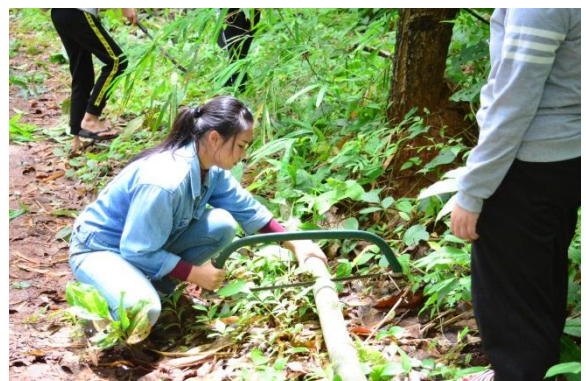
หน้า A

ข้อ 12, 13

การสำรวจและวัดค่าต่างๆ ในลำน้ำแม่ปาน



เตรียมไม้สร้างฝายชะลอน้ำ





สำรวจสภาพฝายชะลอน้ำ



สำรวจฝายชะลอน้ำด้วยโดรน



ร่องรอยของน้ำป่า



ภาพสำรวจจากโดรน

