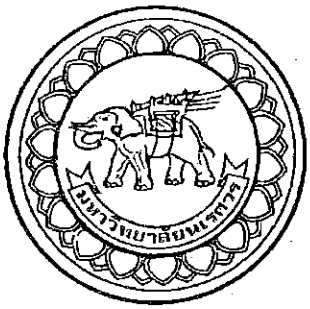
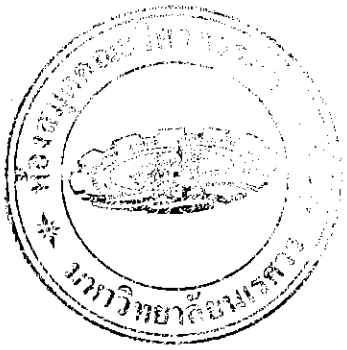




การวิเคราะห์ศักยภาพการดักตะกอนของฝายชะลอน้ำในลุ่มน้ำปัว

Analysis of the potential trap sediment check dams in the watershed Kharagpur

นายธวัชชัย ใจพนะทอง รหัส 51384352

นายวิษณุ หลวงอุประ รหัส 51384352

- 7 ส.ค. 2556

16343326

ห.

มหาวิทยาลัยนเรศวร 6394 ว 2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การวิเคราะห์ศักยภาพการดักตะกอนของฝายชะลอน้ำในลุ่มน้ำปัว

ผู้ดำเนินโครงงาน นายธวัชชัย ใจพนะทอง รหัส 51382631

นายวิษณุ หลวงอุประ รหัส 51384352

ที่ปรึกษาโครงงาน รศ.ดร.สงวน ปัทมธรรมกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ.ดร.สงวน ปัทมธรรมกุล)

.....กรรมการ

(รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การวิเคราะห์ศักยภาพการดักตะกอนของฝายชะลอน้ำในลุ่มน้ำปัว
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธวัชชัย ใจพนะทองรหัส 51382631
	นายวิษณุ หลวงอุประ รหัส 51384352
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร.สงวน ปัทมธรรมกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2554

.....

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ในพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน มีการแผ้วถางป่า ตัดไม้ทำลายป่าจากชาวบ้านเพื่อทำการเกษตรเช่น การปลูกไร่ข้าวโพด การทำไร่เลื่อนลอย ดังนั้นในช่วงฤดูฝนทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินกัดเซาะหน้าดิน และตะกอนดินก็ไหลมาจากพื้นที่ต้นน้ำ ลงมาในแหล่งน้ำต่างๆทำให้แหล่งน้ำเกิดการตื้นเขิน ทำให้เกิดน้ำท่วมบริเวณกลางน้ำและปลายน้ำ การสร้างฝายชะลอน้ำในพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำปัว เพื่อทำการดักตะกอนดินไม่ให้ตะกอนดินที่ไหลมากับลำน้ำสาขาไหลลงลำน้ำปัว และ ชะลอการไหลของน้ำทำให้พื้นที่ป่ามีความอุดมสมบูรณ์ มีน้ำใช้ตลอดปี

ผลการศึกษาพบว่าลุ่มน้ำปัวมีปริมาณตะกอนเฉลี่ย 24337.29 ตัน/ปี มีศักยภาพในการสร้างฝายชะลอน้ำ 19,606 ฝาย ซึ่งจะสามารถดักตะกอนได้ 107,167.7 ลบ.ม ซึ่งฝายชะลอน้ำจะมีความสามารถในการดักตะกอนได้ อย่างน้อย5 ปี ควรมีการขุดลอกและซ่อมแซมฝายชะลอน้ำทุกๆปีก็จะทำให้ฝายมีความสามารถในการดักตะกอนได้ ตลอดไป

Project title	Analysis of the potential trap sediment check dams in the watershed Kharagpur
Name	Mr.Tawatchai Jaipanathong ID. 51382631
	Mr. Witsanu Luangaupara ID. 51384352
Project advisor	Assoc. Pnrf. Dr. Sanguan Patamatamkul
Department	Civil Engineering
Academic year	2011

.....

Abstract

The upper part of the Pua basin in Pua District Nan Province is currently subjected to deforestation activities such as farmer's shifting cultivation to grow maize Therefore the area is heavily eroded and resulting in sedimentation of the water resources in the basin's middle part and lower part which cause flooding problem. Construction of check weirs in the upper watershed area will trap the eroded soil and reduce the sedimentation and flooding problems. Furthermore, the stored water in the check weirs is released in the dry season, thus reducing the water shortage problem.

It was found that the average annual sediment quantity is 24,337.29 tons. There are 19,606 potential check weir sites which can trap about 107,167 cubic meters sediment. Therefore, the check weirs can trap sediment for at least five years. It is recommended that annual dredging and maintenance of the check weirs should be undertaken for the long lasting utilization of the check weirs.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์สงวน ปัทมธรรมกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแก่ผู้ทำโครงงานวิจัย ในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ กระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้โดยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณข้าราชการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่อำเภอปัว จังหวัดน่าน ที่ได้สนับสนุนและให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ ที่เอื้อให้โครงการนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ประโยชน์และคุณค่าที่พึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นคุณประโยชน์ แก่ประชาชนที่ได้รับความเดือดร้อนจากการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ณ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ถ้าขาดบุคคลผู้มีพระคุณ บุพการีผู้ให้กำเนิด อาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

คณะผู้จัดทำ

นายธวัชชัย ใจพนะทอง

นายวิษณุ หลวงอุประ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ก
บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
สารบัญตาราง ช
สารบัญรูป ฌ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 แผนการดำเนินงาน 3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4
2.1 ประเภทของการพังทลาย 4
2.2 ขบวนการกร่อนของดิน (Soil Erosion) 5
2.3 รูปแบบของฝายชะลอน้ำ (Check Dam) 14

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....30

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.....30

4.2 ศึกษาข้อมูลจากแผนที่ 1: 50000 ของลุ่มน้ำป๋ัว.....34

4.3 การประเมินการสูญเสียดินโดยใช้สมการการสูญเสียดินจากสมการ USLE.....43

4.4 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ในลุ่มน้ำป๋ัว.....51

4.5 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ.....58

4.6 การประมาณราคาฝายชะลอน้ำ.....67

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป.....74

5.2 ข้อเสนอแนะ.....74

บรรณานุกรม.....75

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การประเมินค่า K factor ของดินในที่สูง (ดินดอน).....7

2.2 การประเมินค่า K factor ของดินต่ำ (ดินนา).....8

2.3 การคำนวณ L factor จากสมการ $L = (X/22.13)^M$.....10

2.4 C factor ค่าปัจจัยของการจัดการพืช.....12

2.5 ค่า P สำหรับการปลูกพืชตามแนวระดับ.....13

2.6 ค่า P สำหรับการปลูกพืชสลับขวางความลาดเอียง.....13

2.7 ค่า P สำหรับการสร้างคันดินตามแนวระดับ.....14

2.8 ระยะห่างระหว่างฝายชะลอน้ำที่เหมาะสมกับร่องน้ำที่มีความลาดชันต่าง ๆ กัน.....27

4.1 สถิติภูมิอากาศและศักย์การคายระเหยน้ำในพื้นที่ศึกษา.....31

4.2 ฝนเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละท้องที่ของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำปัว.....33

4.3 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำปัว ลุ่มน้ำปัว.....35

4.4 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำขว้าง ลุ่มน้ำปัว.....39

4.5 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำย่อ ลุ่มน้ำปัว.....40

4.6 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำคูณ ลุ่มน้ำปัว.....41

4.7 ข้อมูลจำนวนลำห้วยในลุ่มน้ำปัว.....42

4.8 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำปัว ลุ่มน้ำปัว.....43

4.9 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำขว้าง ลุ่มน้ำปัว.....47

4.10 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำย่อ ลุ่มน้ำปัว.....48

4.11 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำคูณ ลุ่มน้ำปัว.....49

4.12 สรุปปริมาณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ในลุ่มน้ำปัว.....51

4.13 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำปัว.....52

4.14 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำขว้าง.....55

4.15 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำย่อ.....56

4.16 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำคูณ.....57

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.17 สรุปการวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำลุ่มน้ำปัว.....58

4.18 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วยในลำน้ำปัว ลุ่มน้ำปัว 59

4.19 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วยในลำน้ำขว้าง ลุ่มน้ำปัว.....62

4.20 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วยในลำน้ำย่าง ลุ่มน้ำปัว.....64

4.21 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วย ในลำน้ำคูณ ลุ่มน้ำปัว.....65

4.22 สรุปการวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว.....66

4.6.1.3 รายการประมาณราคาฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานคอกหมู.....68

4.6.2.3 รายการประมาณราคาฝายชะลอน้ำแบบกึ่งถาวร.....70

4.6.3.3 รายการประมาณราคาฝายชะลอน้ำแบบถาวร.....72

4.24 การประมาณราคาก่อสร้างฝายชะลอน้ำ.....73

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ฝายผสมผสานแบบคอกหมู.....15
2.2 ฝายผสมผสานแบบไม้ไผ่.....17
2.3 ฝายผสมผสานแบบกระสอบ.....18
2.4 ฝายผสมผสานแบบตาข่าย (GABION).....19
2.5 ฝายผสมผสานแบบหินทิ้ง.....20
2.6 ฝายผสมผสานแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน.....21
2.7 ฝายต้นน้ำลำธารแบบกึ่งถาวร.....23
2.8 ฝายต้นน้ำลำธารแบบถาวร.....24
2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝายชะลอน้ำ กับความสูงของฝายชะลอน้ำที่มีความลาดชันต่าง ๆ กัน Heede (1977).....26
4.1 แผนที่ 1: 50000 ลุ่มน้ำปัว และการแบ่งพื้นที่สันปันน้ำ.....34
4.2 การแบ่งพื้นที่สันปันน้ำของลำห้วย.....35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากสถานการณ์ในปัจจุบัน ในพื้นที่ต้นน้ำลำน้ำปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน มีการแผ้วถางป่า ตัดไม้ทำลายป่าจากชาวบ้านและนายทุนเพื่อทำการเกษตรเช่น การปลูกไร่ข้าวโพด การทำไร่เลื่อนลอย ซึ่งการทำการเกษตรเช่นนี้ทำให้ไม่มีป่าไม้ ต้นไม้ ที่เป็นพืชคลุมดิน ในช่วงเวลาฤดูฝนก็จะทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินกัดเซาะหน้าดิน และตะกอนดินก็ไหลมาจากพื้นที่ต้นน้ำ ลงมาในแหล่งน้ำต่างๆทำให้แหล่งน้ำเกิดการตื้นเขิน ในเมื่อแม่น้ำตื้นเขินก็จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภัยพิบัติน้ำท่วม ภัยแล้ง การสร้างฝายชะลอน้ำในพื้นที่ต้นน้ำต่างๆของลำน้ำปัว เพื่อทำการดักตะกอนดินไม่ให้ตะกอนดินที่ไหลมากับลำน้ำสาขาไหลลงลำน้ำปัว และ ชะลอการไหลของน้ำทำให้พื้นที่ป่ามีความอุดมสมบูรณ์ มีน้ำใช้ตลอดปี โครงการนี้จะมุ่งศึกษาไปที่การสร้างฝายชะลอน้ำเพื่อดักตะกอน ในลำน้ำสาขาของแม่น้ำปัว ว่าควรมีการเพิ่มฝายชะลอน้ำ ณ ที่จุดใดอีกบ้าง และฝายชนิดไหนที่เหมาะสม กับบริเวณในเขตลุ่มน้ำปัว เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. วิเคราะห์การสูญเสียดิน
2. วิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำในลุ่มน้ำปัว
3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการดักตะกอนของฝายชะลอน้ำในลุ่มน้ำปัว

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงข้อมูลการดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ

2. ทราบประสิทธิภาพของการดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ

3. ทราบข้อมูลการสูญเสียดินของลุ่มน้ำปัว

4. เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ในลุ่มน้ำปัว

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

พื้นที่ศึกษา ได้แก่ลุ่มน้ำปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน ข้อมูลที่นำมาเสนอรวบรวมมาจากหน่วยงานในท้องที่ หรือ จากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. รวบรวมข้อมูล จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. สำรวจพื้นที่ ที่ก่อสร้างฝายชะลอน้ำ

3. วิเคราะห์สังเคราะห์ ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ

1.6 แผนการดำเนินการ

เดือน / กิจกรรม	พฤศจิกายน 1 2 3 4	ธันวาคม 1 2 3 4	มกราคม 1 2 3 4	กุมภาพันธ์ 1 2 3 4
1. การนำเสนอโครงงาน	← →			
2. ตรวจดูสถานที่ทำโครงงาน	← →			
3. ติดต่อข้อมูลจากสำนักงานที่เกี่ยวข้อง	← →	← →		
4. วิเคราะห์ปัญหาที่ เกิดขึ้น		← →	← →	← →
5. เขียนโครงการ			← →	← →

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.7.1 ค่าจัดทำรูปเล่ม	1,000 บาท
1.7.2 ค่าเดินทาง	1,000 บาท
รวมเป็นเงิน	2,000 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

การพังทลายของดินเป็นกระบวนการเสื่อมสลายของภูเขาทางธรณีวิทยาซึ่งใช้ระยะเวลายาวนาน เกิดขึ้นได้ในทุกสภาพของพืชพรรณและเป็นสิ่งสำคัญต่อการเกิดดิน การพังทลายเป็นกระบวนการหลุดออก การเคลื่อนที่และการตกตะกอนของดินโดยผ่านน้ำหรือลม

2.1 ประเภทของการพังทลาย

2.1.1. การพังทลายจากเม็ดฝน (Raindrop or spark erosion) เป็นผลจากการกระจายของเม็ดดิน เนื่องจากการตกกระทบของเม็ดฝนลงสู่พื้นดินที่ว่างเปล่าอัตราการพังทลายประเภทนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ,ดิน ,ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะเฉพาะของพืชพรรณที่อยู่ในพื้นที่หยดน้ำที่ตกลงบนพื้นผิวดินที่ว่างเปล่า ทั้งจากฝนที่ตกลงมาโดยตรงหรือตกลงมาจากต้นไม้ที่ปกคลุมอยู่ จะทำให้เกิดการแตกตัวของดินเป็นอนุภาคดินที่แยกออกจากกันอนุภาคของดินเหล่านี้จะรวมตัวกันเกิดเป็นชั้นโคลนบางๆซึ่งมีผลทำให้การซึมของน้ำผ่านผิวดินลดลงทำให้น้ำท่าไหลบ่ามากขึ้น กระบวนการนี้ก่อให้เกิดการสูญเสียอนุภาคดินขนาดเล็ก

2.1.2. การพังทลายแบบแผ่น (sheet erosion) การเคลื่อนย้ายของชั้นบางๆ ของดินมากหรือน้อยแตกต่างกันไปลักษณะ การชะล้างพังทลายของดินแบบนี้จะสังเกตได้ยากเนื่องจากมีการสูญเสียปริมาณของดินในแต่ละครั้งที่มีพายุมีจำนวนน้อย อย่างไรก็ตามขบวนการที่เกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปนี้ จะสะสมต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี

2.1.3. การพังทลายแบบริ้ว (Rill erosion) การพังทลายแบบแผ่นตามที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเกิดขึ้นบนผิวของดินที่เรียบและลาดชันอย่างสม่ำเสมอซึ่งตามสภาพความเป็นจริงแล้วจะพบได้ไม่มากนักในพื้นที่เพาะปลูก ดังนั้นน้ำฝนมักสะสมอยู่ก่อนตามพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอ จากนั้นจะเริ่มไหลลงไปตามทางที่ไหลง่ายที่สุดหรือมีความต้านทานน้อยที่สุดกระบวนการนี้จะทำให้เกิดริ้วน้ำขนาดเล็กบนผิวดินขึ้น ซึ่งริ้วน้ำเหล่านี้สามารถกำจัดได้โดยการไถพรวนดิน

2.1.4. การพังทลายแบบร่อง (Gully erosion) เป็นการพังทลายแบบริ้วที่มีความรุนแรงมากขึ้น ริ้วน้ำที่ไม่ได้รับการจัดการจะถูกชะล้างจนมีขนาดลึกและกว้างขึ้นจากการไหลของน้ำที่มากขึ้นจนกระทั่งเกิดเป็นร่องที่ใหญ่ขึ้นมักเริ่มเกิดขึ้นจากรอยทางการเคลื่อนย้ายของเครื่องมือหรือฝูงปศุสัตว์ คุณสมบัติที่เป็นตัวกำหนดการไหลของน้ำท่าในลุ่มน้ำจะเป็นตัวกำหนดอัตราการชะล้างพังทลายแบบร่อง เช่น ลักษณะของเนื้อดิน ขนาดและรูปร่างของร่องน้ำ และความลาดชันของร่องน้ำ กระบวนการเกิดของร่องน้ำ

2.1.5. การพังทลายฝั่งลำน้ำ (Stream bank erosion) เป็นการเกิดร่องน้ำและการกัดเซาะริมตลิ่งโดยกระแสน้ำไหล การกัดเซาะริมตลิ่งเป็นรูปแบบการกัดเซาะด้วยกระแสน้ำที่พบเห็นได้ทั่วไป โดยเฉพาะส่วนริมตลิ่งด้านนอกที่เริ่มเป็นแนวโค้งในลำธารที่มีความคดเคี้ยว ฝั่งลำน้ำจะถูกกัดเซาะโดยน้ำไหลบ่าที่ไหลเทมายังตลิ่ง โดยการขุดลอกหรือการกัดเซาะ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพังทลายของตลิ่ง คือ ความเร็วและทิศทางการไหลของน้ำ ความลึกและความกว้างของร่องน้ำ รวมทั้งลักษณะของเนื้อดิน การนำเอาต้นไม้ที่ปกคลุมริมฝั่งน้ำออกจะเป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดการพังทลายเร็วยิ่งขึ้น

2.1.6. การพังทลายจากดินถล่ม (Landslide erosion) การพังทลายจากดินถล่ม พบได้ปกติตามหุบเขาที่ลาดชันหากมีฝนตกหนัก ดินจะอิ่มตัวด้วยน้ำและมีน้ำหนักมากขึ้น ในขณะเดียวกันน้ำจะทำให้แรงยึดจับของอนุภาคดินลดลง แรงโน้มถ่วงของโลกจะทำให้ดินเลื่อนตกลงมา

2.1.7. การพังทลายโดยลม (Wind erosion) จะคล้ายคลึงกับการพังทลายแบบแผ่น แต่เป็นการกระทำจากแรงลมแทนที่จะเป็นน้ำ

2.2 ขบวนการกร่อนของดิน (Soil Erosion)

การชะล้างพังทลาย ทั้งนี้ ประสิทธิภาพจะเพิ่มมากขึ้นถ้ามีหญ้าปกคลุมทางน้ำ การประเมินการสูญเสียดินโดยใช้สมการการสูญเสียดินจากสมการ USLE The Universal Soil Loss Equation

$$A = R K L S C P \qquad (2\text{-}1)$$

ความหมายของค่าที่ใช้ในสมการ

A factor คือค่าเฉลี่ยปริมาณดินที่สูญเสีย ของแปลงปลูกพืช ต่อหน่วยพื้นที่ หน่วยวัดเดิมเป็นตันต่อเอเคอร์ต่อปี ปัจจุบันใช้สมการที่แปลงหน่วยเป็น ตัน ต่อ เฮคแตร์ ต่อ ปี

R factor คือ ปัจจัยของฝนในปีปกติ เป็นผลรวมรอบปีของผลคูณระหว่างพลังงานจลน์ของฝนที่ตกแต่ละครั้ง กับอัตราการตกของฝนในช่วงที่ฝนตกมีพลังงานจลน์สูงสุดคือ ช่วงความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาที จึงเรียกพลังงานจลน์ของฝนว่า EI30และนำมาสร้างเป็นสมการหาค่า R factor สำหรับประเทศไทย มีทั้งจากค่า EI30 และ KE>1 ค่า EI30เป็นค่าที่เหมาะสมกับปริมาณฝนของประเทศไทย คือ

$$R = 0.4669\,X - 12.1415 \quad (r = 0.9482) \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ **R** คือ ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี)

X คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตรต่อปี)

K factor คือ ปัจจัยความคงทนต่อการกร่อนของดิน เป็นค่าตัวเลข ค่าน้อยที่สุดตั้งแต่0.04 สำหรับดินที่ยากต่อการกร่อน จนถึง 0.6 สำหรับดินที่ง่ายต่อการกร่อนที่สุดค่า K ได้จากการศึกษาในแปลงทดลองมาตรฐาน คำนวณปริมาณดินแล้วหารด้วยค่า R ของฝนที่ตกแต่ละครั้ง กรมพัฒนาที่ดินประเมินค่า K factor ของชุดดินของชุดดินต่างๆทั่วประเทศที่มีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อ่านค่าจากแผนภูมิ Nomograph และสรุปผลเพื่อมาใช้งานได้ง่าย แยกตามดินดอน-ดินนา ภูมิภาคที่ตั้งของดิน และชนิดของเนื้อดินบน ดังตาราง 2.1 , 2.2 นี้

ตารางที่ 2.1 การประเมินค่า K factor ของดินในที่สูง (ดินดอน)

เนื้อดินบน	ตอ.น	เหนือ	กลาง	ตอ.	ใต้
Sand	-	-	-	0.05	0.04
Loamy Sand	0.04	0.05	0.08	0.07	0.04
Sandy loam	0.24	0.27	0.34	0.19	0.2
Loam	0.29	0.33	0.33	0.3	0.33
Silt loam	0.37	0.49	0.56	0.21	0.4
Silt	-	-	-	-	-
Sandy Clay loam	0.24	0.21	0.2	0.25	0.19
Clay loam	0.25	0.24	0.28	0.3	0.29
Silty Clay loam	0.46	0.35	0.38	0.37	0.31
Sandy Clay	-	-	0.15	-	-
Silty Clay	0.23	0.21	0.26	0.19	0.22
Clay	0.13	0.15	0.14	0.12	0.11

ตารางที่ 2.2 การประเมินค่า K factor ของดินต่ำ (ดินนา)

เนื้อดินบน	ตอ.น	เหนือ	กลาง	ตอ.	ใต้
Sand	-	-	-	0.05	0.04
Loamy Sand	0.05	0.06	0.07	0.08	0.04
Sandy loam	0.26	0.3	0.26	0.34	0.3
Loam	0.35	0.35	0.43	0.33	0.34
Silt loam	0.34	0.34	0.47	0.44	0.39
Silt	-	-	-	-	0.57
Sandy Clay loam	0.2	0.22	0.21	0.23	0.21
Clay loam	0.36	0.27	0.29	0.35	0.31
Silty Clay loam	0.43	0.42	0.29	0.38	0.21
Sandy Clay	-	0.17	0.17	0.18	0.18
Silty Clay	0.27	0.27	0.23	0.29	0.29
Clay	0.15	0.18	0.18	0.14	0.14

L factor คือ ปัจจัยความยาวของความลาดเอียง (Slope length) เป็นค่าตัวเลขไม่มีหน่วย ค่านี้เป็นสัดส่วนการสูญเสียดินของความลาดเอียงหนึ่ง เปรียบเทียบกับของแปลงทดลองมาตรฐานในสภาพแวดล้อมอื่นและชนิดของดินที่เหมือนกัน สำหรับแปลงทดลองมาตรฐานความยาวของความลาดเอียง22.13เมตร ลาดเอียง9% L factorมีค่าเท่ากับ1 สามารถประเมินอย่างง่าย โดยใช้สมการ

$$L = (X/22.13)^{M} \qquad (2\text{-}3)$$

เมื่อ X คือ ระยะทางตามแนวราบของแปลง นับจากจุดน้ำเริ่มไหลถึงจุดที่มีน้ำไหลมารวมกัน หน่วยเป็นเมตร

M คือ เลขยกกำลังผันแปรตามลาดชัน มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของการกร่อนแบบ rill และ interill ที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ ค่าMมาก ถ้าพื้นที่ลาดเอียงมาก ค่า M น้อยถ้าพื้นที่ลาดเอียงน้อย ค่า M ที่นำมาใช้มีแหล่งอ้างอิงจาก 3 แหล่งคือ 1. Wischmeier et al , 1978

2. McCool et al , USDA 1997 3. Toxopeus , ITC 1997

L = (X/22.13)0.2 พื้นที่ลาดชัน 0 – 1 % (1)

L = (X/22.13)0.3 พื้นที่ลาดชัน 1.1 – 3 % (1)

L = (X/22.13)0.4 พื้นที่ลาดชัน 3.1 – 5 % (1)

L = (X/22.13)0.5 พื้นที่ลาดชัน 5.1 – 21 % (2)

L = (X/22.13)0.7 พื้นที่ลาดเกิน 21 % (3)

ตารางที่ 2.3 การคำนวณ L factor จากสมการ $L = (X/22.13)^M$

ค่าX (เมตร)	ค่าLคำนวณจากสมการ เมื่อความลาดชันเป็น				
	0-1%	1-3%	3-5%	5-21%	>21%
22	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996
30	1.063	1.096	1.129	1.164	1.237
40	1.126	1.194	1.267	1.344	1.531
50	1.177	1.277	1.385	1.503	1.769
60	1.221	1.349	1.490	1.647	2.010
70	1.259	1.413	1.585	1.779	2.239
80	1.293	1.470	1.672	1.901	2.459
90	1.324	1.523	1.753	2.017	2.670
100	1.325	1.572	1.828	2.126	2.874
110	1.378	1.618	1.899	2.229	3.072
120	1.402	1.661	1.966	2.329	3.265
150	1.466	1.776	2.150	2.603	3.817
200	1.553	1.936	2.412	3.006	4.669
300	1.684	2.186	2.837	3.682	6.202

S factor คือ ค่าปัจจัยความลาดเอียง เป็นค่าตัวเลขไม่มีหน่วย ค่านี้เป็นสัดส่วนการสูญเสียดินของความลาดเอียงหนึ่ง เปรียบเทียบกับของแปลงทดลองมาตรฐานในสภาพแวดล้อมอื่นและชนิดของดินที่เหมือนกัน สำหรับแปลงทดลองมาตรฐาน ลาดเอียง9% L factor มีค่าเท่ากับ 1 การประเมินอย่างง่าย ถ้าความลาดเอียงเป็น 0-9% ใช้สมการที่แนะนำ (1) Wischmeier & Smith , 1978 ถ้าลาดเอียงมากกว่า9%.ให้ใช้สมการแนะนำโดย (2) Meilerier ดังนี้

พื้นที่ความลาดเอียง 0-9% ใช้สมการ $S = 0.065+0.045s+0.0065s^2$ (2-4)

พื้นที่ความลาดเอียง >9% ใช้สมการ $S = 6.4 \times \sin(\text{atan}(s/100))0.75 \times \cos(\text{atan}(s/100))$ (2-5)

เมื่อ s คือ ค่าปัจจัยความลาดเอียง

C factor คือ ค่าที่แสดงความหมายถึง สัดส่วนของการสูญเสียดินระหว่างวิธีการจัดการปลูกพืชนั้น กับแปลงทดลองมาตรฐานในสภาพแวดล้อมอื่นและชนิดของดิน ที่เหมือนกันกับ ที่ใช้ค่า K factor เป็นค่าตัวเลขไม่มีหน่วยค่าน้อยสุดตั้งแต่0.001 สำหรับป่าไม้ธรรมชาติที่ปกคลุมเต็มพื้นที่จนถึง 1แปลงทดลองมาตรฐานซึ่งไม่มีพืชปกคลุมดิน วิธีปลูกพืชทุกชนิด มีค่า C factor น้อยกว่า 1 ดังตาราง 2.4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 C factor ค่าปัจจัยของการจัดการพืช

ประเภทการใช้ที่ดิน	กลาง-ต.ต	เหนือ	ตอ.น	ตะวันออก	ใต้
นาข้าว	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
พืชไร่	0.485	0.474	0.525	0.485	0.322
ไม้ยืนต้น	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16
ไม้ผล	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
พืชสวน	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
ไร่หมุนเวียน	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ทุ่งหญ้า	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
เกษตรผสมผสาน	0.225	0.225	0.225	0.225	0.225
ป่าไม้พลัดใบ	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ป่าพลัดใบ	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
สวนป่า	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
วนเกษตร	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

P factor คือ ค่าแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำหนึ่งๆ กับแปลงทดลองมาตรฐานที่มีการไถพรวนดินขึ้น – ลง ตามความลาดเอียงและปล่อยให้ว่างไม่มีพืชคลุมดินเป็นค่าตัวเลขไม่มีหน่วย ค่าน้อยที่สุดตั้งแต่ 0.1 สำหรับบันไดดิน จนถึง 1 สำหรับแปลงทดลองมาตรฐานมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทุกประเภท มีค่า P factor น้อยกว่า 1 และแปลงตามความลาดเอียงของพื้นที่ ถ้าใช้หลายมาตรการผสมผสานร่วมกัน การประเมินค่าให้นำ P แต่ละมาตรการมาคูณกัน

ตารางที่ 2.5 ค่า P สำหรับการปลูกพืชตามแนวระดับ

Slope	ความยาวสูงสุด	ค่า P
1-2	120	0.6
3-5	90	0.5
6-8	60	0.5
9-12	40	0.6
13-16	25	0.7
17-20	18	0.8
21-25	15	0.9
มียกร่องตามแนวระดับ (contour ridge) = contouring x 0.5		

ตารางที่ 2.6 ค่า P สำหรับการปลูกพืชสลับขวางความลาดเอียง

Slope	ความกว้างของแถบพืช	ค่า P (เมื่อปลูกพืชสลับกับหญ้า)
1-2	120	0.3
3-5	90	0.25
6-8	60	0.25
9-12	40	0.3
13-16	25	0.35
17-20	18	0.4
21-25	15	0.45

ตารางที่ 2.7 ค่า P สำหรับการสร้างคันดินตามแนวระดับ

Slope	ค่า P เมื่อบนคันดินปลูกพืชแบบ Contouring	ค่า P เมื่อบนคันดินปลูกพืชแบบ Stripcropping	ค่า P เมื่อมีทำในระบบคันดินด้วยทางระบายน้ำ
1-2	0.6	0.3	0.12
3-5	0.5	0.25	0.1
9-12	0.6	0.3	0.12
13-16	0.7	0.35	0.14
17-20	0.8	0.4	0.16
21-25	0.9	0.45	0.18

2.3 รูปแบบของฝายชะลอน้ำ (Check Dam)

2.3.1 ฝายต้นน้ำลำธารแบบผสมผสาน

ฝายต้นน้ำลำธารแบบผสมผสานมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการดักตะกอน เศษวัสดุต่าง ๆ ที่ไหลมากับน้ำและช่วยลดความเร็วหรือชะลอการไหลของน้ำ ซึ่งในการก่อสร้างฝายต้นน้ำลำธารแบบผสมผสาน ลำห้วยควรมีความกว้างประมาณ 3 – 5 เมตร ลึกประมาณ 0.50 – 1.00 เมตร มีรูปแบบต่างๆ พอสรุปได้ 6 ชนิดดังนี้

2.3.1.2 ฝายผสมผสานแบบคอกหมู

ฝายผสมผสานแบบคอกหมู เป็นฝายที่ใช้ไม้หลักเป็นแกนยึดตีเป็นกรอบล้อมรอบ ภายในบรรจุวัสดุต่างๆ เช่น กระสอบฟางบรรจุดินวางทับ กระสอบฟางบรรจุทรายและปูนซีเมนต์อัตราส่วน 1 : 10 หรือใช้หินเรียงด้านในคอกหมู เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่เราสามารถจะหาได้ในท้องถิ่น

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ไม้ท่อนขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาวประมาณ 1 – 1.20 เมตร
2. ไม้ท่อนขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 - 6 นิ้ว ความยาวขึ้นอยู่กับความกว้างของลำห้วย
3. กระสอบฟางบรรจุดินหรือบรรจุทรายกับปูนซีเมนต์ อัตราส่วน 1:10 หรือหิน
4. ตะปู ขนาด 5 – 6 นิ้ว

วิธีการก่อสร้าง

1. สำรวจและคัดเลือกพื้นที่
2. ปรับพื้นที่ขุดลอกดินพื้นห้วยออกให้ลึกประมาณ 0.5–1.00 เมตร ตลอดแนวสร้างโดยให้ขุดเข้าไปข้างฝั่งลำห้วยด้านละ0.50–1.00 เมตร
3. วางไม้ท่อนขวางลำห้วยตามแนวที่ขุด
4. ตอกหลักไม้ท่อนให้แน่น ลึกประมาณ 0.30 เมตร
5. ใช้ไม้วางคอกหมู ตอกตะปูให้ยึดติดกัน
6. วางกระสอบฟางบรรจุดินหรือกระสอบฟางบรรจุทรายกับปูนซีเมนต์อัตราส่วน 1 : 10 หรือวางหินเรียงในช่องว่างของคอกหมู
7. ใช้ไม้ท่อนตีทับหลังตัวฝายหากจะให้แข็งแรงก็ใช้ไม้ค้ำยันด้านหลังตัวฝาย

รูปที่ 2.1 ฝายผสมผสานแบบคอกหมู

2.3.1.2 ฝายผสมผสานแบบไม้ไผ่

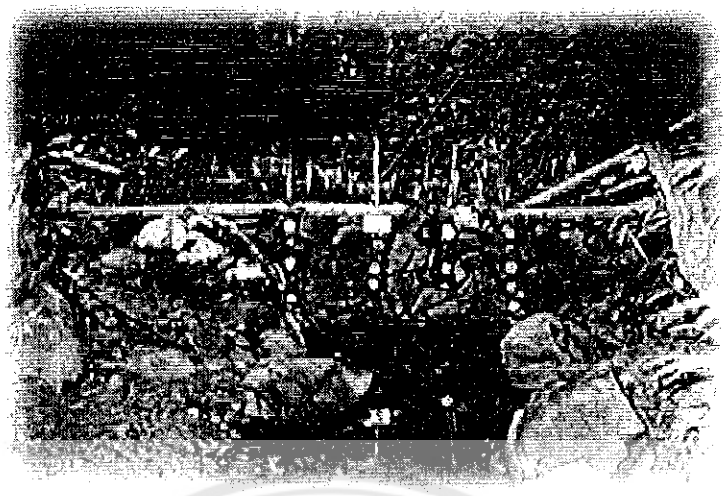
ฝายผสมผสานแบบไม้ไผ่ เป็นฝายที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีไม้ไผ่จำนวนมาก โดยใช้ลำไม้ไผ่เป็นแกนยึดและทำเป็นกรอบ ภายในบรรจุดินและตอกหลักด้วยไม้ไผ่ในการยึดดินเพื่อความแข็งแรง ด้านหลังของฝายเรียงด้วยหินใหญ่ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ First Order Stream

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ไม้ไผ่ลำขนาด 1 – 1.5 นิ้ว ขนาดความยาว 1 – 1.50 เมตร
2. ไม้ไผ่ลำขนาด 3 – 4 นิ้ว ความยาวขึ้นอยู่กับความกว้างของลำห้วย
3. ไม้ไผ่ฟาก ยาวประมาณ 1 เมตร
4. หินใหญ่
5. ดิน

วิธีการก่อสร้าง

1. สำรวจและคัดเลือกพื้นที่
2. ปรับพื้นที่ ขุดลอกดินก้นห้วยออกให้ลึกประมาณ 0.50 – 1.00 เมตรและกว้างประมาณ 1.00 เมตรตลอดแนวก่อสร้างโดยให้ขุดดินเข้าไปข้างลำห้วยด้านละประมาณ 0.50 – 1.00 เมตร
3. วางไม้ไผ่ขวางลำห้วย ซึ่งเจาะรูที่หัวและระหว่างข้อ ระยะห่างประมาณ 0.80 – 1.00 เมตร (ขึ้นอยู่กับความกว้างลำห้วย)
4. วางไม้ไผ่ ซึ่งเจาะรูที่หัวและท้ายปลายโผล่ประมาณ 20 เซนติเมตรวางตามยาวลำห้วย โดยให้รูของไม้ไผ่ที่วางลำห้วยและที่วางขวางตามยาวลำห้วยตรงกัน แล้วใช้ไม้ไผ่ขนาด 1 – 1.50 นิ้ว ตอกยึดให้ลึกลงในดินประมาณ 0.30- 0.50 เมตร แล้วเอาไม้ไผ่ที่เจาะรูตามขนาดซึ่งเตรียมไว้ใส่สลับไขว้กันจนได้ระดับที่ต้องการ
5. ใช้ไม้ไผ่ฟากวางกั้นด้านในของไม้ไผ่ที่วางขวางลำห้วยทั้งด้านหน้าฝายและหลัง
6. ขนดินใส่ระหว่างช่องว่างของไม้ไผ่ฟากทั้งสองด้านเมื่อได้ระยะ ความสูงประมาณ 0.50 เมตร ใช้ไม้ไผ่หลักขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 –1.50 นิ้ว ตอกลงไปยึดดินให้ดูระยะห่างตามความเหมาะสม แล้วใส่ดินให้เต็มตัวฝายเสร็จแล้วใช้ไม้ไผ่หลักตอกลงไปอีกเพื่อยึดดินให้แน่นและแข็งแรง
7. เอาหินเรียงบริเวณด้านหน้าและด้านหลังของฝาย



รูปที่ 2.2 ฝายผสมผสานแบบไม้ไผ่

2.3.1.3 ฝายผสมผสานแบบกระสอบ

ฝายผสมผสานแบบกระสอบเหมาะสำหรับลำห้วยที่มีความลาดชันน้อย มีปริมาณน้ำไหลไม่มากและลำห้วยมีขนาดไม่กว้างมาก บริเวณที่เรียกว่า First Order Stream

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. กระสอบฟาง
2. ดินหรือทรายผสมซีเมนต์ อัตราส่วน 1 : 10
3. ไม้หลักท่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว หรือไม้ไผ่ขนาด 1.50 นิ้ว ยาวประมาณ 1.00 – 1.50 เมตร

วิธีการก่อสร้าง

1. สำรวจและคัดเลือกพื้นที่
2. ปรับพื้นที่ ขุดลอกดินก้นห้วยออกให้ลึกประมาณ 0.5 เมตร กว้างประมาณ 1.00 เมตร
3. วางกระสอบดินหรือทรายผสมซีเมนต์ซ้อนทับประมาณ 3 หรือ 4 แถว

4. ใช้ไม้หลักท่อนหรือไม้ไผ่กลมตอกลงบนกระสอบ เพื่อยึดกระสอบให้แข็งแรง แล้ววางกระสอบซ้อนทับอีกให้ได้ระดับที่ต้องการ และเอาไม้ท่อนหรือไม้ไผ่กลมตอกลงบนกระสอบ เพื่อยึดให้แน่น ซึ่งระยะห่างของหลักให้ดูตามความเหมาะสม

รูปที่2.3 ฝายผสมผสานแบบกระสอบ

2.3.1.4 ฝายผสมผสานแบบตาข่าย (GABION)

ฝายผสมผสานแบบตาข่าย แบ่งออกเป็น 3 แบบ

1. ฝายผสมผสานแบบตาข่ายแบบที่ 1 เทคอนกรีตทับหลัง

วิธีการก่อสร้าง

ปรับพื้นที่ให้แน่นและเรียบ โดยใช้หินรองพื้นกว้างประมาณ 80 – 100 ซม. วางตาข่ายอะลูมิเนียมซึ่งผูกมัดกับโครงเหล็กเส้น แล้วเททับด้วยคอนกรีตหนาประมาณ 10 ซม. จากนั้นใช้หินใหญ่วางสลับให้เต็มโครงตาข่าย ขนาดกว้าง 50 ซม. สูง 30 ซม. ความยาวตามความกว้างของตัวฝาย (โดยเจาะลึกไปในผนังของลำห้วยทั้งสองด้าน ด้านละ 50 –100 ซม.) แล้วใช้หินใหญ่วางสลับทับอีกชั้นหนึ่ง จนเต็มเสมอขอบตาข่าย ใช้เหล็กเส้นยึดเป็นช่วงๆ แล้วใช้คอนกรีตเททับอีกชั้นหนึ่ง หนาประมาณ 10 ซม. เพื่อยึดหินและตาข่ายให้แข็งแรงและใช้เป็นสันฝายเสร็จแล้วใช้หินใหญ่วางทั้งด้านหน้าและหลังของตัวฝาย สูงประมาณ 30 – 50 ซม. เพื่อเสริมความแข็งแรง หรืออาจใช้ไม้ไผ่ตอกเป็นเสาเข็มป้องกันหินลื่นไหล ก็จะช่วยให้ตัวฝายมีความคงทนมากยิ่งขึ้น

2. ฝายผสมผสานแบบตาข่ายแบบที่ 2 ไม่เทคอนกรีตทับหลัง

วิธีการก่อสร้าง

รูปแบบและการใช้วัสดุก่อสร้างแบบเดียวกับแบบที่ 1 แตกต่างกันเฉพาะ ใช้ตาข่ายผูกยึดปิดด้านบนตัวฝายเพียงอย่างเดียว โดยไม่ใช้คอนกรีตเททับตรงส่วนกลางและด้านบน ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการก่อสร้างในพื้นที่หน่วยจัดการต้นน้ำ ทั้งในพื้นที่ชุ่มน้ำและห้วยแห้ง

3. ฝายผสมผสานแบบตาข่ายแบบที่ 3 ไม่เทฐานและทับหลัง

วิธีการก่อสร้าง

เตรียมพื้นฐานให้แน่นและเรียบ เช่นเดียวกับแบบที่ 1 และ 2 วางตาข่ายอะลูมิเนียม ขนาดกว้าง 50 ซม. สูง 70 ซม. ยาวตามความกว้างของลำห้วย แล้วเรียงหินใหญ่-เล็กให้เต็ม ปิดด้านบนด้วยตาข่ายอะลูมิเนียมอีกครั้งหนึ่ง (ไม่ต้องเทซีเมนต์ทับด้านฐานและด้านบน เช่นแบบที่ 1-2) จากนั้นเรียงหินทั้งด้านหน้า – หลังฝาย ความสูงประมาณ 50 ซม. เพื่อเพิ่มความคงทน และแข็งแรง และอาจใช้ไม้ไผ่ตอกเป็นเสาเข็มเสริมอีกชั้นหนึ่งก็ได้ และ ถ้าต้องการกักเก็บน้ำก็ให้ใช้กระสอบฟางบรรจุทรายผสมซีเมนต์ อัตราส่วน 8 : 2 วางทับด้านหน้าฝายอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งสามารถเพิ่มปริมาณน้ำได้ตามขนาดความสูงของกระสอบทราย

รูปที่2.4 ฝายผสมผสานแบบตาข่าย (GABION)

2.3.1.5 ฝายผสมผสานแบบหินทิ้ง

ฝายผสมผสานแบบหินทิ้งเหมาะสำหรับพื้นที่หรือลำห้วยที่มีหินจำนวนมาก ความลาดชันน้อย ปริมาณการไหลของน้ำในลำห้วยไม่มาก บริเวณส่วนที่เรียกว่า First Order Stream ซึ่งสามารถจะทำได้ทั้งฝายหินทิ้งธรรมดาและฝายหินทิ้งมีคอนกรีตยาแนวช่องว่างระหว่างหิน

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ไม้ท่อนเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้วยาวประมาณ 1 – 1.20 เมตร
2. ไม้ท่อนเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 – 4 นิ้ว ความยาวขึ้นอยู่กับความกว้างของลำห้วย จำนวน 4 ท่อน
3. ปูนซีเมนต์และทราย (กรณีใช้ปูนซีเมนต์ผสมทรายยาแนวระหว่างก้อนหิน) จำนวนขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของลำห้วย
4. ตะปูขนาด 5 นิ้ว

วิธีการก่อสร้าง

1. สำรวจคัดเลือกพื้นที่
2. ปรับพื้นที่ขุดลอกดินก้นห้วยออกให้ลึกประมาณ 0.50 เมตร กว้างประมาณ 1.00 เมตร
3. ตอกหลักไม้ท่อนให้แน่นตามแนวขวางลำห้วย ระยะห่างประมาณ 1 เมตร
4. นำไม้ท่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 – 4 นิ้ว มาวางนอนขวาง ตีตะปูยึดกับหลักไม้ท่อน ระยะห่างประมาณ 0.30 เซนติเมตร
5. นำหินมาเรียงกันด้านหน้าและหลังของไม้ท่อน โดยมีไม้ท่อนเป็นแกนยึด
6. สำหรับในกรณีที่บริเวณลำห้วยเป็นหิน ไม่สามารถตอกหลักเป็นท่อนได้ ให้ใช้ก้อนหินมาเรียงเป็นชั้น แล้วใช้ปูนซีเมนต์ผสมทรายยาแนวระหว่างก้อนหินทั้งสองด้าน

รูปที่2.5 ฝายผสมผสานแบบหินทิ้ง

2.3.1.6 ฝายผสมผสานแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน

ฝายผสมผสานแบบภูมิปัญญาชาวบ้านเป็นฝายที่เป็นภูมิปัญญาชาวบ้านในภาคเหนือ ใช้กั้นลำห้วย ลำธาร หรือแม่น้ำ เพื่อทดน้ำเข้าลำเหมืองไปใช้ในการทำนา ซึ่งมีการร่วมมือร่วมแรง ร่วมใจกัน ทำมาเป็นระยะเวลานานหลายร้อยปีแล้ว มีความคงทนแข็งแรง แต่ต้องมีการซ่อมแซมและบำรุงรักษากันทุก ๆ ปี

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ไม้ท่อนหรือไม้ไผ่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 – 6 นิ้ว
2. ไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 – 4 นิ้ว
3. ทราย หิน กิ่งไม้ ใบไม้ในพื้นที่

วิธีการก่อสร้าง

1. สำรวจคัดเลือกพื้นที่
2. ตอกหลักไม้ท่อนหรือไม้ไผ่ขวางลำห้วยหรือแม่น้ำเป็นแถวยาวระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร และตามยาวลำน้ำหรือลำห้วยระยะห่างประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3.00 – 4.00 เมตร
3. ใช้ไม้ไผ่ผ่าครึ่งนำมาวางด้านหน้าหลักไม้ท่อนที่ตอกลงไปตั้งแต่ด้านหลังของตัวฝายขึ้นไปเรื่อยถึงหน้าฝาย
4. นำเศษไม้ ใบไม้ ทราย หรือ วัสดุที่หาได้รอบบริเวณนั้น มาใส่ตามช่องระหว่างไม้ไผ่ผ่า

รูปที่ 2.6 ฝายผสมผสานแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน

2.3.2 ฝายต้นน้ำลำธารแบบกึ่งถาวร

ฝายต้นน้ำลำธารแบบกึ่งถาวรเป็นฝายชนิดหินก่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นฝายที่มีความมั่นคงแข็งแรงพอสมควร ซึ่งจะดำเนินการก่อสร้างบริเวณ Second Order Stream หรือ Third Order Stream ของลำห้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดความรุนแรงหรือชะลอการไหลของน้ำ
2. เพื่อช่วยกักเก็บตะกอนที่ไหลลงมากับน้ำ
3. เพื่อสร้างความชุ่มชื้นให้แก่พื้นที่สองฝั่งลำห้วยบนพื้นที่ต้นน้ำ
4. เพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
2. ปูนซีเมนต์ผสม
3. หิน ทราย หินใหญ่
4. - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 12 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 9 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร
5. ลวดผูกเหล็ก

วิธีการก่อสร้าง

1. สำรวจจุดก่อสร้าง วัดความกว้างของลำห้วย
2. ปรับพื้นที่ที่จะก่อสร้างตามแนวขวางลำห้วย เปิดหน้าดิน
3. ขุดฐานรากให้ลึกถึงระดับดินแข็งหรือชั้นหินลึกประมาณ 0.70 – 1.00 เมตร
4. ผูกเหล็กวางฐานราก เทคอนกรีตอัตราส่วน 1 : 2 : 4 (ปอร์ตแลนด์) ตามแบบ
5. ตั้งเหล็กแกนกลาง ผูกเหล็กตามแบบ
6. ก่อหินเรียงเป็นแบบด้านหน้าและหลัง มีเหล็กเป็นแกนกลางโดยใช้ ปูนซีเมนต์ผสม
7. เทคอนกรีตลงในแกนเหล็กระหว่างช่องว่างของหินก่อเรียง 1: 2: 4 (ปอร์ตแลนด์)

รูปที่ 2.7 ฝายต้นน้ำลำธารแบบกึ่งถาวร

2.3.3 ฝายต้นน้ำลำธารแบบถาวร

ฝายต้นน้ำลำธารแบบถาวร เป็นฝายชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก มีความมั่นคงแข็งแรง ซึ่งจะดำเนินการก่อสร้างในตอนปลายของลำห้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดความรุนแรงหรือชะลอการไหลของน้ำในลำห้วย
2. เพื่อสร้างความชุ่มชื้นให้แก่พื้นที่สองฝั่งลำห้วยบนพื้นที่ต้นน้ำ
3. เพื่อช่วยกักเก็บตะกอนที่ไหลลงมากับน้ำในลำห้วยลำธารบนพื้นที่ต้นน้ำ
4. เพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ประโยชน์ในด้านการอุปโภคบริโภคแก่ชุมชนและสัตว์ป่าตลอดจนการทำการเกษตรกรรมและปศุสัตว์บางส่วนบนพื้นที่ต้นน้ำ

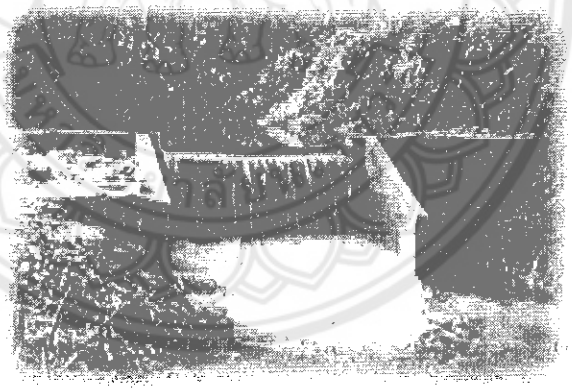
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
2. หิน ทราย
3. - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร
4. ไม้แบบก่อสร้าง , ตะปู 2 นิ้ว , ตะปู 3 นิ้ว , ตะปู 4 นิ้ว

5. ท่อ PVC เส้นฝ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และวาวล์ขนาด 4 นิ้ว

วิธีการก่อสร้าง

1. สำรวจจุดก่อสร้าง วัดขนาดความกว้างของลำห้วย
2. วัดระดับสันเขื่อน ระดับระบายน้ำ
3. ขุดฐานรากให้ลึกจนถึงระดับดินหรือชั้นหิน ประมาณ 0.70 – 1.00 เมตร
4. ผูกเหล็กวางตอม่อเทคอนกรีตอัตราส่วน 1: 2 : 4
5. ผูกเหล็กวางฐานรากของตัวฝาย วางแบบ เทคอนกรีตอัตราส่วน 1: 2 : 4
6. วางท่อ PVC เพื่อใช้ระบายน้ำและทราย
7. ผูกเหล็ก ตั้งเสา วางโครงเหล็กตามแบบแปลน
8. ตั้งไม้แบบ
9. เทคอนกรีต อัตราส่วน 1: 2 : 4
10. ถอดแบบ
11. เก็บงาน



รูปที่ 2.8 ฝายต้นน้ำลำธารแบบถาวร

2.4 แนวทางการก่อสร้างฝายชะลอน้ำ

2.4.1 การเลือกสถานที่ก่อสร้าง

ในการเลือกจุดที่ก่อสร้างฝายชะลอน้ำ ปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือประโยชน์ที่จะได้รับจากฝาย ไม่ว่าจะเป็นด้านการอนุรักษ์ต้นน้ำ ด้านนิเวศวิทยาต้นไม้ ด้านเกษตรกรรมตลอดจนด้านชุมชน นอกจากนี้การกำหนดพื้นที่ที่จะก่อสร้างต้องขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ความจำเป็นและความเหมาะสมอื่น ๆ ประกอบอีกด้วย

2.4.2 การเลือกวัสดุสำหรับก่อสร้าง

รูปแบบของฝายชะลอน้ำ สามารถแบ่งแยกออกตามวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ วัสดุที่หาได้จากธรรมชาติ เช่น เศษไม้ ปลายไม้ และเศษวัชพืช หินขนาดต่าง ๆ ที่หาได้ในพื้นที่ และวัสดุที่ต้องจัดซื้อ เช่น ปูนซีเมนต์ เหล็กเส้น กรวด ทราย การเลือกวัสดุในการก่อสร้างขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดและวัตถุประสงค์ รวมทั้งสภาพพื้นที่ ปริมาณน้ำ และปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละจุด

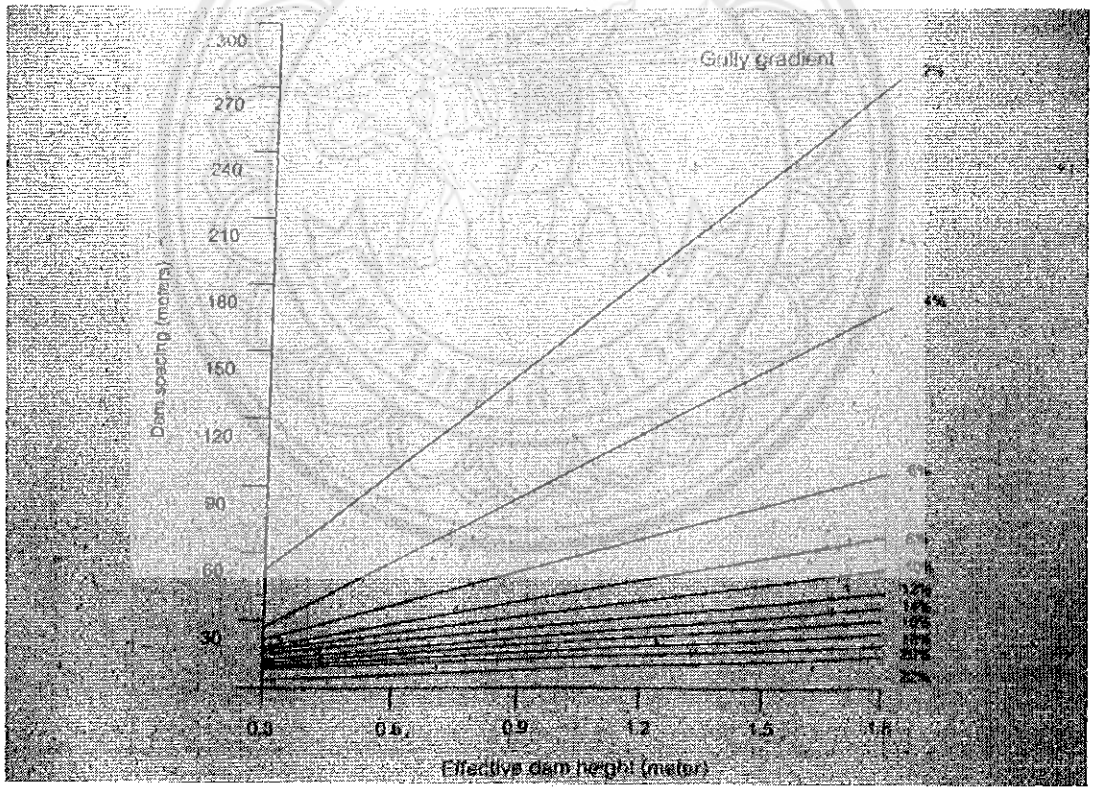
2.4.3 การกำหนดขนาดของฝายชะลอน้ำ

ขนาดของฝายไม่มีการกำหนดขนาดตายตัว ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) พื้นที่รับน้ำของแต่ละลำห้วย
2) ความลาดชันของพื้นที่
3) สภาพของดินและการชะล้างพังทลายของดิน
4) ปริมาณน้ำฝน
5) ความกว้าง – ลึกของลำห้วย
6) วัตถุประสงค์ของการก่อสร้าง

2.4.4 การหาจำนวนฝายชะลอน้ำที่เหมาะสม

พงษ์ศักดิ์ และ วารินทร์ (2547) จากผลการศึกษาการหาจำนวนที่เหมาะสมของฝายชะลอน้ำ เมื่อนำข้อมูลความสูงที่เหมาะสมของฝายชะลอน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฝายที่สร้างด้วยหินเรียง (loose rock dam) ซึ่งเป็นฝายชะลอน้ำที่นิยมสร้างกันมานานในประเทศไทย มีค่าความสูงที่เหมาะสมเท่ากับ 0.6 เมตร (Thames,1981) มาประยุกต์ใช้กับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝายชะลอน้ำกับความสูงของฝายชะลอน้ำที่มีความลาดชันต่าง ๆ กัน ตามรูปที่ 2.9 (Heede,1977) จะพบว่าระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างฝายชะลอน้ำ จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามการลดลงของความลาดชันของร่องน้ำกัดเซาะ ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.8



รูปที่ 2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝายชะลอน้ำ กับความสูงของฝายชะลอน้ำที่มีความลาดชันต่าง ๆ กัน Heede (1977)

ตารางที่ 2.8 ระยะห่างระหว่างฝายชะลอน้ำที่เหมาะสมกับร่องน้ำที่มีความลาดชันต่าง ๆ กัน

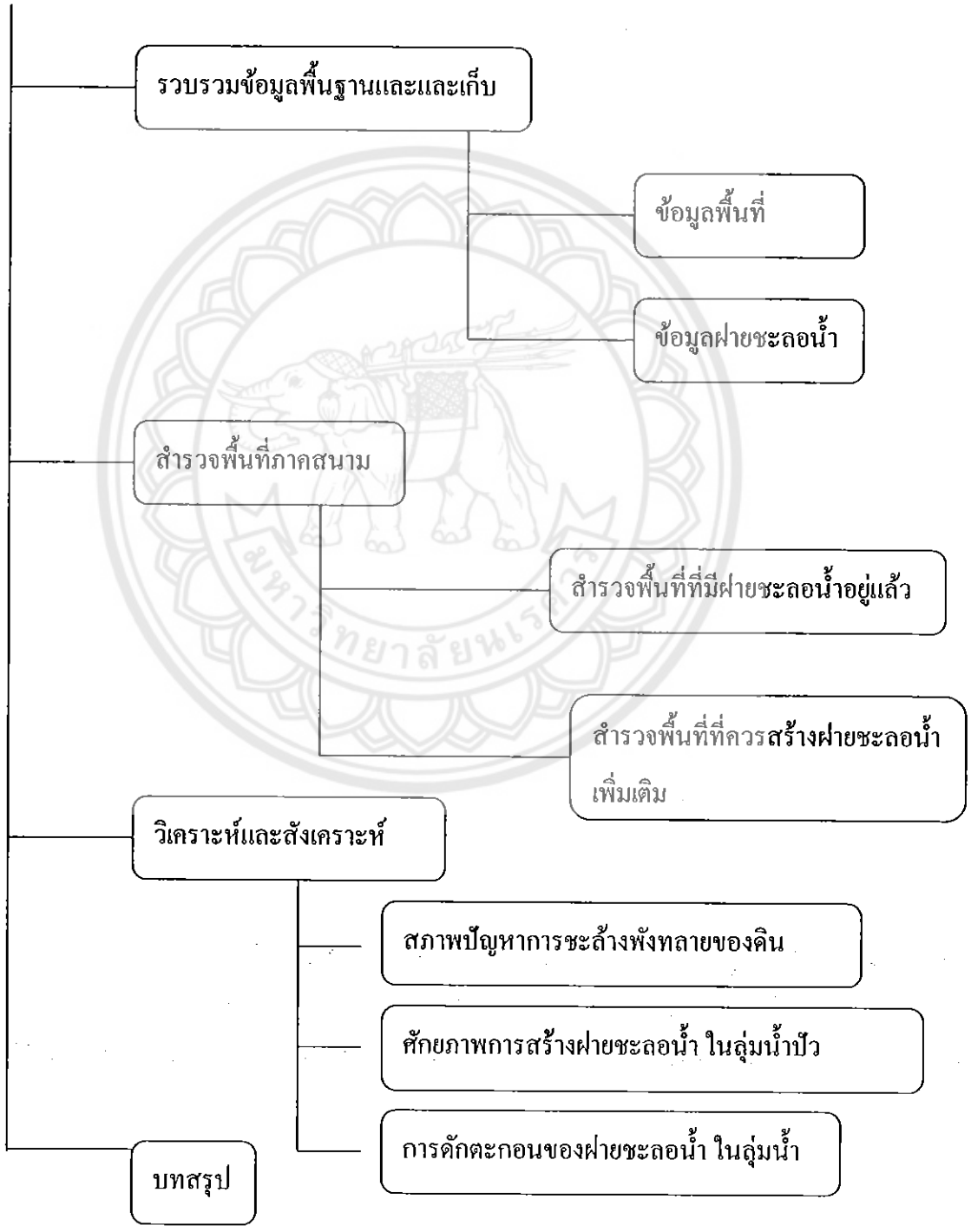
ความลาดชัน (%)	ระยะห่าง (เมตร)	ความลาดชัน (%)	ระยะห่าง(เมตร)
2	98	14	16
4	54	16	14
6	36	18	12
8	27	20	10
10	20	>22	8
12	18		

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 แผนการดำเนินโครงงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติการ



รูปที่ 3.1 ผังแสดงขั้นตอนและลำดับการศึกษา

3.2 การรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปัว สามารถหาได้จากการศึกษาจากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ (มาตราส่วน1:50000)

2. ข้อมูลฝายชะลอน้ำ สามารถค้นหาได้จาก หนังสือ และ เว็บไซต์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น โครงการพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว หน่วยงานเอกชน กรมป่าไม้ เป็นต้น

3.3 สำรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน

1. สำรวจพื้นที่ ที่มีฝายชะลอน้ำอยู่แล้ว

2. สำรวจพื้นที่ ที่ควรสร้างฝายชะลอน้ำเพิ่มเติม

3.4 วิเคราะห์และสังเคราะห์

1. สภาพปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

2. ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ในลุ่มน้ำปัว

3. การคัดตะกอนของฝายชะลอน้ำ ในลุ่มน้ำปัว

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

4.1.1 ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำปัว

จาก สมบัติ ชื่นชูกลิ่น 2553 โครงการการจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชุมชน ลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำน่าน ลุ่มน้ำปัว มีพื้นที่ต้นน้ำและขอบเขตการใช้น้ำอยู่ในเขตท้องที่เฉพาะของอำเภอปัว จังหวัดน่าน เท่านั้น มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 404 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 18.2 ของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน) มีลำน้ำปัวเป็นแม่น้ำสายหลักที่มีจุดกำเนิดจากดอยค่างฮ้อ (+1904 ม.รทก.) ดอยขุนน้ำน่าน (+1830) ที่มีอาณาเขตติดต่อกับดอยภูแบว (จุดกำเนิดแม่น้ำน่าน) เริ่มจากอุทยานแห่งชาติดอยภูคาไหลผ่านเทือกเขาสูงจากตำบลภูคา สกาด สู่พื้นที่ราบเชิงเขาในตำบลสถาน ไชยวัฒนา ปัว เจดีย์ชัย แงง แล้วไหนออกสู่แม่น้ำน่านที่บ้านศาลาสบปัว ตำบลเจดีย์ชัย(+227) มีลำน้ำสาขา คือ น้ำขว้าง น้ำย้อ และ ลำน้ำกูน ที่มีจุดกำเนิดจากดอยภูคาเช่นกันไหลจากตำบลภูคา ผ่านตำบลวรนคร ศิลาแลง และปัว จะเห็นได้ว่าลำน้ำปัวซึ่งมีน้ำไหลตลอดปีมีความยาวประมาณ 56.3 กิโลเมตร จะมีความลาดเทตลอดลำน้ำเฉลี่ย 1.9 % โดยทางตอนต้นน้ำเหนือฝายปัว (+274) จะมีความลาดเทของลำน้ำชันมากถึง 2.85 % ส่วนทางด้านท้ายน้ำของฝายปัวลงไปจรดลำน้ำน่านยาวประมาณ 20.3 กิโลเมตร จะมีความลาดเทของลำน้ำช่วยนี้เฉลี่ย 0.23% จึงเห็นได้ว่าลำน้ำปัวช่วงเหนือฝายปัวจะมีความลาดเทชันมากประกอบกับมีการทำไร่เลื่อนลอยในพื้นที่ต้นน้ำกระแสน้ำจึงไหลแรงทำให้มีการกัดเซาะตลิ่งสูงและเกิดตะกอนจำนวนมากไปตกจมในแหล่งน้ำเหนือฝายให้ตื้นเขินโดยเร็วขึ้น

4.1.2 สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ลุ่มน้ำปัว

จาก สมบัติ ชื่นชูกลิ่น 2553 โครงการการจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชุมชน ลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำน่าน เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำปัวมีภูเขาล้อมรอบที่มีทั้งป่าอุดมสมบูรณ์และป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ราบทำการเกษตรอยู่ติดกับลำน้ำทำให้ในฤดูฝน บางปีฝนตกมากเกิดสภาพน้ำท่วม น้ำกัดเซาะริมตลิ่งทำให้เกิดผลผลิตเสียหาย บางปีฝนทิ้งช่วงทำให้พื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทานแห้งแล้ง ไม่ได้ผลผลิตเท่าที่ควร ในฤดูหนาวมีอากาศหนาวเป็นอย่าง

มาก และมีอากาศร้องแห้งแล้งในฤดูแล้ง จากสถิติภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ลุ่มน้ำป๋วอยู่บริเวณเขตมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลักษณะภูมิประเทศเป็นแบบภูเขาสูงสลับกับที่ราบ

จากสถิติภูมิอากาศอำเภอทั่งผา จังหวัดน่าน (พ.ศ.2518 - 2547) สรุปได้ว่า มี อุณหภูมิเฉลี่ย 25.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยตลอดปี 78 % ทำให้มีค่าศักย์การคายละเหย ทั้งปีจำนวน 1,097.6 มิลลิเมตร โดยในเดือนเมษายนมีค่าสูงสุด 120 มิลลิเมตร (ด้วยวิธี FAO : เพนแมน – มนทีธ) ปริมาณฝนตกรายปีเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำป๋ว (จาก 4 สถานี อ.ป๋ว อ.ท่าวังผา อ.เชียงกลาง และ อ.ช.ดอยภูคา พ.ศ.2519-2551) 1,845.5 มิลลิเมตร ช่วงเวลาที่เหมาะสมแก่การปลูกพืช จึงเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม โดยจะมีฝนตกกระจาย 10 – 22 วันต่อเดือน

ตารางที่ 4.1 สถิติภูมิอากาศและศักย์การคายระเหยน้ำในพื้นที่ศึกษา

เดือน คายระเหย	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวัน ที่ฝนตก	อุณหภูมิ (^{0}ซ.)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ศักยภาพ (มม.)
มกราคม	8.5	1	20.6	78	71.3
กุมภาพันธ์	7.0	2	22.2	71	81.2
มีนาคม	39.9	3	25.9	67	108.5
เมษายน	109.7	8	28.3	69	120
พฤษภาคม	184.6	14	28.1	78	117.8
มิถุนายน	225.1	15	27.8	81	102
กรกฎาคม	418.6	19	27.1	84	93
สิงหาคม	438.2	20	26.9	85	93
กันยายน	270.5	15	26.7	85	90
ตุลาคม	104.7	9	25.7	83	86.8
พฤศจิกายน	27.6	3	23	80	72
ธันวาคม	11.1	1	20.2	78	62
รวมเฉลี่ยทั้งปี	1,845.5*	110*	25.2	78	1,097.6

*หมายเหตุ สถิติข้อมูลภูมิอากาศที่อ.ท่าวังผา 30 ปี (พ.ศ. 2518 - 2547) ยกเว้นข้อมูลฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำป๋ว

ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น 2553 โครงการการจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชุมชน ลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำน่าน

สำหรับในการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนได้ใช้สถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านและใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย อ.ปง อ.เชียงคำ อ.เชียงม่วง จ.พะเยา อ.ร้องกวาง จ.แพร่ อ.ทุ่งช้าง อ.เชียงกลาง อ.ปัว อ.ช.ดอยภูคา อ.ท่าวังผา อ.บ่อเกลือ อ.สองแคว อ.นาน้อย อ.เวียงสา อ.แม่จริม อ.เมืองน่าน จ.น่าน และส.เกษตรน่าน โดยใช้วิธีฝนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2519-2551 ด้วยรูปโครงข่ายรูปเหลี่ยมทิสเสน โดยพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำปัวจะอยู่ในเขตรับน้ำฝนของ อ.เชียงกลาง อ.ท่าวังผา อ.ปัว และอ.ช.ดอยภูคา ด้วยสัดส่วนร้องละของพื้นที่ศึกษา 0.82 1.67 39.46 และ 58.06 ซึ่งมีฝนเฉลี่ย คือ 1,165.8 1,395.6 1,245.4 2,275.8 มม. ตามลำดับ ดังรูป โดยฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำปัวที่มีพื้นที่ศึกษา 104 ตารางกิโลเมตร มีค่าเท่ากับ 1,845.47 มม.ต่อปี มีฝนตกนาน 110 วัน โดยมีฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม จำนวน 418.6 และ438.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ปริมาณฝนต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 7.0 มิลลิเมตร

จากการวิเคราะห์ฝนสะสมเฉลี่ยสูงสุด 1 2 และ3 วัน ของสถานวัดฝนทั้งสี่แห่ง เพื่อจะใช้ในการศึกษาผนกระทบของน้ำหลากในระยะต่อไป ณ ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2 5 10 20 50 100 200 ปี โดยฝนตกสะสมสูงสุด 1 วันมีค่า 115.3 151.7 175.8 198.8 228.7 251.1 273.4 ฝนสะสม 2 วันมีค่าฝน 162.4 212.3 245.4 277.1 318.2 349.0 379.6 และฝนสะสม 3 วันมีค่า 187.3 243.6 281.0 316.8 363.1 397.8 432.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ

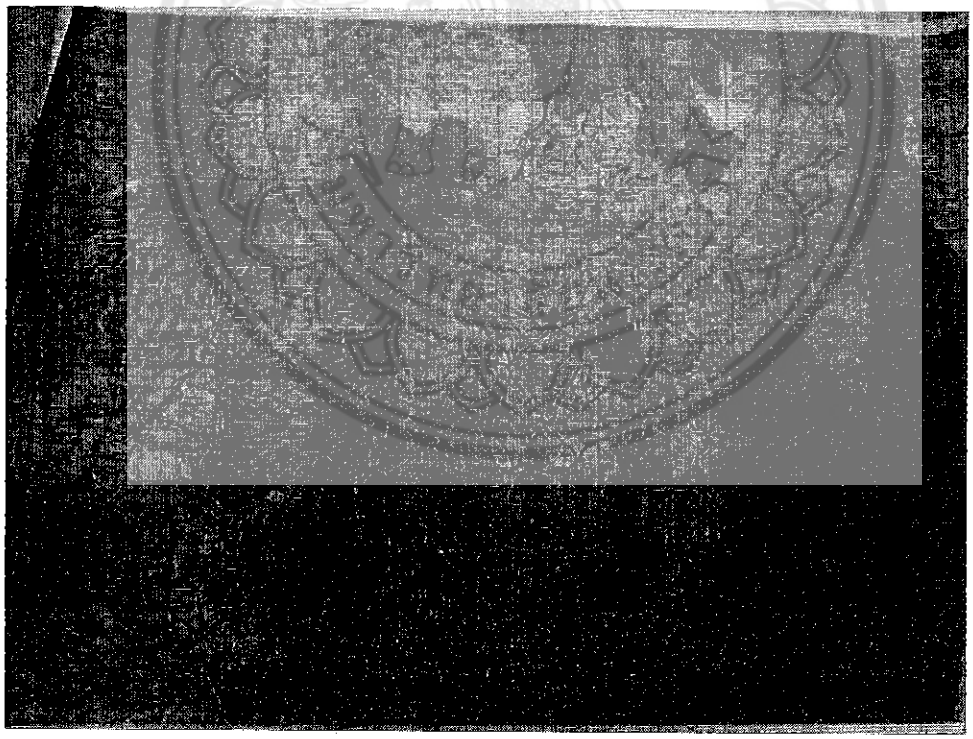
ตารางที่ 4-2 ฝนเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละท้องที่ของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำปัว

ตำบล	พื้นที่	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค	รวม
ต.เจดีย์ชัย	14.5	90.6	170.2	165.6	256.0	282.0	195.8	67.5	20.5	10.6	7.8	9.1	30.1	1,306.0
ต.แงง	4.5	85.9	167.0	161.4	252.9	278.1	193.8	61.9	18.0	10.6	7.0	8.7	30.0	1,276.2
ต.ไชยวัฒ	20.1	61.7	159.7	154.0	249.1	273.8	189.4	56.9	16.9	9.8	6.2	8.3	29.1	1,235.0
ต.ปัว	17.6	81.7	163.6	157.1	249.7	274.0	191.8	56.2	17.2	10.4	6.1	8.4	29.8	1,245.4
ต.ภูคา	229.9	81.0	197.2	266.0	520.6	537.0	318.1	133.2	33.7	11.5	9.8	6.2	46.1	2,205.8
ต.วรนคร	18.8	126.4	163.6	157.1	249.7	274.0	191.8	56.2	17.2	10.4	6.1	8.4	29.8	1,245.4
ต.ศิลาแลง	30.2	81.0	163.6	157.1	249.7	274.0	191.8	56.2	17.2	10.4	6.1	8.4	29.8	1,245.4
ต.สกาด	27.9	116.2	189.7	241.5	459.8	478.0	289.7	115.9	30.0	11.3	9.0	6.7	42.4	1,990.2
ต.สถาน	38.3	81.1	163.1	156.7	249.8	274.0	191.5	56.3	17.2	10.3	6.1	8.4	29.7	1,244.0
ต.ศิลาเพชร	0.8	81.0	163.6	157.1	249.7	274.0	191.8	56.2	17.2	10.4	6.1	8.4	29.8	1,245.4
ต.ป่ากลาง	1.4	81.0	163.6	157.1	249.7	274.0	191.8	56.2	17.2	10.4	6.1	8.4	29.8	1,245.4
ต.ขุนน่าน	0.2	75.3	115.9	159.0	313.7	322.9	190.0	80.6	20.3	6.7	5.9	3.5	27.5	1,321.2
รวม	**404.2**	**109.7**	**184.6**	**225.1**	**418.6**	**438.2**	**270.5**	**104.7**	**27.6**	**11.1**	**8.5**	**7.0**	**39.9**	**1,845.5**

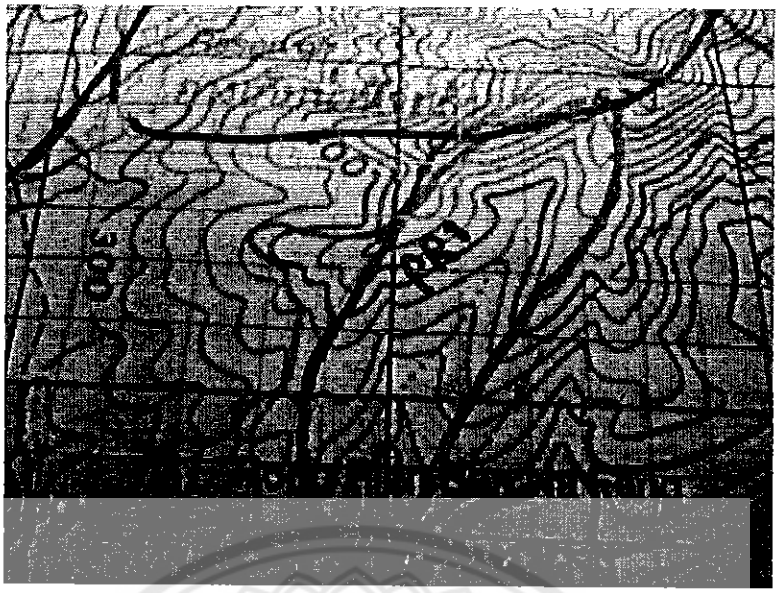
ที่มา สมบัติ ชื่นชูกลิ่น 2553 โครงการการจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชุมชน ลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำน่าน

4.2 ศึกษาข้อมูลจากแผนที่ 1: 50000 ของลุ่มน้ำปัว

ลุ่มน้ำปัวมีขอบเขตอยู่ในเขตท้องที่เฉพาะอำเภอปัว จังหวัดน่าน เท่านั้น มีลำน้ำสาขาคือ น้ำปัว น้ำขว้าง น้ำย่อ และน้ำคูณ ในกรณีนี้ศึกษาเฉพาะพื้นที่ต้นน้ำ ลักษณะการศึกษาคือ แบ่งพื้นที่สันปันน้ำของลำห้วยเล็กๆที่เป็นลำห้วยสาขาของลำน้ำต่างๆ ดังรูป 4.1 , 4.2 จากนั้น ทำการหา slop หาพื้นที่ ของสันปันน้ำแต่ล่ะลำห้วยนั้น ดังตารางที่ 4-3, 4-4, 4-5, 4-6 สำหรับลำห้วยที่ไม่มีชื่อเรียกในแผนที่นั้น เราได้ตั้งชื่อลำห้วย โดยใช่ตัวย่อของลำน้ำเป็นตัวหลัก(ตัวย่อภาษาอังกฤษ) ถ้าลำห้วยอยู่ฝั่งขวา ของลำน้ำ(มองตามลำน้ำ) ให้เติมตัว R ต่อตัวหลัก ถ้าลำห้วยอยู่ฝั่งซ้ายของลำน้ำ ให้เติมตัว L ต่อตัวหลัก แล้วใส่ตัวเลขจากซ้ายไปขวา ตัวอย่างเช่น PR1 PR2 PL1 PL2 เป็นต้น กรณีในลำห้วยมีน้ำไหลหลายสาขา ให้ตั้งชื่อตามเดิมแล้วแล้วใช้ขีดขั้นตามด้วยตัวเลข เช่น PR5-1 PR5-2 PR5-3 เป็นต้น



รูป 4.1 แผนที่ 1: 50000 ลุ่มน้ำปัว และการแบ่งพื้นที่สันปันน้ำ



รูป 4.2 การแบ่งพื้นที่สันปันน้ำของลำห้วย

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำปัว ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	ระดับเส้นชั้นความสูง ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)
PR1	260-400	1168	12.06%	0.472
PR2	320-440	688	17.70%	0.305
PR3	320-440	703	17.30%	0.472
PR4	360-600	3555	6.76%	4.194
PR5-1	480-700	687	37.26%	0.333
PR5-2	700-900	706	29.50%	0.583
PR5-3	780-1100	1484	22.08%	0.944
PR5-4	800-860	679	8.87%	0.944
PR5-5	800-840	324	12.40%	0.389
PR6	500-1100	1758	32.27%	1.139
PR7-1	800-940	690	20.70%	3.528
PR7-2	740-900	663	24.80%	0.500
PR7-3	760-1060	884	33.37%	0.667
PR7-4	760-1000	1185	20.69%	1.250

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

PR7-5	960-1320	1586	23.30%	1.222
PR7-6	960-1320	1255	22.87%	0.944
PR7-7	900-1100	615	36.50%	0.527
PR7-8	920-1100	1667	17.00%	2.472
PR8	700-900	1593	12.65%	2.472
PL 1	280-400	528	31.16%	0.222
PL 2	320-440	628	22.87%	0.528
PL 3-1	320-500	638	26.60%	0.694
PL 3-2	400-500	246	44.40%	0.250
PL 4-1	440-700	725	38.40%	0.278
PL 4-2	400-800	986	44.40%	0.361
PL 5-1	400-800	1045	41.40%	0.611
PL 5-2	600-800	435	51.80%	0.389
PL 6	400-740	935	39.00%	0.333
PL 7	400-800	1076	40.00%	0.750
PL 8	400-1100	1637	47.30%	0.750
PL 9-1	700-1100	1116	47.30%	0.750
PL 9-2	600-1100	1203	45.70%	0.583
PL 10	500-840	905	40.50%	0.639
PL 11-1	600-1100	1381	38.80%	0.722
PL 11-2	500-1100	1871	33.80%	0.833
PL 12	600-1100	1321	40.88%	0.889
PL 13	560-760	493	44.34%	0.611
PL 14	580-820	750	33.80%	0.611
PL 15	660-960	1011	31.00%	0.444
PL 16	600-900	982	32.00%	0.556

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

PL 17	760-1000	1437	16.90%	1.138
PL 18	800-1000	1400	14.43%	1.111
PL 19	860-1100	1280	19.09%	1.361
PL 20	780-1100	1517	21.57%	0.750
PL 21	780-900	877	11.48%	0.500
PL 22-1	720-1200	2336	20.99%	1.500
PL 22-2	860-1100	1026	24.00%	0.611
PL 22-3	920-1000	394	20.70%	0.278
PL 22-4	620-940	1265	26.14%	0.417
PL 23	700-900	583	36.50%	0.389
PL24	700-1000	920	34.50%	0.391
PL25	880-1300	1453	22.58%	1.528
PL25-1	1060-1360	1042	30.00%	1.472
PL25-2	1060-1400	1054	34.00%	0.833
PL25-3	1080-1500	1295	34.30%	1.667
PL25-4	1020-1340	1172	28.37%	0.528
PL25-5	1000-1440	1447	25.30%	2.694
PL26	800-1400	3185	19.18%	3.167
PL27	800-1200	1660	24.83%	3.055
PL28	740-1100	2254	16.18%	2.361
PL29	860-1100	1311	18.62%	0.972
PL30	820-1300	2023	24.41%	1.944
PL31	860-1000	533	27.18%	0.472
PL32	900-1200	1167	26.60%	1.138
PL33	940-1300	1337	27.95%	1.416
PL34	1100-1400	950	33.26%	0.472
PL35	1040-1400	1307	38.64%	1.944
PL36	1000-1100	1116	51.81%	0.222
PL37	800-1100	1072	29.12%	0.889

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

PL38	820-1200	1282	31.02%	0.694
ห้วยล้า				
LA1-1	360-500	682	20.90%	0.528
LA1-2	380-620	840	29.80%	0.278
LA1-3	500-660	791	20.60%	0.444
LA1-4	500-800	919	34.50%	0.472
LA1-5	520-760	685	37.38%	0.722
LA1-6	500-700	613	34.48%	0.639
LA1-7	480-620	593	24.26	0.556
LA1-8	500-800	1292	23.86%	0.667
LA2	300-600	1386	22.15%	1.028
ห้วยปูด				
P1	720-900	515	37.26%	0.278
P2	540-700	601	27.58%	0.25
P3	620-800	426	46.63%	0.222
P4	640-1200	890	47.20%	0.194
P5	540-720	577	32.58%	0.194
P6	660-1100	1918	23.56%	1.583
ห้วยนา				
N1	300-600	2499	12.09%	2.472

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำขว้าง ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	ระดับเส้นชั้นความสูง ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)
KL1	300-600	1480	20.70%	0.750
KL2	320-520	1144	17.74%	1.250
KL3	380-900	1753	31.06%	0.778
KL4	440-900	1550	31.00%	1.940
KL5	460-1500	1409	51.00%	0.972
KL6	540-1100	1345	45.79%	0.500
KL7	540-1000	1217	40.80%	0.611
KL8	560-920	1212	31.00%	0.778
KL9	580-1000	1476	29.68%	1.028
KL10-1	1000-1400	869	51.80%	0.333
KL10-2	1060-1400	757	50.00%	0.250
KL10-3	1160-1600	917	54.60%	0.444
KL10-4	1200-1600	956	46.00%	0.778
KL10-5	1200-1600	1076	40.00%	0.305
KL10-6	1220-1500	852	34.78%	0.361
KL10-7	1160-1400	994	24.87%	0.333
KL11-1	1060-1300	809	31.00%	0.167
KL11-2	1100-1300	493	44.43%	0.222
KL12	1180-1300	1198	10.06%	3.305
KL13	1240-1500	1441	18.33%	2.138
KR1	480-860	949	43.68%	0.667
KR2-1	640-800	726	22.60%	0.500
KR2-2	620-800	1205	15.00%	0.944

ตารางที่ 4-5 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำย่อ ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	ระดับเส้นชั้นความสูง ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)
YR1	400-660	938	28.82%	0.500
YR2	600-900	710	46.58%	0.250
YR3	680-1000	806	43.24%	0.333
YR4	700-1200	1220	56.49%	0.500
YR5	700-1200	742	91.00%	0.222
YR6-1	700-1000	2051	14.78%	1.640
YR6-2	800-1100	710	46.58%	0.278
YR7	760-1000	1246	19.62%	0.805
YR8	1120-1420	1652	18.46%	1.278
YL1	480-700	561	42.63%	0.305
YL2	560-900	786	47.95%	0.278
YL3	680-900	834	27.33%	0.778

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลลำห้วยสาขาลำน้ำคูณ ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	ระดับเส้นชั้นความสูง ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)
kul 1	400-800	1016	42.80%	0.417
kul 2	440-920	1436	35.45%	0.889
kul 3	480-1000	1481	37.50%	0.528
kul 4	540-1300	2843	27.70%	0.528
kul 4-1	800-1100	739	44.38%	0.444
kul 4-2	800-1200	1027	42.28%	0.222
kul 4-3	800-1200	956	46.00%	0.389
kul 4-4	760-1300	1727	32.90%	0.444
kul 4-5	700-1260	1675	35.46%	0.583
kul 5	560-920	911	43.00%	0.222
kul 6	600-900	859	37.26%	0.139
kul 7	700-1100	964	37.70%	0.250
kul 8	980-1300	926	36.82%	1.333
kul 8-1	760-1100	994	36.40%	0.278
kul 8-2	940-1100	785	35.08%	0.138
kul 8-3	960-1400	974	50.63%	0.194
kul 9-1	560-1560	2203	50.90%	0.528
kul 9-2	960-1500	1279	46.55%	0.389
kul 9-3	980-1460	1284	40.30%	0.305
kul 9-4	740-900	509	33.13%	0.139
kul 10	960-1200	901	27.60%	0.500
kul 11	960-1540	1895	32.13%	0.361
kul 12	980-1560	1955	31.06%	0.528
kul 13	1200-1760	1796	32.80%	1.250
kul 14-1	1440-1800	940	41.40%	0.305

ตารางที่ 4-6 ต่อ

kul 14-2	1440-1800	881	44.72%	0.250
kul 14-3	1300-1600	680	49.09%	0.167
kul 15	1160-1400	687	37.26%	0.222
kur 1	500-1000	1146	48.50%	0.444
kur 2	540-1000	899	59.50%	0.278
kur 3	560-1000	1232	44.40%	0.500
kur 4	580-1000	880	54.30%	0.361

ลุ่มน้ำปัวจะแบ่งลำน้ำได้ 4 สาย ได้แก่ น้ำปัว น้ำขว้าง น้ำย่อ น้ำคูณ และ แต่ละสายจะมีลำห้วยย่อยของแต่ละสาย ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลจำนวนลำห้วยในลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำน้ำ	จำนวนลำห้วย
น้ำปัว	84
น้ำขว้าง	23
น้ำย่อ	12
น้ำคูณ	32
รวม	151

4.3 การประเมินการสูญเสียดินโดยใช้สมการการสูญเสียดินจากสมการ USLE

เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำปัว มีการสูญเสียดินจำนวนมากในแต่ละปี โดยตะกอนดินที่ไหลมากับลำน้ำ ดังนั้นเราจึงมีการประเมินการสูญเสียดิน (ตะกอนดิน) ในที่นี้ใช้ สมการการสูญเสียดินจากสมการ USLE (The Universal Soil Loss Equation) A= R K L S C P เพื่อทราบว่าในแต่ละปี จะมีตะกอนดินไหลลงมาจากพื้นที่ต้นน้ำเท่าไร ดังตารางที่ 4-8, 4-9, 4-10, 4-11 ในที่นี้จะยกตัวอย่างมา 1 ตัวอย่าง เช่น ลำห้วย PR1 มีการสูญเสียดินเท่ากับ

ตารางที่ 4.8 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำปัว ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	R	k	L	S	C	P	A ตัน/เฮกแตร์/ปี	A ตัน/ปี
PR1	0.472	849.52	0.15	7.26	0.81	0.003	0.18	0.4	19.1
PR2	0.305	849.52	0.15	5.58	1.57	0.003	0.18	0.6	18.38
PR3	0.472	59.66	0.15	5.64	1.18	0.003	0.18	0.09	4.25
PR4	4.194	849.52	0.15	40.85	0.71	0.003	0.18	2	837
PR5-1	0.333	849.52	0.15	11	1.71	0.003	0.18	1.29	43.1
PR5-2	0.583	849.52	0.15	11	1.52	0.003	0.18	1.15	67.1
PR5-3	0.944	849.52	0.15	19	1.31	0.003	0.18	1.71	161.67
PR5-4	0.944	849.52	0.15	5.54	0.59	0.003	0.18	0.22	21.23
PR5-5	0.389	849.52	0.15	3.83	0.7	0.003	0.18	0.18	7.17
PR6	1.139	849.52	0.15	21.3	1.62	0.003	0.18	2.38	271.4
PR7-1	3.528	849.52	0.15	5.58	1.68	0.003	0.18	0.66	227.57
PR7-2	0.5	849.52	0.15	10.8	1.48	0.003	0.18	1.1	54.99
PR7-3	0.667	849.52	0.15	13.21	1.56	0.003	0.18	1.42	94.58
PR7-4	1.25	849.52	0.15	7.32	1.57	0.003	0.18	0.79	98.85

ตารางที่ 4-8 ต่อ

PR7-5	1.222	849.52	0.15	8.47	1.32	0.003	0.18	0.77	94.01
PR7-6	0.944	849.52	0.15	7.53	1.43	0.003	0.18	0.74	69.94
PR7-7	0.527	849.52	0.15	10.25	1.48	0.003	0.18	1.04	55.011
PR7-8	2.472	849.52	0.15	8.68	1.28	0.003	0.18	0.76	188.98
PR8	2.472	849.52	0.15	8.48	0.8	0.003	0.18	0.5	115.39
PL 1	0.22	849.52	0.15	9.21	1.41	0.003	0.18	0.9	7168.54
PL 2	0.53	849.52	0.15	10.4	1.32	0.003	0.18	0.95	1844.69
PL 3-1	0.694	849.52	0.15	10.5	1.5	0.003	0.18	0.08	5.28
PL 3-2	0.25	849.52	0.15	5.4	1.36	0.003	0.18	0.51	12.63
PL 4-1	0.278	849.52	0.15	11.5	1.75	0.003	0.18	1.38	38.49
PL 4-2	0.361	849.52	0.15	14.26	1.7	0.003	0.18	1.67	60.21
PL 5-1	0.611	849.52	0.15	14.9	1.5	0.003	0.18	1.54	93.96
PL 5-2	0.389	849.52	0.15	8.04	1.46	0.003	0.18	0.81	31.42
PL 6	0.333	849.52	0.15	13.74	1.6	0.003	0.18	1.51	50.37
PL 7	0.75	849.52	0.15	15.16	1.71	0.003	0.18	1.78	133.78
PL 8	0.75	849.52	0.15	20.34	1.77	0.003	0.18	2.48	185.79
PL 9-1	0.75	849.52	0.15	15.56	1.74	0.003	0.18	1.86	139.72
PL 9-2	0.583	849.52	0.15	16.39	1.77	0.003	0.18	1.99	116.38
PL 10	0.639	849.52	0.15	13.43	1.6	0.003	0.18	1.48	94.48
PL11-1	0.722	849.52	0.15	18.01	1.6	0.003	0.18	1.98	143.16
PL11-2	0.833	849.52	0.15	22.33	1.5	0.003	0.18	2.3	191.99
PL 12	0.889	849.52	0.15	17.5	1.7	0.003	0.18	2.05	181.98
PL 13	0.611	849.52	0.15	8.78	1.53	0.003	0.18	0.93	56.47
PL 14	0.611	849.52	0.15	11.77	1.32	0.003	0.18	1.07	65.32

ตารางที่ 4-8 ต่อ

PL 15	0.444	849.52	0.15	14.51	1.17	0.003	0.18	1.17	51.86
PL 16	0.556	849.52	0.15	14.22	1.36	0.003	0.18	1.33	73.98
PL 17	1.138	849.52	0.15	8.1	0.88	0.003	0.18	0.49	55.81
PL 18	1.111	849.52	0.15	7.95	1.17	0.003	0.18	0.64	71.10
PL 19	1.361	849.52	0.15	7.6	1.17	0.003	0.18	0.61	83.27
PL 20	0.75	849.52	0.15	19.28	1.09	0.003	0.18	1.45	108.45
PL 21	0.5	849.52	0.15	6.3	0.88	0.003	0.18	0.38	19.07
PL22-1	1.5	849.52	0.15	10.27	1.21	0.003	0.18	0.86	128.26
PL22-2	0.611	849.52	0.15	14.17	1.32	0.003	0.18	1.29	78.64
PL22-3	0.278	849.52	0.15	4.22	1.01	0.003	0.18	0.29	8.15
PL22-4	0.417	849.52	0.15	16.98	1.09	0.003	0.18	1.27	53.10
PL 23	0.389	849.52	0.15	9.87	1.21	0.003	0.18	0.82	31.96
PL24	0.391	849.52	0.15	13.59	1.36	0.003	0.18	1.27	49.72
PL25	1.528	849.52	0.15	18.71	1.36	0.003	0.18	1.75	267.54
PL25-1	1.472	849.52	0.15	14.83	1.6	0.003	0.18	1.63	240.34
PL25-2	0.833	849.52	0.15	14.95	1.5	0.003	0.18	1.54	128.53
PL25-3	1.667	849.52	0.15	17.26	1.46	0.003	0.18	1.74	289.05
PL25-4	0.528	849.52	0.15	16.1	1.4	0.003	0.18	1.55	81.89
PL25-5	2.694	849.52	0.15	18.66	1.99	0.003	0.18	2.56	688.36
PL26	3.167	849.52	0.15	12	1.1	0.003	0.18	0.91	287.66
PL27	3.055	849.52	0.15	20.54	0.92	0.003	0.18	1.3	397.24
PL28	2.361	849.52	0.15	10.1	0.97	0.003	0.18	0.67	159.16
PL29	0.972	849.52	0.15	7.7	1.01	0.003	0.18	0.54	52.01
PL30	1.944	849.52	0.15	23.59	1.17	0.003	0.18	1.9	369.20

ตารางที่ 4-8 ต่อ

PL31	0.472	849.52	0.15	9.23	1.05	0.003	0.18	0.67	31.48
PL32	1.138	849.52	0.15	16.05	1.21	0.003	0.18	1.34	152.08
PL33	1.416	849.52	0.15	17.65	1.21	0.003	0.18	1.47	208.1
PL34	0.472	849.52	0.15	13.9	1.5	0.003	0.18	1.43	67.72
PL35	1.944	849.52	0.15	17.37	1.46	0.003	0.18	1.75	339.24
PL36	0.222	849.52	0.15	15.56	1.62	0.003	0.18	1.73	38.51
PL37	0.889	849.52	0.15	14.68	1.53	0.003	0.18	1.55	137.40
PL38	0.694	849.52	0.15	17.14	1.56	0.003	0.18	1.84	127.69
ห้วยล้า									
LA1-1	0.528	849.52	0.15	5.55	1.62	0.003	0.18	0.62	32.67
LA1-2	0.278	849.52	0.15	12.75	1.68	0.003	0.18	1.47	40.98
LA1-3	0.444	849.52	0.15	5.99	1.59	0.003	0.18	0.66	29.10
LA1-4	0.472	849.52	0.15	13.57	1.8	0.003	0.18	1.68	79.33
LA1-5	0.722	849.52	0.15	11.1	2.07	0.003	0.18	1.58	114.15
LA1-6	0.639	849.52	0.15	10.23	1.13	0.003	0.18	0.80	50.83
LA1-7	0.556	849.52	0.15	9.99	0.97	0.003	0.18	0.67	37.07
LA1-8	0.667	849.52	0.15	17.23	1.25	0.003	0.18	1.48	98.85
LA2	1.028	849.52	0.15	18.1	0.92	0.003	0.18	1.15	117.79
ห้วยปูด									
P1	0.278	849.52	0.15	9.05	0.66	0.003	0.18	0.41	11.43
P2	0.25	849.52	0.15	10.09	1.32	0.003	0.18	0.92	22.91
P3	0.222	849.52	0.15	7.93	1.5	0.003	0.18	0.82	18.17
P4	0.194	849.52	0.15	13.28	1.53	0.003	0.18	1.40	27.12
P5	0.194	849.52	0.15	9.8	1.43	0.003	0.18	0.96	18.71

ตารางที่ 4-8 ต่อ

P6	1.583	849.52	0.15	22.73	1.13	0.003	0.18	1.77	279.78
ห้วยนา									
N	2.472	849.52	0.15	9.31	0.79	0.003	0.18	0.51	125.1
รวม									19044.94

ตารางที่ 4.9 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำขว้าง ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	R	K	L	S	C	P	A ตัน/เฮกแตร์/ปี	A ตัน/ปี
KL1	0.75	849.52	0.15	8.18	1.01	0.003	0.18	0.57	42.62
KL2	1.25	849.52	0.15	7.19	1.09	0.003	0.18	0.54	67.41
KL3	0.778	849.52	0.15	21.18	1.28	0.003	0.18	1.87	145.14
KL4	1.94	849.52	0.15	19.58	1.25	0.003	0.18	1.68	326.73
KL5	0.972	849.52	0.15	18.3	1.53	0.003	0.18	1.93	187.27
KL6	0.5	849.52	0.15	17.73	1.8	0.003	0.18	2.20	109.80
KL7	0.611	849.52	0.15	16.53	1.59	0.003	0.18	1.81	110.50
KL8	0.778	849.52	0.15	16.48	1.32	0.003	0.18	1.50	116.46
KL9	1.028	849.52	0.15	18.92	1.68	0.003	0.18	2.19	224.84
KL10-1	0.333	849.52	0.15	13.06	1.77	0.003	0.18	1.59	52.97
KL10-2	0.25	849.52	0.15	11.85	1.71	0.003	0.18	1.39	34.86
KL10-3	0.444	849.52	0.15	13.56	1.43	0.003	0.18	1.33	59.24
KL10-4	0.778	849.52	0.15	13.96	1.46	0.003	0.18	1.40	109.11

ตารางที่ 4-9 ต่อ

KL10-5	0.305	849.52	0.15	15.16	1.39	0.003	0.18	1.45	44.23
KL10-6	0.361	849.52	0.15	12.88	1.25	0.003	0.18	1.11	39.99
KL10-7	0.333	849.52	0.15	14.34	0.75	0.003	0.18	0.74	24.64
KL11-1	0.167	849.52	0.15	12.42	1.28	0.003	0.18	1.09	18.27
KL11-2	0.222	849.52	0.15	8.78	1.28	0.003	0.18	0.77	17.17
KL12	3.305	849.52	0.15	7.36	0.92	0.003	0.18	0.47	153.99
KL13	2.138	849.52	0.15	8.07	1.28	0.003	0.18	0.71	151.97
KR1	0.667	849.52	0.15	13.87	1.5	0.003	0.18	1.43	95.49
KR2-1	0.5	849.52	0.15	0.64	1.66	0.003	0.18	0.07	3.66
KR2-2	0.944	849.52	0.15	7.38	0.88	0.003	0.18	0.45	42.19
รวม									2178.56

ตารางที่ 4.10 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำย่อย ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	R	k	L	S	C	P	A ตัน/เฮกแตร์/ปี	A ตัน/ปี
YR1	0.5	849.52	0.15	13.77	1.21	0.003	0.18	1.15	57.33
YR2	0.25	849.52	0.15	11.33	1.46	0.003	0.18	1.14	28.46
YR3	0.333	849.52	0.15	12.39	1.99	0.003	0.18	1.70	56.50
YR4	0.5	849.52	0.15	16.56	1.43	0.003	0.18	1.63	81.48
YR5	0.222	849.52	0.15	11.69	1.85	0.003	0.18	1.49	33.04
YR6-1	1.64	849.52	0.15	9.63	0.88	0.003	0.18	0.58	0.96
YR6-2	0.278	849.52	0.15	11.33	1.87	0.003	0.18	1.46	40.53
YR7	0.805	849.52	0.15	7.5	1.25	0.003	0.18	0.65	51.93
YR8	1.278	849.52	0.15	8.64	1.09	0.003	0.18	0.65	82.82
YL1	0.305	849.52	0.15	9.61	1.25	0.003	0.18	0.83	25.21

ตารางที่ 4-10 ต่อ

YL2	0.278	849.52	0.15	12.17	1.5	0.003	0.18	1.26	34.92
YL3	0.778	849.52	0.15	12.69	1.25	0.003	0.18	1.09	84.92
รวม									578.08

ตารางที่ 4.11 การคำนวณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ลำห้วยในลำน้ำคูณ ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	R	k	L	S	C	P	A ตัน/เฮกแตร์/ปี	A ตัน/ปี
kul 1	0.417	849.52	0.15	14.57	1.55	0.003	0.18	1.55	64.80
kul 2	0.889	849.52	0.15	18.56	1.57	0.003	0.18	2.01	178.25
kul 3	0.528	849.52	0.15	18.69	1.6	0.003	0.18	2.09	110.22
kul 4	0.528	849.52	0.15	29.93	1.41	0.003	0.18	2.90	153.33
kul 4-1	0.444	849.52	0.15	11.66	1.12	0.003	0.18	0.90	39.90
kul 4-2	0.222	849.52	0.15	14.68	2.05	0.003	0.18	2.07	45.97
kul 4-3	0.389	849.52	0.15	13.96	2.01	0.003	0.18	1.93	75.11
kul 4-4	0.444	849.52	0.15	21.12	1.45	0.003	0.18	2.11	93.56
kul 4-5	0.583	849.52	0.15	20.67	1.58	0.003	0.18	2.25	131.02
kul 5	0.222	849.52	0.15	13.5	1.81	0.003	0.18	1.68	37.33
kul 6	0.139	849.52	0.15	13	1.94	0.003	0.18	1.74	24.12
kul 7	0.25	849.52	0.15	14.04	1.47	0.003	0.18	1.42	35.50
kul 8	1.333	849.52	0.15	13.65	1.56	0.003	0.18	1.47	195.32
kul 8-1	0.278	849.52	0.15	14.34	1.36	0.003	0.18	1.34	37.31
kul 8-2	0.138	849.52	0.15	12.16	1.21	0.003	0.18	1.01	13.97
kul 8-3	0.194	849.52	0.15	14.14	1.62	0.003	0.18	1.58	30.58

ตารางที่ 4-11 ต่อ

kul 9-1	0.528	849.52	0.15	25.04	1.85	0.003	0.18	3.19	168.31
kul 9-2	0.389	849.52	0.15	17.11	1.66	0.003	0.18	1.95	76.03
kul 9-3	0.305	849.52	0.15	17.16	1.53	0.003	0.18	1.81	55.10
kul 9-4	0.139	849.52	0.15	8.98	1.36	0.003	0.18	0.84	11.68
kul 10	0.5	849.52	0.15	13.39	1.46	0.003	0.18	1.35	67.26
kul 11	0.361	849.52	0.15	22.53	1.28	0.003	0.18	1.98	71.64
kul 12	0.528	849.52	0.15	23.03	1.71	0.003	0.18	2.71	143.08
kul 13	1.25	849.52	0.15	21.7	1.56	0.003	0.18	2.33	291.17
kul 14-1	0.305	849.52	0.15	13.19	1.01	0.003	0.18	0.96	29.23
kul 14-2	0.25	849.52	0.15	13.18	1.56	0.003	0.18	1.41	35.37
kul 14-3	0.167	849.52	0.15	10.99	1.56	0.003	0.18	1.18	19.70
kul 15	0.222	849.52	0.15	11.08	1.32	0.003	0.18	1.01	22.34
kur 1	0.444	849.52	0.15	15.85	1.68	0.003	0.18	1.83	81.35
kur 2	0.278	849.52	0.15	13.37	1.85	0.003	0.18	1.70	47.32
kur 3	0.5	849.52	0.15	16.67	1.62	0.003	0.18	1.86	92.91
kur 4	0.361	849.52	0.15	13.17	1.74	0.003	0.18	1.58	56.92
รวม									2535.71

จากการตะกอนลำห้วยทุกสายของ ลุ่มน้ำทั้ง 4 สายได้แก่ น้ำปัว น้ำขว้าง น้ำย่อ น้ำคูณ ผลการคำนวณสรุปได้ดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4.12 สรุปปริมาณการสูญเสียดินจากสมการ USLE ในลุ่มน้ำปัว

ลำน้ำ	จำนวนลำห้วย	ปริมาณการสูญเสียดิน(ตัน/ปี)
น้ำปัว	84	19044.94
น้ำขว้าง	23	2178.56
น้ำย่อ	12	578.08
น้ำคูณ	32	2535.71
รวม	151	**24337.29**

4.4 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ในลุ่มน้ำปัว

พงษ์ศักดิ์ และ วารินทร์ (2547) จากผลการศึกษาการหาจำนวนที่เหมาะสมของฝายชะลอน้ำ เมื่อนำข้อมูลความสูงที่เหมาะสมของฝายชะลอน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฝายคอกหมู ฝายที่สร้างด้วยหินเรียง (loose rock dam) ซึ่งเป็นฝายชะลอน้ำที่นิยมสร้างกันมานานในประเทศไทย มีค่าความสูงที่เหมาะสมเท่ากับ 0.6-0.8 เมตร (Thames,1981) มาประยุกต์ใช้กับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝายชะลอน้ำกับความสูงของฝายชะลอน้ำที่มีความลาดชันต่าง ๆ กัน ตามรูปที่ 2.9 (Heede,1977) จะพบว่าระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างฝายชะลอน้ำ จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามการลดลงของความลาดชันของร่องน้ำกัดเซาะ ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.8 เพราะฉะนั้นเราจึงได้จำนวนฝายที่เหมาะสมในแต่ละลำห้วยออกมา ดังแสดงในตารางที่ 4-13, 4-14, 4-15, 4-16

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	ระดับ ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)	จำนวนฝายที่เหมาะสม
PR1	260-400	1168	12.06%	0.472	65
PR2	320-440	688	17.70%	0.305	57
PR3	320-440	703	17.30%	0.472	58
PR4	360-600	3555	6.76%	4.194	131
PR5-1	480-700	687	37.26%	0.333	86
PR5-2	700-900	706	29.50%	0.583	88
PR5-3	780-1100	1484	22.08%	0.944	185
PR5-4	800-860	679	8.87%	0.944	25
PR5-5	800-840	324	12.40%	0.389	18
PR6	500-1100	1758	32.27%	1.139	220
PR7-1	800-940	690	20.70%	3.528	69
PR7-2	740-900	663	24.80%	0.500	83
PR7-3	760-1060	884	33.37%	0.667	110
PR7-4	760-1000	1185	20.69%	1.250	132
PR7-5	960-1320	1586	23.30%	1.222	198
PR7-6	960-1320	1255	22.87%	0.944	157
PR7-7	900-1100	615	36.50%	0.527	77
PR7-8	920-1100	1667	17.00%	2.472	128
PR8	700-900	1593	12.65%	2.472	94
PL 1	280-400	528	31.16%	80.222	66
PL 2	320-440	628	22.87%	19.528	79
PL 3-1	320-500	638	26.60%	0.694	80
PL 3-2	400-500	246	44.40%	0.250	31
PL 4-1	440-700	725	38.40%	0.278	91
PL 4-2	400-800	986	44.40%	0.361	123
PL 5-1	400-800	1045	41.40%	0.611	131
PL 5-2	600-800	435	51.80%	0.389	55

ตารางที่ 4-13 ต่อ

PL 6	400-740	935	39.00%	0.333	117
PL 7	400-800	1076	40.00%	0.750	135
PL 8	400-1100	1637	47.30%	0.750	205
PL 9-1	700-1100	1116	47.30%	0.750	140
PL 9-2	600-1100	1203	45.70%	0.583	150
PL 10	500-840	905	40.50%	0.639	113
PL 11-1	600-1100	1381	38.80%	0.722	173
PL 11-2	500-1100	1871	33.80%	0.833	234
PL 12	600-1100	1321	40.88%	0.889	165
PL 13	560-760	493	44.34%	0.611	62
PL 14	580-820	750	33.80%	0.611	94
PL 15	660-960	1011	31.00%	0.444	126
PL 16	600-900	982	32.00%	0.556	123
PL 17	760-1000	1437	16.90%	1.138	111
PL 18	800-1000	1400	14.43%	1.111	94
PL 19	860-1100	1280	19.09%	1.361	116
PL 20	780-1100	1517	21.57%	0.750	190
PL 21	780-900	877	11.48%	0.500	49
PL 22-1	720-1200	2336	20.99%	1.500	260
PL 22-2	860-1100	1026	24.00%	0.611	128
PL 22-3	920-1000	394	20.70%	0.278	44
PL 22-4	620-940	1265	26.14%	0.417	158
PL 23	700-900	583	36.50%	0.389	73
PL24	700-1000	920	34.50%	0.391	115
PL25	880-1300	1453	22.58%	1.528	182
PL25-1	1060-1360	1042	30.00%	1.472	130
PL25-2	1060-1400	1054	34.00%	0.833	132
PL25-3	1080-1500	1295	34.30%	1.667	162

ตารางที่ 4-13 ต่อ

PL25-4	1020-1340	1172	28.37%	0.528	147
PL25-5	1000-1440	1447	25.30%	2.694	181
PL26	800-1400	3185	19.18%	3.167	289
PL27	800-1200	1660	24.83%	3.055	207
PL28	740-1100	2254	16.18%	2.361	161
PL29	860-1100	1311	18.62%	0.972	109
PL30	820-1300	2023	24.41%	1.944	253
PL31	860-1000	533	27.18%	0.472	67
PL32	900-1200	1167	26.60%	1.138	146
PL33	940-1300	1337	27.95%	1.416	167
PL34	1100-1400	950	33.26%	0.472	119
PL35	1040-1400	1307	38.64%	1.944	163
PL36	1000-1100	1116	51.81%	0.222	140
PL37	800-1100	1072	29.12%	0.889	134
PL38	820-1200	1282	31.02%	0.694	160
ห้วยล้า					
LA1-1	360-500	682	20.90%	0.528	76
LA1-2	380-620	840	29.80%	0.278	105
LA1-3	500-660	791	20.60%	0.444	88
LA1-4	500-800	919	34.50%	0.472	115
LA1-5	520-760	685	37.38%	0.722	86
LA1-6	500-700	613	34.48%	0.639	77
LA1-7	480-620	593	24.26	0.556	74
LA1-8	500-800	1292	23.86%	0.667	161
LA2	300-600	1386	22.15%	1.028	173
ห้วยปูด					
P1	720-900	515	37.26%	0.278	139
P2	540-700	601	27.58%	0.25	64
P3	620-800	426	46.63%	0.222	75

ตารางที่ 4-13 ต่อ

P4	640-1200	890	47.20%	0.194	53
P5	540-720	577	32.58%	0.194	111
P6	660-1100	1918	23.56%	1.583	72
ห้วยนา					
N1	300-600	2499	12.09%	2.472	239
รวม					10569

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำขว้าง

ชื่อลำห้วย	ระดับ ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)	จำนวนฝายที่เหมาะสม
KL1	300-600	1480	20.70%	0.750	148
KL2	320-520	1144	17.74%	1.250	95
KL3	380-900	1753	31.06%	0.778	219
KL4	440-900	1550	31.00%	1.940	194
KL5	460-1500	1409	51.00%	0.972	176
KL6	540-1100	1345	45.79%	0.500	168
KL7	540-1000	1217	40.80%	0.611	152
KL8	560-920	1212	31.00%	0.778	152
KL9	580-1000	1476	29.68%	1.028	184
KL10-1	1000-1400	869	51.80%	0.333	109
KL10-2	1060-1400	757	50.00%	0.250	94
KL10-3	1160-1600	917	54.60%	0.444	114
KL10-4	1200-1600	956	46.00%	0.778	120
KL10-5	1200-1600	1076	40.00%	0.305	134
KL10-6	1220-1500	852	34.78%	0.361	106
KL10-7	1160-1400	994	24.87%	0.333	124

ตารางที่ 4-14 ต่อ

KL11-1	1060-1300	809	31.00%	0.167	101
KL11-2	1100-1300	493	44.43%	0.222	61
KL12	1180-1300	1198	10.06%	3.305	60
KL13	1240-1500	1441	18.33%	2.138	120
KR1	480-860	949	43.68%	0.667	118
KR2-1	640-800	726	22.60%	0.500	91
KR2-2	620-800	1205	15.00%	0.944	86
รวม					2926

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำย่อ

ชื่อลำห้วย	ระดับ ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)	จำนวนฝายที่เหมาะสม
YR1	400-660	938	28.82%	0.500	118
YR2	600-900	710	46.58%	0.250	89
YR3	680-1000	806	43.24%	0.333	101
YR4	700-1200	1220	56.49%	0.500	153
YR5	700-1200	742	91.00%	0.222	93
YR6-1	700-1000	2051	14.78%	1.640	128
YR6-2	800-1100	710	46.58%	0.278	89
YR7	760-1000	1246	19.62%	0.805	125
YR8	1120-1420	1652	18.46%	1.278	138
YL1	480-700	561	42.63%	0.305	70
YL2	560-900	786	47.95%	0.278	98
YL3	680-900	834	27.33%	0.778	104
รวม					1306

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว ลำน้ำคูณ

ชื่อลำห้วย	ระดับ ร ท ก. (เมตร)	ความยาวลำน้ำ (เมตร)	slope เฉลี่ย	พื้นที่ (ตร.กม)	จำนวนฝายที่เหมาะสม
kul 1	400-800	1016	42.80%	0.417	127
kul 2	440-920	1436	35.45%	0.889	180
kul 3	480-1000	1481	37.50%	0.528	185
kul 4	540-1300	2843	27.70%	0.528	355
kul 4-1	800-1100	739	44.38%	0.444	92
kul 4-2	800-1200	1027	42.28%	0.222	128
kul 4-3	800-1200	956	46.00%	0.389	120
kul 4-4	760-1300	1727	32.90%	0.444	216
kul 4-5	700-1260	1675	35.46%	0.583	209
kul 5	560-920	911	43.00%	0.222	114
kul 6	600-900	859	37.26%	0.139	107
kul 7	700-1100	964	37.70%	0.250	120
kul 8	980-1300	926	36.82%	1.333	116
kul 8-1	760-1100	994	36.40%	0.278	124
kul 8-2	940-1100	785	35.08%	0.138	98
kul 8-3	960-1400	974	50.63%	0.194	122
kul 9-1	560-1560	2203	50.90%	0.528	275
kul 9-2	960-1500	1279	46.55%	0.389	160
kul 9-3	980-1460	1284	40.30%	0.305	160
kul 9-4	740-900	509	33.13%	0.139	63
kul 10	960-1200	901	27.60%	0.500	112
kul 11	960-1540	1895	32.13%	0.361	237
kul 12	980-1560	1955	31.06%	0.528	244
kul 13	1200-1760	1796	32.80%	1.250	224

ตารางที่ 4-16 ต่อ

kul 14-1	1440-1800	940	41.40%	0.305	117
kul 14-2	1440-1800	881	44.72%	0.250	110
kul 14-3	1300-1600	680	49.09%	0.167	85
kul 15	1160-1400	687	37.26%	0.222	86
kur 1	500-1000	1146	48.50%	0.444	143
kur 2	540-1000	899	59.50%	0.278	112
kur 3	560-1000	1232	44.40%	0.500	154
kur 4	580-1000	880	54.30%	0.361	110
รวม					4805

จากการการวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำ ใน น้ำปัว น้ำขว้าง น้ำย่อ น้ำคูณ ได้จำนวนที่สามรถสร้างฝายชะลอน้ำได้ดังตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4.17 สรุปการวิเคราะห์ศักยภาพการสร้างฝายชะลอน้ำลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำน้ำ	จำนวนลำห้วย	จำนวนฝาย
น้ำปัว	84	10,569
น้ำขว้าง	23	2,926
น้ำย่อ	12	1,306
น้ำคูณ	32	4,805
รวม	151	19,606

4.5 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ

การวิเคราะห์การดักตะกอนดินของฝายชะลอน้ำนั้น ได้นำข้อมูลการสูญเสียดินในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำของลำห้วย มาเปรียบเทียบกับ ปริมาตรการดักตะกอนของฝายชะลอน้ำในแต่ละแห่ง โดยปริมาตรหาได้จาก พื้นที่หน้าตัด x ความยาว ในที่นี้ให้หน้าตัดของฝาย กว้าง 2 เมตร สูง 0.8 เมตร ดังตารางที่ 4-18, 4-19, 4-20, 4-21 นี้

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วยในลำน้ำปัว ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	A ตัน/ปี	A ลบ.ม/ปี	N (ฝาย)	S (เมตร)	A1 (ลบ.ม)
PR1	0.472	69.38	46.3	65	16	653.7
PR2	0.305	51.24	34.2	57	12	429.9
PR3	0.472	4.25	2.8	58	12	437.5
PR4	4.194	1644.05	1096.0	131	30	2470.3
PR5-1	0.333	171.5	114.3	86	8	432.5
PR5-2	0.583	278.09	185.4	88	8	442.5
PR5-3	0.944	815.62	543.7	185	8	930.3
PR5-4	0.944	235.06	156.7	25	20	314.3
PR5-5	0.389	54.85	36.6	18	16	181.0
PR6	1.139	1440.84	960.6	220	8	1106.3
PR7-1	3.528	2543.69	1695.8	69	8	347.0
PR7-2	0.5	218	145.3	83	8	417.4
PR7-3	0.667	408.87	272.6	110	8	553.1
PR7-4	1.25	1446.25	964.2	132	8	663.8
PR7-5	1.222	1136.46	757.6	198	8	995.7
PR7-6	0.944	752.37	501.6	157	8	789.5
PR7-7	0.527	212.91	141.9	77	8	387.2
PR7-8	2.472	3280.34	2186.9	128	12	965.5
PR8	2.472	1960.3	1306.9	94	16	945.4
PL 1	0.222	72.82	48.5	66	8	331.9
PL 2	19.528	195.04	130	79	8	397.3
PL 3-1	0.694	20.82	13.9	80	8	402.3
PL 3-2	0.25	37.25	24.8	31	8	155.9
PL 4-1	0.278	156.79	104.5	91	8	457.6
PL 4-2	0.361	268.95	179.3	123	8	618.5

ตารางที่ 4-18 ต่อ

PL 5-1	0.611	427.7	285.1	131	8	658.7
PL 5-2	0.389	109.7	73.1	55	8	276.6
PL 6	0.333	221.45	147.6	117	8	588.3
PL 7	0.75	612.75	408.5	135	8	678.9
PL 8	0.75	963.75	642.5	205	8	1030.9
PL 9-1	0.75	647.25	431.5	140	8	704.0
PL 9-2	0.583	551.52	367.7	150	8	754.3
PL 10	0.639	410.88	273.9	113	8	568.2
PL 11-1	0.722	709	472.7	173	8	869.9
PL 11-2	0.833	1038.75	692.5	234	8	1176.7
PL 12	0.889	887.22	591.5	165	8	829.7
PL 13	0.611	204.69	136.5	62	8	311.8
PL 14	0.611	268.84	179.2	94	8	472.7
PL 15	0.444	233.1	155.4	126	8	633.6
PL 16	0.556	329.71	219.8	123	8	618.5
PL 17	1.138	894.47	596.3	111	12	837.3
PL 18	1.111	1132.11	754.7	94	14	827.2
PL 19	1.361	190.54	127.0	116	10	729.1
PL 20	0.75	771	514.0	190	8	955.4
PL 21	0.5	240	160.0	49	16	492.8
PL 22-1	1.5	2637	1758.0	260	8	1307.4
PL 22-2	0.611	367.82	245.2	128	8	643.7
PL 22-3	0.278	458.7	305.8	44	8	221.3
PL 22-4	0.417	255.2	170.1	158	8	794.5
PL 23	0.389	121.76	81.2	73	8	367.1
PL24	0.391	217.4	144.9	115	8	578.3

ตารางที่ 4-18 ต่อ

PL25	1.528	1341.58	894.4	182	8	915.2
PL25-1	1.472	1090.75	727.2	130	8	653.7
PL25-2	0.833	584.77	389.8	132	8	663.8
PL25-3	1.667	1400.28	933.5	162	8	814.6
PL25-4	0.528	384.91	256.6	147	8	739.2
PL25-5	2.694	3445.63	2297.1	181	8	910.2
PL26	3.167	6900.89	4600.6	289	10	1816.6
PL27	3.055	2071.29	1380.9	207	8	1040.9
PL28	2.361	3210.96	2140.6	161	14	1416.8
PL29	0.972	799.96	533.3	109	10	685.1
PL30	1.944	2043.14	1362.1	253	8	1272.2
PL31	0.472	117.53	78.4	67	8	336.9
PL32	1.138	499.58	333.1	146	8	734.2
PL33	1.416	1018.1	678.7	167	8	839.8
PL34	0.472	2987.76	1991.8	119	8	598.4
PL35	1.944	1648.51	1099.0	163	8	819.7
PL36	0.222	178.27	118.8	140	8	704.0
PL37	0.889	648.08	432.1	134	8	673.8
PL38	0.694	616.27	410.8	160	8	804.6
ห้วยล้า						
LA1-1	0.528	362.74	241.8	76	8	382.2
LA1-2	0.278	174.31	116.2	105	8	528.0
LA1-3	0.444	347.21	231.5	88	8	442.5
LA1-4	0.472	346.92	231.3	115	8	578.3
LA1-5	0.722	454.86	303.2	86	8	432.5
LA1-6	0.639	196.81	131.2	77	8	387.2
LA1-7	0.556	142.34	94.9	74	8	372.1

ตารางที่ 4-18 ต่อ

LA1-8	0.667	220.11	146.7	161	8	809.6
LA2	1.028	581.85	387.9	173	8	869.9
ห้วยปูด						
P1	0.278	41.98	28.0	139	8	699.0
P2	0.25	88	58.7	64	8	321.8
P3	0.222	63.05	42.0	75	8	377.1
P4	0.194	117.37	78.2	53	8	266.5
P5	0.194	5.04	3.4	111	8	558.2
P6	1.583	107.64	71.8	72	8	362.1
ห้วยนา						
N1	2.472	3030.67	2020.4	239	16	2403.7
รวม			**46431.5**	**10569**		**59983.3**

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วยในลำน้ำขว้าง ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	A ตัน/ปี	A ลบ.ม/ปี	N (ฝาย)	S (เมตร)	A1 (ลบ.ม)
KL1	0.75	697.5	465.0	148	8	744.2
KL2	1.25	968.75	645.8	95	8	477.7
KL3	0.778	775.67	517.1	219	8	1101.3
KL4	1.94	1670.34	1113.6	194	8	975.5
KL5	0.972	931.18	620.8	176	8	885.0
KL6	0.5	537.5	358.3	168	8	844.8
KL7	0.611	525.46	350.3	152	8	764.3

ตารางที่ 4-19 ต่อ

KL8	0.778	553.16	368.8	152	8	764.3
KL9	1.028	1131.83	754.6	184	8	925.3
KL10-1	0.333	227.44	151.6	109	8	548.1
KL10-2	0.25	143.75	95.8	94	8	472.7
KL10-3	0.444	258.85	172.6	114	8	573.3
KL10-4	0.778	482.36	321.6	120	8	603.4
KL10-5	0.305	202.52	135.0	134	8	673.8
KL10-6	0.361	170.75	113.8	106	8	533.0
KL10-7	0.333	110.22	73.5	124	8	623.5
KL11-1	0.167	76.82	51.2	101	8	507.9
KL11-2	0.222	62.16	41.4	61	8	306.7
KL12	3.305	2263.93	1509.3	60	20	754.3
KL13	2.138	2452.29	1634.9	120	10	754.3
KR1	0.667	421.54	281.0	118	8	593.4
KR2-1	0.5	267.5	178.3	91	8	457.6
KR2-2	0.944	622.1	414.7	86	14	756.8
รวม			**10369.1**	**2926**		**15641.4**

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วยในลำน้ำย่าง ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	A ตัน/ปี	A ลบ.ม/ปี	N (ฝาย)	S (เมตร)	A1 (ลบ.ม)
YR1	0.5	252	168.0	118	8	593.4
YR2	0.25	115	76.7	89	8	447.5
YR3	0.333	237.1	158.1	101	8	507.9
YR4	0.5	387.5	258.3	153	8	769.4
YR5	0.222	135.42	90.3	93	8	467.7
YR6-1	1.64	18.39	12.3	128	14	1126.4
YR6-2	0.278	164.02	109.3	89	8	447.5
YR7	0.805	780.85	520.6	125	10	785.7
YR8	1.278	1431.36	954.2	138	10	867.4
YL1	0.305	94.86	63.2	70	8	352.0
YL2	0.278	145.67	97.1	98	8	492.8
YL3	0.778	360.21	240.1	104	8	523.0
รวม			**2748.3**	**1306**		**7380.7**

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์การตักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลำห้วย ในลำน้ำคูณ ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำห้วย	พื้นที่ (ตร.กม)	A ตัน/ปี	A ลบ.ม/ปี	N (ฝาย)	S (เมตร)	A1 (ลบ.ม)
kul 1	0.417	291.9	194.6	127	8	638.6
kul 2	0.889	892.56	595.0	180	8	905.1
kul 3	0.528	532.22	354.8	185	8	930.3
kul 4	0.528	760.32	506.9	355	8	1785.1
kul 4-1	0.444	163.39	108.9	92	8	462.6
kul 4-2	0.222	207.57	138.4	128	8	643.7
kul 4-3	0.389	332.21	221.5	120	8	603.4
kul 4-4	0.444	493.73	329.2	216	8	1086.2
kul 4-5	0.583	685.61	457.1	209	8	1051.0
kul 5	0.222	162.5	108.3	114	8	573.3
kul 6	0.139	102.86	68.6	107	8	538.1
kul 7	0.25	157.25	104.8	120	8	603.4
kul 8	1.333	855.79	570.5	116	8	583.3
kul 8-1	0.278	167.08	111.4	124	8	623.5
kul 8-2	0.138	58.24	38.8	98	8	492.8
kul 8-3	0.194	135.99	90.7	122	8	613.5
kul 9-1	0.528	976.27	650.8	275	8	1382.9
kul 9-2	0.389	366.83	244.6	160	8	804.6
kul 9-3	0.305	266.27	177.5	160	8	804.6
kul 9-4	0.139	42.53	28.4	63	8	316.8
kul 10	0.5	292	194.7	112	8	563.2
kul 11	0.361	388.8	259.2	237	8	1191.8
kul 12	0.528	536.45	357.6	244	8	1227.0
kul 13	1.25	1556.25	1037.5	224	8	1126.4
kul 14-1	0.305	128.71	85.8	117	8	588.3

ตารางที่ 4-21 ต่อ

kul 14-2	0.25	152.5	101.7	110	8	553.1
kul 14-3	0.167	78.66	52.4	85	8	427.4
kul 15	0.222	89.47	59.6	86	8	432.5
kur 1	0.444	379.62	253.1	143	8	719.1
kur 2	0.278	205.44	137.0	112	8	563.2
kur 3	0.5	443.5	295.7	154	8	774.4
kur 4	0.361	245.48	163.7	110	8	553.1
รวม			8098.7	4805		24162.3

จากการการวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำในลำห้วยแต่ละเส้นของ **น้ำปัว น้ำขว้าง น้ำย่อ** น้ำคูณสามรถสรุปได้ดังตารางที่ 4-22

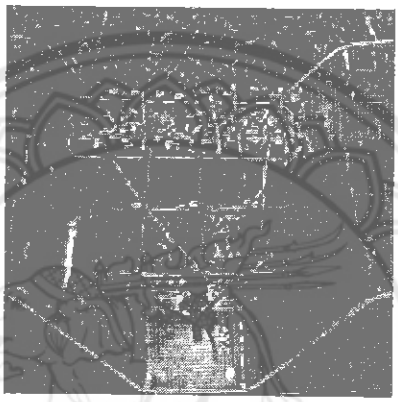
ตารางที่ 4.22 สรุปการวิเคราะห์การดักตะกอนของฝายชะลอน้ำ ลุ่มน้ำปัว

ชื่อลำน้ำ	**จำนวนตะกอน (ลบ.ม/ปี)**	**จำนวนฝาย (ฝาย)**	**ปริมาณการดักตะกอนของฝาย (ลบ.ม)**
น้ำปัว	46,431	10,569	59,983.3
น้ำขว้าง	10,369.1	2,926	15,641.4
น้ำย่อ	2,748.3	1,306	7,380.7
น้ำคูณ	8,098.7	4,805	24,162.3
รวม	**67647**	**19,606**	**107,167.7**

4.6 การประมาณราคาฝายชะลอน้ำ

รายการประมาณราคาและรูปแบบการก่อสร้างฝายชะลอน้ำ ทั้ง 3 แบบ ดังนี้

4.6.1. ฝายผสมผสานแบบคอกหมู



ฝายผสมผสานแบบคอกหมู เป็นฝายที่ใช้ไม้หลักเป็นแกนยึดติเป็นกรอบล้อมรอบ ภายในใช้หินเรียงด้านในคอกหมู ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่เราสามารถจะหาได้ในท้องถิ่น ขนาดของฝายกว้าง 0.6 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 0.8 เมตร

4.6.1.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ไม้ท่อนขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาวประมาณ 1-1.5 เมตรจำนวน 30ท่อน
2. ไม้ท่อนขนาดเล็กหรือไม้ไผ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-5นิ้ว ความยาว2-3 เมตร จำนวน 10 ท่อน
3. หิน ประมาณ 2 ลบ.ม
4. ลวดผูกเหล็ก

4.6.1.2 วิธีการก่อสร้าง

1. ปรับพื้นที่ขุดลอกดินพื้นห้วยออกให้ลึกประมาณ 0.5–1.00 เมตร ตลอดแนวสร้างโดยให้ขุดเข้าไปข้างฝั่งลำห้วยด้านละ0.50–1.00 เมตร
2. วางไม้ท่อนขวางลำห้วยตามแนวที่ขุด
3. ตอกหลักไม้ท่อนให้แน่น ลึกประมาณ 0.30 เมตร

4. ใช้ไม้วางคอกหมู ผูกลวดให้ยึดติดกัน
5. วางหินเรียงในช่องว่างของคอกหมู
6. ใช้ไม้ท่อนตีทับหลังตัวฝายหากจะให้แข็งแรงก็ใช้ไม้ค้ำยันด้านหลังตัวฝาย

ตารางที่4.6.1.3 รายการประมาณราคาฝายชะลอน้ำแบบผสมผสานคอกหมู

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา / หน่วย		จำนวนเงิน		หมายเหตุ
				บาท	สต.	บาท	สต.	
1	ไม้ท่อนขนาดเล็ก	30	ท่อน	-	-	-	-	สามารถหาได้ในพื้นที่
2	ไม้ไผ่	10	เล่ม	-	-	-	-	
3	หินใหญ่ หินเรียงหน้าและหลัง	0.8 0.8	ลบ.ม. ลบ.ม.		- -		- -	ไม่รวมค่าหิน ซึ่งสามารถเก็บ หาได้ในพื้นที่
4	แรงงาน	10	แรง	150	-	1500	-	
5	ลวดผูกเหล็กหรือตะปู	2	กก.	30	-	60	-	
	รวมเงิน					1560		

4.6.2.ฝายต้นน้ำลำธารแบบกึ่งถาวร

ฝายต้นน้ำลำธารแบบกึ่งถาวรเป็นฝายชนิดหินก่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นฝายที่มีความมั่นคงแข็งแรงพอสมควร ซึ่งจะดำเนินการก่อสร้างบริเวณ Second Order Stream หรือ Third Order Stream ของลำห้วย ขนาดของฝายกว้าง 0.6 เมตร ยาว 3.5 เมตร สูง 0.8 เมตร

4.6.2.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
2. หิน ทราย หินใหญ่
3. - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 12 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 9 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร
4. ลวดผูกเหล็ก

4.6.2.2 วิธีการก่อสร้าง

1. ปรับพื้นที่ที่จะก่อสร้างตามแนวขวางลำห้วย เปิดหน้าดิน
2. ขุดฐานรากให้ลึกถึงระดับดินแข็งหรือชั้นหินลึกประมาณ 0.70 – 1.00 เมตร

3. ผูกเหล็กวางฐานราก เทคอนกรีตอัตราส่วน 1 : 2 : 4 (ปอร์ตแลนด์) ตามแบบ
4. ตั้งเหล็กแกนกลาง ผูกเหล็กตามแบบ
5. ก่อหินเรียงเป็นแบบด้านหน้าและหลัง มีเหล็กเป็นแกนกลางโดยใช้ ปูนซีเมนต์ผสม
6. เทคอนกรีตลงในแกนเหล็กระหว่างช่องว่างของหินก่อเรียง 1: 2: 4 (ปอร์ตแลนด์)

ตารางที่ 4.6.2.3 รายการประมาณราคาฝายชะลอน้ำแบบกึ่งถาวร

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา / หน่วย		จำนวนเงิน		หมายเหตุ
				บาท	สต.	บาท	สต.	
1	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	5	ถุง	125	-	625	-	
2	เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 12 มิลลิเมตร	4	เส้น	110	-	440	-	
3	เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 9 มิลลิเมตร	1	เส้น	80	-	80	-	
4	เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 6 มิลลิเมตร	2	เส้น	60	-	120	-	
5	ทรายหยาบ	2	ลบ.ม.	200	-	400	-	
6	หินเล็ก (เบอร์ 3 – 4)	1	ลบ.ม.	600	-	600	-	
7	หินใหญ่ หินเรียงหน้าและหลัง	3 4	ลบ.ม. ลบ.ม.		- -		- -	ไม่รวมค่าหิน 3-5 ลบ.ม. ซึ่งสามารถเก็บหาได้ในพื้นที่
8	แรงงาน	20	แรง	150	-	3000	-	
9	ลวดผูกเหล็ก	2	กก.	15	-	30	-	
	รวมเงิน					**5295**		

4.6.3.ฝายต้นน้ำลำธารแบบถาวร

ฝายต้นน้ำลำธารแบบถาวร เป็นฝายชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก มีความมั่นคงแข็งแรง **ซึ่งจะ**ดำเนินการก่อสร้างในตอนปลายของลำห้วย -ขนาดของฝายกว้าง 0.6 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 1 เมตร

4.6.3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
2. หิน ทราย
3. - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร
   - เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร
4. ไม้แบบก่อสร้าง , ตะปู 2 นิ้ว , ตะปู 3 นิ้ว , ตะปู 4 นิ้ว
5. ท่อ PVC เส้นฝ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และวาวล์ขนาด 4 นิ้ว

4.6.3.2 วิธีการก่อสร้าง

1. วัดระดับสันเขื่อน ระดับระบายน้ำ
2. ขุดฐานรากให้ลึกจนถึงระดับดินหรือชั้นหิน ประมาณ 0.70 – 1.00 เมตร
3. ผูกเหล็กวางตอม่อเทคอนกรีตอัตราส่วน 1: 2 : 4
4. ผูกเหล็กวางฐานรากของตัวฝาย วางแบบ เทคอนกรีตอัตราส่วน 1: 2 : 4
5. วางท่อ PVC เพื่อใช้ระบายน้ำและทราย
6. ผูกเหล็ก ตั้งเสา วางโครงเหล็กตามแบบแปลน
7. ตั้งไม้แบบ
8. เทคอนกรีต อัตราส่วน 1: 2 : 4
9. ถอดแบบ

ตารางที่4.6.3.3 รายการประมาณราคาฝายชะลอน้ำแบบถาวร

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา / หน่วย		จำนวนเงิน		หมายเหตุ
				บาท	สต.	บาท	สต.	
1	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	10	ถุง	125	-	1250	-	
2	เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 12 มิลลิเมตร	8	เส้น	230	-	1840	-	
3	เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 9 มิลลิเมตร	3	เส้น	130	-	390	-	
4	เหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาด 6 มิลลิเมตร	2	เส้น	60	-	120	-	
5	ทรายหยาบ	2	ลบ.ม.	200	-	400	-	
6	หินเล็ก (เบอร์ 3 – 4)	1	ลบ.ม.	600	-	600	-	
7	หินใหญ่ หินเรียงหน้าและหลัง	3 4	ลบ.ม. ลบ.ม.		- -		- -	ไม่รวมค่าหิน 3-5 ลบ.ม. ซึ่งสามารถเก็บหาได้ในพื้นที่

8	ตั้งไม้แบบ	7	ตาราง เมตร	200	-	1400	-	
9	แรงงาน	30	แรง	150	-	4500	-	
10	ท่อ PVC เส้นฝ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว และวาวล์ขนาด 4 นิ้ว		เมตร	-	-	300		
11	ลวดผูกเหล็ก	2	กก.	30	-	60	-	
	รวมเงิน					11000		

ตารางที่ 4.24 การประมาณราคาก่อสร้างฝายชะลอน้ำ

ชื่อลำน้ำ	จำนวนฝาย			ราคาก่อสร้าง (บาท)		
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	รวม	แบบที่ 1	แบบที่ 2	รวม
น้ำปัว	10,485	84	10,569	16,356,600	444,780	16,801,380
น้ำขว้าง	2,903	23	2,926	4,528,680	121,785	4,650,465
น้ำย่อ	1,294	12	1,306	2,018,640	63,540	2,082,180
น้ำคูณ	4,773	32	4,805	7,445,880	169,440	7,615,320
รวม	**19,455**	**151**	**19,606**	**30,349,800**	**799,545**	**31,149,345**

*หมายเหตุ แบบที่1 ฝายชะลอน้ำแบบผสมผสาน ราคาฝายละ 1,560 บาท

แบบที่2 ฝายชะลอน้ำแบบกึ่งถาวร ราคาฝายละ 5,295 บาท

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ลุ่มน้ำปัวมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 404 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ต้นน้ำอยู่ในเขตตำบลภูคา สกาด และ วรนครบางส่วน มีลำน้ำสาขาคือ น้ำปัว น้ำขว้าง น้ำย่อ และน้ำคูณ ในลำน้ำสาขานี้จะลำห้วยย่อยๆของแต่ละลำน้ำทั้งหมดจำนวน 151 ห้วย สำหรับปริมาณการสูญเสียดินรายปีเท่ากับ 101,471 ตันต่อปี หรือ 67,647 ลูกบาศก์เมตรต่อปี รูปแบบของฝายชะลอน้ำ เป็นฝายผสมผสานแบบคอกหมู จำนวน 19,455 ฝาย ฝายชะลอน้ำแบบกึ่งถาวรจำนวน 151 ฝาย รวม 19,606 ฝาย ที่เลือกเป็นฝายชะลอน้ำผสมผสานแบบคอกหมู เพื่อดักตอนดิน หินขนาดใหญ่ น้ำสามารถไหลผ่านฝายได้ และชะลอการไหลของน้ำ ปริมาตรการกักเก็บตะกอนของฝายชะลอน้ำสามารถกักเก็บได้ 107,167.7 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถกักเก็บตะกอนที่ไหลมาจำนวน 67,647 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ไว้ได้ในเวลา 1 ปี ในเรื่องราคาการก่อสร้างฝาย ฝายชะลอน้ำผสมผสานแบบคอกหมู ราคาฝายละ 1,560 บาท ฝายชะลอน้ำแบบกึ่งถาวร ราคาฝายละ 5,295 บาท รวมเป็นเงินในการก่อสร้างทั้งสิ้น **31,149,345** บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. วัสดุก่อสร้างฝายชะลอน้ำ ประเภท กิ่งไม้ ท่อนไม้ ที่นำมาใช้ในการสร้างฝายชะลอน้ำให้พิจารณาใช้เฉพาะไม้ขอนนอนไพรเป็นลำดับแรก ก่อนที่จะใช้กิ่งไม้ ท่อนไม้ จากการริดกิ่งและควรคำนึงถึงความแข็งแรงของฝายชะลอน้ำด้วย

2. เพื่อเสริมศักยภาพของฝายผสมผสานในการกระจายความชุ่มชื้นให้กับพื้นที่ป่า น้อม นำแนวพระราชดำริ "ป่าเปียก" มาดำเนินงานเสริมศักยภาพของฝาย โดย ดำเนินการขุดร่องน้ำหรือวางท่อ (คลองไส้ไก่) ตามแนวระดับแล้วขุดบ่อพัก ระยะ ๕๐ เมตรแล้วขุดบ่อพักขนาดประมาณ ๐.๕๐ x ๐.๕๐ ลึก ๐.๕๐ ซ.ม. หากปริมาณน้ำมีมากพอให้ดำเนินการขยายแนวออกไปอีก

3. การสร้างฝายชะลอน้ำยังเป็นการแก้ไขปัญหาที่ปลายเหตุ การแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุ จริงคือการไม่ตัดไม้ทำลายป่า และการปลูกป่า เพราะว่าป่าไม้นี้แหละคือฝายชะลอน้ำที่ดีที่สุด

บรรณานุกรม

ประดับ กลัดเข็มเพชร.2548. **คู่มือฝายต้นน้ำลำธาร** ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำนักชลประทานที่ 1 กรมชลประทาน

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และวารินทร์ จิระสุขทวีกุล. 2547 . การหาจำนวนที่เหมาะสมของฝายต้นน้ำ เอกสารเผยแพร่ที่ 3/2547 สถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยหินดาด. 7 น.

ดร. วีระพล แต้สมบัติ. 2531. **"อุทกวิทยาประยุกต์" บทที่ 5** ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์