



มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์
Mae Fah Luang Foundation under Royal Patronage

แนวทางการพัฒนา ตามตำราแม่ฟ้าหลวง

เรื่อง

การบริหารจัดการน้ำ





มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์
Mae Fah Luang Foundation under Royal Patronage

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์.

แนวทางการพัฒนาตามตำราแม่ฟ้าหลวง เรื่องการบริหารจัดการน้ำ.-- กรุงเทพฯ :

มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2556. 168 หน้า.

1. การจัดการน้ำ. I. ศชาวุธ พลทรัพย์, ผู้วาดภาพประกอบ. II. .

363.34936

ISBN 978-616-7681-05-4

พิมพ์ครั้งที่ 1: มิถุนายน 2556

สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2556 โดยมูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ การคัดลอกส่วนใดๆ ในหนังสือนี้ไปเผยแพร่ในทุกรูปแบบต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ ยกเว้นการอ้างอิง
เพื่อการศึกษาระดับปริญญาตรี

พิมพ์ที่: บริษัท เอเอ็นที ออฟฟิศ เอ็กซ์เพรส จำกัด เลขที่ 24 อาคารยูเซ็นเตอร์ 2 ซอยจุฬา 42 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

คำนำ

ความสำคัญของน้ำและการบริหารจัดการน้ำ

“...หลักสำคัญว่าต้องมีน้ำบริโภค น้ำใช้ น้ำเพื่อการเพาะปลูก เพราะว่าชีวิตอยู่ที่นั่น ถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำ คนอยู่ไม่ได้ ไม่มีไฟฟ้าคนอยู่ได้ แต่ถ้ามีไฟฟ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้...”

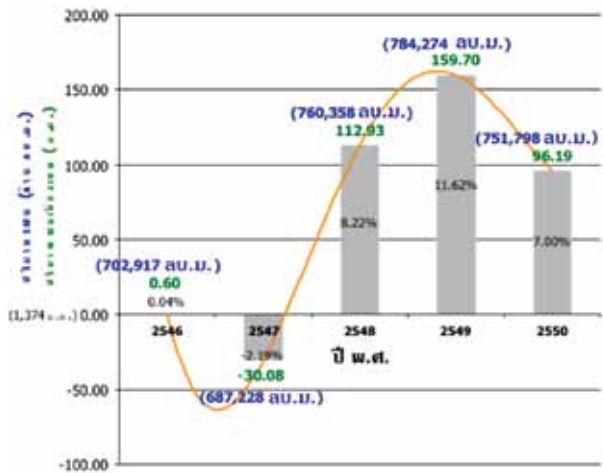
ความตอนหนึ่งจากพระราชดำรัส
พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ณ สวนจิตรลดา
17 มีนาคม พ.ศ.2529

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงให้ความสำคัญกับการพัฒนาแหล่งน้ำ และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและเพาะปลูก เพราะน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการยังชีพและการทำเกษตรกรรม ซึ่งมีผลโดยตรง ต่อปากท้องของประชาชนและความมั่นคงของประเทศ หากภาคการเกษตร ดำเนินไปด้วยดี เพราะมีระบบการชลประทานที่มีประสิทธิภาพ เพียงพอ และมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ดิน เมล็ดพันธุ์ และองค์ความรู้ที่เหมาะสม ชุมชนเกษตร ในชนบทซึ่งเป็นฐานรากของประเทศในฐานะผู้ผลิตอาหารและประชากร ส่วนใหญ่ก็สามารถดำรงชีพอยู่ได้ ไม่จำเป็นต้องกู้หนี้ยืมสิน ขายที่ดินทำกิน อพยพเข้าเมืองเพื่อดิ้นรนหางาน ครอบครัวยังไม่แตกสาแหรกขาด ทรัพยากรดิน และป่าก็ไม่ต้องถูกทำลายด้วยสารเคมีและการทำไร่หมุนเวียน ดังนั้น การพัฒนาแหล่งน้ำและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ดีสามารถเป็นหนึ่ง ในทางแก้ไขปัญหาลังคมต่างๆ ที่ต้นเหตุ คื้นศักดิ์ศรีความเป็นคนให้เกษตรกร รายเล็ก ๆ และยังมีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ดิน และป่าให้เป็นต้นทุนในการดำรงชีวิตที่มีคุณภาพและยั่งยืนของคนต่อไป

ฯพณฯ องคมนตรี ศ.นพ.เกษม วัฒนชัย ได้กล่าวถึงพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเรื่องปัญหาของโลกในปัจจุบันและโอกาสในการจัดการกับทรัพยากรน้ำของประเทศไทย เมื่อวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2551 ว่า ปัญหาสำคัญของคนทั้งโลกในปัจจุบันมีอยู่ 2 ปัญหา คือ อุณหภูมิโลกสูงขึ้นและปัญหาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่กำลังจะหมดไป ซึ่งปัญหาดังกล่าวไม่ได้เป็นปัญหาของประเทศไทยประเทศหนึ่ง แต่เป็นปัญหาของคนทุกคนที่อาศัยอยู่ในโลกใบนี้ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิโลกสูงขึ้น ก็จะทำให้น้ำทะเลร้อนขึ้น ส่งผลกระทบต่อชีวิตสัตว์น้ำซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญ และเมื่อน้ำทะเลระเหยเร็วขึ้น ก็จะทำให้ฝนตกมากขึ้น เกิดพายุแรงและถี่ขึ้น หากประเทศไทยไม่เตรียมตัวให้พร้อมก่อน จะเกิดความเสียหายใหญ่หลวง แต่หากเตรียมตัวดีก็สามารถเปลี่ยนวิกฤตให้เป็นโอกาสได้ เพราะฝนตกมากกว่าเดิม ถ้าหากสามารถกักเก็บน้ำจัดไว้โดยทำแก้มลิง ศึกษาเส้นทางน้ำไหลลงทะเลและพยายามชะลอน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำโขง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำมูล และแม่น้ำชีได้ ประเทศไทยจะได้เปรียบประเทศอื่น และหากรู้จักบริหารจัดการน้ำให้ดี ก็จะสามารถเพาะปลูกได้ 3 ครั้งต่อปี ดังนั้น หากมีการบริหารจัดการน้ำที่ดีก็จะทำให้ประเทศไทยมีน้ำเพียงพอสำหรับภาคการเกษตร และเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ของโลกแห่งหนึ่ง

ข้อมูลจากกรมอุทกนิยามวิทยาและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตั้งแต่ปีพ.ศ.2546-2550 แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนที่ตกมากเพียงพอ แต่มีการกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ประโยชน์ได้เป็นปริมาณที่น้อยมาก และข้อมูลจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตรฯ ยังแสดงให้เห็นว่า เฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในปีพ.ศ. 2545 2548 และ 2549 ที่ตกในพื้นที่ภาคอีสานอยู่ที่ 228,883 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่ปริมาณน้ำฝนที่กักเก็บได้อยู่ที่เพียง 6,134 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2.7 ของปริมาณน้ำฝนที่ตกทั้งหมด ผลคือ พื้นที่ที่มีน้ำท่วมเป็นประจำทุกปีในหน้าฝน เป็นพื้นที่ที่ประสบภัยแล้งในหน้าแล้งเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1
ปริมาตรและ
ปริมาณน้ำฝน
ประเทศไทยระหว่าง
ปี พ.ศ. 2546-2550
ที่มา: สถานีตรวจ
อากาศอัตโนมัติ
กรมอุตุนิยมวิทยา



ตารางที่ 2
ปริมาณน้ำฝน
และการกักเก็บน้ำ
โดยเฉลี่ยของแต่ละ
ภาคในประเทศไทย
ในปี พ.ศ. 2545
2548 และ 2549
ที่มา: สถาบัน
สารสนเทศทรัพยากร
น้ำและการเกษตร
(องค์การมหาชน)
กระทรวงวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

ภาค	ปริมาณน้ำฝน (ล้านลบ.ม.)	ปริมาณน้ำฝน ที่เก็บได้ (ล้านลบ.ม.)	ร้อยละ ของปริมาณ น้ำฝนที่เก็บได้
กลางและ ตะวันตก	109,748	25,248	23
เหนือ	148,032	21,371	14.4
ใต้	157,506	6,239	4.0
อีสาน	228,883	6,134	2.7
ตะวันออก	61,657	644	1.0

การบริหารจัดการน้ำตามแนวทางมูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์

แม้ประเทศไทยมีแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ แต่ในหลายพื้นที่ยังมีปัญหาการขาดแคลนน้ำ เนื่องจากชุมชนขาดองค์ความรู้ที่เหมาะสมและขาดการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ เช่น ไม่รู้ว่าจะจัดการอย่างไรเมื่อน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติค่อยๆ มุดลงดินหายไป และในบางกรณี ระบบบริหารจัดการน้ำที่หน่วยงานภาครัฐส่งเสริมขาดความต่อเนื่องและขาดการบูรณาการ เช่น มีการสร้างอ่างเก็บน้ำแต่ไม่สร้างระบบส่งน้ำเข้าพื้นที่ชุมชนเพราะถือเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของคนละหน่วยงาน หรือในหลายกรณี ระบบโครงการและกฎหมายต่างๆ ไม่เอื้อให้ชุมชนสามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ของตนเอง เช่น หน่วยงานราชการสร้างอ่างเก็บน้ำไว้ แต่เมื่อระบบคลองส่งน้ำตื่นเงินจากตะกอนหรือกึ่งไม้ที่หักทับถม ชุมชนที่ได้รับประโยชน์จากน้ำไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้เองเพราะผิดกฎหมาย ในขณะที่หน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบโดยตรงก็มีการกีดกันมากมาย ผลที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่ คือ ไม่มีใครได้ใช้ประโยชน์จากน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นปีๆ หรือเป็นหลายสิบปี เท่ากับเป็นการเสียโอกาสของชุมชนในการผลิตหรือเพิ่มผลผลิต เพราะไม่สามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ได้ ตัวอย่างเช่น ที่หมู่บ้านสะเก็น ตำบลยอต อำเภอสองแคว มีอ่างเก็บน้ำขนาด 1.2 ล้านลูกบาศก์เมตร เพียงพอดพื้นที่ปลูกข้าวนาอย่างต่ำ 1,090 ไร่¹ แต่เนื่องจากระบบคลองส่งน้ำตื่นเงิน ทำให้ไม่สามารถนำน้ำในอ่างมาใช้ประโยชน์ได้เป็นเวลาอย่างน้อย 10 ปี หากคำนวณมูลค่าโอกาสที่เสียไป โดยใช้ราคาข้าวสารที่กิโลกรัมละ 10 บาท และเฉลี่ยนาไร่หนึ่งสามารถปลูกข้าวได้ประมาณ 400 กิโลกรัม² เท่ากับว่า 10 ปีที่ผ่านมาชุมชนบ้านสะเก็นเสียโอกาสทางรายได้ไปเป็นเงินประมาณ 43.6 ล้านบาท และในความเป็นจริงยังมีอ่างเก็บน้ำที่มีปัญหาในลักษณะนี้อยู่เป็นจำนวนมากเท่ากับประเทศได้สูญเสียโอกาสไปแล้วเป็นมูลค่าเท่าไร

¹ ข้าวนา 1 ไร่ต้องใช้ใช้น้ำเฉลี่ย 1,100 ลูกบาศก์เมตรต่อ 1 รอบการเพาะปลูก

² อัตราเฉลี่ยปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่ของบ้านสะเก็นในช่วงก่อนเข้าร่วมโครงการพัฒนาของมูลนิธิ

การบริหารจัดการน้ำตามแนวทางมูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ มาจากประสบการณ์ในการปฏิบัติงานภาคสนามที่อิงหลักการทรงงานของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถและสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ที่ให้ศึกษาหรือ “เข้าใจ เข้าถึง” ให้ดีเสียก่อนว่าทุนและศักยภาพต่างๆ ของชุมชนมีอะไรบ้าง ทั้งที่รัฐเข้ามาส่งเสริมหรือสร้างไว้ก่อนแล้ว และที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น อีกทั้งเรียนรู้ความคิดเห็นและความรู้สึกของคนในชุมชนด้วยว่าเป็นอย่างไร แล้วจึงวางแผนการพัฒนาเพื่อไปเสริมหรือต่อยอดในสิ่งที่ขาด หรือยังถูกนำไปใช้ไม่เต็มศักยภาพ ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับชุมชนโดยไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม หรือแนวพระราชดำริของทั้งสามพระองค์ที่มุ่งการพัฒนาแบบมององค์รวมทั้งระบบและคำนึงถึงผลกระทบรอบด้าน

ดังนั้น กระบวนการในการบริหารจัดการน้ำตามตำราแม่ฟ้าหลวงนี้ จึงเริ่มตั้งแต่การสำรวจความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการเกษตรของชาวบ้านในพื้นที่ ต้นกำเนิดน้ำ ปริมาณน้ำในแหล่งกักเก็บ ระบบการส่งและการจ่ายน้ำเข้าพื้นที่เป้าหมาย ตลอดจนกระบวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ จากนั้น จึงนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมร่วมกับชุมชน โดยสิ่งสำคัญที่สุด คือ การมีส่วนร่วมของชาวบ้านตลอดกระบวนการ ตั้งแต่การสำรวจระบบน้ำ การหาแนวทางแก้ไขปัญหามาเพื่อให้ได้แผนการบริหารจัดการน้ำที่ตอบสนองความต้องการของชุมชน และการนำแนวทางการแก้ไขปัญหามาปฏิบัติจริง เพื่อให้ชาวบ้านได้ร่วมเรียนรู้เข้าใจถึงปัญหา สาเหตุและแนวทางแก้ไขความขาดแคลนน้ำ จนสามารถนำไปปฏิบัติได้เอง ดังนั้น กระบวนการและวิธีการต่างๆ ต้องเน้นความเรียบง่าย ต้นทุนไม่สูง และปฏิบัติได้จริง เพื่อลดการพึ่งพาปัจจัยภายนอกของชุมชนด้วย

ทั้งนี้ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนในการจัดทำคู่มือชุดนี้ ไม่ว่าจะเป็นผู้ปฏิบัติงานภาคสนามเจ้าขององค์ความรู้ ผู้สัมภาษณ์ วิเคราะห์และสรุปความ ผู้เรียบเรียง

ตลอดจนผู้พิจารณาตรวจเนื้อหาและพิสูจน์อักษร ต่างทำหน้าที่บนหลักการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เคยมีพระราชกระแสรับสั่งถึงการทำหน้าที่ของการเป็นครูหรือในที่นี้คือผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้ว่ามีเรื่องสำคัญอยู่ 2 เรื่องคือ 1) ต้องสอนหรือในที่นี้คือต้องถ่ายทอดด้วยเนื้อหาของหลักวิชาที่บริสุทธิ์ปราศจากการสอดแทรกใส่อคติความเชื่อของตน และ 2) ต้องสอนหรือถ่ายทอดให้บริบูรณ์ หรือให้ครบ โดยไม่กลัวว่าผู้เรียนจะรู้มากกว่าหรือเก่งกว่า (กนก วงษ์ตระหง่าน, 2553, 12 มิถุนายน)

หนังสือเล่มนี้นำเสนอแนวทางในการปฏิบัติที่เกิดจากประสบการณ์จริงที่ได้สั่งสมมาหลายปี อย่างไรก็ดี การเรียนรู้ที่ดีที่สุดจะเกิดขึ้นเมื่อท่านนำความเข้าใจที่ได้จากหนังสือเล่มนี้ไปลงมือทำจริงด้วยความถี่ถ้วนและรอบคอบ และให้ผลดีและผลเสียที่เกิดขึ้นเป็นบทเรียนในการปรับปรุงงานของท่านให้ดียิ่งๆ ขึ้น หากเกิดปัญหาในการดำเนินงานที่ไม่สามารถหาคำตอบได้จากคู่มือทางเทคนิคหลัก ท่านต้องกลับไปพิจารณาข้อเท็จจริงทางภูมิสังคมของพื้นที่นั้นๆ และดำเนินการแก้ไขตามเหตุผล โดยยึดคนหรือชุมชนและประโยชน์ของส่วนรวมเป็นหลัก

สุดท้าย แม้จะมีหลักการและวิธีการที่ดีแล้ว ผู้ที่จะนำไปปฏิบัติหรือส่งเสริมให้กลุ่มบุคคลหรือชุมชนใดปฏิบัติตามต้องมีคุณสมบัติของนักพัฒนา³

คณะผู้จัดทำ

³ ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหนังสือ ชุดแนวทางการพัฒนาตามตำราแม่ฟ้าหลวง เรื่องการสร้างทีมพัฒนาในพื้นที่เป้าหมาย

สารบัญ

1 การสำรวจระบบน้ำ	10
1. การเตรียมตัวก่อนออกสำรวจระบบน้ำ	10
2. ออกสำรวจระบบน้ำ	15
2.1 กรณีชุมชนมีระบบน้ำเดิม	
2.2 กรณีชุมชนไม่มีระบบน้ำ	
3. หลังการสำรวจระบบน้ำ	19
3.1 วางแผนการสร้างระบบน้ำ	
3.2 ข้อควรคำนึงในการวางแผนการสร้างระบบน้ำ	
2 การวัดปริมาณต้นทุนน้ำ	21
1. ความหมายและวัตถุประสงค์ของการวัดปริมาณต้นทุนน้ำ	21
2. การวัดปริมาณต้นทุนน้ำด้วยท่อนลอย	22
3. การวัดปริมาณต้นทุนน้ำด้วยวีโนทช์ (V-Notch)	31
4. การวัดปริมาณต้นทุนน้ำด้วยภาชนะตวง	40
3 การสร้างฝาย	44
1. ความหมายและวัตถุประสงค์ของฝาย	44
2. ประเภทของฝาย	44

3. ฝ่ายอนุรักษ์หรือฝ่ายต้นน้ำลำธาร	46
4. ฝ่ายเก็บเงิน	63
5. ฝ่ายหินก่อ	93
6. ฝ่ายคอนกรีตเสริมเหล็ก	99
4 การสร้างระบบส่งน้ำ	106
1. ความหมายของระบบส่งน้ำ	106
2. ประเภทของระบบส่งน้ำ	106
3. การสำรวจพื้นที่เพื่อวางแผนระบบส่งน้ำ	108
4. ระบบท่อส่งน้ำ	112
5. ระบบคลองส่งน้ำ	126
5 การสร้างระบบกักเก็บน้ำ	133
1. ความหมายของระบบกักเก็บน้ำ	133
2. ประเภทของระบบกักเก็บน้ำ	133
3. ถังพักน้ำ	134
4. บ่อพวงสันเขา	142

(0 1)

การสำรวจระบบน้ำ

1. การเตรียมตัวก่อนออกสำรวจระบบน้ำ

1.1 เตรียมเครื่องมือสำรวจ

- 1.1.1 แผนที่มาตราส่วน 1:50000, 1:10000 หรือ 1:4000 ชนิดใดชนิดหนึ่ง สามารถหาซื้อได้จากกรมแผนที่ทหาร หรือขอจากกรมชลประทาน กรมที่ดิน และป่าไม้จังหวัด
- 1.1.2 เครื่องวัดพิกัดภูมิศาสตร์ หรือ จีพีเอส (GPS)
- 1.1.3 เทปวัดระยะ
- 1.1.4 กล้องถ่ายรูป
- 1.1.5 เครื่องเขียน
- 1.1.6 สมุดบันทึกข้อมูลหรือสมุดสนาม
- 1.1.7 เครื่องคิดเลข
- 1.1.8 คอมพิวเตอร์ (ควรเป็นคอมพิวเตอร์พกพาได้ เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย)
- 1.1.9 โปรแกรมสำหรับการทำแผนที่ (ถ้ามี) เช่น MapSource, ArcGIS
- 1.1.10 ระบบอินเทอร์เน็ต
- 1.1.11 ยานพาหนะสำหรับเดินทางเข้าพื้นที่

1.2 เตรียมข้อมูลพื้นฐานเชิงภูมิศาสตร์

การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเชิงภูมิศาสตร์ของพื้นที่ดำเนินการจะช่วยให้สามารถกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่จะสำรวจ ประเมินสภาพและปริมาณน้ำในพื้นที่ในชั้นเบื้องต้น ตลอดจนสามารถกำหนดระยะเวลาที่จะสำรวจได้ โดยศึกษาจากแผนที่ ข้อมูลจากกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่จำเป็นต้องรวบรวมมีดังต่อไปนี้

- 1.2.1 ขอบเขตของพื้นที่เป้าหมาย โดยเขียนลงในแผนที่เพื่อให้ทราบขอบเขตที่ชัดเจนแน่นอน
- 1.2.2 ขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำ⁴ เป้าหมาย เขียนกำหนดลงในแผนที่โดยใช้เส้นสันปันน้ำ⁵
- 1.2.3 เส้นทางน้ำ ศึกษาเส้นทางน้ำจากแผนที่ซึ่งมักจะแสดงด้วยเส้นสีฟ้า เพื่อให้ทราบว่าพื้นที่เป้าหมายมีเส้นทางน้ำมากน้อยแค่ไหน หากมีเส้นทางน้ำจำนวนมาก พื้นที่นั้นมีโอกาสที่จะมีแหล่งน้ำให้พัฒนาได้ง่าย แต่หากมีน้อยการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่อาจจะมีข้อจำกัด
- 1.2.4 ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล ศึกษาเส้นชั้นความสูง (contour) ของจุดสูงสุดกับจุดต่ำสุดของพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อหาว่าลุ่มน้ำนั้นมีความลาดชันของลำน้ำมากน้อยเพียงใด หากลุ่มน้ำมีความลาดชันมาก อาจประเมินเบื้องต้นได้ว่าน้ำจะไหลออกจากพื้นที่ได้เร็วกว่าลุ่มน้ำที่มีความลาดชันน้อย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ล้วนมีประโยชน์ต่อการออกแบบฝาย อ่างเก็บน้ำ และระบบการส่งน้ำให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นๆ

⁴ พื้นที่ที่อยู่ลุ่มรอบสันปันน้ำ เป็นพื้นที่ที่รับน้ำฝนของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำนั้นๆ

⁵ สันเขาที่เป็นแนวตอนบนสุดของทิวเขา แบ่งน้ำฝนที่ตกลงมาบนสันเขาให้ไหลออกมารวมเป็นสายน้ำและไหลลงสู่แม่น้ำ

- 1.2.5 ปริมาณน้ำฝน หาข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนย้อนหลังที่ตกในพื้นที่ดำเนินการให้ได้มากที่สุด เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า⁶ และค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในพื้นที่
- 1.2.6 เส้นทางคมนาคม ศึกษาเส้นทางเข้า-ออกว่า มีระยะทางห่างจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่จะสำรวจมากน้อยเพียงใด เพื่อให้สามารถเตรียมแผนการเดินทางเข้าสำรวจพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เช่น หากศึกษาแผนที่แล้วพบว่า พื้นที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากถนนเส้นหลัก ควรวางแผนให้มีจุดที่พักชั่วคราวในเส้นทางการสำรวจเพื่อช่วยประหยัดเวลา
- 1.2.7 สถานที่สำคัญ ศึกษาที่ตั้งของสถานที่สำคัญในพื้นที่ เช่น หมู่บ้าน วัด โรงเรียน เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในแผนที่ และวางแผนการใช้ประโยชน์จากสถานที่เหล่านี้ เช่น เป็นที่ติดต่อประสานงาน นัดหมาย สอบถามข้อมูลกับชุมชน ใช้เป็นที่พักของทีมงาน หรือเป็นสำนักงานชั่วคราวเพื่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ

1.3 เตรียมทีมงานสำรวจ

- 1.3.1 ผู้ชำนาญการ⁷สำรวจน้ำ โดยเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถในการสำรวจน้ำ ตลอดจนมีประสบการณ์ด้านการวางแผนโครงการจนสำเร็จเป็นอย่างดี สามารถให้คำแนะนำการใช้งานการบำรุงรักษาระบบส่งน้ำทั้งหมด ตลอดจนสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชุมชนได้ ซึ่งทีมพัฒนาอาจหาบุคคลที่มีคุณสมบัติตามที่กล่าวมาได้จากกรมชลประทานและกรมทรัพยากรน้ำ จำนวน 1 คน

⁶ ปริมาณน้ำที่ไหลในลำห้วยในพื้นที่หลังหมดฤดูฝนจนถึงฤดูฝนใหม่ในปีถัดไป

⁷ ในที่นี้หมายถึงตำแหน่งของข้าราชการในกรมชลประทาน ซึ่งเทียบเท่ากับข้าราชการระดับ 6-7

- 1.3.2 ผู้นำหมู่บ้านหรือตัวแทนของชุมชนในพื้นที่ เช่น กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน สมาชิก อบต. เทศบาล หรือผู้แทนเพื่อร่วมรับทราบ ข้อมูลและสื่อสารประสานงานกับชาวบ้านต่อ จำนวน อย่างน้อย 2 คน เพื่อให้ทั้งคู่สามารถปรึกษาและตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูลซึ่งกันและกันได้
- 1.3.3 บุคลากรของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการระบบน้ำ และปฏิบัติงานอยู่ในพื้นที่ดำเนินการ โดยหน่วยงานหลัก ที่ควรเชิญให้เข้าร่วมการสำรวจน้ำ ได้แก่ กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมป่าไม้ และช่างโยธาขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น อบต. เทศบาล เพื่อสร้างความ เข้าใจร่วมกัน จำนวน อย่างน้อย 1 คนจากแต่ละหน่วยงาน
- 1.3.4 ชาวบ้านที่รู้จักและชำนาญเส้นทางแหล่งน้ำในพื้นที่เป็น อย่างดี มีหน้าที่นำทางผู้เชี่ยวชาญไปยังแหล่งต้นน้ำ จำนวนอย่างน้อย 2 คน เพื่อให้ทั้งคู่สามารถปรึกษาและ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลซึ่งกันและกันได้
- 1.3.5 อาสาสมัครชาวบ้าน มีหน้าที่แผ้วถางวัชพืชที่กีดขวาง เส้นทางสำรวจ จำนวน 1 คน
- 1.3.6 เจ้าหน้าที่โครงการ โดยต้องเป็นบุคคลที่สามารถใช้เครื่อง จีพีเอส และลงตำแหน่งในแผนที่ได้ มีหน้าที่ติดตามทีมสำรวจ เก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำท่า แหล่งน้ำ อ่างเก็บน้ำ ลักษณะของระบบส่งน้ำ เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ แหล่งน้ำ จำนวน 1 คน

1.4 เตรียมแผนสำรวจ

หลังจากเตรียมข้อมูลทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มวางแผนการสำรวจแหล่งน้ำ โดยควรคำนึงถึงหลักดังต่อไปนี้

- 1.4.1 เลือกเวลาสำรวจ ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจน้ำ คือ ช่วงสิ้นฤดูฝนถึงต้นฤดูฝนใหม่ เพื่อที่จะได้ทราบปริมาณน้ำที่แท้จริงที่ไหลออกมาจากป่าที่อุ้มน้ำไว้แล้วคายน้ำออกมาในช่วงฤดูแล้ง โดยที่ไม่มีปริมาณน้ำฝนมาเกี่ยวข้อง
- 1.4.2 แบ่งเขตพื้นที่ โดยแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก หรือเลือกสำรวจเฉพาะลำห้วยที่สำคัญ
- 1.4.3 จัดลำดับการสำรวจ โดยเลือกสำรวจลำห้วยที่มีน้ำตลอดปี หรือลำห้วยที่มีน้ำไหลเป็นระยะเวลานานที่สุดเป็นหลักก่อน จากนั้นจึงค่อยไล่สำรวจลำห้วยที่มีปริมาณน้ำรองลงมา เช่น เริ่มจากสำรวจลำห้วยที่มีน้ำเป็นเวลา 9 เดือนเป็นลำดับแรก สำรวจลำห้วยที่มีน้ำเป็นเวลา 6 เดือนเป็นลำดับสอง

เมื่อวางแผนสำรวจเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงเตรียมข้อมูลและแผนสำรวจไปหารือร่วมกับชาวบ้าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและความเหมาะสมของแผนสำรวจอีกครั้งหนึ่ง สิ่งสำคัญที่สุดในขั้นตอนนี้ คือ ช่วยให้ชาวบ้านรับทราบ เข้าใจ เห็นถึงประโยชน์ของการสำรวจแหล่งน้ำ และเห็นชอบที่จะออกสำรวจร่วมกัน หลังจากเตรียมการครบทุกขั้นตอนแล้ว จึงนัดหมายวันเวลากับชาวบ้านเพื่อออกไปสำรวจพื้นที่จริง

2. ออกสำรวจระบบน้ำ

การสำรวจระบบน้ำของมูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ชุมชนมีระบบน้ำเดิมอยู่แล้วและกรณีที่ชุมชนไม่มีระบบน้ำ และการสำรวจในแต่ละกรณียังแบ่งออกเป็นการสำรวจระบบน้ำเพื่อ 1) การอุปโภคบริโภค และ 2) การเกษตร เนื่องจากน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคต้องสะอาดกว่าน้ำเพื่อการเกษตร แหล่งกักเก็บน้ำทั้งสองประเภทจึงตั้งอยู่คนละที่และมีรูปแบบแตกต่างกัน ส่งผลให้ขั้นตอนในการสำรวจน้ำทั้งสองประเภทไม่เหมือนกัน

2.1 กรณีที่ชุมชนมีระบบน้ำเดิมอยู่แล้ว

กรณีที่ชุมชนมีระบบน้ำเดิมอยู่แล้ว ต้องพิจารณาปริมาณต้นทุนน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ถังน้ำ หรือระบบเก็บน้ำอื่นๆ ในพื้นที่ ระบบส่งน้ำ ระบบจ่ายน้ำ และการบริหารจัดการน้ำที่ชุมชนมีอยู่แต่เดิม เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่า สาเหตุที่น้ำไม่เพียงพอคืออะไร หากเป็นเพราะระบบมีความบกพร่อง ก็พิจารณาว่าควรซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ ทางเลือกใดที่คุ้มค่ามากกว่ากัน แต่หากเป็นเพราะน้ำมีไม่พอ ก็ต้องหาแหล่งน้ำใหม่เพิ่มเติม

2.1.1 การสำรวจระบบน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ดูต้นทุนเดิม

- 1) สำรวจฝ่ายสำหรับอุปโภคบริโภคของชุมชน ว่ายังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีหรือไม่
- 2) ตรวจสอบสภาพระบบส่งน้ำหรือการส่งน้ำจากฝายมาสู่ถังเก็บน้ำในชุมชน เช่น ท่อส่งน้ำและข้อต่อยังมีสภาพการใช้งานที่ดีอยู่หรือไม่ หากชำรุดเสียหายสามารถซ่อมแซมได้หรือไม่

- 3) สำรวจแหล่งกักเก็บน้ำชุมชน เช่น ถังเก็บน้ำในชุมชน มีกี่แห่ง มีความจุรวมเท่าใด
- 4) วัดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าระบบกักเก็บน้ำของชุมชน⁸
- 5) ตรวจสอบการระบายน้ำ คือ การส่งน้ำจากถังเก็บน้ำ มาสู่ครัวเรือนในชุมชน เช่น ก๊อกน้ำ ข้อต่อและข้องอ ยังมีสภาพการใช้งานที่ดีอยู่หรือไม่ หากชำรุดเสียหาย สามารถซ่อมแซมให้ใช้งานได้หรือไม่
- 6) พิจารณาว่า ระบบน้ำที่มีอยู่ถูกนำไปใช้นอกเหนือการอุปโภคหรือบริโภคด้วยหรือไม่ หากมี น้ำที่ถูกนำไปใช้ มีมากเท่าใด เช่น มีการต่อน้ำจากถังเก็บน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคไปใช้ในการเกษตรกี่แห่ง
- 7) สอบถามชุมชนว่า มีระบบระเบียบในการบริหารจัดการ น้ำของชุมชนหรือไม่ ถ้ามี การบริหารจัดการมีลักษณะ อย่างไร

วิเคราะห์ปัญหา

- 8) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระบบน้ำเดิมทั้งหมดของ ชุมชนมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ชุมชนมีน้ำสำหรับอุปโภค บริโภคไม่เพียงพอ
 - หากตรวจสอบแล้วพบว่า มีต้นทุนน้ำเพียงพอแต่น้ำ ยังไม่พอใช้ ให้ดำเนินการร่วมกับชาวบ้านและ คณะกรรมการหมู่บ้านเพื่อสรุปหาสาเหตุของปัญหา เช่น ชุมชนใช้น้ำเกินความจำเป็น กรรมการน้ำใน ชุมชนไม่เข้มงวด ชาวบ้านไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ

⁸ ดูการวัดปริมาณต้นทุนน้ำ หน้า 21

ชุมชนเรื่องการใช้น้ำ และเมื่อสรุปประเด็นปัญหาออกมาแล้ว ให้ชุมชนร่วมกันออกความเห็นแนวทางการแก้ไขปัญหานี้

- หากตรวจสอบระบบน้ำเดิมแล้ว พบว่าน้ำต้นทุนยังมีไม่เพียงพอ ให้สำรวจเพิ่มเติม โดยให้ชาวบ้านเข้ามามีส่วนร่วมกับทีมงานในการนำสำรวจหาแหล่งน้ำ เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาพัฒนาแหล่งน้ำ และสร้างระบบน้ำใหม่ตามความเหมาะสมของภูมิประเทศและความต้องการใช้น้ำ

2.1.2 การสำรวจระบบน้ำเพื่อการเกษตร มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ดูต้นทุนเดิม

- 1) สำรวจปริมาณน้ำในฝายหรืออ่างเก็บน้ำว่า มีเท่าใด มีตะกอนอุดอยู่หน้าฝายหรือในอ่างเก็บน้ำหรือไม่ สามารถที่จะซ่อมแซมปรับปรุงให้ใช้งานต่อไปได้หรือไม่
- 2) พิจารณาระบบส่งน้ำเข้าพื้นที่การเกษตร เช่น คลองส่งน้ำ ยังใช้งานได้ดีอยู่หรือไม่ สามารถที่จะซ่อมแซมปรับปรุงให้ใช้งานต่อไปได้หรือไม่ จุดที่กระจายน้ำเข้าพื้นที่การเกษตรอยู่ที่ใด และสามารถส่งน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ได้ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมายได้ทั้งหมดหรือไม่
- 3) ระบบน้ำที่มีอยู่เดิมครอบคลุมพื้นที่รับน้ำของเกษตรกรรมได้กี่ไร่ กี่แปลง กี่ราย และคำนวณว่าสัมพันธ์กับปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่หรือไม่ เพื่อพิจารณาว่า หากซ่อมแซมระบบฝายเดิมแล้ว จะสามารถช่วยให้มีน้ำเพียงพอกับพื้นที่เกษตรหรือไม่ หรือควรสร้างฝายใหม่ในที่เดิม

4) ชุมชนมีกฎระเบียบในการบริหารจัดการน้ำหรือไม่ อย่างไร

2.2 กรณีชุมชนไม่มีระบบน้ำ

หากชุมชนไม่มีระบบน้ำ ต้องสำรวจโดยมีจุดประสงค์เพื่อวางระบบ
น้ำใหม่ให้กับชุมชน โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 สำรวจพื้นที่รับน้ำเป้าหมาย โดยใช้เครื่องจีพีเอส หาความสูง
ตำแหน่ง และขอบเขตพื้นที่รับน้ำ

2.2.2 บันทึกแปลงแผนที่ นำข้อมูลจากการสำรวจมากำหนดจุด
ลงในแผนที่เพื่อแสดงตำแหน่งของพื้นที่

2.2.3 แบ่งกลุ่มพื้นที่ โดยพิจารณาแผนที่เพื่อแบ่งกลุ่มพื้นที่รับน้ำ
ตามสภาพภูมิประเทศ โดยแบ่งเป็น

- 1) พื้นที่ที่อยู่บนเนินเดียวกัน
- 2) พื้นที่ต่อเนื่องกัน
- 3) พื้นที่อยู่ในลุ่มน้ำย่อยหรือลุ่มน้ำหลักเดียวกัน

2.2.4 พิจารณาความเป็นไปได้ในการวางระบบ โดยคำนึงถึงสิ่ง
ต่อไปนี้

- 1) จะสามารถนำน้ำจากแหล่งใดเข้าแต่ละพื้นที่เป้าหมาย
ได้บ้าง
- 2) ปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละแหล่งมีเท่าใด
- 3) ปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละแหล่งสามารถครอบคลุมพื้นที่
เป้าหมายได้เท่าไร

3. หลังการสำรวจระบบน้ำ

3.1 วางแผนการสร้างระบบน้ำ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณวางแผนก่อสร้างระบบน้ำ โดยต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 3.1.1 พื้นที่ไหนที่ควรสร้างระบบน้ำใหม่
- 3.1.2 พื้นที่ไหนที่ควรซ่อม และซ่อมสร้างประเภทไหน
- 3.1.3 ควรใช้ระบบอะไรส่งน้ำเข้าพื้นที่ เช่น คลองส่งน้ำ ท่อน้ำ

3.2 ข้อควรคำนึงในการวางแผนการสร้างระบบน้ำ

- 3.2.1 พื้นที่รับน้ำที่ได้ประโยชน์ต้องเป็นไปตามต้นทุนน้ำที่มี เช่น หมู่บ้าน ก. มีพื้นที่รับน้ำ 100 ไร่ แต่น้ำลำห้วย ข. มีต้นทุนน้ำเพียงพอสำหรับ 50 ไร่ ดังนั้น ต้องหาแหล่งน้ำเพิ่มเติมสำหรับน้ำอีก 50 ไร่
- 3.2.2 ทุกพื้นที่ควรได้รับประโยชน์เท่าเทียมกัน เกษตรกรผู้ใช้น้ำ ซึ่งมีพื้นที่ทำกินอยู่บริเวณด้านท้ายน้ำต้องได้รับประโยชน์จากน้ำที่เราได้จัดหาแหล่งน้ำให้ด้วย
- 3.2.3 ต้องมีการสำรวจหรือเก็บกักน้ำในพื้นที่เหนือลุ่มน้ำที่จะก่อสร้างฝาย โดยเมื่อน้ำออกไปแล้ว ต้องมีการนำน้ำมาจ่ายคืน โดยสร้างฝายอนุรักษ์และปลูกป่าต้นน้ำเพิ่มเติมเพื่อสร้างความสมดุลระหว่างการใช้และการบำรุงรักษาทรัพยากรน้ำ ตลอดจนจิตสำนึกในการบริหารจัดการแหล่งน้ำอย่างยั่งยืนตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ

3.2.4 นอกจากให้ชุมชนตั้งกฎระเบียบเรื่องการใช้มาแล้ว ควรส่งเสริมให้ชุมชนตั้งกฎระเบียบการดูแลรักษาและอนุรักษ์ระบบน้ำควบคู่ไปด้วย เพื่อให้เกิดเป็นแนวทางการบริหารจัดการน้ำอย่างบูรณาการและยั่งยืน

[02]

การวัดปริมาณต้นทุนน้ำ

1. ความหมายและวัตถุประสงค์ของการวัดปริมาณต้นทุนน้ำ

การวัดปริมาณต้นทุนน้ำ คือ การเก็บค่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน ณ จุดจุดหนึ่ง เพื่อหาต้นทุนทรัพยากรน้ำในพื้นที่ เช่น อ่างเก็บน้ำมีความจุเท่าไร ลำห้วยลำธารมีอัตราหรือปริมาณการไหลของน้ำเท่าไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาวางแผนการจัดการระบบน้ำ นอกจากนั้นยังใช้เป็นข้อมูลเชิงสถิติเปรียบเทียบปริมาณน้ำในช่วงก่อนและหลังการพัฒนา

เครื่องมือวัดปริมาณต้นทุนน้ำมีทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ 1) ท่อนลอย 2) วินีอทช์ (V-Notch) และ 3) กระบอกตวง ซึ่งมีวิธีการใช้แตกต่างกันไป

การเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความกว้างของลำน้ำที่ต้องการวัดปริมาณต้นทุนน้ำ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1.1 หากลำน้ำกว้างกว่า 1.50 เมตรและลึกกว่า 30 เซนติเมตร ควรเลือกใช้ท่อนลอย

1.2 หากลำน้ำกว้างไม่เกิน 1.50 เมตรและลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร ควรเลือกใช้วินีอทช์

1.3 หากต้องการวัดปริมาณต้นทุนน้ำในพื้นที่ขนาดเล็ก ในพื้นที่มีปริมาณน้ำไหลน้อย หรือจุดที่ต้องการวัดไม่มีท้องน้ำที่ใหญ่พอสำหรับวางเครื่องมือใดๆ ได้ ควรเลือกใช้กระบอกตวง

ทั้งนี้ อุปกรณ์วัดปริมาณต้นทุนน้ำทั้ง 3 ชนิดสามารถทำขึ้นจากวัสดุที่หาได้ง่าย และมีอยู่ทั่วไป เช่น ไม้ไผ่ ถังน้ำ ชาวบ้านสามารถเรียนรู้และประดิษฐ์ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถถ่ายทอดให้กับคนอื่น ๆ ได้

2. การวัดปริมาณต้นทุนน้ำด้วยทุนลอย

2.1 วัสดุอุปกรณ์

2.1.1 ไม้บรรทัด

2.1.2 ฟุตเหล็กยาว

2.1.3 ตลับเทปเหล็ก

2.1.4 สมุดจดบันทึก

2.1.5 เครื่องเขียน

2.1.6 ทุนลอย มีทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่

- 1) ทุนลอยบนผิวน้ำ ใช้วัตถุใดก็ได้ที่หาได้ในพื้นที่ แต่เมื่อนำไปทดสอบลอยในน้ำ วัตถุชิ้นนั้นต้องจมครึ่งลอยครึ่งเหนือผิวน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการวัดค่าเวลาที่มีกระแสลม การใช้ทุนลอยบนผิวน้ำเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุด

ตัวอย่างวัตถุที่สามารถใช้เป็นวัตถุลอยบนผิวน้ำได้

- ไม้แปรรูปลักษณะคล้ายลูกเต๋าขนาด 4 นิ้ว ซึ่งผ่านการทดสอบแล้วว่าจมครึ่งลอยครึ่งเหนือผิวน้ำ
- ภาชนะพลาสติก เช่น ขวดน้ำดื่ม ใส่น้ำให้จมครึ่งลอยครึ่งเหนือผิวน้ำ
- ท่อนไม้แห้งที่หาได้ในพื้นที่ ซึ่งผ่านการทดสอบแล้วว่าจมครึ่งลอยครึ่งเหนือผิวน้ำ

- 2) ทุนลอยใต้น้ำ โดยใช้วัตถุ 2 ชิ้นผูกเข้าด้วยกัน โดยวัตถุชิ้นหนึ่งลอยน้ำได้ และอีกชิ้นหนึ่งจมน้ำ เพื่อให้ถ่วงวัตถุ

ลอยน้ำไว้ได้ ซึ่งวัตถุที่จมน้ำต้องมีปริมาตรใหญ่กว่า วัตถุที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ โดยต้องหาความสมดุลระหว่าง วัตถุทั้งสองชิ้น เพราะถ้าวัตถุจมน้ำมีขนาดใหญ่และ น้ำหนักมากเกินไป วัตถุบนผิวน้ำก็จะจมตามลงไป เชือก ที่ใช้ผูกวัตถุทั้งสองเข้าด้วยกันต้องมีความยาว 0.6 เท่า ของความลึกของน้ำ เช่น แม่น้ำที่มีความลึก 1 เมตร จะต้องนำเชือกมาผูกให้มีระยะห่างของวัตถุสองชนิด เท่ากับ 60 เซนติเมตร

- 3) ทุ่นลอยที่มีความยาว ใช้วัตถุลอยน้ำชนิดที่มีความยาว เช่น กระบอกไม้ไผ่หรือท่อนไม้ ถ่วงปลายไว้ด้านหนึ่ง ให้น้ำหนักเพื่อให้ลอยน้ำในแนวตั้งได้

ภาพที่ 1
ทุ่นลอยทั้ง 3 ประเภท



2.2 วิธีการคำนวณ

การวัดปริมาณต้นทุนน้ำด้วยทุ่นลอย คือ การใช้ทุ่นลอยวัดความเร็ว ของกระแส น้ำ จากนั้นนำอัตราความเร็วที่ได้มาคูณกับพื้นที่หน้าตัดขวางของ จุดในลำน้ำที่ต้องการวัด หรืออาจสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$Q = A \times V$$

Q คือ ปริมาณน้ำไหล มีหน่วยเป็นลิตรหรือลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

A คือ พื้นที่หน้าตัดขวางของจุดที่ต้องการวัด มีหน่วยเป็นตารางเมตร

V คือ อัตราความเร็วน้ำไหล มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

2.2.1 การหาค่าพื้นที่หน้าตัดหรือค่า A

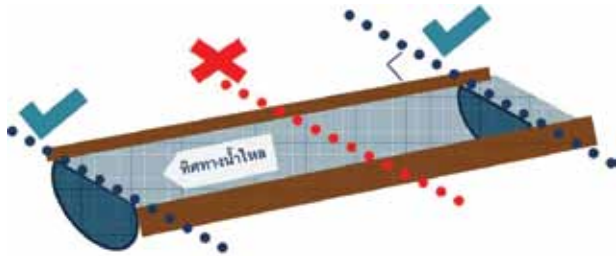
1) เลือกทางน้ำสำหรับวัด โดยทางน้ำที่เหมาะสมควรมีลักษณะดังนี้

- มีเส้นทางตรง
- ท้องน้ำเรียบสม่ำเสมอ และไม่มีวัชพืชขึ้นรกทั้งสองฝั่ง เพราะหากกระแสน้ำไหลไม่สม่ำเสมอ อาจทำให้วัดค่าคลาดเคลื่อนได้
- ระยะทางของลำน้ำยาวไม่ต่ำกว่า 20 เมตร เพื่อที่จะได้ค่าของการจับเวลาที่เหมาะสม และสะดวกในการปฏิบัติงาน เพราะต้องทำการวัดซ้ำหลายครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ภาพที่ 2
การวางเทปขวางลำน้ำ
เพื่อหาพื้นที่หน้าตัด

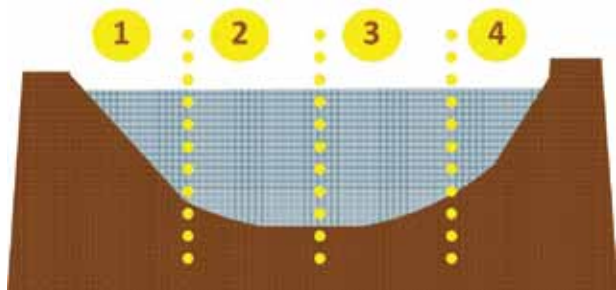


ภาพที่ 3
วิธีการวางเทป
วัดขวางลำน้ำ
เพื่อหาพื้นที่หน้าตัด



- 2) วางเทปวัดขวางลำน้ำในแนวตั้งฉากหรือทำมุม 90 องศา กับสายน้ำ
- 3) กำหนดจุดบนแนวเทปให้มีระยะห่างเท่าๆ กันไม่น้อยกว่า 4 จุด เพื่อแบ่งพื้นที่หน้าตัดน้ำที่ต้องการวัดเป็นส่วนๆ หากกำหนดจุดยิ่งถี่ ก็จะได้พื้นที่ที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

ภาพที่ 4
วิธีกำหนดจุด
บนแนวเทป เพื่อแบ่ง
พื้นที่หน้าตัดน้ำ



- 4) บักไม้บรรทัด ไม้ฟุตเหล็กยาว ตลับเทปเหล็ก หรือลวดไหมไฟ ที่มีลักษณะตรง จากจุดที่กำหนดไว้ลงเป็นแนวตั้งตั้งฉากกับผิวน้ำ
- 5) ใช้เครื่องมือวัดที่มีหน่วยเป็นเมตร เช่นตีมเมตร และ มิลลิเมตร ทาบกับไม้ที่ปักไว้เพื่อหาความลึกของท้องน้ำ โดยวัดความยาวตั้งแต่พื้นท้องน้ำมาจนถึงผิวน้ำ

ภาพที่ 5
ปักไม้ลงจุด
ที่กำหนดไว้
แล้ววัดความลึก
ของท้องน้ำ



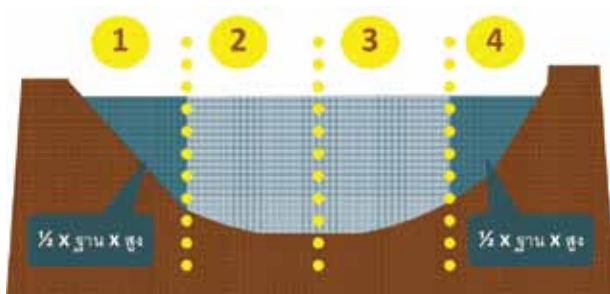
6) จดบันทึกรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ชื่อลำน้ำ
- พิกัดและระดับความสูง
- วัน เวลา สถานที่อย่างละเอียด
- ระยะห่างระหว่างจุดและความลึกของน้ำในแต่ละจุด โดยนำค่าที่ได้มาวาดเป็นรูปตัดขวางของลำน้ำ ณ จุดที่วัด

7) คำนวณพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ โดยแยกคำนวณพื้นที่ในแต่ละส่วน

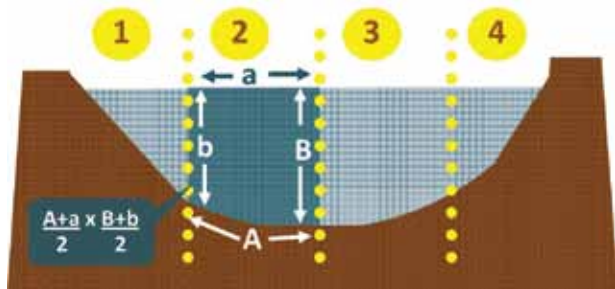
- การคำนวณพื้นที่ริมตลิ่งที่มีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยม (พื้นที่หมายเลข 1 และ 4 ในรูป) ใช้สูตรคำนวณพื้นที่สามเหลี่ยมมุมฉากหรือ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$ มีหน่วยเป็นตารางเมตร

ภาพที่ 6
การคำนวณ
พื้นที่หน้าตัด
ริมตลิ่ง

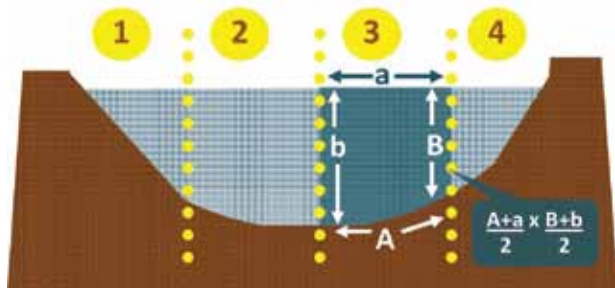


- สำหรับพื้นที่ส่วนที่ถัดจากริมตลิ่งลงมา (พื้นที่หมายเลข 2 และ 3 ในรูป) ใช้สูตรคำนวณสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าหรือความยาวของจุดวัดน้ำแต่ละช่วง $\times \frac{2}{\text{ความลึกด้านตรงข้ามบวกกัน}}$ มีหน่วยเป็นตารางเมตร เช่นเดียวกัน

ภาพที่ 7
การคำนวณ
พื้นที่หน้าตัด
ส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยม
ด้านไม่เท่า



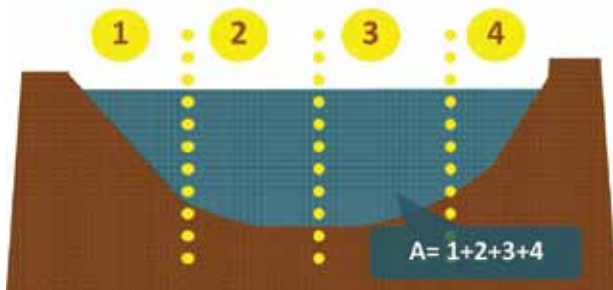
ภาพที่ 8
การคำนวณ
พื้นที่หน้าตัด
ส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยม
ด้านไม่เท่า



- 8) นำค่าหน้าตัดพื้นที่ที่คำนวณได้ในแต่ละส่วนย่อยมาบวก
รวมกัน ซึ่งตามตัวอย่างนี้มี 4 ส่วน (ส่วนที่ 1, 2, 3 และ
4) จะได้เป็นพื้นที่หน้าตัดขวางของน้ำ ณ จุดนั้น ที่มีหน่วย
เป็นตารางเมตรหรือเรียกค่า A ตามสูตรคำนวณ

$$A = \text{ส่วนที่ 1} + \text{ส่วนที่ 2} + \text{ส่วนที่ 3} + \text{ส่วนที่ 4}$$

ภาพที่ 9
การนำขนาด
พื้นที่หน้าตัด
แต่ละส่วน
มารวมกัน



2.2.2 การหาอัตราความเร็วน้ำไหลหรือค่า V

- 1) กำหนดจุดจับเวลาในตำแหน่งเหนือน้ำให้ห่างจากจุดหาค่าพื้นที่หน้าตัด (ค่า A) เป็นระยะทางไม่ต่ำกว่า 20 เมตร
- 2) กำหนดแนวปล่อยทุ่นลอยให้กระจายทั่วลำน้ำ โดยแบ่งอย่างน้อย 3 แนวที่บริเวณใกล้ตลิ่งซ้าย กลางน้ำ และใกล้ตลิ่งขวา หากลำน้ำกว้างเกิน 4 เมตร ควรกำหนดแนวปล่อยทุ่นไว้ 4-6 แนว
- 3) ปล่อยทุ่นลอยในแนวที่กำหนดไว้ โดยเว้นให้ห่างจากจุดเริ่มจับเวลาเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 2 เมตร เพื่อให้ทุ่นลอยปรับตัวเข้ากับกระแสน้ำก่อนเริ่มจับเวลาหาอัตราความเร็ว

ภาพที่ 10
จุดปล่อยทุ่นลอย
และจุดจับเวลา



- 4) เริ่มต้นจับเวลาเมื่อหุ่นลอยมาถึงจุดจับเวลา และหยุดจับเวลาเมื่อหุ่นลอยไปถึงจุดหาค่าพื้นที่หน้าตัด (ค่า A) บันทึกเวลาและนำหุ่นกลับไปลอย ณ จุดปล่อยหุ่นลอยที่อยู่ในแนวปล่อยหุ่นอื่นจนครบทุกแนวที่กำหนดไว้
- 5) นำเวลาที่จดบันทึกไว้ในการลอยหุ่นในแต่ละแนวมาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนครั้งที่ทำการลอยหุ่น ณ จุดนั้น เพื่อหาค่าเฉลี่ยความเร็วน้ำไหลหรือค่า V เฉลี่ยตามสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{ค่า V เฉลี่ย (วินาที)} = \frac{\text{ความเร็วน้ำไหลแนวที่ 1} + \text{ความเร็วน้ำไหลแนวที่ 2} + \text{ความเร็วน้ำไหลแนวที่ 3}}{3}$$

เมื่อหาค่า V เฉลี่ยได้แล้ว จึงมาหาค่าอัตราความเร็วน้ำไหลหรือค่า V ตามสูตรนี้

$$\text{ค่า V อัตราความเร็วน้ำไหล (เมตร/วินาที)} = \frac{\text{ระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มจับเวลาถึงจุดหาค่าพื้นที่หน้าตัด (เมตร)}}{\text{ค่า V เฉลี่ย (วินาที)}}$$

2.2.3 นำค่า Q (ค่าปริมาตรน้ำไหล) มาคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์⁹

ก่อนนำค่า Q ไปใช้ ต้องนำค่า Q ที่คิดได้มาคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่งหุ่นลอยแต่ละประเภท มีการคิดค่าสัมประสิทธิ์ต่างกัน ดังนี้

- 1) สำหรับหุ่นลอยบนผิวน้ำ ให้คูณด้วย 0.85 ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์

⁹ ค่าสัมประสิทธิ์ = ความลึกของหุ่น (d) / ความลึกของท้องน้ำ (D)

- 2) สำหรับท่อนลอยใต้น้ำและท่อนลอยที่มีความยาว ให้นำอัตราความเร็วเฉลี่ย (Vเฉลี่ย) คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ตามตารางด้านล่างจึงจะเป็นความเร็ว (V) ที่นำไปคำนวณในสูตร

ตารางที่ 3
ค่าสัมประสิทธิ์

d/D	0	0.5	0.75	0.9
สัมประสิทธิ์	0.85	0.92	0.95	1

2.3 ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณต้นทุนน้ำด้วยท่อนลอย

ลำน้ำสายหนึ่งวัดพื้นที่รูปขวงลำน้ำ (A) ได้ 1.43 ตารางเมตร
มีความเร็วของน้ำ (V) 0.25 เมตร/วินาที

$$Q = A \times V$$

A = 1.43 ตารางเมตร V = 0.25 เมตร/วินาที
ดังนั้น Q = 1.43 X 0.25 = 0.3575 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

ค่าที่ได้ต้องคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลของน้ำที่ผิวน้ำ ริมตลิ่ง
ท้องน้ำ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.85 เป็นค่าที่ใช้คำนวณกับท่อนลอยบนผิวน้ำ เพราะน้ำ
ที่ผิวน้ำจะไหลเร็วกว่า

Q = 0.3575x0.85 ลูกบาศก์เมตร/วินาที
Q = 0.3038 ลูกบาศก์เมตร/วินาที
(ใช้ทศนิยม 4 หลักเพื่อให้มีความแม่นยำมากที่สุด)

ถ้าอยากทราบว่าภายใน 1 วันน้ำไหลผ่านจุดนี้เท่าใด=
60 (วินาที) X 60 (นาที) x 24 (ชั่วโมง) X 0.3038
ลำน้ำสายนี้มีปริมาณน้ำไหล = 26,248.32 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

หมายเหตุ: ค่าที่ได้นี้เป็นค่าข้อมูลเฉพาะ เวลา วันที่ เดือน ปี ที่ทำการวัดเท่านั้น หากมาวัดซ้ำในเวลาอื่น ค่าที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สภาพป่าต้นน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป

2.4 ข้อพึงระวังในการคำนวณหาปริมาณต้นทุนน้ำด้วยทุ่นลอย

- 2.4.1 หากมีเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราความเร็วการเคลื่อนไหลของทุ่นลอย ในขณะที่จับเวลาช่วงระยะ 20 เมตร เช่น ทุ่นหมุนไปติดตลิ่ง ทุ่นหยุดลอยเพราะกระแสน้ำวนหรือมีลมพัดแรง ต้องจับเวลาใหม่
- 2.4.2 หากพบว่า ในกลุ่มค่าเวลาที่วัดได้มีตัวเลขที่ผิดค่าจากตัวเลขกลุ่มใหญ่ไปมาก (ค่ากระโดด) สามารถตัดตัวเลขที่ผิดค่าทิ้งไปได้
- 2.4.3 ห้ามใช้ทุ่นลอยวัดปริมาณต้นทุนน้ำในขณะที่มีฝนตกหรือมีลมแรง เพราะจะส่งผลให้การคำนวณค่า A และ V คลาดเคลื่อน

3. การวัดปริมาณต้นทุนน้ำด้วยวีโนทช์ (V-Notch)

3.1 วัสดุอุปกรณ์

- 3.1.1 ไม้อัดขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 3.1.2 ไม้เนื้อแข็งขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร หนา 2 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
- 3.1.3 ไม้ไผ่ยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
- 3.1.4 เลื่อยไม้ จำนวน 1 ปืน
- 3.1.5 น้ำมันเคลือบเงาหรือน้ำมันรักษาเนื้อไม้ จำนวน 1 กระป๋อง

- 3.1.6 เครื่องวัดพิกัดภูมิศาสตร์ หรือ จีพีเอส (GPS)
- 3.1.7 กล้องถ่ายรูป
- 3.1.8 สมุดจดบันทึก
- 3.1.9 เครื่องเขียน
- 3.1.10 สีนํ้ามัน
- 3.1.11 จอบ
- 3.1.12 มีดพรว
- 3.1.13 ไม้บรรทัดขนาดยาวไม่น้อยกว่า 45 เซนติเมตร
- 3.1.14 แผ่นพลาสติก

3.2 วิธีประกอบวีธีน็อทซ์

- 3.2.1 วาดตัววี (V) ขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ลงบนกึ่งกลางของด้านยาวด้านใดด้านหนึ่งของแผ่นไม้อัด โดยเว้นระยะจากขอบนอกด้านละ 30 เซนติเมตรเพื่อให้เหลือพื้นที่ตรงกลางขนาด 60 เซนติเมตรสำหรับความกว้างของตัววี จากนั้นกำหนดจุดกึ่งกลางของความกว้างหรือเว้นจากขอบตัววีด้านละ 30 เซนติเมตรและลากเส้นตรงยาว 30 เซนติเมตรจากจุดดังกล่าวขึ้นด้านบน

ภาพที่ 11
สัดส่วนความยาว
ของวีน็อทซ์



- 3.2.2 เลื่อยไม้ตามแบบที่เขียนไว้ โดยให้เลื่อยทำมุม 45 องศา กับแผ่นไม้อัด ซึ่งจะช่วยให้รอยตัดคมบาง ทำให้สามารถ วัดน้ำได้ถูกต้อง ถ้าน้ำไหลผ่านรอยตัดที่เสมอกันจะทำให้ น้ำไหลผ่านวีนีโอทซ์ช้าและเอ่อล้นสูงขึ้นกว่าปกติ ทำให้ อ่านค่าได้ยาก

ภาพที่ 12
การเลื่อยไม้
แบบทำมุม 45 องศา
กับแผ่นไม้อัด



ภาพที่ 13
ลักษณะของ
รอยตัดที่ได้



- 3.2.3 ตอกไม้เนื้อแข็งขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร
หนา 2 เซนติเมตร ปิดตลอดด้านบนแผ่นรีน็อทซ์เพื่อไม่ให้
แผ่นไม้บิดงอและใช้เป็นหัวสำหรับถือขนย้าย อาจเสริมด้วย
ไม้ไผ่และตอกตะปูให้แน่นเพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

ภาพที่ 14
การเสริมหัว
ไม้รีน็อทซ์



ภาพที่ 15
การเสริมไม้ไผ่
และตะปูที่หัว



ภาพที่ 16
วีธีต่อ
ที่ติดหูแล้ว



3.2.4 ทาน้ำมันเคลือบเงาหรือน้ำมันรักษาเนื้อไม้ เพื่อให้แผ่นไม้ คงทน

ภาพที่ 17
วีธีต่อที่สำเร็จแล้ว
(ด้านหน้า)



ภาพที่ 18
วีธีต่อที่สำเร็จแล้ว
(ด้านหลัง)



3.3 วิธีวัดระดับน้ำ

- 3.3.1 เลือกท้องน้ำที่พื้นเรียบ ไม่เป็นแก่งหินขรุขระ เพราะในการวัดต้องวางแผนวิธีનોทซ์ให้แนบสนิทกับพื้นท้องน้ำและไม่ให้น้ำรั่วออกด้านล่าง
- 3.3.2 วางแผนวิธีโนทซ์ขวางทางน้ำในตำแหน่งที่ตั้งฉากกับพื้นลำห้วย ระดับด้านบนแผนวิธีโนทซ์ขนานกับผิวน้ำ ไม่เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง

ภาพที่ 19
การวางวิธีโนทซ์
ตั้งฉากกับพื้นลำห้วย



- 3.3.3 อุดช่องว่างระหว่างแผ่นวิธีโนทซ์กับตลิ่งทั้งสองข้างไม่ให้เหลือช่องให้น้ำผ่าน สามารถทำได้โดยถมดิน ใช้ผ้าพลาสติกที่เตรียมไป หรือใช้วัสดุอื่นที่หาได้ในพื้นที่ เช่น ใบตอง ใบไม้ในลำห้วย ปิดช่องว่างที่มีอยู่เพื่อให้น้ำทั้งหมดไหลผ่านช่องรูปตัววีเท่านั้น

ภาพที่ 20
ปิดช่องว่าง
รอบๆ รั้วหนอ
มิให้น้ำไหลผ่านได้



3.3.4 รอยน้ำที่ไหลผ่านช่องรูปตัววีเพิ่มระดับขึ้นมาเท่ากับด้าน ต้นน้ำและไหลอย่างสม่ำเสมอ

ภาพที่ 21
รอยน้ำไหลขึ้นมา
เสมอกันทั้งสองฝั่ง



3.3.5 วางไม้บรรทัดให้ค่าศูนย์หรือตัวเลข 0 อยู่ที่ปลายแหลม หรือร่องต่ำสุดของตัววีพอดี ไม้บรรทัดต้องตั้งฉากกับผิวน้ำ ไม่เอียงไปข้างใดข้างหนึ่งเพราะจะทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อน อ่านค่าความสูงของไม้บรรทัดที่ติดกับผิวน้ำเป็นเซนติเมตร และมิลลิเมตร จดบันทึกค่าที่อ่านได้เอาไว้

ภาพที่ 22
วางไม้บรรทัด
ให้ค่าศูนย์หรือ
ตัวเลข 0 อยู่ที่
ปลายแหลมหรือ
ร่องต่ำสุด
ของตัววัดพอดี



3.3.6 ยกไม้บรรทัดออกแล้วทาบใหม่เพื่อวัดอีกครั้ง ทำซ้ำไม่น้อยกว่าสามครั้ง จดค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง เปรียบเทียบทุกค่า และเลือกค่าที่ตรงกันมากที่สุดเพียงค่าเดียว

3.3.7 จับพิกัดตำแหน่ง แท้มีสีทำเครื่องหมาย และตั้งชื่อสถานที่วัดน้ำ ณ จุดที่ทำการวัด เพื่อที่จะได้กลับมาวัดซ้ำในโอกาสต่อไป

3.4 วิธีคำนวณปริมาณน้ำไหล

เมื่อได้ค่าความสูงของไม้บรรทัดที่ติดกับผิวน้ำแล้ว ให้เทียบค่าดังกล่าวกับตารางค่าเปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลผ่านวินาที จากนั้นจึงนำปริมาณน้ำไหลที่เทียบได้ไปหาปริมาณน้ำไหลในหนึ่งวัน

ตัวอย่าง: ค่าที่บันทึกได้จากการวัดน้ำของจุด A อ่านค่าได้ 8 เซนติเมตร 4 มิลลิเมตร เมื่อนำค่าที่วัดได้ไปเทียบกับตารางค่าเปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลผ่านวีน็อทซ์โดยใช้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าในตารางที่สุดซึ่ง = 1.2367 ลิตร/วินาที หรือ 106,850.88 ลิตร/วัน

หมายเหตุ: ค่าที่ได้นี้เป็นค่าข้อมูลเฉพาะ เวลา วันที่ เดือน ปี ที่ทำการวัดเท่านั้น หากมาวัดซ้ำในเวลาอื่นค่าที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สภาพป่าต้นน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

4. การวัดปริมาณต้นทุนน้ำด้วยภาษนะตวง

4.1 วัสดุอุปกรณ์

- 4.1.1 ภาษนะตวงที่ทราบความจุ
- 4.1.2 ท่อพีวีซี
- 4.1.3 เครื่องวัดพิกัดภูมิศาสตร์ หรือ จีพีเอส (GPS)
- 4.1.4 กล้องถ่ายรูป
- 4.1.5 สมุดจดบันทึก
- 4.1.6 เครื่องเขียน
- 4.1.7 สีนํ้ามัน
- 4.1.8 จอบ
- 4.1.9 มีดพร้า

4.2 วิธีคำนวณปริมาณน้ำไหล

- 4.2.1 สร้างคันดินกั้นทางน้ำที่ต้องการวัด รอเวลาน้ำซึมเข้าขอบตลิ่งจนอึดตัว
- 4.2.2 ผังกระบอกไม้ไผ่หรือท่อพีวีซีขนาดที่เหมาะสมในคันดิน
- 4.2.3 รongรับน้ำจากปลายท่อด้วยภาชนะตวงที่ทราบความจุ เช่น แกลลอน ถังน้ำ
- 4.2.4 เริ่มจับเวลาตั้งแต่นำภาชนะเข้ารองรับน้ำจนน้ำเต็มภาชนะและบันทึกเวลาลงในสมุด

ภาพที่ 23
การใช้ภาชนะ
ตวงรองรับน้ำ
จากปลายท่อ



ภาพที่ 24
การใช้ภาชนะ
ตวงรองรับน้ำ
จากปลายท่อ



ภาพที่ 25
การจับเวลา
ขณะรองรับน้ำ



- 4.2.5 วัดซ้ำไม่น้อยกว่าสามครั้ง จากนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละครั้ง เช่น วัดน้ำครั้งที่ 1 น้ำเต็มภาชนะความจุภายในเวลา 11.42 วินาที วัดน้ำครั้งที่ 2 ได้เวลา 11.67 วินาที ครั้งที่ 3 ได้ 11.53 วินาที ค่าเฉลี่ยของเวลาก็คือ เวลาการวัดทั้งสามครั้งรวมกันแล้วหารด้วยจำนวนครั้งที่ตวงน้ำ หรือ
- $$\frac{11.42+11.67+11.53}{3 \text{ (จำนวนครั้งที่ตวงน้ำ)}} = 11.54 \text{ วินาที}$$

- 4.2.6 คำนวณหาอัตราการไหลของน้ำโดยนำปริมาณความจุของภาชนะหารด้วยเวลาที่วัดได้ จะได้ปริมาณน้ำไหลต่อวินาที หากต้องการทราบปริมาณน้ำไหลต่อนาที่ที่ต้องคูณด้วย 60 (60 วินาที เท่ากับ 1 นาที) และหากต้องการทราบปริมาณน้ำไหลต่อวันต้องคูณเพิ่มด้วย 60 (60 นาทีเท่ากับ 1 ชั่วโมง) และ 24 (24 ชั่วโมงเท่ากับ 1 วัน)

ตัวอย่าง: ถ้าความจุของภาชนะเท่ากับ 5 ลิตร เวลาเฉลี่ยของการวัดน้ำเต็มภาชนะเท่ากับ 11.54 วินาที ดังนั้น แสดงว่า

ใช้เวลา 11.54 วินาที ได้น้ำจำนวน 5 ลิตร ถ้าเวลา 60 วินาที
จะได้ น้ำ = $\frac{5 \times 60}{11.54} = 25.996$ ลิตร/นาที ซึ่งมีค่า 25.996 x

$$60 \times 24 = 37,434.24 \text{ ลิตร/วัน}$$

หมายเหตุ: ค่าที่ได้นี้เป็นค่าข้อมูลเฉพาะ เวลา วันที่ เดือน ปี ที่ทำ
การวัดเท่านั้น หากมาวัดซ้ำในเวลาอื่นค่าที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตาม
องค์ประกอบของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและสภาพป่าต้นน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป

[03]

การสร้างฝาย

1. ความหมายและวัตถุประสงค์ของฝาย

ฝาย คือ อาคารที่สร้างขวางทางน้ำเพื่อทำหน้าที่ทดน้ำ และให้น้ำไหลล้นข้ามไปบนสันของอาคารได้ เมื่อเราสร้างฝายที่ลำนํ้า ซึ่งจะใช้เป็นต้นน้ำของโครงการชลประทาน ฝายจะทำหน้าที่เป็นอาคารทดน้ำหรือเขื่อนทดน้ำประเภทหนึ่ง สำหรับทดน้ำที่ไหลมาตามลำนํ้าให้มีระดับสูง จนน้ำสามารถไหลเข้าคลองส่งน้ำได้ตามปริมาณที่ต้องการในฤดูกาลเพาะปลูก ส่วนน้ำที่เหลือจะไหลล้นข้ามสันฝายไป ฝายทุกแห่งจึงจำเป็นต้องสร้างให้มีความสูงมากพอ สำหรับทดน้ำให้เข้าคลองส่งน้ำได้ และจะต้องมีความยาวมากพอที่จะให้น้ำที่ไหลมาในฤดูน้ำไหลล้นข้ามฝายไปได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ทำให้เกิดน้ำท่วมตลิ่งสองฝั่งลำนํ้าที่บริเวณด้านเหนือฝายมากเกินไปด้วย โดยทั่วไปแล้วฝายจะเป็นอาคารที่มีขนาดความสูงไม่มากนัก และมีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู (ปราโมทย์ ไ้มักลัด, 2554, 28 พฤศจิกายน)

2. ประเภทของฝาย

ฝายที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์เลือกใช้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ฝายอนุรักษ์หรือฝายต้นน้ำลำธาร 2) ฝายเกเบียน 3) ฝายหินก่อ และ 4) ฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ มีหลักในการเลือกสร้างฝายในแต่ละพื้นที่ คือ ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของลักษณะภูมิประเทศและผลประโยชน์ที่ชุมชนได้รับเป็นหลัก รายละเอียดข้อเปรียบเทียบของฝายทั้ง 4 ประเภทสามารถดูได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความแตกต่างของฝายประเภทต่างๆ

	ฝายอนุรักษ	ฝายเกเบี่ยน	ฝายหินก่อ	ฝายคสล.
ความลาดชัน ของลำห้วย	ไม่เกิน 30 องศา	ไม่เกิน 20 องศา	10-20 องศา	5-10 องศา
ความกว้าง ของร่องน้ำ	1-5 เมตร	ไม่เกิน 20 เมตร	3-10 เมตร	ไม่เกิน 10 เมตร
ลักษณะพื้น ลำห้วย	ทุกสภาพพื้นที่	มีหินเป็นก้อนๆ	เป็นหินฟืด (แผ่นหิน) ขนาดใหญ่	เป็นหินฟืด (แผ่นหิน) ขนาดใหญ่
วัสดุก่อสร้าง	ใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้ไผ่ ก้อนหิน กรวด ดังนั้น ในพื้นที่ ต้องมีวัสดุเหล่านี้ จึงจะเหมาะสม	ใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น ก้อนหิน กรวด ดังนั้น ในพื้นที่ต้องมี วัสดุเหล่านี้ จึงจะเหมาะสม	ใช้วัสดุธรรมชาติ เช่น ก้อนหิน กรวด ดังนั้น ในพื้นที่ต้องมี วัสดุเหล่านี้ จึงจะเหมาะสม	ใช้เหล็กเส้น และคอนกรีต เป็นวัสดุหลัก
เส้นทาง คมนาคม	ใช้วัสดุก่อสร้าง ในพื้นที่ จึงไม่ จำกัดสภาพ เส้นทางคมนาคม สามารถสร้างฝาย ในพื้นที่ใดก็ได้ ที่จะเกิดประโยชน์	ต้องนำวัสดุก่อสร้างเข้ามาจากภายนอก พื้นที่ก่อสร้างจึงต้องมีเส้นทางคมนาคม ที่เอื้อต่อการขนส่งและ เดินทางเข้าไปตรวจสอบ		
ค่าใช้จ่าย	ไม่เกิน 250 บาท ต่อเมตร	ไม่เกิน 12,600 บาท ต่อเมตร หรือ 1,400 บาท ต่อตารางเมตร	ไม่เกิน 7,500 บาท ต่อเมตร หรือ 2,500 บาท ต่อตารางเมตร	ค่อนข้างสูง จึงควรสร้าง ในกรณีที่จำเป็น จริงๆ เท่านั้น
ระยะเวลา และแรงงาน	ฝาย 1 ตัว/ 1 วัน/ 8 คน	ฝายขนาด 5x1.5 เมตร 1 ตัว/10 คน/ 20 วัน	ฝายขนาด 5x1.2/ 10 คน/ 10 วัน	ฝายขนาด 5x1.2/10 คน/ 10 วัน

3. ฝายอนุรักษ์หรือฝายต้นน้ำลำธาร

"... ให้พิจารณาดำเนินการสร้างฝายราคาประหยัด โดยใช้วัสดุราคาถูกและหาง่ายในท้องถิ่น เช่น แบบหินทิ้งคลุมด้วยตาข่ายปิดกั้นร่องน้ำกับลำธารขนาดเล็กเป็นระยะๆ เพื่อใช้เก็บกักน้ำและตะกอนดินไว้บางส่วน โดยน้ำที่กักเก็บไว้จะซึมเข้าไปในดินทำให้ความชุ่มชื้นแผ่ขยายออกไปทั้งสองข้างต่อไปจะสามารถปลูกพันธุ์ไม้ป้องกันไฟ พันธุ์ไม้โตเร็วและพันธุ์ไม้ไม่ทิ้งใบเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธารให้มีสภาพเขียวชุ่มชื้นเป็นลำดับ ..."

ความตอนหนึ่งจากพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
ณ อำเภอแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน
เมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2521

"...ควรสร้างฝายต้นน้ำลำธารตามร่องน้ำเพื่อช่วยชะลอกระแสน้ำ และเก็บกักน้ำ สำหรับสร้างความชุ่มชื้นให้กับบริเวณต้นน้ำ..."

ความตอนหนึ่งจากพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
ณ ดอยอ่างขาง อำเภอปาง จังหวัดเชียงใหม่
เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2532

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงตระหนักถึงความสำคัญของป่าไม้ โดยทรงมีพระราชดำริทฤษฎีการพัฒนาและฟื้นฟูป่าไม้ด้วยการใช้ทรัพยากรที่เอื้ออำนวยสัมพันธ์ซึ่งกันและกันให้เกิดประโยชน์สูงสุด หนึ่งในเครื่องมือที่ท่านทรงแนะนำคือ ฝายอนุรักษ์ หรือฝายต้นน้ำลำธาร ซึ่งทำหน้าที่กั้นลำห้วยลำธารขนาดเล็กในบริเวณที่เป็นต้นน้ำ เพื่อช่วยชะลอให้น้ำไหลช้าลงและซึมลงไปกับสะสมอยู่ในดินให้มากที่สุด ส่งผลให้ป่าไม้ชุ่มชื้นเจริญงอกงามได้ดีตามธรรมชาติ อีกทั้งช่วยกักเก็บตะกอนในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงไม่ให้ไหลลงไปกับถล่มลำน้ำตอนล่าง ตะกอนที่ถูกดักไว้และป่าไม้ที่ปกคลุมดินจะช่วยลดการพังทลายของดิน ตลอดจนลดสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำท่า เท่ากับเป็นการป้องกัน

ปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้งในพื้นที่ตอนล่าง ซึ่งส่วนมากคือ พื้นที่เกษตรกรรม และที่อยู่อาศัย จึงนับว่าการสร้างระบบฝายอนุรักษ์ นอกจากเป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยตรงแล้ว ยังช่วยป้องกันมิให้เกิดอีกหลายปัญหาที่อาจตามมาจากการที่ทรัพยากรน้ำ ดิน และป่าเสื่อมโทรมอีกด้วย

แม้ฝายอนุรักษ์จะมีคุณอนันต์ แต่การสร้างฝายอนุรักษ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ต้องทำควบคู่ไปกับการสำรวจและพิจารณาขนาดของลำห้วยว่ามีความลึกหรือกว้างที่จะรับน้ำฝนได้มากแค่ไหน หากรับน้ำได้มาก สร้างฝายอนุรักษ์จำนวนยิ่งมาก ยิ่งดี แต่ก็ต้องพิจารณาในรายละเอียดของพื้นที่ลึกลงไปอีก คือ หากเป็นพื้นที่ลาดชันมาก ควรวางจุดสร้างให้ถี่ แต่เว้นระยะห่างจากฝายหนึ่งไปอีกฝายหนึ่งอย่างน้อย 10-20 เมตร หากเป็นพื้นที่ลาดน้อย ไม่ชันมาก และลำห้วยมีความลึกหรือกว้างที่สามารถรับน้ำได้ดี ควรให้มีความห่างระหว่างแต่ละฝายไม่น้อยกว่า 50 เมตร เพื่อให้สามารถเก็บกักน้ำได้ในปริมาณมาก สำหรับพื้นที่ 93,515 ไร่ ของโครงการพัฒนาโดยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริมีฝายอนุรักษ์ประมาณ 2,000 ฝาย หรือมีฝายอนุรักษ์ 1 ตัวต่อพื้นที่ประมาณ 45 ไร่ เป็นต้น

ฝายอนุรักษ์ที่สร้างขึ้นในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะแตกต่างกันไปตามวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยมากจะมีขนาดไม่สูงจนเกินไป รูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู ส่วนลาดเทของตัวฝายทางด้านท้ายน้ำแบนราบกว่าส่วนลาดเททางด้านเหนือน้ำ มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ ดำเนินงานตามแนวพระราชดำริโดยสร้างฝายอนุรักษ์จากวัสดุราคาถูกและหาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ ไม้ไผ่ เสาไม้ ทวาย และกรวด ตัวฝายทำมาจากไม้ไผ่หรือเสาไม้ที่วางเรียงต่อและสลับกันตามแนวยาวของลำน้ำให้เป็นแถวและเป็นคอกลดหลั่นกันเป็นรูปฝายตามที่ต้องการ จากนั้นจึงทิ้งหินขนาดต่างๆ กรวด และทรายลงไปจนเต็มคอก เพื่อให้ฝายมั่นคงแข็งแรงยิ่งขึ้น

ภาพที่ 26
ฝายอนุรักษ์
หรือฝายต้นน้ำลำธาร



3.1 การเตรียมการสร้างฝายอนุรักษ์

3.1.1 เตรียมบุคลากร

- 1) ช่างควบคุมงาน จำนวน 1 คน เพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้ทีมงาน และให้คำแนะนำจากประสบการณ์ สามารถหาบุคลากรเหล่านี้ได้จากช่างควบคุมงานก่อสร้างในพื้นที่ รวมถึงบริษัทเอกชนหรือหน่วยงานที่เคยทำงานชลประทานหรือก่อสร้าง ช่างควบคุมงานควรมีคุณสมบัติดังนี้
 - สามารถก่อสร้างฝายรวมถึงปฏิบัติงานก่อสร้างได้
 - เข้าใจโครงสร้างและรูปแบบฝาย ตลอดจนสามารถอ่านแบบโครงสร้างฝายได้
 - รู้วิธีการเรียงหินและสามารถถ่ายทอดวิธีการที่ถูกต้องได้
- 2) แรงงานทั่วไป จำนวนไม่จำกัด มีหน้าที่ทำงานก่อสร้างโดยรวม เช่น ตัดไม้ไผ่ ขนดิน เทหิน ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชน และ

ที่สำคัญที่สุด คือ เป็นการถ่ายทอดทักษะความรู้ในการสร้าง บำรุงรักษาและบริหารจัดการฝายอนุรักษ์ให้กับชุมชนซึ่งเป็นผู้ที่จะดูแลฝายต่อไปในอนาคต

3.1.2 เตรียมวัสดุและเครื่องมือ

1) วัสดุ

- ไม้ไผ่
- ดินธรรมชาติที่มีอยู่ในพื้นที่สร้างฝาย
- หินธรรมชาติที่มีอยู่ในพื้นที่สร้างฝาย
- ตะปูขนาดยาว 1.5, 3 และ 4 นิ้ว
- ลวด
- ผ้ายพลาสติก

2) เครื่องมือ

- ตลับเมตร สำหรับวัดความกว้าง ยาว สูง ของพื้นที่เพื่อนำไปตัดไม้ไผ่ให้ได้ขนาด
- มีด สำหรับตัดไม้ไผ่
- จอบ สำหรับขุดดิน
- ปั่ว สำหรับตักดิน
- ไม้กระทุ้งดิน สำหรับอัดดินในฝายให้แน่น
- ไม้ฆ้อน สำหรับตอกไม้ไผ่ซี่

3.2 ขั้นตอนการสร้างฝายอนุรักษ์

3.2.1 ปรับพื้นที่สร้างฝาย

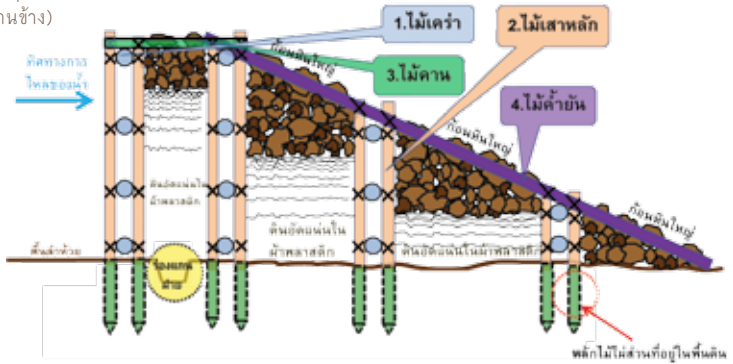
ควรดูบริเวณจุดที่จะสร้างฝายว่าหน้าฝายควรมีแอ่งกว้างกว่าที่จะสร้างตัวฝาย เพื่อจะได้เก็บกักน้ำ และดักตะกอน

ได้มาก และแผ้วถางวัชพืช เก็บเศษไม้ และเศษหินในบริเวณ
ที่สร้างฝายออก

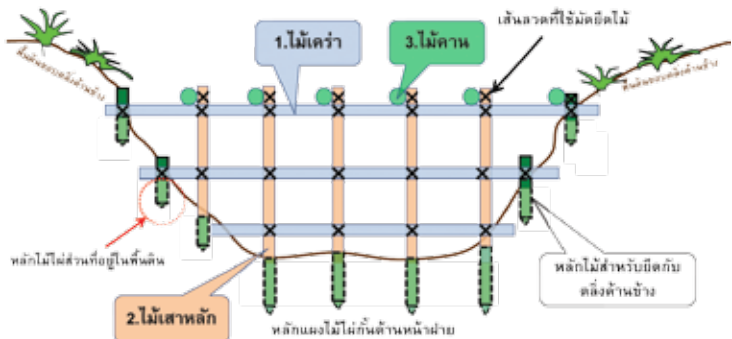
3.2.2 วางโครงสร้างฝาย

โครงสร้างฝายอนุรักษณ์มีส่วนประกอบหลักทั้งหมด 4 ส่วน
เรียงจากลำดับในการวางจากก่อนไปหลัง ได้แก่ 1) ไม้เคร่า
2) ไม้เสาหลัก 3) ไม้คาน และ 4) ไม้ค้ำยัน

ภาพที่ 27
ส่วนประกอบ
ของฝายอนุรักษณ์
(ด้านข้าง)



ภาพที่ 28
ส่วนประกอบ
ของฝายอนุรักษณ์
(ด้านหน้า)



ขั้นตอนการวางโครงสร้างฝายสามารถทำได้ดังนี้

- 1) กำหนดจุดวางไม้เคร่า ด้วยการหาจุดบนสองฝั่งลำห้วย ที่ขนานกัน วิธีที่ทำได้ง่ายและสะดวกที่สุด คือ ยืนกลางลำห้วยโดยหันหน้าขึ้นตามร่องห้วย จากนั้นกางแขนทั้งสองข้างออกให้ตั้งฉากกับลำห้วย และกำหนดจุดตั้งทั้งสองข้างว่าคือจุดวางไม้เคร่า
- 2) วางไม้เคร่า ขุดร่องสำหรับวางไม้เคร่าให้ลึกจากขอบตลิ่งเข้าไปอย่างน้อย 50 เซนติเมตร จากนั้นวางไม้ไผ่ในแนวยาวขวางลำห้วยโดยให้ปลายลำไม้ไผ่ทั้งสองข้างอยู่ในร่องที่ขุดไว้ เว้นระยะห่างระหว่างแต่ละลำ 1 เมตร

ภาพที่ 29
การขุดร่อง
สำหรับวาง
ไม้เคร่า



ภาพที่ 30
การวางไม้เคร่า
โดยเว้นระยะห่าง
ระหว่างแต่ละลำ
1 เมตร



- 3) ยึดไม้เคร่า เจาะรูบริเวณปลายไม้ไผ่ทั้งสองด้าน จากนั้น นำไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 เซนติเมตร มาเหลาปลายให้แหลมและตอกลงไปในรูจนยึดติดแน่น กับพื้นดิน ตอกตะปูยึดลำไม้ไผ่ที่วางขวางห้วยและไม้ไผ่ ที่ใช้ยึดเข้าด้วยกันและผูกด้วยลวดผูกเหล็กจนแน่นหนา อีกครั้ง ทำแบบเดียวกันกับไม้เคร่าทุกลำ

ภาพที่ 31
การยึดไม้เคร่า



- 4) ปักไม้เสาหลัก นำไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรมาเหลาปลายให้แหลม เรียงไม้แนบขอบด้านนอกไม้แคร่ทุกแถว โดยเว้นระยะห่าง 0.5-1 เมตร ระหว่างไม้แต่ละลำ ตอกไม้ทุกลำลงดินให้แน่นที่สุดเท่าที่จะแน่นได้และตั้งตรงอยู่ในแนวตั้งเดียวกัน ตอกตะปูขนาด 3-4 นิ้วบริเวณจุดที่ไม้เสาหลักและไม้แคร่ติดกันเพื่อยึดไม้ทั้งสองให้ติดกัน หลังจากตอกตะปูแล้วจึงมัดลวดซ้าอีกชั้นให้แน่นหนายิ่งขึ้น

ภาพที่ 32
การปักไม้เสาหลัก



ภาพที่ 33
การตอกตะปู
ยึดไม้เสาหลัก



ภาพที่ 34
การพันลวด
ยึดไม้เสาหลัก



- 5) วางไม้คาน ตัดไม้ไผ่แก่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไปให้ยาวเท่ากับระยะห่างระหว่าง ไม้เสาหลักที่ยึดไม้โครงแถวที่ 1 และ 2 เจาะรูบริเวณ ปลายไม้ไผ่ทั้งสองด้านโดยเจาะรูให้สามารถสอดรูลง ไม้เสาหลักทั้งสองลำได้พอดี ข้อควรระวัง คือ ต้องเจาะรู ให้อยู่ในข้อเพื่อป้องกันไม้แตก เมื่อเจาะรูเรียบร้อยแล้วจึง สวมไม้คานลงไม้เสาหลัก โดยวางขวางยึดระหว่าง ไม้โครง ไม้ให้ห่างออกจากกัน การสวมไม้คานใน ลักษณะนี้จะช่วยยึดไม้โครงแถวที่ 1 และ 2 ให้คงรูปล่อง สีเหลี่ยม ไม่แตกตัวในขณะอัดดินและหินลงในร่อง แกนฝาย

ภาพที่ 35
การวางไม้คาน



- 6) วางไม้ค้ำยัน ตัดไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไปให้ยาวเท่ากับระยะตั้งแต่ไม้เสาหลักที่ยึดไม้คร่าวแถวที่ 2 พาดผ่านไม้เสาหลักของไม้คร่าวแถวที่ 3, 4 ไปจนถึงจุดยันท้ายฝาย บักไม้ค้ำยันลงในดินให้แน่นและตอกหลัก ตอกตะปู และผูกมัดยึดทุกจุดที่ไม้ค้ำยันพาดผ่าน

ภาพที่ 36
การวางไม้ค้ำยัน



ภาพที่ 37
การวางไม้ค้ำยัน



- 7) ตอกไม้ซีก ในกรณีที่ไม้หายาก ให้ผ่าครึ่งไม้ไผ่ เพื่อทำเป็นไม้ซีก ตอกไม้ซีกลงดินตามช่องไม้คร่าวให้เต็มเป็นผนังกัน ตอกให้สุดจนตอกไม่ลง แต่หากในกรณีที่ไม้มีไม่มาก สามารถใช้ไม้เต็มลำได้ ซึ่งจะช่วยให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

ภาพที่ 38
การผ่าครึ่งไม้ไผ่
เพื่อทำเป็นไม้ซีก



ภาพที่ 39
การตอกไม้ซีก



ภาพที่ 40
การตอกไม้ซิก



ภาพที่ 41
การใช้ไม้เต็มลำ
แทนไม้ซิก



3.2.3 ขุดร่องแกน

ให้เก็บเศษไม้และตะกอนต่างๆ ออกจากพื้นที่ช่องฝาย ขุดดิน
ในช่องแนวสันฝายให้เป็นร่องขนาดกว้างขนาด 20-30
เซนติเมตรและลึก 30-50 เซนติเมตร

ภาพที่ 42
การขุดร่องแกน



3.2.4 ปูผ้าพลาสติก

ตัดผ้าพลาสติกให้มีความยาวเท่ากับสันฝาย ปูผ้าพลาสติก
ลงในร่องแกนให้แนบชิดกับแนวไม้ซีกฝั่งในแฝงไม้ที่ตอกกัน
ทั้งสองด้าน

ภาพที่ 43
การปูผ้าพลาสติก



ภาพที่ 44
การปูผ้าพลาสติก



- 3.2.5 ถมดิน** ชุดดินในบริเวณใกล้เคียงมาถมใส่ แต่ไม่ควรชุตดินใกล้ฝาย หากจำเป็นต้องชุต ต้องชุตให้สูงกว่าสันฝายไม่น้อยกว่า 1 เมตร การถมแต่ละช่อง ต้องถมทีละชั้น และต้องกระทุ้ง เพื่ออัดดินให้แน่นเป็นชั้นๆ จนเกือบเต็ม ให้เว้นระยะจากดินที่อัดถึงระดับสันฝายประมาณ 20-30 เซนติเมตร สำหรับใส่หินใหญ่ทับหลังฝายอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันน้ำกัดเซาะ

ภาพที่ 45
ชุตดินสำหรับถม
จากบริเวณที่สูงกว่า
สันฝายไม่น้อยกว่า
1 เมตร



ภาพที่ 46
การถมดิน



ภาพที่ 47
การกระทุ้งดิน



ภาพที่ 48
เว้นระยะประมาณ
20-30 เซนติเมตร
จากหน้าดินถึงสันฝาย
สำหรับวางหิน



3.2.6 เรียงหินหรือไม้ไผ่ปิดหน้า หาดหินขนาดต่างๆ ในบริเวณ
ใกล้เคียงมาเรียงทับหน้าดินในแต่ละช่องจนเต็มเสมอขอบ
ไม้ซีก หากไม่มีหินก็สามารถใช้ไม้ไผ่เรียงปิดหน้าแทนได้
เช่นเดียวกัน แต่หากในพื้นที่มีหินขนาดใหญ่มาก การใช้หิน
ขนาดใหญ่ทั้งหมดเต็มตัวฝายและท้ายฝายจะทำให้ฝาย
แข็งแรงและมีอายุการใช้งานนาน

ภาพที่ 49
การวางหิน
ทับลงบนหน้าดิน



ภาพที่ 50
ฝายอนุรักษ
แบบใช้หิน
เรียงปิดหน้า



ภาพที่ 51
ฝายอนุรักษ
แบบใช้หิน
ผสมไม้ไผ่
เรียงปิดหน้า



ภาพที่ 52
ฝายอนุรักษ
แบบใช้ไม้ไผ่
เรียงปิดหน้า



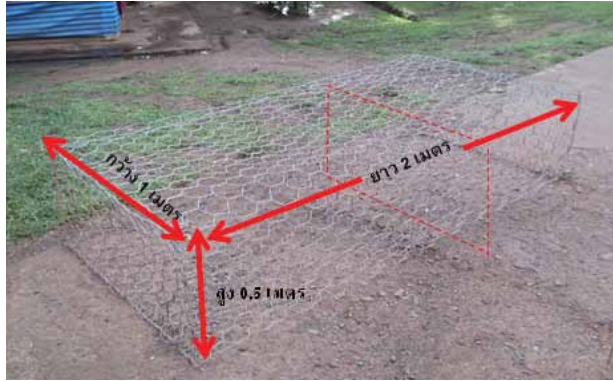
4. ฝายเกเบี่ยน

ฝายเกเบี่ยน คือ ฝายที่มีกล่องเกเบี่ยนเป็นส่วนประกอบหลัก กล่องเกเบี่ยน ทำมาจากลวดตาข่าย มีหลายขนาดสำหรับใส่ก้อนหิน กรวด

กล่องเกเบี่ยนที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ ใช้ทำมาจากลวดตาข่ายเหล็กอาบสังกะสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ตัวกล่องสูง 0.5 เมตร กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร มีตาข่ายกัน แบ่งภายในกล่องเป็นสองช่องเพื่อให้กล่องคงรูปไว้ได้

เหตุผลที่เลือกใช้กล่องเกเบี้ยนทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าเนื่องจากมีความยืดหยุ่นและสามารถพลิกแพลงนำไปใช้ได้มากกว่ากล่องทรงสี่เหลี่ยมด้านเท่า

ภาพที่ 53
กล่องเกเบี้ยน
ที่ผูกเรียบร้อยแล้ว



4.1 การเตรียมการสร้างฝายเกเบี้ยน

หลังจากสำรวจระบบน้ำในพื้นที่ตลอดจนได้มีการออกแบบฝายที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ไว้เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มเตรียมการสร้างฝายตามแนวทางดังต่อไปนี้

4.1.1 เตรียมบุคลากร

- 1) ช่างควบคุมงาน จำนวน 1 คน เพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้ทีมงาน และให้คำแนะนำจากประสบการณ์ สามารถหาบุคลากรเหล่านี้ได้จากช่างควบคุมงานก่อสร้างในพื้นที่ รวมถึงบริษัทเอกชนหรือหน่วยงานที่เคยทำงานชลประทานหรือก่อสร้าง ช่างควบคุมงานควรมีคุณสมบัติดังนี้
 - มีประสบการณ์ด้านการคุมงานก่อสร้างไม่น้อยกว่า 3 ปี
 - สามารถคุมงานก่อสร้างฝายได้

- เข้าใจโครงสร้างและรูปแบบฝาย ตลอดจนสามารถอ่านแบบโครงสร้างฝายได้
 - สามารถปฏิบัติงานก่อสร้างได้
 - รู้วิธีการผูกมัดยึดกล่องเกเบี่ยนและถ่ายทอดวิธีการที่ถูกต้องได้
 - สามารถปรับแก้วิธีการวางกล่องเกเบี่ยนได้อย่างเหมาะสมตามสภาพพื้นที่ก่อสร้าง
- 2) ช่างทั่วไป จำนวน 1-2 คนตามปริมาณและความเร่งด่วนของงาน มีหน้าที่ปฏิบัติงานตามที่ช่างควบคุมมอบหมาย และจ่ายงานให้แรงงานทั่วไป ควรเป็นคนที่ผ่านการเป็นลูกมืองานก่อสร้างมาก่อน สามารถหาได้จากชาวบ้านหรือช่างก่อสร้างรับจ้างทั่วไป
- 3) แรงงานทั่วไป จำนวนไม่จำกัด มีหน้าที่ทำงานก่อสร้างโดยรวม เช่น เรียงและผูกกล่องเกเบี่ยน เก็บหินใส่กล่องเกเบี่ยน ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชน และที่สำคัญที่สุด คือ เป็นการถ่ายทอดทักษะความรู้ในการสร้าง บำรุงรักษา และบริหารจัดการฝายเกเบี่ยนให้กับชุมชนซึ่งเป็นผู้ที่จะดูแลฝายต่อไปในอนาคต

4.1.2 เตรียมวัสดุและเครื่องมือ

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1) วัสดุ | 2) เครื่องมือ |
| • กล่องเกเบี่ยน | • คีมปากจระเข้ |
| จำนวนเท่าขนาด | สำหรับผูกมัดเกเบี่ยน |
| ฝายที่ได้ออกแบบ | • คีมปากนกแก้ว |
| • ผ้าใบสังเคราะห์ | สำหรับผูกมัดผูกหลัก |
| ตามขนาดฝาย | • กรรไกรตัดลวด ขนาด |

- ลวดผูกเหล็ก ประมาณ 50 ซม.
 - ลวดผูกเกเบี่ยน
 - ขนาดเบอร์ 12
 - ตะปูขนาด 1.5 นิ้ว
 - 2.5 นิ้ว 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว
 - ไม้ไผ่หรือไม้ที่มีความยาวเท่าขนาดของฝาย และหนา 1.5-2 นิ้ว
 - กระดานไม้อัดเพื่อการตั้งแบบ ขนาดกว้าง 1.20 เมตร ยาว 2.40 เมตร หนา 1 เซนติเมตร
 - ไม้เนื้ออ่อน
 - ปูนซีเมนต์
 - ทราาย
 - ชะแลง
 - อีเตอร์
 - ฆ้อนตอกตะปู
 - จอบ
 - เสียม
 - ปุ้งกี้
 - พลั่ว
 - หินย่อย
 - เทปวัดขนาด 30 เมตร สำหรับวัดพื้นที่ขนาดใหญ่
 - เทปวัดแบบตลับขนาด 5 เมตร สำหรับให้ช่างพกติดตัวเพื่อวัดพื้นที่ขนาดเล็ก
 - เลื่อยตัดไม้
 - เลื่อยตัดเหล็ก
 - เกรียงไบกปูน
 - ถังเทปูน
 - สายยางระดับ
 - เชือกกระดပ်
 - กล้องถ่ายภาพ
 - สมุดบันทึก

- หินใหญ่ขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง
20-30 ซม.
- ท่อเหล็กขนาดตามที่
คำนวณไว้สำหรับ
กรณีที่ต้องวางท่อส่งน้ำ

****ปริมาณของวัสดุและจำนวนเครื่องมือขึ้นอยู่กับขนาด
ของฝายที่จะสร้างและจำนวนแรงงาน****

4.1.3 เตรียมพื้นที่หรือปรับพื้นที่สร้างฝาย โดยทำตามขั้นตอน ต่อไปนี้

- 1) กำจัดวัชพืช เก็บเศษไม้ เศษหินในบริเวณที่จะสร้างฝาย
ออก
- 2) ผันน้ำหรือเบี่ยงน้ำ โดยเลือกทำตามวิธีต่อไปนี้
 - การเบี่ยงน้ำโดยใช้ท่อ ทำได้โดยกันน้ำแล้วใช้ท่อส่งน้ำ
เพื่อผันน้ำข้ามตัวฝายไปท้ายฝาย เป็นวิธีที่ง่ายและ
สะดวก ใช้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำไม่มาก

ภาพที่ 54
การเบี่ยงน้ำ
โดยใช้ท่อ



ภาพที่ 55
การเบี่ยงน้ำ
โดยใช้ท่อ



- การเบี่ยงน้ำโดยชุดร่องทำแนวเบี่ยง ทำได้โดยชุดร่องเบี่ยงน้ำไปทางอื่น ใช้ในพื้นที่ที่มีน้ำมาก สามารถใช้แรงงานคนหรือรถก็ได้ เมื่อการสร้างฝายแล้วเสร็จ จึงปิดทางเบี่ยงแล้วอัดดินให้แน่นที่สุด ให้น้ำไหลเข้าสู่ระบบฝายตามปกติ ในกรณีที่มีพื้นที่มีน้ำมาก สามารถเบี่ยงน้ำด้วยการชุดร่องและใช้ท่อไปพร้อมกัน

ภาพที่ 56
การเบี่ยงน้ำ
โดยชุดร่อง
ทำแนวเบี่ยง



- การเบี่ยงน้ำโดยสร้างทำนบดิน ทำได้โดยสร้างทำนบดินฝั่งแรกเพียงครั้งลำนํ้าให้คลุมถึงประตูระบายทรายก่อน และใช้ประตูระบายทรายเป็นที่ระบายน้ำขณะสร้างทำนบดินอีกฝั่ง ใช้ในกรณีที่พื้นที่มีขนาดกว้างมาก

ภาพที่ 57
การเบี่ยงน้ำ
โดยสร้างทำนบกั้น



ทั้งนี้ การเบี่ยงน้ำเพื่อสร้างฝายเกเบี่ยนมีลักษณะพิเศษกว่าการสร้างฝายชนิดอื่น คือ ไม่จำเป็นต้องเบี่ยงน้ำจนพื้นที่แห้งสนิท เนื่องจากในกระบวนการสร้างฝายเกเบี่ยนไม่มีการหล่อแบบจนติดบริเวณพื้นฝาย

- 3) หลังการเบี่ยงน้ำ เมื่อพื้นที่แห้งแล้วจึงเริ่มปรับหน้าดินให้เหมาะสมตามแบบที่กำหนดฝายไว้ โดยจุดสำคัญ คือ ต้องปรับให้เรียบจนพื้นดินแน่น สามารถรับน้ำหนักของตัวฝายได้

ภาพที่ 58
การปรับหน้าดิน
ด้วยเครื่องจักร



ภาพที่ 59
การปรับหน้าดิน
ด้วยแรงงานคน



4.2 ขั้นตอนการสร้างฝายเกเบี่ยน

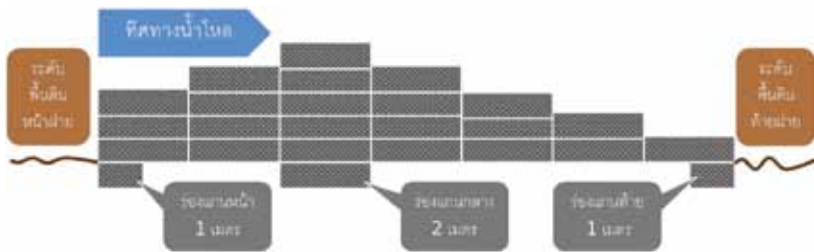
4.2.1 วางแนวร่องแกนฝาย การวางแนวร่องแกนสามารถทำได้
ใน 3 ตำแหน่ง ได้แก่

- 1) แนวร่องแกนกลาง ขนาดความกว้างของร่องแกนกลาง
ขึ้นอยู่กับความกว้างของสันฝาย โดยปกติจะกำหนด
ความกว้าง 2 เมตร หรือเท่ากับขนาดของ 1 กล่องเกเบี่ยน
วางขนานลำน้ำ ซึ่งเป็นรูปแบบที่กันน้ำได้ดี แต่หากพื้นที่
แคบ จะกำหนดความกว้าง 1 เมตร หรือเท่ากับ 1 กล่อง
เกเบี่ยนวางขวางลำน้ำ

ภาพที่ 60
การขุดแนว
ร่องแกนกลาง



- 2) แนวร่องแกนหน้าฝายและท้ายฝาย ความห่างของแนวร่องแกนหน้าฝายและท้ายฝายจากตัวสันฝายขึ้นอยู่กับขนาดของฝายที่ออกแบบ ความกว้างและลึกให้เท่ากับขนาดของกล่องเกเบี้ยนวางขวางลำน้ำ หรือกว้าง 1 เมตร และลึกลงไปในดิน 0.5 เมตร เพื่อให้ปากกล่องเกเบี้ยนที่วางลงไปในเรื่องคีย์¹⁰ สูงเท่ากับระดับท้องน้ำพอดี และทำหน้าที่เป็นแกนลอคตัวพื้นฝายให้แข็งแรงและกันน้ำลอดใต้พื้นฝาย



ภาพที่ 61
แนวร่องแกน หน้า
กลาง และท้ายฝาย

- 3) แนวร่องแกนที่ครอบคลุมตัวฝายทั้งหมด ในกรณีนี้ฝายที่ออกแบบไว้มีขนาดเล็ก สามารถขุดร่องแกนให้มีความกว้างเท่ากับความกว้างของตัวฝายหรือฝังพื้นฝายลงไปในดิน ฝายที่มีร่องแกนประเภทนี้จะแข็งแรงและทนทานกว่าฝายที่มีเพียงร่องแกนหน้า กลางและท้ายฝาย แต่ไม่ควรขุดร่องแกนประเภทนี้สำหรับฝายที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากจะทำให้สิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน

4.2.2 ขุดร่องแกน วิธีขุดร่องแกนที่ดี คือ ขุดให้ถึงชั้นดินดาน หรือจนถึงชั้นหินฟิตที่บ้น้ำ เพื่อป้องกันน้ำซึมจากใต้ฝายและเสริมให้ฝายแข็งแรง ขุดร่องแกนจนยาวตลอดแนวสันฝาย

¹⁰ คีย์ คือ ส่วนหนึ่งของตัวฝายที่ฝังลงในพื้นดินหรือพื้นหินบริเวณด้านหน้าฝาย ด้านท้ายฝาย หรือสองข้างตลิ่ง เพื่อกันน้ำลอดใต้พื้นฝาย มีลักษณะใกล้เคียงกับร่องแกนฝาย

ทำความสะอาดจุดสร้างฝายโดยเก็บกวาดเศษไม้ เศษดิน และ
สิ่งสกปรกออกในคราวเดียว

4.2.3 ผูกलोंเกเบียน เมื่อชุดร่องแกนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่ม
ผูกलोंเกเบียน โดยทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) คลี่ลวดออก แล้วตั้งให้เป็นรูปलोंเก

ภาพที่ 62
การคลี่ลวดออก



ภาพที่ 63
การคลี่ลวดออก



ภาพที่ 64
การตั้งลวด
ให้เป็นรูปกล่อง



- 2) ใช้คีมผูกเหล็กช่วยมัดขอบกล่องगेเบี่ยนทุกด้านทุกมุม ด้วยลวดจากตัวกล่อง จากนั้นใช้ลวดดำมัดซ้ำเพื่อ ขึ้นรูปกล่องและเสริมให้แข็งแรง (ภาพที่ 65-70)

ภาพที่ 65
การใช้คีมผูกเหล็ก
มัดขอบกล่องगेเบี่ยน



ภาพที่ 66
มัดขอบกล่องเกเบียน



ภาพที่ 67
การมัดซ้ำด้วยลวดดำ
เพื่อขึ้นรูปกล่อง และ
เสริมความแข็งแรง



ภาพที่ 68
การมัดขอบ
กล่องเกเบียน



ภาพที่ 69
การมัดขอบ
กล่องเกเบียน



ภาพที่ 70
การมัดซ้ด้วยลวดดำ
เพื่อขึ้นรูปกล่อง และ
เสริมความแข็งแรง



- 3) เมื่อมัดขอบและขึ้นรูปกล่องเกเบียนทั้งหมดเสร็จแล้ว จึงผูกแต่ละกล่องให้ติดกัน โดยกะให้ความกว้างและความยาวของกล่องที่ผูกติดกันแล้วเสร็จมีขนาดเท่ากับฝาย วิธีการผูกกล่องมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ภาพที่ 71
การนำล่องเกเบียน
มาวางเรียงต่อกัน



3.1 ตัดลวดผูกเกเบียนขนาดเบอร์ 12 ยาวประมาณ 1 เมตร

ภาพที่ 72
การตัดลวด
ผูกเกเบียน เบอร์ 12



3.2 ตัดปลายด้านหนึ่งให้เป็นตะขอ เพื่อเป็นตัวเกี่ยวรวบ ระหว่างสองกล่อง

ภาพที่ 74-78
การพันล่องเกเบียน
เข้าด้วยกัน

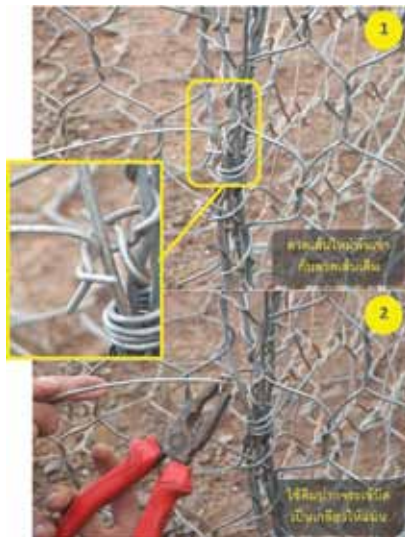
3.4 พันลวดรอบบริเวณรอยต่อให้เป็นเกลียวม้วนขึ้น
สูงประมาณ 15 เซนติเมตรแล้วพันรวบทับเกลียวเดิม
3 รอบ

ภาพที่ 79-85
การพันลวด
บริเวณรอยต่อ

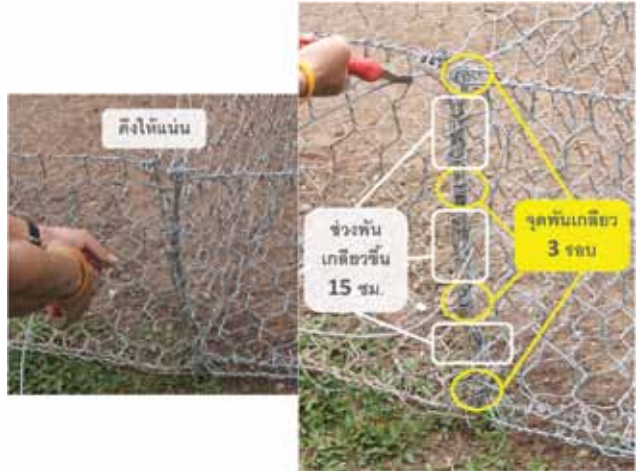


3.5 ในกรณีลวดที่พันไม่พอ จำเป็นต้องต่อเส้นลวดให้ใช้
ปลายลวดเส้นเดิมพันเกลียวต่อกับลวดเส้นใหม่ และ
พันลวดต่อจนสุด

ภาพที่ 86-87
การต่อลวด



ภาพที่ 88-89
การต่อลวด



ผูกลวดในลักษณะเดียวกันนี้กับกล่องเกเบี้ยนทุกด้าน
ทุกมุมและทุกรอยต่อ เพื่อให้กล่องยึดติดกันอย่าง
แน่นหนาและแข็งแรง

- 4) เมื่อพันลวดจนสุดขอบกล่องในแต่ละด้าน พันเก็บปลาย
ลวดส่วนที่เหลือหรือพันรวบขอบกล่องเกเบี้ยนทั้งสอง
ให้เรียบร้อย

ภาพที่ 90-91
การเก็บปลายลวด



พันลวดต่อกล่องเกเบี้ยนทุกด้านให้
แข็งแรง แล้วจึงสามารถนำมาใช้วางเพื่อ
สร้างฝายได้

4.2.4 ปูผ้าใยสังเคราะห์ (Geo Textile) ผ้าใยสังเคราะห์มีคุณสมบัติพิเศษ คือ น้ำผ่านได้แต่ตะกอนดินหรือเม็ดหินผ่านไม่ได้ จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสมต่อการสร้างฝาย การปูผ้าใยสังเคราะห์ ทำหลังจากผูกกล่องเกเบี้ยนเรียบร้อยแล้ว โดยทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) สำหรับกรณีที่ร่องแกนไม่กว้างมาก สามารถผูกผ้าให้ติดกับกล่องเกเบี้ยนก่อน จากนั้นจึงยกกล่องเกเบี้ยนที่ผูกผ้าติดไว้แล้วลงไปร่องคีย์ได้ ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ผ้าใยสังเคราะห์ยึดติดกับกล่องเกเบี้ยนได้แน่นหนากว่า

ภาพที่ 92
ผูกผ้าใยสังเคราะห์
กับกล่องเกเบี้ยนก่อน
แล้วจึงวางลงไป
ในร่องแกน



- 2) สำหรับกรณีที่ร่องแกนมีขนาดกว้างมาก หลังจากปูผ้าใยสังเคราะห์แล้ว จึงนำกล่องเกเบี้ยนลงไปวางผูกต่อให้ได้ขนาดที่ออกแบบไว้

ภาพที่ 93
บุกกลองเกเบียน
ลงบนผ้าใบสังเคราะห์
ที่ปูในร่องแกน



4.2.5 ตามปากขอบกลองเกเบียน ด้วยไม้ไผ่ที่ยาว ตรง และแข็งแรง โดยต้องตามทุกด้านและใช้ลวดมัดให้แน่นหนา หากไม่มีไม้ไผ่สามารถใช้ไม้ที่มีลำต้นตรงและขนาดเท่ากับไม้ไผ่แทนได้ การตามปากขอบช่วยป้องกันไม่ให้กลองเกเบียนบิดเบี้ยว ผิดรูปเมื่อใส่หินลงในกลอง เก และยังช่วยให้ปากกลองเกเรียบตรง สามารถผูกมัดเชื่อมรอยต่อกับกลองเกชั้นบนได้สะดวกขึ้น

ภาพที่ 94
การตามปากขอบ
กลองเกเบียน



4.2.6 นำก้อนหินใส่กล่องเกเบี้ยน โดยใช้หินที่ใหญ่กว่าตาข่ายกล่องเกเบี้ยน ใส่ให้แน่นและพยายามให้ไม่มีช่องว่างในกล่อง

4.2.7 ผูกलयีตกลางกล่องเกเบี้ยน เมื่อใส่ก้อนหินได้ประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงกล่อง ให้ใช้ลวดผูกเกเบี้ยนยีตกลางกล่อง ซึ่งระหว่างสี่ด้านของตัวกล่องตั้งรูป เพื่อไม่ให้กล่องเกเบี้ยนบิดเบี้ยว พองตัวหรือผิดรูป เมื่อเวลานำกล่องมาต่อ จะช่วยให้ต่อได้อย่างแนบสนิท โดยการผูกलयีตกลางกล่องมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ภาพที่ 95
แนวการผูกलयีตกลางกล่องเกเบี้ยน



- 1) นำลวดร้อยตาข่ายด้านข้างโดยแบ่งกล่องในแต่ละด้านให้เป็น 3 ส่วนแล้วเลือกส่วนตรงกลางเป็นจุดร้อยลวด
- 2) บิดบริเวณตรงกลางให้เป็นเกลียวพันกันเพื่อไม่ให้หลุด แล้วสอดไปอีกด้านของกล่องด้านข้างที่ติดกันเพื่อให้แนบติดสนิทกับกล่องอื่น จากนั้นจึงดึงด้านข้างทั้งสี่ให้ตึง
- 3) พันลวดบริเวณรอยต่อระหว่างกล่องให้อ้อมไปพันกับกล่องด้านข้างที่นำมาต่อ เพื่อยึดแต่ละกล่องเข้าหากัน

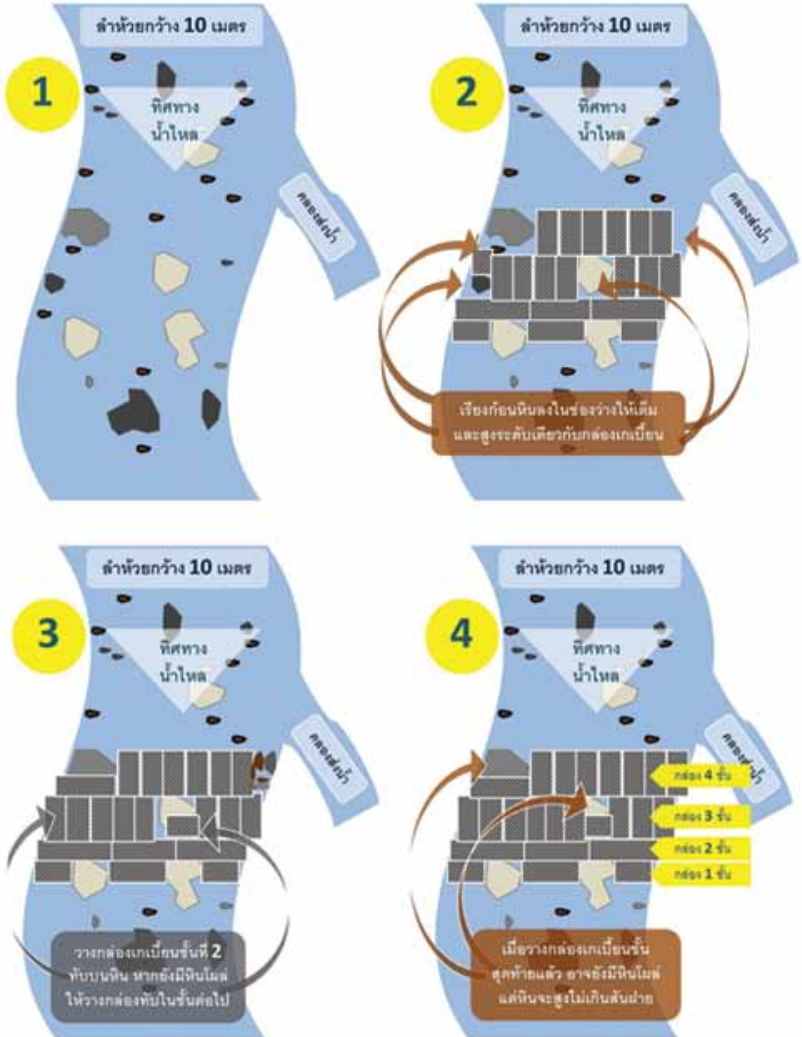
- 4) ใส่หินให้แน่นและเสมอกับปากกล่อง ในกรณีทีกล่องเกเบี้ยนอยู่บนสุดหรือได้ระดับความสูงฝายตามต้องการแล้ว ให้ผูกมัดปิดปากกล่องเกเบี้ยนให้แน่น ในกรณีที่ต้องมีการต่อกล่องเกเบี้ยนขึ้นสูงหรือเพิ่มชั้นฝาย ให้ปิดฝาแล้ววางกล่องเกเบี้ยนอื่นซ้อนต่อตามความสูงที่ต้องการ โดยนำกล่องเกเบี้ยนมาวางซ้อนทับบนแนวกล่องเดิมที่อยู่ด้านล่าง โดยวางให้ตรงมุมขอบของกล่องเกเบี้ยนด้านล่าง จากนั้นจึงผูกมัดมัดตรึงต่อระหว่างกล่องบนและกล่องล่างให้แน่น หากมีมุมหรือด้านที่ต้องใช้ร่วมกัน 3-4 ด้านให้ทำการผูกมัดมัดยึดติดกันทุกกล่องทุกด้านทุกมุม โดยใช้คีมปากจระเข้ดึงและใช้ฆ้อนทุบเพื่อให้สามารถดึงลวดได้แน่นยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ในการต่อกล่องเกเบี้ยนขึ้นในแต่ละชั้น ให้ตามไม้ไผ่ทุกชั้นก่อนการใส่หินเพื่อเป็นการคงรูปกล่องเกเบี้ยนไว้ และทำตามวิธีการใส่หินซึ่งลวดกลางกล่องตามวิธีเดิม จนเสร็จตามรูปแบบฝาย

4.2.8 เรียงกล่องเกเบี้ยนลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้

- 1) กรณีพื้นที่สร้างฝายมีก้อนหินขนาดใหญ่ วางกล่องแทรกลงไปในช่องว่างระหว่างหินโดยไม่ต้องระเบิดหรือทุบหินออก จากนั้นวางกล่องล้อมรอบก้อนหินจนกระทั่งทับหินจนสนิทหรือให้หินเป็นส่วนหนึ่งของฝายเพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

ภาพที่ 96
การเรียงกล่องเกเบี้ยน
ลงในพื้นที่ที่มีหินขนาดใหญ่

การวางกล่องเกเบี้ยนลงในพื้นที่ที่มีหินขนาดใหญ่
โดยคลองส่งน้ำตั้งอยู่ที่ระดับ 1.5 เมตรจากท้องน้ำหัว



ภาพที่ 97
การวาง
กล่องเกเบียน
ลงในพื้นที่
ที่มีหินขนาดใหญ่



ภาพที่ 98
การวาง
กล่องเกเบียน
ลงในพื้นที่
ที่มีหินขนาดใหญ่



ภาพที่ 99
การวาง
กล่องเกเบียน
ลงในพื้นที่
ที่มีหินขนาดใหญ่

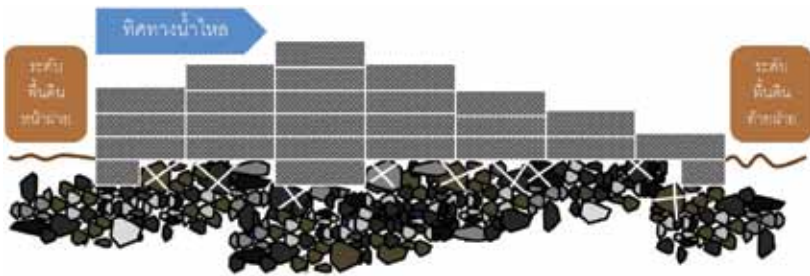


ภาพที่ 100-101
การวาง
กล่องเกเบียน
ลงในพื้นที่
ที่มีหินขนาดใหญ่



- 2) กรณีพื้นที่สร้างฝายมีก้อนหินจำนวนมาก ควรผูกกล่องเกเบียนให้ติดกับก้อนหินด้านล่างเพื่อยึดกล่องให้มั่นคง โดยใช้ลวดที่ผูกกล่องเกเบียนมัดรอบก้อนหินขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตรในลักษณะไขว้สลับกัน มัดให้แน่นโดยเหลือปลายลวดทั้งสองข้างข้างละประมาณ 30 เซนติเมตรปล่อยพันกลุ่มหินขึ้นมา จากนั้นจึงผูกลวดยึดก้อนหินติดกับกล่องเกเบียน ทั้งนี้ ควรถ่วงหินใต้กล่องอย่างน้อย 6 ก้อน

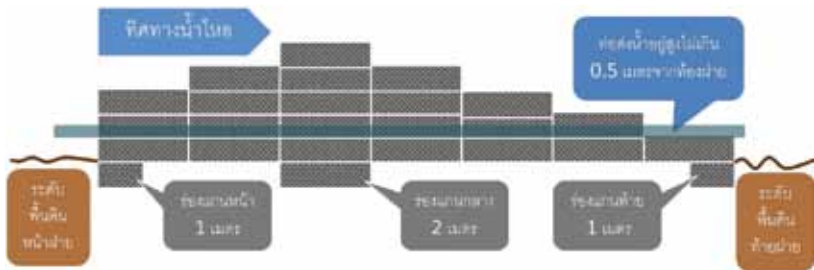
ภาพที่ 102
การถ่วงยึด
กล่องเกเบียนด้วยหิน



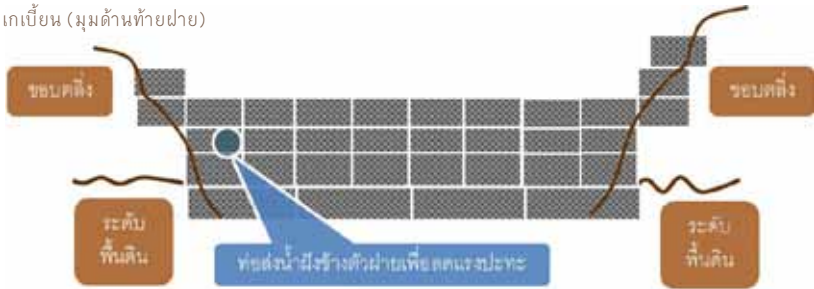
4.2.9 วางระบบท่อน้ำฝังในตัวฝาย (ในกรณีที่ต้องทำ)

- 1) เลือกวางตำแหน่งท่อให้อยู่เหนือจากท้องฝายไม่เกิน 0.5 เมตร เนื่องจากหากวางสูงเกินกว่านี้ เมื่อถึงหน้าแล้ง น้ำจะอยู่ระดับต่ำกว่าที่เสี่ยงผ่านท่อได้ และควรเลือกวางท่อที่บริเวณข้างตัวฝาย เพื่อลดแรงปะทะจากน้ำ กิ่งไม้ และก้อนหิน เมื่อกำหนดตำแหน่งได้แล้ว จึงตัดลวดกล่องเกเบียนให้เป็นช่องตามขนาดท่อส่งน้ำ
- 2) สอดท่อส่งน้ำลงไปในช่วง โดยวางแนวลาดเอียงไปทางท้ายฝายเล็กน้อยเพื่อให้น้ำไหลได้สะดวก สามารถใส่ช่องอุดตรงบริเวณปลายท่อเพื่อช่วยปรับระดับปากท่อให้สูงต่ำตามระดับน้ำที่ต้องการหรือตามระดับน้ำในบริเวณหน้าฝายได้

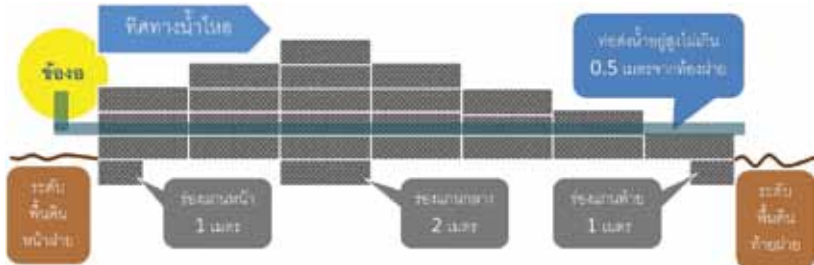
ภาพที่ 103
การวางท่อส่งน้ำในฝาย
เกเบียน (มุมด้านข้างฝาย)



ภาพที่ 104
การวางท่อส่งน้ำในฝาย
เกเบียน (มุมด้านท้ายฝาย)

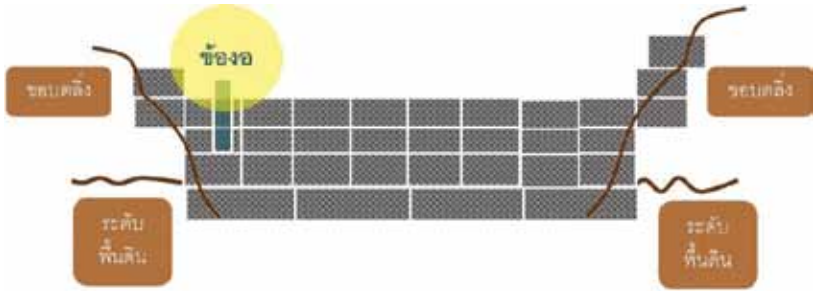


ภาพที่ 105
การต่อช่องอที่ปลายท่อ
เพื่อช่วยให้สามารถปรับระดับ
ปากท่อได้ (มุมด้านข้างฝาย)



- 3) เมื่อสอดท่อเสร็จแล้วจึงผูกมัดยึดท่อให้ติดแน่นกับ
กล่องเกเบียน

ภาพที่ 106
การต่อช่องที่ปลายท่อ
เพื่อช่วยให้สามารถปรับระดับ
ปากท่อได้ (มุมด้านท้ายฝาย)



- 4) เทคอนกรีตหุ้มท่อตลอดความยาวให้หนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร เพื่อความคงทนและป้องกันไม่ให้ท่อเคลื่อนไหลไปตามแรงน้ำ เมื่อคอนกรีตแห้งแล้วจึงวางหินให้เต็มกล่องเกเบี้ยน

4.2.10 เทคอนกรีตปิดกล่องเกเบี้ยน โดยเทให้ทับด้านบนและด้านข้างกล่องเกเบี้ยนทั้งหมด พร้อมตั้งแบบช่องระบายทราย โดยกำหนดช่องระบายตามแบบที่ได้ออกแบบไว้

ภาพที่ 107
ฝายเกเบี้ยน
ก่อนเทคอนกรีต



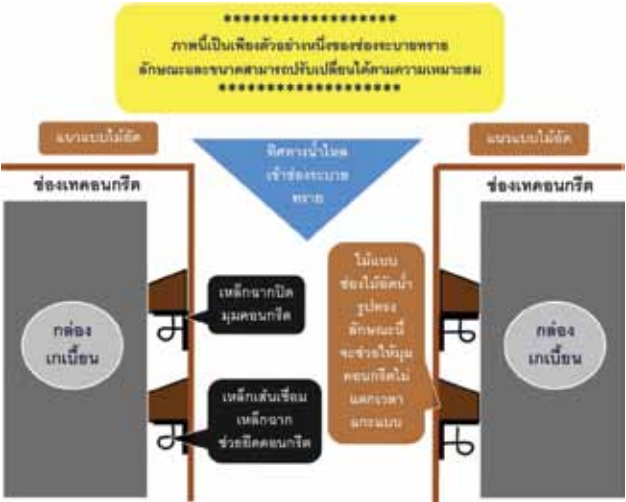
ภาพที่ 108
ฝายเกเบี่ยน
ที่เทคอนกรีตแล้ว
บางส่วน



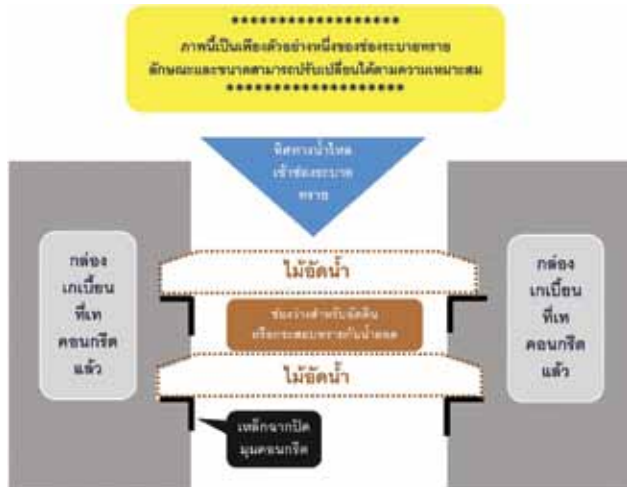
ภาพที่ 109
ฝายเกเบี่ยน
ที่เทคอนกรีตปิด
เรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 110
ตัวอย่างการดัดแบบ
ช่องระบายทราย
ในฝายเกเบี่ยน



ภาพที่ 111
ช่องระบายทราย
ของฝายเกเบี่ยน
เมื่อแกะแบบเสร็จแล้ว



ภาพที่ 112
ฝายเกเบี่ยน
ที่สร้างเสร็จแล้ว



4.3 ความคุ้มค่าของฝายเกเบี่ยน

ในพื้นที่ขยายผลโครงการปิดทองหลังพระ บ้านน้ำช้าง ต.ขุนน่าน อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.น่าน เดิมชาวบ้านต้องตัดต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 นิ้วเฉลี่ยปีละ 1,150 ต้นเพื่อใช้สร้างและซ่อมฝายหนึ่งแห่ง เมื่อมูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ ได้สร้างฝายเกเบี่ยนทดแทนฝายไม้เดิม 37 แห่ง เท่ากับรักษาต้นไม้ขนาดดังกล่าวไว้ได้ 42,550 ต้นต่อปี และหากออกแบบฝายเกเบี่ยนตามคู่มือนี้ ฝายจะมีอายุการใช้งานเกิน 20 ปีขึ้นไป หากฝายอายุ 20 ปี จะสามารถรักษาต้นไม้ไว้ได้ 851,000 ต้น ซึ่งต้นไม้ที่รอดจากการถูกตัดมาทำฝายจะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเจริญเติบโตตามเวลาที่ผ่านมา



5. ฝายหินก่อ

ฝายหินก่อ คือ ฝายที่ทำจากปูนผสมก้อนหิน ตัวฝายมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู หรือฐานฝายกว้างกว่าสันฝาย ช่วยให้ฝายแข็งแรง ทนทาน สามารถต้านทานแรงปะทะจากน้ำได้

ภาพที่ 113
ฝายหินก่อที่เสร็จ
เรียบร้อยแล้วพร้อมใช้งาน



5.1 การเตรียมการสร้างฝายหินก่อ

หลังจากสำรวจระบบน้ำในพื้นที่ตลอดจนได้มีการออกแบบฝายที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ไว้เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มเตรียมการสร้างฝายตามแนวทางดังต่อไปนี้

5.1.1 เตรียมบุคลากร

- 1) ช่างควบคุมงาน จำนวน 1 คน เพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้ทีมงาน และให้คำแนะนำจากประสบการณ์ โดยสามารถหาบุคลากรเหล่านี้ได้จากช่างควบคุมงานก่อสร้างในพื้นที่ รวมถึงบริษัทเอกชนหรือหน่วยงานที่เคยทำงานชลประทานหรือก่อสร้าง ช่างควบคุมงานควรมีคุณสมบัติดังนี้

- มีประสบการณ์ด้านการคุมงานก่อสร้างไม่น้อยกว่า 3 ปี
 - สามารถก่อสร้างฝายรวมถึงปฏิบัติงานก่อสร้างได้
 - เข้าใจโครงสร้างและรูปแบบฝาย ตลอดจนสามารถอ่านแบบโครงสร้างฝายได้
 - รู้วิธีการเรียงหินและสามารถถ่ายทอดวิธีการที่ถูกต้องได้
- 2) ช่างทั่วไป จำนวน 1-2 คนตามปริมาณและความเร่งด่วนของงาน มีหน้าที่ปฏิบัติงานตามที่ช่างควบคุมมอบหมาย และจ่ายงานให้แรงงานทั่วไป ควรเป็นคนที่ผ่านการเป็นลูกมืองานก่อสร้างมาก่อน สามารถหาได้จากชาวบ้านหรือช่างก่อสร้างรับจ้างทั่วไป
- 3) แรงงานทั่วไป จำนวนไม่จำกัด มีหน้าที่ทำงานก่อสร้างโดยรวม เช่น ดัดเหล็ก ผูกเหล็ก ผสมคอนกรีต และเทคอนกรีต ตัดไม้อัดทำแบบ ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชน และที่สำคัญที่สุด คือ เป็นการถ่ายทอดทักษะความรู้ในการสร้างบำรุงรักษาและบริหารจัดการฝายให้กับชุมชนซึ่งเป็นผู้ที่จะดูแลฝายต่อไปในอนาคต

5.1.2 เตรียมวัสดุและเครื่องมือ

1) วัสดุ

- ปูนซีเมนต์
- ทราช
- หินขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง
20 - 30 เซนติเมตร
- หินย่อย
- ผ้าพลาสติก
สำหรับทำท่อนบก้นน้ำ
เพื่อผันน้ำ
- ไม้อัดเพื่อประกอบเป็นแบบ
ขนาดกว้าง 120 เมตร
ยาว 240 เมตร
หนา 1 เซนติเมตร
- ไม้ค้ำยันแบบ
- ตะปูขนาดต่างๆ
- เหล็กฉาก

2) อุปกรณ์

- ตลับเมตร
- ฉากเหล็ก
- จอบ
- พลั่ว
- ชะแลง
- อีเตอร์
- ช้อนตอกตะปู
- ช้อนปอนด์
- คีมตัดลวด
- เลื่อย
- เลื่อยตัดเหล็ก
- กรรียงโบกปูน
- ถังเทปูน
- สายยางระดับ
- เชือกกระดืบ
- บั้งกี้

5.1.3 เตรียมพื้นที่ หรือปรับพื้นที่สร้างฝาย¹¹

5.2 ขั้นตอนการสร้างฝายหินก่อ

5.2.1 ขุดร่องแกน¹²

5.2.2 เทคอนกรีตลงร่องคีย์¹¹ เมื่อขุดลอกเรียบร้อยแล้วจึงเทคอนกรีต แบบใ้เล็กลงในร่องคีย์ และปรับหน้าคอนกรีตให้เสมอกัน

¹¹ ดูรายละเอียดการเตรียมพื้นที่หรือปรับพื้นที่สร้างฝาย หน้า 67

¹² ดูรายละเอียดการขุดร่องแกน หน้า 71

ภาพที่ 114
การเทปูน
ลงในร่องแกนและ
ปรับหน้าให้เรียบ
เสมอกัน



- 5.2.3 ตั้งแบบ โดยตั้งแผ่นไม้อัดทั้งสองแผ่นให้เอียงเข้าหากัน ด้วยอัตราส่วน ด้านตั้ง:ด้านราบ เท่ากับ 5:3 จากฐานหรือ ตั้งในลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยให้ฐานมีขนาดกว้างกว่า เพื่อให้ฝายมั่นคง สามารถต้านแรงปะทะน้ำได้ เสริมเหล็กฉากที่มุมของแบบช่องไม้อัดน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตในแบบเสียหาย

ภาพที่ 115
การตั้งแบบฝายหินก่อ



- 5.2.4 ฝังท่อส่งน้ำ ฝังไว้ในชั้นคอนกรีตและใช้ลวดมัดท่อเหล็กเพื่อ ยึดท่อให้ติดแน่นอยู่กับที่

5.2.5 เทคอนกรีต ผสมคอนกรีตเข้าด้วยกัน โดยอัตราส่วนผสม
คอนกรีตต่อปริมาตรคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร คือ ปูน 5 ถุง :
ทราย 3.5 ลูกบาศก์เมตร : หินย่อย 0.4 ลูกบาศก์เมตร :
หินใหญ่ 1.15 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นเทคอนกรีตทับต่อเหล็ก
และเหล็กฉากให้เต็มถึงระดับสันฝาย ข้อควรระวังในขั้นตอน
การเทคอนกรีต คือ การพยายามเกลี่ยไม่ให้หินอยู่ติดกับแบบ
การใส่หินใหญ่ไม่ให้ซ้อนหรือชิดกัน เพื่อสร้างช่องว่างให้
คอนกรีตที่เทลงไปช่วยเชื่อมประสานก้อนหินแต่ละก้อน
ซึ่งจะทำให้ตัวฝายแข็งแรงคงทน หากต้องหยุดพักในระหว่าง
เทคอนกรีต ควรวางหินทิ้งไว้ที่ชั้นหน้าคอนกรีต เมื่อกลับมา
เทคอนกรีตใหม่ คอนกรีตที่เทในรอบใหม่จะประสานตัวกับ
คอนกรีตที่เทไว้ก่อนหน้าได้ดียิ่งขึ้น

ภาพที่ 116-117
การวางหินทิ้งไว้
ที่ชั้นหน้าปูน
เมื่อต้องหยุดพัก
ในระหว่างเทปูน



การเทคอนกรีตในแบบนี้ไม่ควรเทลาดเอียงมาก เพราะว่า
คอนกรีตจะไหลลงที่ต่ำ ควรเทให้เสมอขึ้นจนถึงระดับสันฝาย
หลังจากที่เทคอนกรีตต่อจนถึงระดับสันฝายแล้ว ให้ปาด
คอนกรีตระดับสันฝายให้เรียบและได้ระดับ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
ก่อนแกะไม้แบบออก

5.2.6 แกะไม้แบบ แกะไม้แบบและเก็บรายละเอียดให้เรียบร้อย โดยหลังจากแกะไม้แบบแล้วต้องบ่มหรือรดน้ำคอนกรีตเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำระเหยเร็วเกินไปจนคอนกรีตแตกร้าว

5.2.7 เก็บรายละเอียดเพิ่มเติม หากต้องการป้องกันไม่ให้น้ำรั่วซึมและกัดเซาะ อาจเทคอนกรีตหินก่อนบนพื้นด้านหน้า ด้านท้ายและด้านข้างฝาย โดยเทคอนกรีตด้านข้างฝายให้สูงกว่าสันฝายประมาณ 1 เมตร

ภาพที่ 118
การเก็บรายละเอียด
เพิ่มเติมบริเวณตัวฝาย



ภาพที่ 119
การเก็บรายละเอียด
เพิ่มเติมบริเวณตัวฝาย



หลังจากสร้างฝายเสร็จแล้ว ควรทดสอบการใช้งานโดยปล่อยน้ำเข้าฝายเต็มที่ หากพบว่ามื่อน้ำปริ่มและล้นสันฝายตลอดเวลา แสดงว่าเป็นฝายที่ดี คือ สามารถกักเก็บน้ำได้ น้ำไม่รั่วซึม

6. ฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก

ฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก คือ ฝายที่มีโครงสร้างที่ทำจากเหล็กหล่อด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า มั่นคงแข็งแรง

ภาพที่ 120
ฝายคอนกรีต
เสริมเหล็ก



ภาพที่ 121
ฝายคอนกรีต
เสริมเหล็ก



6.1 การเตรียมการสร้างฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก

หลังจากสำรวจระบบน้ำในพื้นที่ตลอดจนได้มีการออกแบบฝายที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ไว้เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มเตรียมการสร้างฝายตามแนวทางดังต่อไปนี้

6.1.1 เตรียมบุคลากร

- 1) **ช่างควบคุมงาน** จำนวน 1 คน เพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้ทีมงาน และให้คำแนะนำจากประสบการณ์ สามารถหาบุคลากรเหล่านี้ได้จากช่างควบคุมงานก่อสร้างในพื้นที่ รวมถึงบริษัทเอกชนหรือหน่วยงานที่เคยทำงานชลประทานหรือก่อสร้าง ช่างควบคุมงานควรมีคุณสมบัติดังนี้
 - มีประสบการณ์ด้านการคุมงานก่อสร้างไม่น้อยกว่า 3 ปี
 - สามารถก่อสร้างฝายรวมถึงปฏิบัติงานก่อสร้างได้
 - เข้าใจโครงสร้างและรูปแบบฝาย ตลอดจนสามารถอ่านแบบโครงสร้างฝายได้
 - รู้วิธีการเรียงหินและสามารถถ่ายทอดวิธีการที่ถูกต้องได้
- 2) **ช่างทั่วไป** จำนวน 1-2 คนตามปริมาณและความเร่งด่วนของงาน มีหน้าที่ปฏิบัติงานตามที่ช่างควบคุมมอบหมาย และจ่ายงานให้แรงงานทั่วไป ควรเป็นคนที่ผ่านการเป็นลูกมืองานก่อสร้างมาก่อน สามารถหาได้จากชาวบ้านหรือช่างก่อสร้างรับจ้างทั่วไป
- 3) **แรงงานทั่วไป** จำนวนไม่จำกัด มีหน้าที่ทำงานก่อสร้างโดยรวม เช่น ดัดเหล็ก ผูกเหล็ก ผสมและเทคอนกรีต

ตัดไม้อัดทำแบบ ทั้งนี้ ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชน และที่สำคัญที่สุด คือ สร้างโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมตั้งแต่ต้น เพื่อถ่ายทอดทักษะความรู้ในการสร้าง บำรุงรักษา และบริหารจัดการฝายคอนกรีตเสริมเหล็กให้แก่ชุมชน และสนับสนุนให้ชุมชนสามารถดูแลและบริหารจัดการฝายต่อไปในอนาคตได้ด้วยตนเอง

6.1.2 เตรียมวัสดุและเครื่องมือ

- | 1) วัสดุ | 2) เครื่องมือ |
|---|--|
| • ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ | • คีมผูกหวด |
| • หินย่อย | • คีมตัดหวด |
| • ทราย | • เทปวัด 30 เมตร |
| • เหล็กฉาก | • เลื่อย |
| • เส้นลวดผูกเหล็กสี่ด้าม | • ชะแลง |
| • ตะปูขนาด 1-4 นิ้ว | • อีเตอร์ |
| • กระดานไม้อัดสำหรับตั้งแบบ | • ฆ้อนตอกตะปู |
| ขนาดกว้าง 1.20 เมตร | • ประแจตัดเหล็กขนาด 9 และ 12 มิลลิเมตร |
| ยาว 2.40 เมตร | • จอบ |
| หนา 1 เซนติเมตร | • เสียม |
| • ไม้เนื้ออ่อน | • พลั่ว |
| • เหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9-12 มิลลิเมตร | • ปุ้งกี้ |
| | • สายยางระดับ |
| | • คีมผูกหวด |
| | • เชือกกระดืบ |
| | • ถังเทปูน |

หมายเหตุ: ในการผสมคอนกรีตที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้ปูน 7 ถุง ทราย 0.28 ลูกบาศก์เมตร หินย่อย 0.78 ลูกบาศก์เมตร ผู้ใช้อาจเลือกนำไปประกอบการคำนวณปริมาณวัสดุที่จำเป็นต้องเตรียมได้อย่างคร่าวๆ

6.1.3 เตรียมพื้นที่ หรือปรับพื้นที่สร้างฝาย¹³

6.2 ขั้นตอนการสร้างฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก

6.2.1 ขุดร่องแกนฝาย

- 1) วางผังตอกหลักซึ่งเชือกทั้งสี่มุมของตัวฝายให้ได้แนวตามแบบแปลนที่ออกแบบไว้ และให้ได้ระดับด้วยสายยางหลอดน้ำ ตามแนว กว้าง ยาว ลึก โดยตัวฝายทำมุมฉากกับลำน้ำ
- 2) ขุดร่องให้ลึกถึงชั้นหินหรือลึกไม่เกิน 1 เมตรเพื่อวางแนวคิย์และร่องแกน
- 3) ตั้งแบบวางเหล็กเสริมลงในร่องแกน ในกรณีที่ดินบริเวณดังกล่าวเป็นดินโคลน ควรเทปูนทรายรองพื้นคิย์ก่อนที่จะวางเหล็กเสริมคิย์ เพื่อให้พื้นมั่นคงแข็งแรง และกันน้ำไม่ให้ลอดผ่านพื้นได้
- 4) ผูกเหล็กเสริมติดกับเหล็กพื้นฝายซึ่งใช้เหล็กผูกเป็นตะแกรงตามแบบ

เนื่องจากฝายคอนกรีตเสริมเหล็กมีท้ายฝายสั้น น้ำที่ไหลผ่านฝายจึงมีระยะการไหลสั้น ส่งผลให้น้ำปะทะกับท้ายฝายอย่างรุนแรงและกัดเซาะท้ายฝาย ฝายจึงมีอายุ

¹³ดูรายละเอียดการเตรียมพื้นที่หรือปรับพื้นที่สร้างฝาย หน้า 67

การใช้งานสั้น พังง่าย ทั้งนี้ แก้ไขได้โดยสร้างคีย์เสริมบริเวณท้ายฝายจากกล่องเกเบี้ยน¹⁴ หรือหินก่อ¹⁵ เพื่อเสริมท้ายฝายให้มีระยะยาวมากขึ้น

6.2.2 วางโครงฝาย

- 1) ตัดเหล็ก ดัดเหล็ก ผูกเหล็กตัวฝาย
- 2) สร้างแบบด้วยไม้อัดหรือไม้เนื้ออ่อน ตามรูปแบบของฝายคอนกรีตเสริมเหล็กที่ออกแบบไว้
- 3) ตั้งแบบไม้ที่ทำสำเร็จ และเจาะช่องสำหรับวางท่อส่งน้ำตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 4) วางเหล็กฉากที่ใช้เป็นช่องบังคับไม้กันน้ำ (Stop Lock)
- 5) ตอกไม้ค้ำยันค้ำแบบให้แข็งแรงมั่นคง

6.2.3 เทคอนกรีต เทคอนกรีตลงในแบบไม้อัดจนเต็ม ทิ้งไว้ 1 คืน จึงแกะแบบไม้อัดออก เมื่อแกะแบบแล้ว ต้องหมั่นบ่มหรือรดน้ำคอนกรีต เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตเสียน้ำ แห้งเร็ว และแตกร้าว

6.2.4 เก็บรายละเอียดเพิ่มเติม โดยตกแต่งรอยคอนกรีตรอบๆ ตัวฝายให้เรียบร้อย

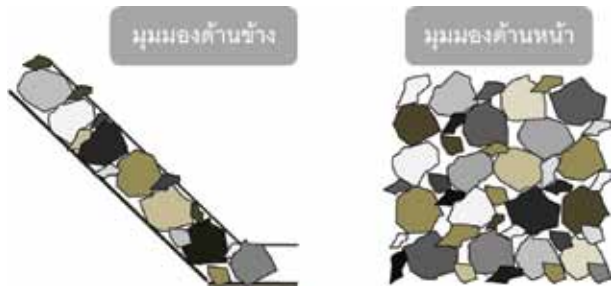
6.2.5 เสริมพื้นที่ลาดข้างตลิ่งบริเวณเหนือน้ำและท้ายน้ำ โดยวางตะแกรงเหล็กและเสริมโครงก่อนเทคอนกรีต ในขั้นตอนนี้สามารถใช้วัสดุที่หาได้ทั่วไปในพื้นที่เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการหาซื้อวัสดุและการขนส่ง เช่น หินขนาดต่างๆ โดยวิธีเรียงหินอาจแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีตามขนาดของหินที่มีในพื้นที่ ดังนี้

¹⁴คู่มือการสร้างฝายเกเบี้ยน หน้า 63

¹⁵คู่มือการสร้างฝายหินก่อ หน้า 93

- 1) ในกรณีที่หินในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กและใหญ่ปะปนกัน ควรใช้วิธีการเรียงหินแบบปล่อย คือ เรียงหน้ากว้างของหินเป็นแนวราบเสมอกัน และใช้ก้อนหินขนาดเล็กอุดช่องว่างระหว่างก้อนหินขนาดใหญ่ให้แน่น

ภาพที่ 122
การเรียงหินแบบปล่อย



- 2) ในกรณีที่หินในพื้นที่ที่มีขนาดต่างๆ กัน ควรเรียงหินยาแนวทำได้โดยนำหน้ากว้างของหินซ้อนเป็นแนวราบเสมอกัน เนื่องจากการเรียงในลักษณะนี้จะทำให้ระหว่างก้อนหินเกิดช่องว่างจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องเทคอนกรีตเพิ่มเติมเพื่ออุดช่องว่างดังกล่าว ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้พื้นที่ลาดข้างตลิ่งแข็งแรงยิ่งขึ้น

ภาพที่ 123
การเรียงหินยาแนว



- 3) ในกรณีที่หินในพื้นที่มีลักษณะเรียวยาวและแบน ควรเรียงหินแบบหัวปลาสร้อย โดยวางหินเป็นแนวตั้งเสมอกัน การเรียงในลักษณะนี้ต้องใช้ก้อนหินจำนวนมาก และเหลือช่องว่างระหว่างก้อนหินเพียงเล็กน้อย การเรียงแบบนี้จะแน่นและแข็งแรงโดยไม่ต้องใช้คอนกรีต

ภาพที่ 124
การเรียงหิน
แบบหัวปลาสร้อย



[04]

การสร้างระบบส่งน้ำ

1. ความหมายของระบบส่งน้ำ

ระบบส่งน้ำ คือ การลำเลียงน้ำจากแหล่งต้นกำเนิดหรือแหล่งน้ำหลัก เช่น อ่างเก็บน้ำ ฝาย สระน้ำ ถังพักน้ำ ไปยังจุดที่ต้องการรับน้ำ เช่น สู่บ้านเรือนและชุมชน ในลักษณะของระบบน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค สู้แปลง ไร่ นา สวน ฟาร์มสัตว์ บ่อปลา ในลักษณะของระบบน้ำเพื่อการเกษตร

2. ประเภทของระบบส่งน้ำ

ระบบส่งน้ำที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์ เลือกใช้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) ระบบท่อส่งน้ำ 2) คลองดิน และ 3) คลองตาดคอนกรีต ระบบส่งน้ำทั้ง 3 ประเภทมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน แต่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ มีหลักในการเลือกใช้ คือ ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของลักษณะภูมิประเทศและผลประโยชน์ที่ชุมชนได้รับเป็นหลัก รายละเอียดข้อเปรียบเทียบของระบบส่งน้ำทั้ง 3 ประเภทสามารถดูได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบคุณลักษณะของท่อส่งน้ำ คลองดิน และคลองตาดคอนกรีต

	ท่อส่งน้ำ	คลองดิน	คลองตาดคอนกรีต
ภูมิประเทศที่เหมาะสม	พื้นที่เป็นเนินเขา มีความลาดชันมาก เนื่องจากต้องอาศัยแรงดันจากต้นทางให้น้ำไหลไปตามท่อ	1. พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย 2. มีพื้นที่รับน้ำมาก เนื่องจากต้องสร้างลาดไปตามแนวระดับ (Contour)	1. พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย 2. มีพื้นที่รับน้ำมาก เนื่องจากต้องสร้างลาดไปตามแนวระดับ (Contour)
พื้นที่ที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง	ฝังลงใต้ดิน ไม่เสียพื้นที่เพาะปลูก	การขุดสร้างคันคลอง ทำให้กินพื้นที่การเกษตรที่มีอยู่แต่เดิม	การขุดสร้างคันคลอง ทำให้กินพื้นที่การเกษตรที่มีอยู่แต่เดิม
ค่าใช้จ่าย	ท่อมีราคาสูง แต่ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างไม่แพงมาก	ค่าก่อสร้างไม่สูงมาก	ค่าก่อสร้างคลองส่งน้ำและอาคารบังคับน้ำค่อนข้างสูง
การลำเลียงน้ำ	ลำเลียงน้ำได้ตามขนาดท่อส่งน้ำ และน้ำไม่สูญเสียหรือระเหยไปในระหว่างลำเลียง	ลำเลียงน้ำได้เป็นปริมาณมาก (ถ้าต้นทุนมีมาก) แต่จะระเหยและรั่วซึมไปในระหว่างลำเลียง	1. ลำเลียงน้ำได้เป็นปริมาณมาก (ถ้าต้นทุนมีมาก) 2. น้ำสามารถไหลได้เร็วและรั่วซึมน้อยกว่าคลองดิน เพราะใช้คอนกรีต
การบำรุงรักษา	ไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษา	1. อาจเกิดรูรั่วจากสัตว์เจาะบริเวณแนวตลิ่ง 2. ตลิ่งพังทลายง่าย 3. ใช้กำลังคนในการบำรุงรักษา	1. ตลิ่งไม่ถูกน้ำกัดเซาะเหมือนคลองดิน 2. ใช้กำลังคนในการบำรุงรักษาน้อยกว่าคลองดิน

เมื่อพิจารณาหาระบบส่งน้ำที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ได้เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มสำรวจวัดระดับความสูงของพื้นที่เพื่อหาแนวระบบส่งน้ำ

3. การสำรวจพื้นที่เพื่อวางแนวระบบส่งน้ำ

3.1 เตรียมการก่อนออกสำรวจพื้นที่

3.1.1 เตรียมวัสดุอุปกรณ์

- 1) กล้องวัดมุม
- 2) กล้องระดับ
- 3) ขาตั้งกล้อง
- 4) ที่หมายเล็ง
- 5) ไม้วัดระดับ
- 6) สายเทปวัดระยะที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 30 เมตร
- 7) สีนํ้ามัน สำหรับทำเครื่องหมายในแนวสำรวจ ควรเลือกสีที่สังเกตได้ชัดเจน เช่น สีแดง
- 8) สมุดบันทึกและเครื่องเขียน
- 9) มีดถากป่า
- 10) ฆ้อนตอกตะปู
- 11) ตะปูขนาด 1 นิ้ว
- 12) ไม่สำหรับทำหลักปักวัดระยะแนวสำรวจ ใช้ไม้ชนิดใดก็ได้ที่หาได้ในพื้นที่ โดยผ่าไม้ออกเป็นเสาหลักขนาดกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร สูงประมาณ 50 เซนติเมตร เหลาให้ปลายด้านหนึ่งแหลมสำหรับปักลงพื้นดิน ปลายอีกด้านหนึ่งผ่าให้ลึกลงไปประมาณ 3 นิ้วสำหรับเสียบกระดาษที่จะเขียนบอกระยะทาง ทั้งนี้ จำนวนของ

ไม้หลักควรเตรียมให้สอดคล้องกับระยะทางที่จะสำรวจ โดยในระยะทาง 1 กิโลเมตรต้องใช้ไม้หลักจำนวน 50-100 หลัก

- 13) กระดาษขนาดกว้างประมาณ 3 นิ้ว ยาวประมาณ 3 นิ้ว สำหรับเสียบไม้หลักและเขียนบอกระยะทาง จำนวน เท่ากับจำนวนไม้หลักที่เตรียมไว้
- 14) กล้องถ่ายรูป
- 15) ยานพาหนะที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่
- 16) เครื่องวัดพิกัดภูมิศาสตร์ หรือจีพีเอส (GPS)
- 17) คอมพิวเตอร์แบบพกพา (ถ้ามี)
- 18) โปรแกรมสำหรับประมวลผลระบบ GPS (ถ้ามี)

3.2.1 เตรียมบุคลากร

- 1) ช่างสำรวจ จำนวน 1 คน เพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้ทีมงาน และ ให้คำแนะนำจากประสบการณ์ สามารถหาบุคลากร เหล่านี้ได้จากผู้ที่เป็นช่างสำรวจของหน่วยงาน ชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน รวมถึงบริษัทเอกชนหรือ หน่วยงานที่เคยทำงานชลประทาน ควรเป็นบุคคลที่มี ประสบการณ์ด้านงานสำรวจอย่างน้อย 3-5 ปี
- 2) ผู้ช่วยช่างสำรวจ จำนวน 3 คน โดยแบ่งให้ 1 คนมีหน้าที่ ถือกล้องสำรวจและช่วยบันทึกข้อมูล อีก 2 คนมีหน้าที่ ถือไม้ระดับสำหรับวัดมุม
- 3) แรงงานทั่วไป จำนวน 6 คน มีหน้าที่กางหญ้าในแนว สำรวจ ใช้สายเทปวัดระยะและขนเสบียงอาหาร ควร คัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้

ให้ชุมชน และที่สำคัญที่สุด คือ เป็นการถ่ายทอดทักษะ
ความรู้ในการสร้างระบบส่งน้ำให้กับชาวบ้านซึ่งเป็นผู้ที่
จะพัฒนาชุมชนของตนเองต่อไปในอนาคต

- 3.2 ถางวัชพืชตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดแนวสำรวจที่กำหนดไว้
โดยเว้นให้เป็นแนวกว้างขนาด 1-2 เมตร เพื่อให้ไม่มีสิ่งกีดขวาง
แนวการส่องกล้องและยังช่วยให้เดินสำรวจได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น
- 3.3 ทีมงานที่ทำหน้าที่วัดระยะทางและปักไม้หลักเริ่มใช้สายเทปวัด
ตั้งแต่จุดเริ่มต้นแนวสำรวจพร้อมกับปักหลักที่ทุกระยะ 10-20 เมตร
จากนั้นทาสีที่ไม้หลัก และเสียบกระดาษที่เขียนบอกระยะห่างของ
หลักนั้นๆ จากจุดเริ่มต้น โดยมีหลักการในการเว้นระยะห่างในการ
ปักหลักดังนี้

ภาพที่ 125
การวัด
ระยะทาง



ภาพที่ 126
การปักหลัก
ทาสี และ
เสียบกระดาษ
เขียนบอก
ระยะ



- 3.3.1 หากพื้นที่ลาดชันมาก หรือเมื่อประมาณด้วยสายตาแล้ว พื้นที่
ในระยะทาง 10 เมตรมีความต่างระดับมากกว่า 3 เมตร
ให้เว้นระยะห่าง 10 เมตรในการปักหลักแต่ละจุด

- 3.3.2 หากพื้นที่ลาดชันน้อย หรือเมื่อประมาณด้วยสายตาแล้ว พื้นที่ในระยะทาง 20 เมตรมีความต่างระดับน้อยกว่า 3 เมตร ให้เว้นระยะห่าง 20 เมตรในการปักหลักแต่ละจุด
- 3.3.3 สามารถวัดระยะทุก 10 หรือ 20 เมตรสลับกันไปตาม ลักษณะพื้นที่ของแต่ละช่วงงาน แต่หากมีจุดเปลี่ยนระดับ ความสูงหรือสิ่งก่อสร้างระหว่างระยะ 10 หรือ 20 เมตรนี้ ต้องวัดระยะแทรก ณ จุดเปลี่ยนระดับความสูงนั้น เช่น ทิมสำรวจวัดระยะมาจนถึงระยะที่ 90 เมตรและพบว่า มีร่องน้ำ ขวางแนวการวัดที่ระยะ 94 เมตร ต้องวัดระยะที่ 94 เมตรนั้น ด้วยเช่นกันเพราะถือว่าเป็นจุดเปลี่ยนระดับความสูง ทำให้ โดยปักหลักไม้ที่ปากร่องน้ำ กลางร่องน้ำและจุดที่ร่องน้ำลาด เอียงขึ้นมายังระดับพื้นปกติ ในช่วงร่องน้ำนี้ให้ปักไม้วัดลงไป อย่างน้อย 5 จุดเพื่อกล้องส่องระดับจะได้เก็บข้อมูลการเปลี่ยน ของระดับความสูงของพื้นที่ หรือถนน หรือคันดินที่ขวางแนว การสำรวจ ระยะต่อไปที่ทิมสำรวจจะต้องปักหลักไม้คือระยะ 100 เมตร แล้วทำการวัดระยะทุก 10 เมตรต่อไป ดังภาพ ตัวอย่างด้านล่าง

ภาพที่ 127
ตัวอย่างการวัดพื้นที่
ที่มีจุดเปลี่ยน
ระดับความสูง



- 3.4 ส่องกล้องระดับตามจุดที่วัดระยะและปักหลักไว้ จดบันทึกและบันทึกภาพส่งต่อไป

- 3.4.1 รายละเอียดภูมิประเทศ
- 3.4.2 สภาพพื้นดินที่แนวคลองผ่าน เช่น ดินเหนียว ดินปนหิน แนวหินโผล่
- 3.4.3 ลักษณะของทางน้ำ ร่องห้วย คันดิน สิ่งก่อสร้างที่แนวทางการสำรวจผ่าน
- 3.4.4 อาจเก็บตัวอย่างดินและหินไปให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องชาญตรวจสอบคุณสมบัติเพื่อประกอบการออกแบบด้วย
- 3.5 เขียน (plot) ผลการสำรวจระดับออกมาเป็นแผนที่รูปตัดตามยาวของแนวคลองส่งน้ำ พร้อมทั้งลงรายละเอียดเส้นทางที่คลองผ่าน เช่น ทางน้ำ ถนน ลักษณะพื้นดินที่แนวคลองพาดผ่าน เป็นต้น เพื่อให้ผู้ออกแบบนำมาพิจารณากำหนดขนาดของคลองส่งน้ำ ชนิดคลองส่งน้ำ จุดติดตั้งอาคารแบ่งน้ำ อาคารกั้นน้ำ ตลอดจนจุดแยกต่างๆ
- 3.6 นำผลสำรวจที่ได้มาคำนวณค่าพิกิต ลงจุดค่าพิกิตลงในแผ่นเขียนแบบและในแผนที่ลุ่มน้ำ
- 3.7 ส่งแผนที่ที่ลงจุดพิกิตเรียบร้อยแล้วให้ผู้ออกแบบระบบส่งน้ำ

4. ระบบท่อส่งน้ำ

หากพิจารณาว่า ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เหมาะกับการใช้ระบบท่อส่งน้ำ สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ คือ การเลือกขนาดท่อที่เหมาะสมกับแรงดันของต้นทุนน้ำในพื้นที่

- 4.1 การเลือกขนาดท่อที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำ สามารถคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\frac{x}{100} = \frac{H}{L}$$

X คือ ค่าสูญเสียแรงดันในเส้นท่อต่อระยะทาง 100 เมตร

H คือ ค่าความสูงต่างระดับระหว่างต้นทางท่อกับปลายท่อส่งน้ำ

L คือ ระยะทางความยาวท่อทั้งหมด

ตัวอย่างการคำนวณ:

จากการวัดปริมาณต้นท่อน้ำ¹⁶ พบว่า ในพื้นที่มีต้นท่อน้ำ 666,850 ลิตร
ต่อวัน แนวท่อที่ได้สำรวจและออกแบบไว้มีความยาว 1,267 เมตร
จุดต้นทางท่อมีระดับ 827 เมตร ปลายทางท่อมีระดับ 792 เมตร

ดังนั้น $H = 827 - 792 = 35$ เมตร

$L = 1,267$ เมตร

นำค่าที่ได้ไปหาค่าการสูญเสียแรงดันในเส้นท่อจากสมการหรือค่า X
ดังนี้

$$\frac{x}{100} = \frac{35}{1267} \rightarrow x = \frac{35}{1267} \times 100 = 2.76$$

หากค่า X ที่หาได้มีเศษทศนิยมตำแหน่งที่ 2 ให้ปัดเศษทิ้ง แม้เมื่อ
คำนวณแล้วจะได้ค่าที่น้อยกว่าความเป็นจริง แต่น้ำส่วนที่เหลือจะถูก
ส่งคืนให้ธรรมชาติ จากนั้นเทียบค่า X ที่ได้ (ซึ่งในตัวอย่างนี้คือ 2.76)
ในตารางหาค่าสูญเสียแรงดันในเส้นท่อ

¹⁶ คู่มือละเอียดการวัดปริมาณต้นท่อน้ำ หน้า 21-43

ตารางที่ 7 การเทียบขนาดสูญเสียแรงดันในเส้นท่อ

ขนาดท่อ (นิ้ว)	1/2"		3/4"		1"		1 1/2"		2"		2 1/2"		3"		4"		6"		8"	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
1.9	0.1	0.5	0.2	0.5	0.5	0.6	1.2	0.8	2.2	0.9	4.1	1.1	6.1	1.2	11.8	1.4	31.2	1.8	66.2	2.1
2	0.1	0.5	0.2	0.5	0.5	0.7	1.2	0.8	2.2	1	4.2	1.1	6.3	1.3	12.1	1.4	32.2	1.8	67.1	2.2
2.1	0.1	0.5	0.2	0.5	0.5	0.7	1.3	85	2.3	1	4.3	1.1	6.5	1.3	12.3	1.5	32.8	1.9	68.8	2.2
2.2	0.1	0.5	0.2	0.5	0.5	0.7	1.3	0.9	2.3	1	4.3	1.2	6.6	1.3	12.3	1.5	33.4	1.9	69.5	2.3
2.3	0.1	0.5	0.2	0.5	0.5	0.7	1.3	0.9	2.4	1	4.4	1.2	6.8	1.3	12.6	1.6	34.4	1.9	71.7	2.3
2.4	0.1	0.5	0.2	0.6	0.5	0.7	1.4	91	2.4	1	4.6	1.2	6.8	1.3	12.9	1.6	36.2	2.1	73.2	2.4
2.5	0.1	0.5	0.2	0.6	0.5	0.7	1.4	0.9	2.5	1.1	4.7	1.3	7.1	1.4	13.9	1.6	36.2	2.1	75.7	2.4
2.6	0.1	0.6	0.2	0.6	0.6	0.8	1.4	0.9	2.5	1.1	4.9	1.3	7.3	1.4	14	1.7	37	2.2	77.2	2.5
2.7	0.1	0.6	0.2	0.6	0.6	0.8	1.5	1	2.6	1.1	4.9	1.3	7.4	1.5	14.3	1.7	37.7	2.2	79.7	2.6
2.8	0.2	0.6	0.3	0.7	0.6	0.8	1.5	1	2.7	1.2	5	1.3	7.6	1.5	14.6	1.7	39.5	2.2	80.3	2.6
2.9	0.2	0.6	0.3	0.7	0.6	0.8	1.5	1	2.8	1.2	5.1	1.3	7.7	1.5	14.8	1.8	39.3	2.2	81.5	2.7

จากตารางที่ 7 เมื่อนำค่า X ไปเทียบแล้ว สามารถตีความได้ดังนี้

- 1) หากใช้ท่อขนาด 2 นิ้ว น้ำจะไหลในท่อ 2.6 ลิตรต่อวินาที เท่ากับน้ำไหลวันละ $60 \times 60 \times 24 \times 2.6 = 224,640$ ลิตรต่อวัน
- 2) หากใช้ท่อขนาด 3 นิ้ว น้ำจะไหลผ่านท่อ 7.42 ลิตรต่อวินาที เท่ากับน้ำไหลวันละ $60 \times 60 \times 24 \times 7.42 = 641,088$ ลิตรต่อวัน
- 3) หากใช้ท่อขนาด 4 นิ้ว น้ำจะไหลผ่านท่อ 14.25 วินาที เท่ากับน้ำไหลวันละ $60 \times 60 \times 24 \times 14.25 = 1,231,200$ ลิตรต่อวัน

ซึ่งโจทย์ที่ให้ไว้ได้กำหนดว่า ในพื้นที่มีน้ำต้นทุนวันละ 666,850 ลิตรต่อวัน ดังนั้น ควรเลือกใช้ท่อขนาด 3 นิ้ว เพราะจะลำเลียงน้ำไปได้ไม่เกินต้นทุนน้ำที่มีอยู่และน้ำที่เหลือ 25,762 ลิตรจะคืนให้ธรรมชาติหรือผู้ใช้น้ำทางด้านท้ายน้ำ ทั้งนี้ หากใช้ท่อขนาด 4 นิ้ว ก็สามารถลำเลียงน้ำได้เช่นกัน แต่ท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า ราคาที่สูงกว่า จึงเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่เกิดประโยชน์

4.2 เลือกชนิดวัสดุและความหนาของท่อ

การเลือกชนิดวัสดุและความหนาของท่อส่งน้ำขึ้นอยู่กับความต่างระดับของระดับความสูงระหว่างทางส่งน้ำหรือต้นทางกับปลายทางท่อส่งน้ำ เนื่องจากหากมีความต่างระดับมากจะเกิดแรงดันน้ำสูง หากเลือกใช้ท่อไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้ท่อแตกได้

ท่อน้ำที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ ใช้มีทั้งหมด 3 ชนิดดังนี้

- ### 4.2.1 ท่อพีวีซี (PVC) เป็นท่อชนิดที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ ใช้เป็นหลัก
- เนื่องจากหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป และราคาไม่แพง หากท่อชำรุดเสียหาย ชุมชนผู้เป็นเจ้าของระบบน้ำจะสามารถหาวัสดุมาซ่อมแซมได้เอง

ภาพที่ 128
ท่อพีวีซี



การหาท่อพีวีซีที่มีความหนาเหมาะสมกับระดับความสูงของพื้นที่สามารถทำได้โดยนำค่าชั้นความหนาท่อคูณด้วย 10 ตัวเลขที่ได้ คือ ความต่างระดับสูงสุดที่ท่อสามารถรับแรงดันได้ เช่น ท่อพีวีซีที่มีชั้นความหนา 8.5 บาร์ จะสามารถรับน้ำที่มีแรงดันจากพื้นที่ที่มีความต่างระดับไม่เกิน 85 เมตร

- 4.2.2 ท่อโพลีเอทิลีนหรือท่อพีอี (HDPE) แข็งแรงทนทานกว่าท่อพีวีซี และราคาก็สูงกว่าด้วยเช่นกัน มักใช้สำหรับระบบท่อน้ำหลักที่มีความยาวเกิน 5 กิโลเมตรขึ้นไป หรือสำหรับพื้นที่ที่มีความต่างระดับมากเกินไปที่ท่อพีวีซีจะสามารถรับแรงดันได้เท่านั้น ไม่แนะนำให้ใช้ในพื้นที่ชุมชนหากไม่จำเป็น เพราะเมื่อท่อเสียหายหรือชำรุด มักจะไม่สามารถหาซื้ออุปกรณ์สำหรับซ่อมแซมได้ตามท้องตลาดในชนบท หากมีความจำเป็นต้องใช้ท่อ ควรสั่งสำรองท่อหรืออุปกรณ์ซ่อมแซมไว้ล่วงหน้า**

ภาพที่ 129
ท่อโพลีเอธิลีน
หรือท่อพีอี



การหาท่อพีอีที่มีความหนาเหมาะสมกับระดับความสูงของพื้นที่สามารถทำได้โดยนำค่าชั้นความหนาท่อคูณด้วย 10 ตัวเลขที่ได้ คือ ความต่างระดับสูงสุดที่ท่อสามารถรับแรงดันได้ เช่น ท่อพีอีที่มีชั้นความหนา PN 6.3 จะสามารถรับน้ำที่มีแรงดันจากพื้นที่ที่มีความต่างระดับไม่เกิน 63 เมตร

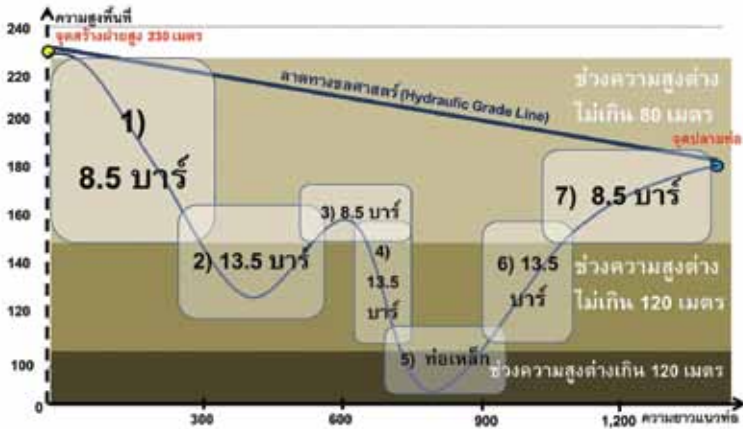
4.2.3 ท่อเหล็ก มีความทนทานสูง และราคาแพง ใช้ที่ท่อต้นระบบ ในตัวฝายและในตัวอาคาร เนื่องจากสามารถเชื่อมกับคอนกรีตได้แน่นสนิท

ภาพที่ 130
ท่อเหล็ก



อย่างไรก็ตาม ในการใช้ท่อทุกชนิด ไม่ควรเลือกใช้ท่อจนเต็มประสิทธิภาพที่ท่อรับได้ เช่น หากพื้นที่มีความต่างระดับ 80 เมตร ก็ไม่ควรใช้ท่อพีวีซีที่มีชั้นความหนา 8.5 บาร์ เพราะจะส่งผลให้ท่อเสื่อมสภาพและชำรุดเสียหายอย่างรวดเร็ว ควรเลือกใช้ท่อที่มีชั้นความหนา 13.5 บาร์ จะเหมาะสมกว่า สามารถดูรายละเอียดการเลือกใช้ท่อเพิ่มเติมได้จากแผนภาพด้านล่างนี้

ภาพที่ 131
ตัวอย่าง
การเลือกใช้
ท่อที่ระดับ
ความสูงต่างๆ



จากแผนภาพจะเห็นได้ว่า จุดสร้างฝายตั้งอยู่ที่ระดับความสูง 230 เมตร และจุดที่ต้องปรับเปลี่ยนขนาดท่อมีอยู่ทั้งหมด 7 จุดดังนี้

- 1) ระยะทาง 300 เมตรแรกจากจุดสร้างฝายมีความต่างระดับความสูงไม่เกิน 80 เมตร ดังนั้น การใช้ท่อในระยะนี้ต้องใช้ท่อที่มีชั้นความหนา 8.5 บาร์
- 2) ในช่วงระยะทาง 300-500 เมตร มีความต่างระดับความสูงจากจุดสร้างฝายมากกว่า 80 เมตรแต่ไม่เกิน 120 เมตร

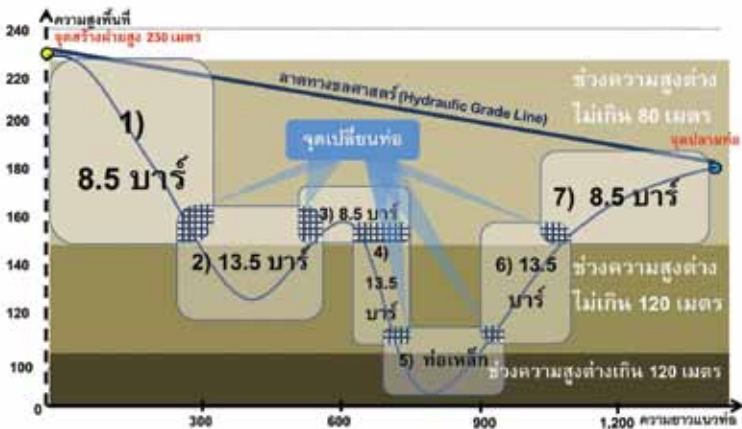
ดังนั้น ต้องใช้ท่อที่มีชั้นความหนา 13.5 บาร์ในช่วงนี้
จึงจะสามารถรับแรงดันน้ำได้

- 3) ในช่วงระยะทาง 500-700 เมตร พื้นที่ที่มีลักษณะเป็น
ยอดเนินขนาดเล็ก และมีความต่างระดับความสูงไม่เกิน
80 เมตรจากฝายต้นทางน้ำ แนวท่อช่วงนี้จึงใช้ท่อที่มี
ชั้นความหนา 8.5 บาร์ได้
- 4) ในช่วงระยะทาง 700-780 เมตร พื้นที่ที่มีลักษณะเป็น
แนวตั้ง และมีความต่างระดับความสูงจากจุดสร้างฝาย
มากกว่า 80 เมตรแต่ไม่เกิน 120 เมตร แนวท่อช่วงนี้
จึงต้องใช้ท่อที่มีชั้นความหนา 13.5 บาร์จึงจะสามารถ
รับแรงดันน้ำได้
- 5) ช่วงระยะทาง 780-900 เมตรเป็นช่วงที่มีความลึกที่สุด
ตั้งแต่จุดสร้างฝายจนถึงปลายท่อ มีความต่างระดับ
ความสูงจากจุดสร้างฝายเกิน 120 เมตร เป็นช่วงที่
จะเกิดแรงดันน้ำสูงที่สุด ดังนั้น ต้องใช้ท่อเหล็กในช่วงนี้
- 6) ช่วงระยะทาง 900-1,000 เมตร มีความต่างระดับความสูง
จากจุดสร้างฝายมากกว่า 80 เมตรแต่ไม่เกิน 120 เมตร
จึงต้องใช้ท่อที่มีชั้นความหนา 13.5 บาร์สำหรับแนวท่อ
ช่วงนี้
- 7) ช่วงระยะปลายท่อส่งน้ำมีลักษณะภูมิประเทศเป็น
เนินสูง แนวท่อส่งน้ำไหลขึ้นเนิน แต่มีความต่างระดับ
ความสูงจากจุดสร้างฝายไม่เกิน 80 เมตร จึงต้องใช้ท่อที่มี
ชั้นความหนา 8.5 บาร์จึงจะเหมาะสม

ทั้งนี้ ข้อควรระวังที่สำคัญมากในการวางท่อ คือ ท่อแต่ละชนิด
มีความยาวที่ถูกกำหนดมาจากโรงงานผลิตแล้ว เช่น ท่อพีวีซี

ขนาดตั้งแต่ 8 นิ้วลงมาจะมีความยาวเพียง 4 เมตรเท่านั้น และเมื่อนำท่อไปวางในแนวท่อส่งน้ำ สถานการณ์ที่มักพบ คือ จุดสิ้นสุดของท่อหนึ่งมักจะไม่พอดีกับจุดเปลี่ยนขนาดท่อ เช่น ช่วงที่ต้องวางท่อขนาดชั้นความหนา 8.5 บาร์ มีระยะทางรวมทั้งสิ้น 119 เมตร และต่อจากช่วงนี้ต้องใช้ท่อที่มีชั้นความหนา 13.5 บาร์ ดังนั้น หากท่อที่ใช้ในระยะแรก มีความยาว 4 เมตรต่อท่อน ต้องใช้ท่อทั้งสิ้น 130 ท่อนจึงจะครอบคลุมระยะทาง 119 เมตรได้ โดยมีส่วนเกิน 1 เมตรของท่อเลยออกมาที่จุดที่ 120 เมตร แต่จุดที่ 120 เมตรเป็นจุดที่ต้องใช้ท่อที่มีชั้นความหนา 13.5 บาร์ หากเกิดกรณีเช่นนี้ ต้องวางท่อที่มีชั้นความหนา 13.5 บาร์ ให้เหนือจุดเปลี่ยนท่อขึ้นไปให้ครอบคลุมความต่างระดับความสูง 3-5 เมตร หรืออาจสรุปได้ว่า ที่จุดเปลี่ยนขนาดท่อ ต้องต่อท่อที่หนากว่าให้เกินระยะทางไปหาท่อที่บางกว่าให้ครอบคลุมความต่างระดับความสูง 3-5 เมตร สามารถดูภาพประกอบได้จากแผนภาพด้านล่างนี้

ภาพที่ 132
ตัวอย่าง
การเปลี่ยน
ขนาดท่อ



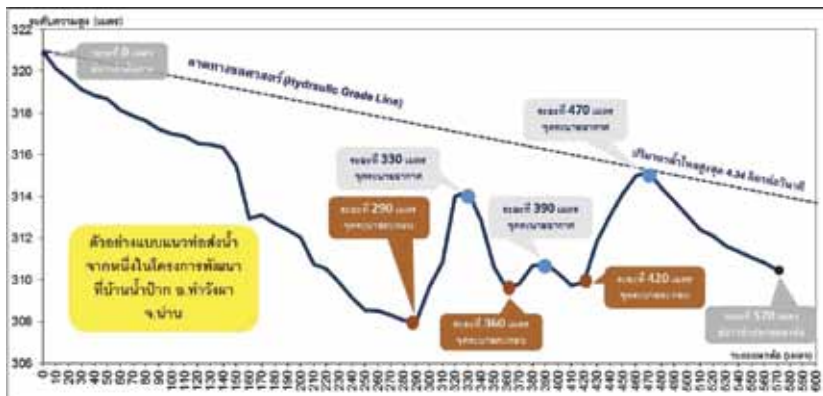
จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่า การวางแผนท่อนส่งน้ำ ครั้งหนึ่งต้องใช้ท่อหลายชั้นความหนาปรับเปลี่ยนสลับกัน ซึ่งแลดูซับซ้อนและยุ่งยาก ทั้งที่ในความเป็นจริงสามารถเลือกใช้ท่อเหล็กตลอดแนวท่อน้ำได้ แต่การใช้ท่อเหล็กเป็นสิ่งที่ไม่สมควรทำ เพราะท่อเหล็กไม่ได้มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป อีกทั้งยังมีราคาสูง หากท่อชำรุดเสียหาย ชุมชนที่เป็นเจ้าของท่อน้ำจะต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลาในการหาท่อเหล็กมาซ่อมแซม มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ เลือกใช้ท่อพีวีซีที่หาได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย แม้ต้องปรับเปลี่ยนสลับขนาดท่อหลายช่วง แต่ก็ทำให้ชุมชนได้ปริมาณน้ำครบถ้วน จุดคุ้มทุนมีระยะเวลาเท่ากับท่อเหล็ก อีกทั้งชุมชนยังสามารถหาท่อมาซ่อมแซมเองได้ในอนาคต เพราะการลงทุนสำหรับการพัฒนานั้น ทุกคนต้องตั้งคำถามก่อนลงมือทำเสมอว่า “ชาวบ้านได้อะไร”

4.3 กำหนดจุดระบายตะกอนและจุดระบายอากาศ

หลักทั่วไปในการกำหนดจุดระบายตะกอนและจุดระบายอากาศ คือ กำหนดจุดระบายตะกอนให้อยู่ที่จุดต่ำสุดของแต่ละช่วงท่อน้ำ เพราะเป็นจุดที่ตะกอนจะตกลง และกำหนดจุดระบายอากาศให้อยู่ที่จุดสูงสุดของแนวท่อน้ำแต่ละช่วง เพราะอากาศเบากว่าน้ำ และจะลอยไปยังอยู่บนจุดสูงสุด หากไม่ติดตั้งจุดระบายอากาศ จะเกิดอากาศขังอยู่ในท่อแต่ละช่วง ส่งผลให้น้ำไม่ไหลทั้งระบบ (Air Lock)

ภาพที่ 133

ตัวอย่างการกำหนดจุดระบายตะกอน และจุดระบายอากาศ



อย่างไรก็ตาม ข้อควรคำนึงในการวางจุดระบายตะกอนและจุดระบายอากาศ คือ หากแนวท่อวางตัวลาดลงเป็นช่วงเล็กๆ อย่างต่อเนื่อง ลงไปยังจุดต่ำสุดของแนวท่อช่วงนั้น หรือวางตัวยกขึ้นเป็นช่วงเล็กๆ อย่างต่อเนื่องไปยังจุดสูงสุดของแนวท่อช่วงนั้น ไม่จำเป็นต้องใส่จุดระบายตะกอนและจุดระบายอากาศทุกจุด เพราะในท้ายที่สุด ตะกอนจะไหลไปยังจุดต่ำสุดของแนวท่อช่วงนั้น และอากาศก็จะไหลไปยังจุดสูงสุดของแนวท่อช่วงนั้นเช่นเดียวกัน

ภาพที่ 134

ตัวอย่างจุดที่ไม่จำเป็นต้องใส่จุดระบายตะกอน และจุดระบายอากาศ



4.4 เตรียมการก่อนก่อสร้าง

4.4.1 **ทำบัญชีวัสดุ** โดยหลังจากที่มีการออกแบบระบบท่อส่งน้ำเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถนำแบบไปคำนวณประมาณการวัสดุที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง และทำบัญชีบันทึกข้อมูลของวัสดุก่อสร้างเพื่อเก็บเป็นลายลักษณ์อักษร ข้อมูลที่ควรใส่ในบัญชีวัสดุมีดังต่อไปนี้

- 1) ขนาดของท่อ
- 2) ชนิดของท่อ
- 3) ความยาวของเส้นท่อ โดยคำนวณจากแบบที่ทีมสำรวจส่องกล้อง แล้วเพิ่มความยาวไปร้อยละ 5-10 ของแนวท่อที่ส่องกล้องได้ ค่าร้อยละของความยาวที่เพิ่มขึ้นอยู่กับความลาดชันของแนวท่อ หากพื้นที่ลาดชันมาก ค่าร้อยละที่จะเพิ่มก็ควรมาก
- 4) อุปกรณ์ประกอบแนวท่อต่างๆ เช่น วาล์ว ข้อต่อ ข้อต่อสามทาง และตามที่ปรากฏในแบบ

4.4.2 **เตรียมเครื่องมือดังต่อไปนี้**

- 1) จอบ
- 2) มีด
- 3) อีเตอร์
- 4) ชะแลง
- 5) เลื่อย
- 6) ชุดกุญแจปากตาย สำหรับขันน็อตหน้าแปลนต่างๆ
- 7) กุญแจคีม สำหรับหมุนขันข้อต่อเกลียวท่อที่มีขนาดตั้งแต่ 3 นิ้วขึ้นไป

4.4.2 เตรียมทีมงาน โดยสมาชิกควรประกอบไปด้วยบุคลากรดังต่อไปนี้

- 1) ช่างก่อสร้าง จำนวน 1 คน ควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การวางระบบและก่อสร้างแนวท่อส่งน้ำไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 2) ผู้ช่วยช่างก่อสร้าง จำนวน 2 คน ควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านงานก่อสร้างไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3) แรงงานทั่วไป จำนวนขึ้นอยู่กับขนาดงาน ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชนและที่สำคัญที่สุด คือ เป็นการถ่ายทอดทักษะความรู้ในการวางท่อส่งน้ำให้กับชาวบ้านซึ่งเป็นผู้ที่จะพัฒนาชุมชนของตนเองต่อไปในอนาคต

4.5 วางท่อน้ำ

- ##### 4.5.1 วางท่อแต่ละชนิดตามจุดต่างๆ ที่ใกล้แนวท่อที่กำหนดไว้ในแบบมากที่สุด โดยแบ่งเป็นช่วงระยะทางเพื่อการลำเลียงเข้าแนวระบบส่งน้ำตามแบบ

ภาพที่ 135
การวางท่อ
เตรียมไว้
ใกล้ๆ แนวท่อ
ที่กำหนดไว้



- 4.5.2 ขุดเปิดแนวดินตามแนวสำรวจ แต่หากการก่อสร้างทิ้งระยะ
เวลาไม่นานหลังจากการสำรวจ สามารถใช้รอยเปิดทางสอง
กลองที่ทำไว้ตอนสำรวจพื้นที่ก็ได้เช่นกัน

ภาพที่ 136
การขุดเปิดแนวดิน



- 4.5.3 ขุดดินลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ให้เป็นร่องขนาดกว้าง
พอที่จะนำท่อแต่ละขนาดใส่ลงไปได้

ภาพที่ 137
ความลึกของแนว
ท่อควรไม่น้อยกว่า
50 เซนติเมตร



- 4.5.4 ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อตามแบบ กรณีมีอุปสรรคต่างๆ เช่น ต้องปรับเลี้ยวแนวท่อ อ้อมก้อนหิน อ้อมรากไม้ หรือฐานของสิ่งก่อสร้างที่อยู่ใต้ดิน ซึ่งตอนสำรวจมองไม่เห็น ทำให้แบบที่ถูกกำหนดจุระบายอากาศหรือระบายตะกอนไม่ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ สามารถปรับแก้ตำแหน่งได้ตามความเป็นจริงของภูมิประเทศ โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของช่างผู้ควบคุมการวางระบบท่อส่งน้ำ แล้วแจ้งให้ผู้ออกแบบทราบเพื่อแก้ไขแบบให้ถูกต้อง
- 4.5.5 ตรวจสอบการก่อสร้างว่าถูกต้องหรือไม่ โดยทดสอบการส่งน้ำ หากรั่วให้ทำการแก้ไขซ่อมแซมทันทีและฝักรอบแนวท่อให้แน่น

5. ระบบคลองส่งน้ำ

คลองส่งน้ำที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ สร้างเป็นคลองขนาดเล็กที่ปากคลองกว้างไม่เกิน 2 เมตร ก้นคลองกว้าง 1 เมตร และสูง 1 เมตร เนื่องจากรูปแบบการพัฒนาของมูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ เน้นทำในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก เพื่อแก้ปัญหาที่เห็นผลในเวลาอันสั้น

5.1 การออกแบบคลองส่งน้ำ

การออกแบบคลองส่งน้ำมีข้อควรคำนึงดังนี้

- 5.1.1 ความลาดด้านข้าง ควรออกแบบให้มีความลาดด้านข้างในอัตราส่วน 1:1.5 หากมีพื้นที่ก่อสร้างจำกัด อาจเลือกใช้อัตราส่วนความลาดด้านข้าง 1:1 แทน แต่มีข้อเสีย คือ ดินด้านข้างจะพังทลายได้ง่ายกว่า

ภาพที่ 138
ภาพตัดขวาง
แสดงอัตราส่วน
ความลาด
ด้านข้างตลิ่ง



5.1.2 ความลาดตามยาวของคลอง ออกแบบโดยพิจารณาตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่นั้น เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำของโครงการมีความลาดเอียงโดยเฉลี่ยประมาณ 1 : 1,000 (ระยะทาง 1,000 เมตรจะมีความต่างระดับลง 1 เมตร) ก็ควรออกแบบให้ความลาดตามยาวของคลองที่จะก่อสร้างเท่ากับ 1 : 1,000 ด้วยเช่นกัน

5.2 เตรียมการก่อนก่อสร้าง

5.2.1 ทำบัญชีวัสดุ โดยหลังจากที่มีการออกแบบระบบคลองส่งน้ำเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถนำแบบไปคำนวณประมาณการวัสดุที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง และทำบัญชีบันทึกข้อมูลของวัสดุก่อสร้างเพื่อเก็บเป็นลายลักษณ์อักษร

5.2.2 เตรียมเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1) เลื่อย | 10) จอบ |
| 2) ฆ้อนตอกตะปู | 11) เสียม |
| 3) ฆ้อนปอนด์ | 12) ตลับเมตร |
| 4) คีมผูกเหล็ก | 13) กระบะผสมปูน |
| 5) คีมปากจระเข้ | 14) เครื่องผสมคอนกรีต |

- | | |
|-------------|-------------------|
| 6) ชะแลง | 15) เกรียงพลสดิก |
| 7) อีเตอร์ | 16) เกรียงใบโพธิ์ |
| 8) ปู้งกี | 17) ไม้สามเหลี่ยม |
| 9) ถึงเทปูน | |

5.2.3 เตรียมทีมงาน โดยสมาชิกควรประกอบไปด้วยบุคลากรดังต่อไปนี้

- 1) ช่างก่อสร้าง จำนวน 1 คน ควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การวางระบบและก่อสร้างแนวคลองส่งน้ำไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 2) ผู้ช่วยช่างก่อสร้าง จำนวน 2 คน ควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านงานก่อสร้างไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3) แรงงานทั่วไป จำนวนขึ้นอยู่กับขนาดงาน ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชนและที่สำคัญที่สุด คือ เป็นการถ่ายทอดทักษะความรู้ในการวางท่อส่งน้ำให้กับชาวบ้านซึ่งเป็นผู้ที่จะพัฒนาชุมชนของตนเองต่อไปในอนาคต

5.3 เริ่มการก่อสร้าง

5.3.1 กรณีสร้างคลองดิน

- 1) กำหนดขนาดและแนวของเส้นทางคลอง โดยใช้กล้องวัดระดับส่องวัดแนวแล้วปักหลักทำระดับเป็นช่วงๆ
- 2) ถางแนววัชพืชเปิดทาง หากใช้เครื่องจักร สามารถถางไปพร้อมกับปรับระดับดินด้านบนให้ใกล้เคียงกับระดับ

ที่จะสร้างคลอง แต่หากใช้แรงคน การปรับหน้าดิน
จะเข้าไปพร้อมกับการขุดคลอง

- 3) กำหนดความกว้างตลอดแนวคลองตามแบบที่จะสร้าง
- 4) ขุดแนวคลองตามแนวและแบบที่กำหนดไว้ หากขุดด้วย
เครื่องจักร ควรขุดแบบถอยหลังเพื่อไม่ให้ดินที่ขุดแล้ว
ไหลลงไปในเส้นทางที่ขุดผ่านมา แต่หากขุดด้วยแรงคน
ควรมีผู้ควบคุมดูแลคอยตรวจสอบให้ได้คลองตามขนาด
ที่กำหนด
- 5) ในขณะที่ขุดแนวคลอง สามารถนำดินขึ้นมาทำคันคลอง
พร้อมกับการปรับแต่งให้เรียบและแน่น เพื่อใช้เป็นเส้นทาง
สำหรับเดินตรวจตรา ดูแล เดินทางมาทำงานในวันต่อไป
และยังใช้เป็นเส้นทางสำหรับตรวจสอบซ่อมแซมคลอง
ที่ชำรุดได้ในอนาคต เป็นทางสัญจรของชาวบ้าน และเป็น
เส้นลำเลียงผลิตผลทางการเกษตรออกสู่ตลาดได้

ภาพที่ 139
การทำคันคลอง
ไปพร้อมๆ กับ
ขุดแนวคลอง



- 6) ปรับแต่งเก็บรายละเอียดในคลองให้ได้ตามแบบโดย
แรงงานคน เนื่องจากแรงงานคนสามารถเก็บรายละเอียด
ได้ดีกว่า

5.3.2 กรณีสร้างคลองลาดคอนกรีต หลังจากปฏิบัติตามขั้นตอน ทั้งหมดของการสร้างคลองดินแล้ว จึงเริ่มเตรียมเทคอนกรีต ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ปรับดินให้แน่นและลาดไปตามแนวเอียงของคลองที่ได้
ออกแบบไว้

ภาพที่ 140
การปรับดิน
ก่อนเทคอนกรีต



- 2) วางแบบสำหรับเทคอนกรีตลงในช่องคลอง โดยเว้นระยะ
ห่างทุกๆ 2-3 เมตร เพราะเป็นระยะที่ช่วยให้ปรับแต่ง
เก็บรายละเอียดผิวปูนได้ง่าย

ภาพที่ 141
การเว้นระยะห่าง
ระหว่างแบบ
สำหรับเทคอนกรีต



- 3) เทคอนกรีตหนา 2 นิ้วในแต่ละช่วงที่วางแบบไว้ไปจนสุด
แนวคลองส่งน้ำ หากเทบางกว่า 2 นิ้ว คอนกรีตจะเปราะ
แตกง่าย และหากเทหนากว่านี้ก็จะสิ้นเปลืองงบประมาณ
โดยใช้เหตุ ควรเทคอนกรีตช่วงเว้นช่วงเพื่อให้สามารถ
ฉาบปูนในแต่ละช่วงได้สะดวก อีกทั้งยังประหยัดเวลา
ในการตั้งแบบ
- 4) แกะแบบในช่วงที่เทคอนกรีตไว้ออก แล้ววางโฟมขนาด
หนา 1 เซนติเมตร กว้าง 2 นิ้ว ทาบตามหน้าตัดให้เนื้อโฟม
เสมอกับผิวคอนกรีตด้านบนของคอนกรีตที่เทไว้แล้ว
ในแต่ละช่วง เพื่อไม่ให้คอนกรีตเชื่อมติดกันในขณะที่
เทคอนกรีตในช่วงแบบที่เว้นไว้
- 5) เทคอนกรีตในช่วงแบบที่เว้นไว้ให้เต็มพื้นที่คลอง รอให้
คอนกรีตแห้งเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 142
การเทคอนกรีต
ลงในคลอง



- 6) แกะโพมทั้งหมดออก จากนั้นผสมยางมะตอยกับทราย
ในอัตราส่วน 1:1 แล้วเทลงไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อ
คอนกรีตให้เต็ม

[05]

การสร้างระบบกักเก็บน้ำ

1. ความหมายของระบบกักเก็บน้ำ

ระบบกักเก็บน้ำหรือระบบสำรองน้ำเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของระบบ
ท่อส่งน้ำ เนื่องจากระบบท่อส่งน้ำลำเลียงน้ำได้ปริมาณไม่มาก ระบบกักเก็บหรือ
สำรองน้ำจะช่วยรวบรวมปริมาณน้ำที่ไหลมาจากแหล่งต้นน้ำเอาไว้ เพื่อให้
สามารถส่งน้ำปริมาณมากต่อไปยังชุมชนได้ในคราวเดียว

อย่างไรก็ตาม ระบบกักเก็บหรือสำรองน้ำเป็นสิ่งไม่จำเป็นสำหรับระบบคลอง
ส่งน้ำ เพราะระบบคลองส่งน้ำจะต่อมาจากฝายที่อยู่ทางต้นน้ำ ซึ่งทำหน้าที่
เสมือนระบบกักเก็บน้ำในตัวเองอยู่แล้ว

2. ประเภทของระบบกักเก็บน้ำ

ระบบกักเก็บน้ำที่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์เลือกใช้ สามารถแบ่ง
ออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) ถังพักน้ำคอนกรีต และ 2) บ่อพวงสันเขา
ระบบกักเก็บน้ำทั้ง 2 ประเภทมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน แต่มูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ
มีหลักในการเลือกใช้ คือ ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของลักษณะภูมิประเทศ
และผลประโยชน์ที่ชุมชนได้รับเป็นหลัก ข้อเปรียบเทียบของระบบกักเก็บน้ำ
ทั้ง 2 ประเภทสามารถดูได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบคุณลักษณะของถังพักน้ำคอนกรีตและบ่อพวงสันเขา

	ถังพักน้ำ	บ่อพวงสันเขา
วัตถุประสงค์ การใช้งาน	เหมาะสำหรับใช้สำรองน้ำ เพื่อการอุปโภคบริโภค เนื่องจากมีฝาปิดมิดชิด	เหมาะสำหรับเป็นที่พักน้ำ เพื่อการเกษตร เพราะไม่มีหลังคา กันฝุ่นละอองและเศษวัสดุต่างๆ
การก่อสร้าง	หากพื้นที่ก่อสร้างเป็นสถานที่ ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก อาจมีข้อจำกัดเรื่องการขน วัสดุก่อสร้างเข้าไป	สามารถก่อสร้างได้ ในพื้นที่ห่างไกล
ขนาด	คอนกรีตมีน้ำหนักมาก ขนาดที่ก่อสร้างได้จึงมัก ไม่เกิน 1,000 ลบ.ม.	หากมีพื้นที่ที่เหมาะสม สามารถสร้างให้มีขนาดและ ความจุมากกว่า 1,000 ลบ.ม. ได้
ค่าใช้จ่าย	เฉลี่ยค่าก่อสร้าง 3,000 บาท ต่อน้ำ 1 ลบ.ม.	เฉลี่ยค่าก่อสร้าง 150 บาท ต่อน้ำ 1 ลบ.ม.

3. ถังพักน้ำ

ถังพักน้ำ คือ ถังคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับใช้พักและเก็บน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค รูปทรงหลากหลายตามความต้องการของชุมชนและความเหมาะสมของภูมิประเทศ มีทั้งทรงกลม ทรงสี่เหลี่ยม หรือหลายเหลี่ยม ขนาดหรือความจุขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บ แต่มีขนาดอย่างน้อย 100 ลูกบาศก์เมตร หรือกว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร สูง 2 เมตร 15 เซนติเมตร เพราะดูแลรักษาง่าย

ภาพที่ 143
ถังพักน้ำ
ที่เสร็จสมบูรณ์
พร้อมใช้งาน



นอกจากตัวถังแล้ว ถังพักน้ำยังมีส่วนประกอบที่สำคัญอีก 5 ส่วน ได้แก่

- 1) ท่อน้ำเข้า มักใช้ท่อพีอีหรือท่อพีวีซี ติดตั้งบริเวณขอบถัง

ภาพที่ 144
ท่อน้ำเข้า
บริเวณขอบ
ถังพักน้ำ



- 2) ท่อจ่ายน้ำ มักใช้ท่อเหล็ก ติดตั้งบริเวณช่วงล่างของถัง
- 3) ท่อระบายน้ำฝน มักใช้ท่อพีอีหรือท่อพีวีซี ติดตั้งบริเวณขอบถัง
- 4) ท่อล้างตะกอน มักใช้ท่อเหล็ก ติดตั้งที่ส่วนท้ายสุดของท่อเพื่อช่วยระบายน้ำให้ออกจากท่อทั้งหมด

5) วาล์วปิด-เปิดน้ำ ติดตั้งที่ท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออก

ภาพที่ 145
ท่อน้ำ
ท่อระบายน้ำ
ท่อล้างตะกอน
และวาล์วปิด-เปิดน้ำ



3.1 พิจารณาหาที่ตั้งถังพักน้ำ

หลักการการพิจารณาหาที่ตั้งถังพักน้ำ คือ ต้องตั้งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าแหล่งน้ำต้นทาง (โดยปกติ แหล่งน้ำต้นทาง คือ ฝายเส้นทางน้ำหลักที่มีน้ำไหลตลอดปี) และต้องตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าจุดกระจายน้ำเข้าชุมชน โดยห้ามก่อสร้างบนพื้นที่ที่เป็นดินถม เพราะดินอาจทรุดตัวจนถึงพังกน้ำชำรุดเสียหาย

3.2 เตรียมตัวก่อนสร้างถังพักน้ำ

3.2.1 เตรียมทีมงาน

- 1) ช่างควบคุมงาน จำนวน 1 คน เพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้ทีมงาน และให้คำแนะนำจากประสบการณ์ สามารถหาบุคลากรเหล่านี้ได้จากช่างควบคุมงานก่อสร้างในพื้นที่ รวมถึงบริษัทเอกชนหรือหน่วยงานที่เคยทำงานชลประทานหรือก่อสร้าง ช่างควบคุมงานควรมีประสบการณ์ด้านการคุมงานก่อสร้างไม่น้อยกว่า 3 ปี

- 2) ช่างทั่วไป จำนวน 1-2 คนตามปริมาณและความเร่งด่วนของงาน มีหน้าที่ปฏิบัติงานตามที่ช่างควบคุมมอบหมาย และจ่ายงานให้แรงงานทั่วไป ควรเป็นคนที่ผ่านการเป็นลูกมืองานก่อสร้างมาก่อน สามารถหาได้จากชาวบ้านหรือช่างก่อสร้างรับจ้างทั่วไป
- 3) แรงงานทั่วไป จำนวนไม่จำกัด มีหน้าที่ทำงานก่อสร้างโดยรวม เช่น ดัดเหล็ก ผูกเหล็ก ผสมและเทคอนกรีต ตัดไม้อัดทำแบบ ทั้งนี้ ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชน และที่สำคัญที่สุด คือ สร้างโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมตั้งแต่ต้น เพื่อถ่ายทอดทักษะความรู้ในการสร้าง บำรุงรักษา และบริหารจัดการถึงพิกน้ำให้แก่ชุมชน และสนับสนุนให้ชุมชนสามารถดูแล และบริหารจัดการต่อไปในอนาคตได้ด้วยตนเอง

3.2.2 เตรียมวัสดุและเครื่องมือ

- 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
- 2) ลูกปูนขนาด 5 เซนติเมตร
- 3) หินย่อย
- 4) ทราย
- 5) เหล็กฉาก
- 6) เส้นลวดผูกเหล็กสีดำ
- 7) ตะปูขนาด 1-4 นิ้ว
- 8) กระดานไม้อัดสำหรับตั้งแบบ ขนาดกว้าง 1.20 เมตร ยาว 2.40 เมตร หนา 1 เซนติเมตร
- 9) ไม้เนื้ออ่อน
- 10) เหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9-12 มิลลิเมตร
- 11) คีมผูกลวด

หมายเหตุ: ในการผสมคอนกรีตที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้ปูน 7 ถุง ทราย 0.28 ลูกบาศก์เมตร หินย่อย 0.78 ลูกบาศก์เมตร ผู้ใช้อาจเลือกนำไปประกอบการคำนวณปริมาณวัสดุที่จำเป็นต้องเตรียมได้อย่างคร่าวๆ

- 12) คีมตัดลวด
- 13) เทปวัด 30 เมตร
- 14) เลื่อย
- 15) ชะแลง
- 16) อีเตอร์
- 17) ฆ้อนตอกตะปู
- 18) ประแจตัดเหล็กขนาด 9 และ 12 มิลลิเมตร
- 19) จอบ
- 20) เสียม
- 21) พลั่ว
- 22) บังกี
- 23) สายยางระดับ
- 24) เชือกกระดืบ
- 25) ถังเทปูน
- 26) เครื่องผสมคอนกรีต

3.3 ปรับพื้นที่สร้างถังพักน้ำให้เรียบ

ภาพที่ 146
การปรับ
พื้นที่ก่อสร้าง



- 3.4 เริ่มทำพื้นถัง โดยเทพูนทรายรองพื้นประมาณ 3 เซนติเมตร ตรงบริเวณที่จะสร้างถังพักน้ำ
- 3.5 วางลูกปูนขนาด 5 เซนติเมตรรองพื้น จากนั้นวางเหล็กแบบลงบนลูกปูน โดยวางเหล็กขนาด 12 มิลลิเมตรก่อน พร้อมวางท่อระบายตะกอน

ภาพที่ 147
การวางลูกปูน
เหล็กแบบ และท่อ
ระบายตะกอน



- 3.6 ผสมคอนกรีต โดยใช้อัตราส่วน ปูน 1 : ทราย 2 : หินย่อย 3 จากนั้นผสมน้ำยากันซึมเข้ากับคอนกรีต

ภาพที่ 148
อัตราส่วน
การผสมคอนกรีต



3.7 เทพื้นให้สูง 30 เซนติเมตร

3.8 สานและผูกเหล็กเส้นขนาด 12 มม. และ 9 มม. ตามแบบที่กำหนด

3.9 ตั้งไม้แบบด้านในถัง โดยเว้นไม้ให้ห่างจากเหล็กเส้น 5 เซนติเมตร

ภาพที่ 149
การตั้งไม้แบบ
ด้านในถัง



3.10 ตั้งไม้แบบด้านนอกถัง โดยเว้นระยะห่างจากไม้ด้านใน 20 เซนติเมตร
ต้องค้ำยันให้แน่นหนาทั้งจากด้านในและด้านนอกเพื่อป้องกันไม่ให้
คอนกรีตไหลออก

ภาพที่ 150
การค้ำยันไม้แบบ
จากด้านนอก



ภาพที่ 151
การดำขันธ์ไม้แบบ
จากด้านในถึง



- 3.11 วางท่อจ่ายน้ำเข้าและท่อน้ำล้นตามแบบที่กำหนด
- 3.12 ใส่ไม้ค้ำโดยรอบ ทั้งด้านนอกและด้านในตอนบนของถังเพื่อลบลม
- 3.13 เทปูนทรายเข้มข้นจนหนาประมาณ 3 เซนติเมตร เพื่อให้ปูนใหม่เชื่อมติดกับพื้นที่ปูนไว้แล้ว
- 3.14 เทคอนกรีตที่ผสมน้ำยากันซึมเรียบร้อยแล้วให้กับผนังทั้งสี่ด้าน โดยเทในลักษณะวนรอบตัวถังพักน้ำเพื่อให้ระดับคอนกรีตเสมอกัน ในขณะที่เทต้องหมั่นกระทุ้งคอนกรีตเป็นระยะเพื่อให้คอนกรีตแน่นเสมอกัน
- 3.15 ปรับระดับถังพักน้ำให้เรียบ และได้ระดับตามไม้ค้ำที่วางไว้
- 3.16 ทิ้งให้คอนกรีตแห้งประมาณ 48 ชั่วโมง แล้วจึงแกะแบบออก จากนั้นฉาบปรับพื้นผิวคอนกรีตของตัวถังให้เรียบเสมอกัน
- 3.17 บ่มคอนกรีต โดยรดน้ำใส่ผนังถึงทั้ง 4 ด้านจนเปียกชุ่ม และคลุมด้วยพลาสติกหรือกระสอบ เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตแตกตัวจากการคายน้ำเร็วเกินไป ทิ้งไว้ไม่เกิน 3 วันจึงแกะผ้าคลุมออก

3.18 ถ่ายน้ำเข้าถึง โดยค่อยๆ เพิ่มระดับน้ำลงในถังอย่างสม่ำเสมอ เป็นประจำ ไม่ควรปล่อยน้ำใส่จนเต็มถึงในครั้งเดียว

4. บ่อพวงสันเขา

บ่อพวงสันเขา คือ บ่อเก็บน้ำที่อยู่บนสันเขาหรือส่วนสูงของเนินเขาที่ยาว เป็นแนวทอดต่อกันไป ทำหน้าที่กักเก็บน้ำสำหรับกิจกรรมการเกษตรและปศุสัตว์ โดยสำรองไว้ใช้ยามขาดแคลน และยังใช้เลี้ยงปลาเพื่อลดรายจ่ายเพิ่มรายได้ได้อีกด้วย บ่อพวงสันเขาจ่ายน้ำด้วยระบบท่อที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันระหว่าง 2 บ่อขึ้นไป

4.1 เตรียมตัวก่อนสร้างบ่อพวงสันเขา

การสร้างบ่อพวงสันเขาควรทำในฤดูแล้งเท่านั้น เนื่องจากการสร้างบ่อพวงสันเขาที่แข็งแรงต้องอาศัยพื้นดินที่เรียบแน่น หากทำในฤดูฝน อาจประสบปัญหาดินเป็นโคลนหรือน้ำขัง โดยก่อนสร้างควรเตรียมตัวดังนี้

4.1.1 เตรียมทีมงาน

- 1) ช่างก่อสร้าง จำนวน 1 คน เพื่อเป็นที่ปรึกษาให้ทีมงาน และให้คำแนะนำจากประสบการณ์ ควรเป็นบุคคลที่ผ่านการฝึกงานควบคุมการขุดสระมาแล้วเป็นอย่างดี
- 2) ผู้ช่วยช่างก่อสร้าง จำนวน 3 คน มีหน้าที่ปฏิบัติงานตามที่ช่างควบคุมมอบหมาย และจ่ายงานให้แรงงานทั่วไป ควรเป็นบุคคลที่มีประสบการณ์ด้านงานก่อสร้างไม่น้อยกว่า 1 เดือน

- 3) แรงงานทั่วไป จำนวนไม่จำกัด มีหน้าที่ทำงานก่อสร้าง โดยรวม ควรคัดเลือกและว่าจ้างชาวบ้านในพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ให้ชุมชน และที่สำคัญที่สุด คือ เป็นการถ่ายทอดทักษะความรู้ในการสร้าง บำรุงรักษาและบริหารจัดการบ่อพวงสันเขาให้กับชุมชนซึ่งเป็นผู้ที่จะดูแลฝายต่อไปในอนาคต

4.1.2 เตรียมวัสดุและเครื่องมือ

- 1) จอบ
- 2) บังกี
- 3) สายยาง
- 4) ไม้กระทุ้งดิน
- 5) ไม้ปรับหน้าดิน
- 6) ผ้าพลาสติก
- 7) ท่อน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 นิ้ว
- 8) ไม้ไผ่รวกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 นิ้ว
- 9) เชือกไนล่อน

- 4.2 ปรับพื้นที่บริเวณที่จะขุดบ่อให้เป็นแนวราบที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของบ่อที่กำหนดไว้ด้านละ 2 เมตร โดยต้องกำหนดให้ตัวอ่างอยู่ในพื้นดินเดิมทั้งหมดเท่านั้น ห้ามมีส่วนใดอยู่ในตำแหน่งดินที่ถมใหม่โดยเด็ดขาด

ภาพที่ 152
ภาพตัดด้านข้าง
แสดงการปรับพื้นดิน
ก่อนขุดบ่อพวง



ภาพที่ 153
ภาพตัดด้านข้าง
แสดงการขุดบ่อพวง



4.3 เริ่มขุดบ่อตามแบบที่กำหนดไว้ โดยสามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่

- 4.3.1 ใช้แรงคนขุด จะใช้ในกรณีเครื่องจักรไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ ขุดได้ หรือมีความต้องการสร้างงานในพื้นที่ โดยแรงงาน 1 คน จะสามารถขุดได้โดยเฉลี่ย 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ระยะเวลา ในการขุดจะขึ้นอยู่กับปริมาณของดิน และจำนวนคนขุด ในแต่ละวัน โดยใช้ 1 คนต่อพื้นที่ทำงาน 2 ตารางเมตร เพราะหากจัดคนลงมากกว่าอัตราส่วนนี้จะทำงานไม่สะดวก

4.3.2 ใช้เครื่องจักรขุด เป็นวิธีที่ช่วยประหยัดเวลา แต่ค่าใช้จ่าย อาจสูงกว่า นอกจากนั้นยังเป็นวิธีที่ไม่ช่วยกระจายรายได้ สู่ชาวบ้านและไม่สร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของให้คนในพื้นที่

ภาพที่ 154
การใช้เครื่องจักร
ขุดบ่อ



4.4 เก็บหิน เศษกิ่งไม้ ออกจากบ่อให้หมดเพื่อป้องกันหินและเศษไม้ แทงพลาสติกขาว

ภาพที่ 155
การเก็บกวาดเศษหิน
และกิ่งไม้ออกจากบ่อ



- 4.5 ปรับพื้นด้านข้างบ่อให้เรียบ โดยใช้ไม้ปรับหน้าดินทุบดินหรือหิน ให้แตกละเอียดและไม่ให้มีก้อนหินหรือเศษไม้โผล่ หากอยู่ใกล้แหล่งน้ำ อาจต่อสายยางจากแหล่งน้ำเพื่อฉีดดินในบ่อให้อ่อนตัวลง ช่วยให้ปรับพื้นดินได้ง่ายขึ้น

ภาพที่ 156
การปรับพื้น
ด้านข้างบ่อ



- 4.6 ปรับดินขอบบ่อให้กว้าง 1.5 เมตร และให้ระดับดินเสมอกันตั้งแต่ขอบด้านในถึงขอบด้านนอก

ภาพที่ 157
การปรับดินขอบบ่อ



4.7 ขุดร่อง โดยวัดจากขอบด้านในออกมา 50 เซนติเมตร และขุดร่อง กว้าง 50 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตรเพื่อฝังชายผ้าพลาสติก

ภาพที่ 158
การขุดร่องฝัง
ชายผ้าพลาสติก



4.8 ปูผ้าพลาสติกที่พื้นกันบ่อก่อนแล้วจึงคลี่ผ้าออกให้เต็มพื้นที่บ่อ โดยต้องระวังไม่ให้พลาสติกฉีกขาด หากพบจุดฉีกหรือขาด ต้อง ซ่อมแซม สำหรับผ้าพลาสติกที่มีความหนา 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป ซ่อมได้โดยใช้เครื่องเป่าความร้อนช่วยเป่าให้พลาสติกจุดที่ฉีกขาด อ่อนตัวลงและเชื่อมกัน สำหรับผ้าพลาสติกที่มีความหนา 0.15 มิลลิเมตรให้ทาควายางลงบนเศษผ้าพลาสติกชนิดเดียวกันแล้ว ปะบริเวณที่ฉีกขาด

ภาพที่ 159
การปูผ้าพลาสติก
ลงที่กันบ่อ



ภาพที่ 160
การคลี่ผ้าพลาสติก
ออกให้เต็มบ่อ



4.9 ดึงผ้าใบเข้ามุมขอบบ่อให้ตึง วางขอบพลาสติกทั้ง 4 ด้านลงในร่องขอบบ่อที่ได้ขุดเตรียมไว้ โดยวางที่ละด้านเพื่อไม่ให้ผ้าหลุดไหลลงก้นบ่อ ผึงชายขอบพลาสติก ใช้ดินกลบและอัดดินให้แน่น เพื่อไม่ให้ผ้าหลุดออกจากขอบบ่อ

ภาพที่ 161
การวางผ้าพลาสติก
ลงในร่องบริเวณขอบบ่อ



ภาพที่ 162
การกลบขอบบ่อ



ภาพที่ 163
การอัดดินให้แน่น
เพื่อไม่ให้ผ้าหลุด
ออกจากขอบบ่อ



4.10 ในกรณีที่ผ้าพลาสติกมีความยาวไม่พอ ต้องต่อผ้าพลาสติก ทำได้โดยวัดระยะจากขอบผ้าพลาสติกเข้ามา 50 เซนติเมตร จากนั้นขุดแนวร่องขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร ขวางตลอดแนวบ่อ เมื่อขุดเสร็จแล้วจึงวางผ้าพลาสติกอีกผืนต่อซ้อนทับกับผ้าพลาสติกที่ปูไว้ก่อนหน้านี้ โดยให้ขอบผ้าพลาสติกทั้งสองผืนอยู่ในระนาบเดียวกัน จากนั้นจึงพับขอบพลาสติกทั้งสองชั้นเข้า 3 ทบ ทบละ 15 เซนติเมตร ผึงในร่องที่เตรียมไว้ และอัดดินให้แน่น

ภาพที่ 164
การขุดแนวร่อง
สำหรับต่อผ้าพลาสติก



ภาพที่ 165
การพับผ้าพลาสติก
2 ผืนต่อกัน



ภาพที่ 166
การอัดผ้าพลาสติก
ลงแนวร่องรอยต่อ



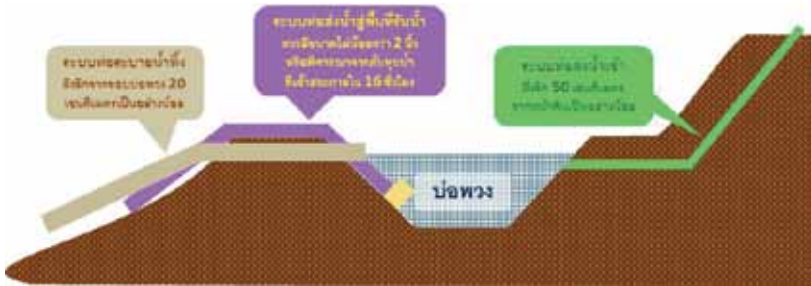
- 4.11 หลังอัดดินตรงรอยต่อจนแน่นแล้ว ให้พลิกผ้าพลาสติกผืนด้านบน
ที่ซ้อนอยู่กลับมาด้านที่ต้องปูพื้นบ่อพวงต่อ แล้วปูพื้นตามขั้นตอนที่
4.7-4.9 ต่อไป

ภาพที่ 167
การต่อผ้าพลาสติก



- 4.12 วางระบบท่อน้ำ ระบบท่อน้ำของบ่อพวงสันเขาประกอบด้วย
3 ระบบย่อย ได้แก่ ระบบท่อน้ำเข้าบ่อพวงสันเขา ระบบท่อน้ำ
จากบ่อพวงสู่พื้นที่รับน้ำและระบบท่อระบายน้ำทิ้ง

ภาพที่ 168
ระบบท่อน้ำ
ของบ่อพวงสันเขา



4.12.1 ระบบท่อน้ำเข้าบ่อพวงสันเขา สามารถต่อโดยปฏิบัติดังนี้

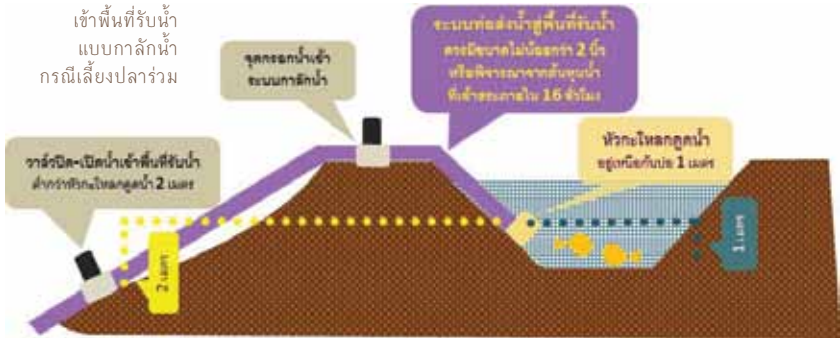
- 1) ขุดแนวท่อน้ำ
- 2) ต่อท่อน้ำเข้ากับแหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียง เช่น ฝายอนุรักษ์ ฝายการเกษตร แอ่งน้ำบนภูเขา
- 3) พังท่อที่ความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตรจากหน้าดิน เพื่อป้องกันไฟฟ้า หินตกใส่ หรือกิ่งไม้หักโค่นทับ
- 4) สิ่งที่ต้องระลึกไว้เสมอคือ ขนาดท่อน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำต้นทุนและระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำและบ่อพวง-สันเขา¹⁷

4.12.2 ระบบท่อน้ำจากบ่อพวงสู่พื้นที่รับน้ำ อาศัยระบบกาลักน้ำ เพื่อจ่ายน้ำออกจากบ่อ ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับการดูดน้ำมันจากถังมาใส่รถ

¹⁷ รายละเอียดการเลือกขนาดท่อที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำ หน้า 112-122

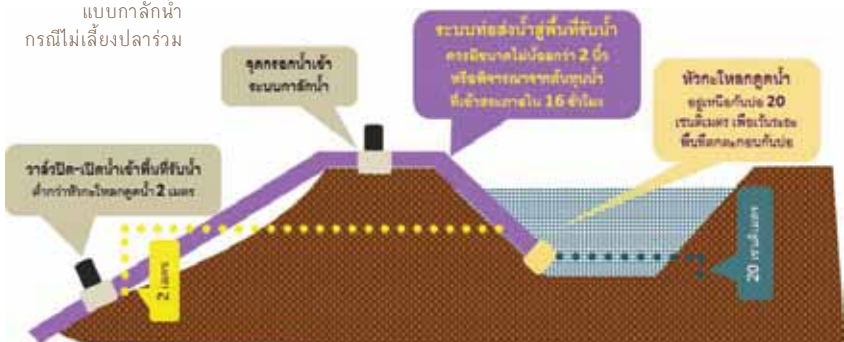
1) ระบบกักน้ำ กรณีที่มีการส่งเสริมการเลี้ยงปลา ในบ่อพวง

ภาพที่ 169
ระบบท่อน้ำ
จากบ่อพวง
เข้าพื้นที่รับน้ำ
แบบกักน้ำ
กรณีเลี้ยงปลาร่วม



2) ระบบกักน้ำ กรณีที่ไม่ได้เลี้ยงปลาร่วม

ภาพที่ 170
ระบบท่อน้ำ
จากบ่อพวง
เข้าพื้นที่รับน้ำ
แบบกักน้ำ
กรณีไม่เลี้ยงปลาร่วม



4.12.3 ระบบท่อระบายน้ำทิ้ง ท่อระบายน้ำทิ้งมีไว้เพื่อป้องกันน้ำล้นขอบบ่อไม่ให้ขอบบ่อหรือตัวฝายพังทลาย ท่อที่ใช้ควรเป็นท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อส่งน้ำเข้า 2 เท่า ต้องฝังให้ท่ออยู่ลึกจากขอบบ่ออย่างน้อย 20 เซนติเมตร เพื่อให้มีพื้นที่ถ่วงเวลาการระบายน้ำออกจากท่อในกรณีที่น้ำเข้ามากและมีฝนตกเสริมเป็นเวลานาน ทั้งนี้การฝังท่อระบายน้ำจะพิจารณาจากขนาดความกว้างความยาวของปากบ่อกับต้นทุนน้ำที่เข้าบ่อพัง ปลายท่อน้ำทิ้งต้องต่อไปยังลำห้วยหรือร่องน้ำที่อยู่ใกล้

4.13 ล้อมรั้วและพาดเชือก เนื่องจากพลาสติกที่ใช้ปูในบ่อพังสันเขา สิ้นมาก หากเด็กหรือสัตว์เลี้ยงพลัดตกลงบ่อ อาจไม่สามารถปีนขึ้นจากบ่อได้และเป็นอันตรายถึงชีวิต ดังนั้น หลังจากวางระบบท่อน้ำบ่อพังสันเขาเรียบร้อยแล้ว ควรป้องกันโดยล้อมรั้วรอบบ่อพังสันเขาด้วยไม้ไผ่รวกทันที

ภาพที่ 171
ก่อนการทำรั้ว
รอบบ่อพังสันเขา



ภาพที่ 172
บ่อพวงสันเขา
ที่ล่อมรั้ว
เรียบร้อยแล้ว



เมื่อล่อมรั้วเรียบร้อยแล้ว จึงพาดเชือกที่ผูกทุ่นลอยเป็นแนวขนาน
ไว้กลางบ่อจำนวน 2-4 เส้น เพื่อให้คนที่ตกลงไปมีที่ยึดจับ

ภาพที่ 173
เชือกที่ชิงไว้ในบ่อพวง
เพื่อให้คนที่ตกลงไป
มีที่ยึดจับ



4.14 ปลุกหญ้าแฝกที่บริเวณพื้นที่ลาดเอียงข้างบ่อพวง เพื่อช่วยป้องกันหน้าดินพังทลาย โดยปลุกหญ้าแฝกจำนวน 20 ต้นต่อระยะทาง 1 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 5 เซนติเมตร เพื่อเหลือช่องว่างให้หญ้าแฝกเจริญเติบโตมาชิดกันเป็นแนวกำแพง การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกกินระยะเวลาประมาณ 2 เดือน

ภาพที่ 174
การปลุกหญ้าแฝก
เพื่อป้องกัน
หน้าดินพังทลาย



4.15 งบประมาณและความคุ้มค่าของบ่อพวงสันเขา

ขั้นตอนการทำงาน	ราคา	หมายเหตุ
1. ขุดบ่อ 1) ใช้รถแมคโครขุดในกรณีที่ไม่มีความรวดเร็ว 2) ใช้แรงงานคนขุด โดยแรงงาน 1 คนสามารถขุดได้เฉลี่ย 1 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	1) ลูกบาศก์เมตรละ 28 บาท 2) คนละ 150 บาทต่อวัน	ราคา ณ ปี พ.ศ. 2554
2. ปูผ้าพลาสติก 1) ผ้าพลาสติกหนา 0.15 มิลลิเมตร 2) แรงงาน 8-10 คน ค่าแรงคนละ 150 บาท ใช้เวลา 1 วัน	1) ตารางเมตรละ 20 บาท 2) 10 คน x 150 = 1,500 บาท	ราคา ไม่รวม ค่าขนส่ง
3. วางระบบท่อน้ำ 1) ท่อน้ำ 2) แรงงาน 3 คน ค่าแรงคนละ 150 บาท ใช้เวลา 1 วัน	1) ขึ้นอยู่กับขนาดท่อ เช่น ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้วยาว 4 เมตร ราคา 270 บาท 2) 3 คน x 150 = 450 บาท	
4. ล้อมรั้วและพาดเชือก 1) ไม้ไผ่รวกขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว-4 นิ้ว ยาว 4 เมตร ล่าละ 25 บาท ใช้ 40 ลำ 2) ค่าเชือกไนลอนขนาด 9 มิลลิเมตร ความยาว 15 เมตร ใช้จำนวน 4 เส้น 3) แรงงาน 2 คน ค่าแรงคนละ 150 บาท ใช้เวลา 1 วัน	1) 40 ลำ x 25 = 10,000 บาท 2) 200 บาท 3) 2 คน x 150 = 300 บาท	

ขั้นตอนการทำงาน	ราคา	หมายเหตุ
5. การปลูกหญ้าแฝก 1) หญ้าแฝก 2) แรงงาน 5 คน ใช้เวลา 1 วัน	1) ขอกการสนับสนุนได้จาก กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวง เกษตรและสหกรณ์ 2) 5 คน x 150 = 750 บาท	

คณะผู้จัดทำหนังสือ

ชุดแนวทางการพัฒนาตามตำราแม่ฟ้าหลวง
เรื่องการบริหารจัดการน้ำ

ที่ปรึกษา

หม่อมราชวงศ์คัตติศักดิ์ อัครสกุล
ศาสตราจารย์ ดร.กนก วงษ์ตระหง่าน
ณรงค์ อภิชัย

ทีมปฏิบัติการภาคสนามผู้ให้ข้อมูล

สมรส พรหมมินทร์
บุญภพ เครือคำ
กุลพันธ์ สังข์เจริญ
บุญเป็ง สุภา
รัฐศักดิ์ ไชยบุญตัน

ผู้ถอดบทเรียนองค์ความรู้

ทรงวิทย์ แก้วมหานิล
ศักดิ์รินทร์ นุแบ่งถา
อรัญญา อภิเสถียรพงศ์

บรรณาธิการ

พิมพ์พรณ ดิศกุล ณ อยุธยา

ผู้ค้นคว้าและเรียบเรียง

นิษฏ์ เพียรชูพัฒน์

ผู้ช่วยค้นคว้าและเรียบเรียง

อมรรัตน์ บังคมเนตร
วราภรณ์ ธนะสุริยะเกียรติ

ขอขอบคุณชาวบ้านในทุกพื้นที่ปฏิบัติงานที่ได้ร่วมคิด ร่วมปฏิบัติ และร่วมพัฒนาจนเกิดเป็นองค์ความรู้เหล่านี้ ขอขอบคุณอาสาพัฒนาชุมชนอำเภอสองแคว อำเภอท่าวังผา และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ที่ร่วมทดลองอ่านตำราทุกชุด และขอขอบคุณทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังการผลิต ร่วมอุทิศแรงกาย แรงความคิด จนทำให้เกิดเป็นตำราแม่ฟ้าหลวงชุดนี้

บรรณานุกรม

- กุลพันธ์ สังข์เจริญ. 2554. ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์. สัมภาษณ์, 10 ตุลาคม.
- บุญภพ เครือคำ. 2554. ทีมภาคสนาม มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์. สัมภาษณ์, 10 ตุลาคม.
- ปราโมทย์ ไม้กลัด. 2554. “ฝ่าย.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/New/sub/book/book.php?book=7&chap=7&page=t7-7-infodetail08.html> สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2555.

อันไหนดีให้จัดไว้
จะได้ใช้เป็นแนวทางต่อไป
สิ่งไหนที่เป็นความล้มเหลว
ก็ให้จัดบันทึกไว้ เพื่อจะได้ไม่ทำอีก
พระราชดำริสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

10

อันไหนดีให้จัดไว้
จะได้ใช้เป็นแนวทางต่อไป
สิ่งไหนที่เป็นความล้มเหลว
ก็ให้จัดบันทึกไว้ เพื่อจะได้ไม่ทำอีก
พระราชดำริสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

10

อันไหนดีให้จัดไว้
จะได้ใช้เป็นแนวทางต่อไป
สิ่งไหนที่เป็นความล้มเหลว
ก็ให้จัดบันทึกไว้ เพื่อจะได้ไม่ทำอีก
พระราชดำริสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

10

อันไหนดีให้จัดไว้
จะได้ใช้เป็นแนวทางต่อไป
สิ่งไหนที่เป็นความล้มเหลว
ก็ให้จัดบันทึกไว้ เพื่อจะได้ไม่ทำอีก
พระราชดำริสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว

1



มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์

Mae Fah Luang Foundation under Royal Patronage

มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์

1875/1 ถนนพระราม 4 แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0-2252-7114 โทรสาร 0-2254-1665

mflfmanual@doitung.org

www.maefahluang.org