

ภ. 30-04/รายงานฉบับที่ 2

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา

ส่วนที่ 1 : การทดลองผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ

โดย

เกศรา นุตาลัย

กรรณิการ์ สถาปิตานนท์

ศิลปชัย อรัญยะนาค

สรรคัชชัย อินทว้าง

เพิ่มสุข มาทะ

นันทนา มีประเสริฐ

ประทุม วงษ์พานิช

วัชรวิภา มีชัน

บุญชัย ตระกูลมหชัย

บุญเชิด ประเสริฐพงศ์

มนัส อาตยะพันธ์

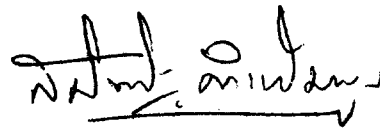
อุบลศรี เชี่ยวสกุล

จิตต์ ศรีวรรณวิทย์

วท., กรุงเทพฯ 2532

พิมพ์ที่พิมพ์เผยแพร่โดยมิได้รับการอนุญาตจาก วท.

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



(ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล)

ผู้ว่าการ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 30-04

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา

รายงานฉบับที่ 2

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา

ส่วนที่ 1 : การทดลองผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ

โดย

เกศรา นุตาลัย

กรรณิการ์ สถาปิตานนท์

ศิลาชัย อรัญยะนาค

สรศักดิ์ชัย อินทว้าง

เพิ่มสุข มาทะ

นันทนา มีประเสริฐ

ประทุม วงษ์พานิช

วัชรรา มีชื่น

บุญชัย ตระกูลมหชัย

บุญเชิด ประเสริฐพงศ์

มันัส อาคมะพันธ์

อุบลศรี เขียวสกุล

จิตต์ ศรีวรรณวิทย์

วท., กรุงเทพฯ 2532

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	จ
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
1.1 สภาพปัญหาการขาดแคลนน้ำและการใช้วัสดุรองสระน้ำ	3
1.2 เป้าหมาย	4
1.3 วัตถุประสงค์	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 วิธีการวิจัย	5
2. การผลิตแผ่นยางและการทดสอบคุณสมบัติ	5
2.1 หน้าที่ขององค์ประกอบในแผ่นยาง	5
2.2 หลักการพิจารณาสำหรับการออกสูตรแผ่นยางรองสระน้ำ	7
2.3 การเลือกใช้ antioxidants	12
2.4 การทดลองผลิตแผ่นยางในห้องปฏิบัติการ	14
2.5 วิธีการผลิต	18
2.6 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นยาง	20
3. การเตรียมพื้นที่และการติดตั้งแผ่นยาง	21
3.1 การคัดเลือกพื้นที่	21
3.2 การเตรียมพื้นที่	22
3.2.1 การพิจารณาแบบสระน้ำที่เหมาะสม	23
3.2.2 การจัดทำสระน้ำ	28
3.3 การเตรียมแผ่นยาง	33
3.3.1 การกำหนดขนาดของแผ่นยาง	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 การเชื่อมต่อแผ่นยาง	34
3.3.3 การขนส่งแผ่นยางเข้าสู่พื้นที่	36
3.4 การติดตั้งแผ่นยาง	37
3.4.1 การปูแผ่นยางที่ต้องเชื่อมต่อในพื้นที่	37
3.4.2 การปูแผ่นยางที่เป็นแผ่นสำเร็จรูป	38
3.5 การป้องกันการชำรุดเสียหายของแผ่นยาง	39
3.5.1 การใช้วัสดุคลุมทับแผ่นยาง	39
3.5.2 การออกแบบระบบการนำน้ำเข้าและออกจากสระ	39
3.5.3 การตรวจสอบรอยรั่ว	40
3.5.4 การตรวจสอบการเสื่อมสภาพของแผ่นยาง	40
3.5.5 การป้องกันอื่น ๆ และการบำรุงรักษา	40
4. การทดลองติดตั้งแผ่นยางรองสระน้ำ	41
4.1 ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนตามพระราชดำริ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา	41
4.2 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) กรุงเทพฯ	42
4.3 หมู่ 2 บ้านค้อ ต.อี้งอ อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด	42
4.4 หมู่ 9 บ้านยางสะอาด ต.ดงบัง อ.นาคนู จ.มหาสารคาม	43
4.5 ศูนย์ฝึกอาชีพเขาวงกต ต.คอนไฟ อ.แฉะ จ.ลำปาง	44
5. ข้อมูลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นยาง	45
6. สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ	58
7. คำขอบคุณ	69
8. เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวกที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลการสำรวจพื้นที่ทดลองชุดสระน้ำ	71
ภาคผนวกที่ 2 ข้อมูลพื้นที่ทดลองชุดสระน้ำเพื่อใช้แผ่นยางปูทับที่ จ.ฉะเชิงเทรา, จ.ร้อยเอ็ด, จ.มหาสารคาม และ จ.ลำปาง	76

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1. องค์ประกอบสูตรพื้นฐานของแผ่นยาง	14
ตารางที่ 2. สูตรแผ่นยางซึ่งทดลองผลิตในห้องปฏิบัติการ	15
ตารางที่ 3. คุณสมบัติของแผ่นยางซึ่งทดลองผลิตในห้องปฏิบัติการ	15
ตารางที่ 4. สูตรแผ่นยางซึ่งผลิตเพื่อทดลองปูสระน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ กัน	17
ตารางที่ 5. คุณสมบัติของแผ่นยางซึ่งใช้ทดลองปูสระน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ กัน	46
ตารางที่ 6. การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของแผ่นยางรองสระน้ำภายหลังการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 ^o ซ.	47
ตารางที่ 7. การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของแผ่นยางรองสระน้ำภายหลังการอบในน้ำที่อุณหภูมิ 70 ^o ซ.	48
ตารางที่ 8. การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านแรงดึงของแผ่นยางรองสระน้ำหลังการใช้งานในตำแหน่งต่าง ๆ	51
ตารางที่ 9. การเปลี่ยนแปลงของค่าความยืดที่จุดขาดของแผ่นยางรองสระน้ำหลังการใช้งานในตำแหน่งต่าง ๆ	53
ตารางที่ 10. การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านแรงฉีกขาดของแผ่นยางรองสระน้ำหลังการใช้งานในตำแหน่งต่าง ๆ	55
ตารางที่ 11. การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านแรงเชื่อมรอยต่อ (adhesion และ shear strength)	57
ตารางที่ 12. เปรียบเทียบคุณสมบัติของยางแผ่นธรรมชาติและยางแผ่นสังเคราะห์ซึ่งใช้ในการปูรองสระน้ำ	59

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1. แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตแผ่นยาง.	19
รูปที่ 2. สระเก็บน้ำแบบที่ 1.	23
รูปที่ 3. สระเก็บน้ำแบบที่ 2.	24
รูปที่ 4. สระเก็บน้ำแบบที่ 3.	25
รูปที่ 5. สระเก็บน้ำแบบที่ 4.	26
รูปที่ 6. ความสัมพันธ์ปริมาตรน้ำที่กักเก็บกับขนาดสระน้ำ.	27
รูปที่ 7. การตกแต่งลาดสระด้านข้างและกันสระ.	29
รูปที่ 8. แสดงการขุดร่องวางรอบสระเพื่อฝังชายแผ่นยาง.	32
รูปที่ 9. แสดงขนาดกำหนดของสระน้ำเพื่อใช้ในการคำนวณพื้นที่ของแผ่นยาง.	33
รูปที่ 10. รูปแบบการเชื่อมต่อแผ่นยางธรรมชาติ.	34
รูปที่ 11. วิธีการเชื่อมต่อแผ่นยาง.	35
รูปที่ 12. การจัดตำแหน่งกลุ่มคนเพื่อการปูแผ่นยาง.	38
รูปที่ 13. แผนผังแสดงค่าคุณสมบัติของแผ่นยางที่ยังคงอยู่หลังการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C.	49
รูปที่ 14. แผนผังแสดงค่าคุณสมบัติของแผ่นยางที่ยังคงอยู่หลังการอบในน้ำที่อุณหภูมิ 70°C.	50
รูปที่ 15. แผนผังแสดงค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ของแผ่นยาง.	52
รูปที่ 16. แผนผังแสดงค่าความยืดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ของแผ่นยาง.	54
รูปที่ 17. แผนผังแสดงค่าความต้านทานแรงฉีกขาดที่ยังคงอยู่ของแผ่นยาง.	56

คำนำ

จากการประชุมวุฒิสภาชุดที่ 4 ครั้งที่ 2/2528 (สมัยสามัญ) เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2528 ที่ประชุมได้พิจารณารายงานผลการศึกษาอุปสรรค ตลอดจนแนวทางแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะในเรื่องราคายางธรรมชาติตกต่ำ ของคณะกรรมการการเกษตรและสหกรณ์ และได้มีมติให้ส่งรายงานของคณะกรรมการฯ ต่อคณะรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาขอหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการต่อไป. ทั้งนี้กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (วทพ.) ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องตามหนังสือจากสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ลงวันที่ 17 มิถุนายน 2528 และ วทพ. ได้มอบให้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ดำเนินการเร่งรัดการค้นคว้าทดลองและพัฒนาเทคโนโลยีการใช้อยางธรรมชาติในการอุตสาหกรรม เพื่อส่งเสริมการใช้ยางธรรมชาติให้มากขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติด้วย.

วท. ได้จัดตั้งคณะกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ ซึ่งได้พิจารณาเห็นว่า การผลิตแผ่นยางเพื่อใช้รองบ่อน้ำจะเป็นการนำยางธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้มาก รวมทั้งจะช่วยเพิ่มมูลค่าของยางธรรมชาติอีกด้วย. ในปี 2530 วท. ได้ดำเนินงานขั้นต้นโดยการสำรวจ, รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้แผ่นยางรองบ่อน้ำ ดังรายงานในรายงาน ก. 30-04/รายงานฉบับที่ 1 "การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาด้านเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมยางรองบ่อน้ำ", โดยแยกพิมพ์เป็น 2 ส่วน คือ "ส่วนที่ 1 : การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาด้านเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมยางรองบ่อน้ำ" และ "ส่วนที่ 2 : การสำรวจข้อมูลวัสดุรองบ่อน้ำ". ในปลายปี 2530 และปี 2531 นี้ วท. ได้ร่วมกับกรมการพัฒนารัฐวิสาหกิจ กระทรวงมหาดไทย และโรงงานบริษัทแสงไทยผลิตรายาง จำกัด ดำเนินการทดลองผลิตแผ่นยางและใช้ปูสระน้ำจำนวน 7 แห่ง ดังรายละเอียดในรายงานฉบับนี้ ซึ่งแยกพิมพ์เป็น 2 ส่วนเช่นกัน คือ ส่วนที่ 1 : การทดลองผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ เป็นการรายงานถึงขั้นตอนการผลิต, การควบคุมคุณภาพ, การเตรียมสถานที่ตั้งของสระ, วิธีการติดตั้งและติดตามประเมินผลในระยะต้น. รายงานส่วนที่ 2 : ข้อมูลการดำเนินงานเพื่อติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ และการตรวจสอบสภาพหลังการดำเนินงานพร้อมทั้งภาพประกอบขณะดำเนินการ.

DEVELOPMENT OF NATURAL RUBBER PRODUCTS

PART 1 : PRODUCTION AND INSTALLATION OF NATURAL RUBBER LINING FOR WATER RESERVOIRS

By Kesara Nutalaya, Kannika Sthapitanonda, Silpachai Arunyanak,
Sanchai Inwang, Permsuk Mata, Nantana Meeprasert, Pratum
Vongpanish, Vachara Meecheun, Boonchai Trakulmahachai,
Booncherd Prasertpong, Manus Earthayapan, Ubolsri
Cheosakul and Jit Sriwanawit

ABSTRACT

Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) co-operated with private factories in developing mixed natural and reclaimed rubber sheet used as watertight lining for water reservoir to prevent seepage or contamination of saline water from underground. Physical properties of the sheet including tensile strength, elongation at break, tear strength, accelerating heat and water resistances, weathering resistance, ozone resistance, water absorption, specific gravity, adhesion strength and shear strength were tested and found to be comparable with the ones of synthetic rubber sheets except ozone and weathering resistances.

TISTR also co-operated with the Community Development Department (CDD) in surveying, site selection and preparation for the installation of the rubber sheet lining for reservoirs using CDD pond designs. For large ponds, TISTR used the whole factory-seamed sheets and installed at the site by 200-300 local people and official workers unfolding and aligning the sheets together. During 1987-88, TISTR has produced and installed seven natural rubber liners with sizer ranging from 10 to 10,000 cubic metres. At present all of the ponds are in good condition and TISTR is still following up the change of the rubber properties.

Various problems and recommendations are presented in this report including the ones about laboratory experiment and quality testing, factory processing, pond site preparation and installation of the rubber liners.

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา

ส่วนที่ 1 : การทดลองผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ

โดย เกศรา นุตาลัย*, กรรณิการ์ สถาปิตานนท์*, ศิลปชัย อรัญยะนาค*, สรรค์ชัย อินทว้าง⁺,
เพิ่มสุข มาทะ*, นันทนา มีประเสริฐ[○], ประทุม วงษ์พานิช[◎], วัชรวิทย์ มีชัย[◎], บุญชัย
ตระกูลมหชัย*, บุญเชิด ประเสริฐพงศ์*, มนต์ อาชยะพันธ์*, อุบลศรี เขียวสกุล[△]
และ จิตต์ ศรีวรรณวิทย์*

บทคัดย่อ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ร่วมมือกับ
โรงงานภาคเอกชน ทดลองพัฒนาแผ่นยางธรรมชาติผสมกับยางรีไซเคิล เพื่อปูรอง
สระน้ำซึ่งไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ หรือใช้ป้องกันการปนเปื้อนของน้ำกร่อยจาก
ใต้ดิน. วท.ได้ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นยางในด้านต่าง ๆ เปรียบ-
เทียบกับคุณสมบัติของแผ่นยางสังเคราะห์ได้แก่ ความต้านแรงดึง, ความยืดหยุ่น, ความ
ต้านแรงฉีกขาด, ความต้านทานต่อการเร่งสภาวะต่าง ๆ, ความต้านทานต่อ
สภาวะดินฟ้าอากาศ, ความต้านทานต่อโอโซน, การดูดซึมน้ำ, ความถ่วงจำเพาะ,
ความต้านแรงเชื่อมรอยต่อ และความต้านแรงเฉือนรอยต่อ. จากการทดสอบพบว่า
คุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นยางธรรมชาตินั้น เทียบเท่าหรือดีกว่าแผ่นยางสังเคราะห์
ยกเว้นค่าความต้านทานต่อโอโซน และสภาวะดินฟ้าอากาศ.

ในการทดลองใช้แผ่นยางปูรองสระน้ำนั้น วท.ได้ร่วมมือกับกรมการพัฒนาชุมชน
(พช.) สำรวจ, คัดเลือกสถานที่ และเตรียมพื้นที่โดยใช้แบบสระน้ำของ พช. สำหรับ
สระน้ำขนาดใหญ่ นั้น วท.ใช้แผ่นยางซึ่งเชื่อมต่อสำเร็จแล้วจากโรงงาน และใช้กำลัง
ชาวบ้านและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ จำนวน 200-300 คน ช่วยกันติดตั้งแผ่นยางรองสระน้ำ.

* สว.อุตสาหกรรมเคมี, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

⁺ กรมการพัฒนาชุมชน, กระทรวงมหาดไทย

[○] บ.มาบุญครองเมตติคอลโกสท์ จำกัด

[◎] บ.ดีเอกเตอร์ ฟู จำกัด

[△] เกษียณราชการ

ในปี 2530-2531 วท.ได้ทดลองผลิตแผ่นยางเพื่อใช้ปูสระน้ำ รวม 7 สระด้วยกัน มีขนาดตั้งแต่ 10-10,000 ลบ.ม. ขณะนี้ทุกสระน้ำยังใช้งานได้ดี และวท.กำลัง อยู่ในระหว่างการติดตามทดสอบความเปลี่ยนแปลงของแผ่นยาง.

นอกจากนี้ รายงานได้สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในด้านการทดลองผลิต และทดสอบคุณภาพแผ่นยางธรรมชาติ, ด้านกระบวนการผลิตแผ่นยางในโรงงาน และ ด้านการเตรียมพื้นที่ทดลองติดตั้งแผ่นยางปูรองสระน้ำ.

1. บทนำ

1.1 สภาพปัญหาการขาดแคลนน้ำและการใช้วัสดุรองสระน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิต รวมถึงการประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเอง. ในชนบททั่วไป ประชาชนจะพึ่งพาน้ำจากแหล่งธรรมชาติ เช่น คลอง, ห้วย, หนอง, บึง ฯลฯ โดยใช้เพื่ออุปโภค, บริโภค และการเกษตร. อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำมักไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีน้อย หรือไม่สามรถกักเก็บน้ำฝนไว้ได้. ปัญหาที่เป็นรากฐานสำคัญอย่างหนึ่งของความยากจนก็คือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำ. หากรัฐบาลสามารถแก้ไขและพัฒนาให้ประชาชนทุกหมู่บ้านมีแหล่งน้ำสำหรับอุปโภค บริโภค และใช้ประกอบอาชีพเลี้ยงตัวได้อย่างเพียงพอแล้ว ประชาชนก็จะพัฒนาอาชีพและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และสามารถยังชีพได้อย่างสุขสบายตามควร.

ได้มีการพัฒนาแหล่งน้ำ ตามแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1-4 (พ.ศ. 2505-2524) ในทั่วทุกภาคของประเทศเป็นจำนวนมาก, แต่ปรากฏว่าหมู่บ้านโดยเฉพาะหมู่บ้านเป้าหมายตามแผนพัฒนาชนบทยากจน จำนวน 12,555 หมู่บ้าน ส่วนใหญ่ยังขาดแคลนน้ำอยู่เสมอในฤดูแล้ง (ข้อมูลจากการติดต่อเจ้าหน้าที่กองวิจัยและประเมินผล กรมการพัฒนาชุมชน). จากการศึกษาพบว่า น้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวมักแห้งลงหมด เนื่องจากพื้นดินเป็นทรายหรือดินปนทราย หรือดินลูกรัง ซึ่งไม่อุ้มน้ำ, ปริมาณการสูญเสียน้ำจากการรั่วซึมไปในดินจึงมีมาก. ได้มีการคิดค้นหาวิธีการการรั่วซึมของแหล่งน้ำดังกล่าว โดยใช้วัสดุต่าง ๆ แต่พบว่ามีปัญหา เช่น :

- ดินเหนียว ต้องการดินมาก และหากขนส่งไกลก็จะมีราคาสูง และป้องกันการรั่วซึมได้ไม่แน่นอน.

- ยางมะตอย อาจแตกร้าวเมื่อพื้นทรุด หรือหลุมคร่อนเมื่ออยู่ในน้ำนาน ๆ.
- ดินหรือทราย ซีเมนต์ มีราคาค่อนข้างแพง และแตกร้าวได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อพื้นทรุด.
- คอนกรีต มีราคาแพงมาก และแตกร้าวได้เมื่อพื้นทรุด หรือมีรากไม้กดทับ.
- แผ่นพลาสติกหรือยาง เป็นวัสดุที่สามารถยืดหยุ่นได้ ไม่มีปัญหาเมื่อพื้นทรุด.

ในรายงานฉบับที่ 1, โครงการวิจัยที่ ภ. 30-04 ของวท. ได้รายงานสภาวการณ์การใช้วัสดุรองสระน้ำอย่างละเอียดโดยเปรียบเทียบกับแผ่นยางธรรมชาติ. จากรายงานดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการใช้แผ่นยางธรรมชาติในการรองสระน้ำ, และพิจารณาเห็นว่า วท.ควรดำเนินการทดลองผลิตแผ่นยางและใช้ปูรองสระน้ำ พร้อมกับติดตามรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินผลทางด้านเทคนิคและเศรษฐกิจต่อไป.

1.2 เป้าหมาย

- เพิ่มปริมาณการใช้ยางธรรมชาติในประเทศ ซึ่งปัจจุบันส่งออกในรูปแบบของยางดิบเป็นส่วนใหญ่.
- เพิ่มมูลค่ายางธรรมชาติ.
- พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจากยางธรรมชาติ.
- พัฒนาชุมชนโดยการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการเพิ่มผลผลิต การจ้างงานและการผลิตแผ่นยางในอุตสาหกรรม.

1.3 วัตถุประสงค์

- พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแผ่นยางรองสระน้ำ.
- ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นยางและการใช้แผ่นยางรองสระน้ำสู่โรงงานอุตสาหกรรม และหน่วยงานของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง.
- เพิ่มพูนความรู้ความสามารถของนักวิชาการในเรื่องเทคโนโลยีการยาง และการติดตั้งแผ่นยางรองสระน้ำ.

1.4 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้จะเป็นการทดลองพัฒนาสูตรแผ่นยางในห้องปฏิบัติการ และร่วมมือกับโรงงานอุตสาหกรรมยาง และกรมการพัฒนาชุมชน ในการผลิตแผ่นยางสำหรับใช้ทดลองปูรองสระน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ กัน และรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผล.

1.5 วิธีการวิจัย

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้:

- วิจัยและพัฒนาสูตรแผ่นยางในห้องปฏิบัติการ.
- ผลิตแผ่นยางโดยโรงงานอุตสาหกรรมยางเอกชนในประเทศ ทดสอบคุณภาพ โดย วท. และสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง.
- ร่วมกับกรมการพัฒนาชุมชนในการเตรียมพื้นที่และติดตั้งแผ่นยางร่องสระน้ำ.
- ติดตามและรวบรวมข้อมูลการใช้งาน รวมถึงการเก็บตัวอย่างแผ่นยางเพื่อทดสอบ และวิเคราะห์.
- วิเคราะห์ ประเมินผล และจัดทำรายงาน.
- ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแผ่นยางสู่อุตสาหกรรม และถ่ายทอดเทคโนโลยีการติดตั้งแผ่นยางร่องสระน้ำสู่ชนบทและเอกชนที่สนใจทั่วไป.

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานฉบับที่ 2, โครงการวิจัยที่ ภ. 30-04 เรื่อง "โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา ส่วนที่ 1 : การทดลองผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติร่องสระน้ำ" โดยจะรายงานถึงขั้นตอนการผลิต, การควบคุมคุณภาพ, การเตรียมสถานที่ตั้งของสระ, วิธีการติดตั้ง และติดตามประเมินผลในระยะสั้น.

2. การผลิตแผ่นยางและการทดสอบคุณสมบัติ

2.1 หน้าที่ขององค์ประกอบในแผ่นยาง

ยางธรรมชาติที่อยู่ในรูปของยางดิบ เมื่อนำไปใช้งานต้องทำให้เป็นยางสุก หรือยางวัลคาไนซ์ ก่อน, เพื่อให้ได้ยางที่มีสมบัติเสถียร มีความยืดหยุ่นและกระด้างตัวสูงในช่วงอุณหภูมิกว้าง ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากยางได้กว้างขวาง.

กระบวนการทำให้ยางสุกหรือวัลคาไนซ์นั้น ทำโดยผสมกำมะถันเข้าไปในยางแล้วให้ความร้อน. กำมะถันจะทำให้ยางสุกโดยทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงโมเลกุลของยางซึ่งเกิดเป็นพันธะยึดระหว่างโมเลกุล. แต่การใช้กำมะถันอย่างเดียวจะต้องใช้ระยะเวลาในการทำให้ยางสุก จึงมีการพัฒนาเพื่อช่วยเร่งเวลาในการทำให้ยางสุกเร็วขึ้น โดยใส่สารเคมีอื่นร่วมด้วย ได้แก่ สารตัวเร่งและสารกระตุ้น (นิธิตย 2531).

สูตรพื้นฐานของแผ่นยางประกอบด้วย:

- (1) โพลีเมอร์ (polymer) สำหรับทำแผ่น ได้แก่ ยางธรรมชาติ, ยางรีเคลม (reclaimed rubber), ยางสังเคราะห์ ฯลฯ.
- (2) สารทำให้ยางสุก (vulcanizing agent) ส่วนใหญ่ใช้กำมะถัน (sulphur, S) เนื่องจากมีราคาถูก, ผสมได้ง่าย, และทำให้สมบัติของยางดีขึ้น.
- (3) สารตัวเร่ง (accelerator) เป็นสารที่เร่งให้ปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์เกิดได้รวดเร็วขึ้น. สารตัวเร่งมีหลายชนิดแบ่งตามโครงสร้างและอัตราการเร่งปฏิกิริยาตัวอย่างของสารตัวเร่ง ได้แก่ 2-mercapto benzothiazole (MBT), diphenyl guanidine (DPG).
- (4) สารกระตุ้น (activator) เป็นสารช่วยกระตุ้นการทำงานของสารตัวเร่งประกอบด้วย ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide, ZnO) และกรดสเตียริก (stearic acid).
- (5) สารตัวเติม (filler) วัตถุประสงค์ในการใส่สารตัวเติมเข้าไปในยางมีหลายประการ ได้แก่ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแผ่นยาง เช่น เพิ่มความทนทานต่อการสึกหรอหรือฉีกขาด, เพื่อลดต้นทุนการผลิต และช่วยกระบวนการผลิต. สารตัวเติมที่นิยมใช้ ได้แก่ เขม่าดำ (carbon black, C), แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO₃), ซิลิกา (silica, SiO₂), แป้ง ฯลฯ.
- (6) สารป้องกันการทำปฏิกิริยาโดยออกซิเจน (antioxidant) และสารป้องกันการทำปฏิกิริยาโดยโอโซน (antiozonant). สารทั้ง 2 ชนิดนี้เติมลงไปในยางเพื่อให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ได้แก่ N - isopropyl - N' - phenyl - p - phenylenediamine (IPPD), ไชพาราฟิน (paraffin wax) ฯลฯ.
- (7) พลาสติไซเซอร์ (plasticizer) เป็นสารที่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น และช่วยในกระบวนการผลิต ได้แก่ ฟีนอลิกเรซิน (phenolic resin), น้ำมัน ฯลฯ.
- (8) สารเคมีอื่น ๆ ที่เติมลงไปเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ ได้แก่ สีชนิดต่าง ๆ ฯลฯ.

2.2 หลักการพิจารณาสำหรับการออกสูตรแผ่นยางรองสระน้ำ

ในการออกสูตรแผ่นยางรองสระน้ำ นอกจากต้องการความทนทานในการใช้งานแล้วต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้สำหรับการผลิตในเชิงพาณิชย์ด้วย. ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของสูตร, การทำหน้าที่ขององค์ประกอบแต่ละชนิด, รวมทั้งราคาวัตถุดิบและกระบวนการผลิต.

การออกสูตรแผ่นยางรองสระน้ำมีจุดมุ่งหมายดังนี้:

- ใช้ยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบโดยให้มีปริมาณใช้มากที่สุด.
- พัฒนาแผ่นยางธรรมชาติให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการปูรองสระน้ำ คือ มีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อแรงดึงและการฉีกขาดได้ดี.
- สามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์.

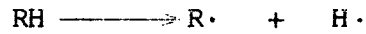
โดยทั่วไปการเสื่อมสภาพของยางเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ (Morton 1964) ได้แก่:

- Chain scission เป็นผลให้ความยาวของโมเลกุลสั้นลง และน้ำหนักโมเลกุลลดลง. ยางธรรมชาติและยางบิวไทล์ซึ่งเสื่อมสภาพโดยรูปแบบนี้ จะมีคุณสมบัติไม่แข็งแรงอ่อนตัว และผิวเหนียวเหนอะหนะ. ในการวิเคราะห์ทางเคมี พบกลุ่มของ aldehyde, ketone, alcohol และ ether ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นที่ alpha hydrogens และ double bonds ภายในโมเลกุล.
- Cross linking เป็นผลให้เกิดโครงสร้างแบบสามมิติ และน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น. ยาง SBR ยางธรรมชาติ และยาง acrylonitrile ซึ่งเสื่อมสภาพโดยรูปแบบนี้ จะมีคุณสมบัติแข็งเปราะ, มีความยืดหยุ่นต่ำ และยึดตัวไม่ดี, ข้อสังเกตคือ ปริมาณออกซิเจนในยางเพิ่มขึ้น.
- การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีในโมเลกุลของยาง โดยการนำกลุ่มโมเลกุลใหม่เข้ามาเชื่อมต่อ.

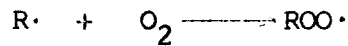
ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของยางมีหลายชนิด ทั้งภายในและภายนอกของเนื้อยาง ที่สำคัญได้แก่:

- (1) ออกซิเจน ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันในยาง เป็นแบบ autoxidation คือ ผลผลิตจากออกซิเดชันจะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น. กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (นิธิตย 2528) เป็นดังนี้:

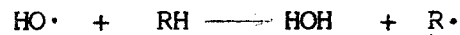
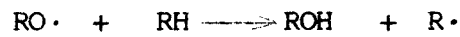
ปฏิกิริยาเริ่มต้น



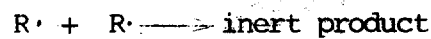
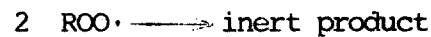
ปฏิกิริยาการชน



ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการแตกแขนง



ปฏิกิริยาสิ้นสุด



สังเกตได้ว่าลักษณะปฏิกิริยาออกซิเดชันของยางเป็นดังนี้:

ก. กระบวนการต่อเนื่องเป็นลูกโซ่.

ข. ในแต่ละปฏิกิริยาการชน จะเกิดเป็นหนึ่งโมเลกุลของไฮโดรเปอร์ออกไซด์เสมอ และสารตัวนี้เองที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระต่อไป.

ค. ปฏิกิริยาสิ้นสุดอาจก่อให้เกิดการ crosslink ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติเสถียร.

โดยทั่วไปเรามักต้องการลดปฏิกิริยา autoxidation ของยางให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งการกระทำเช่นนี้มี 2 วิธีคือ:

ก. ทำลายไม่ให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยใช้สารเคมีที่เรียกว่า chain-breaking antioxidant.

ข. ป้องกันไม่ให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นในระยะเริ่มต้น โดยใช้สารเคมีที่เรียกว่า preventive antioxidant, ซึ่งมีหลายชนิด เช่น สารสลายตัวไฮโดรเปอร์ออกไซด์, สารจับอนุมูลอิสระ(chelating agent), สารป้องกันแสงจากรังสีเหนือม่วงหรือUV เป็นต้น.

(2) สารเสริมปฏิกิริยาออกซิเดชัน (pro-oxidant) สารเคมีบางชนิดช่วยเร่งปฏิกิริยาให้ออกซิเจนทำลายเนื้อยางได้เร็วขึ้น ได้แก่ ซัลเฟอร์, สารเปอร์ออกไซด์ และโลหะหนักบางชนิด เช่น แมงกานีส, เหล็ก, ทองแดง, นิกเกิล และ โคบอลต์. สาร antioxidants หลายชนิดช่วยป้องกันการทำงานของสารเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ เช่น กลุ่ม aromatic diamines ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับ

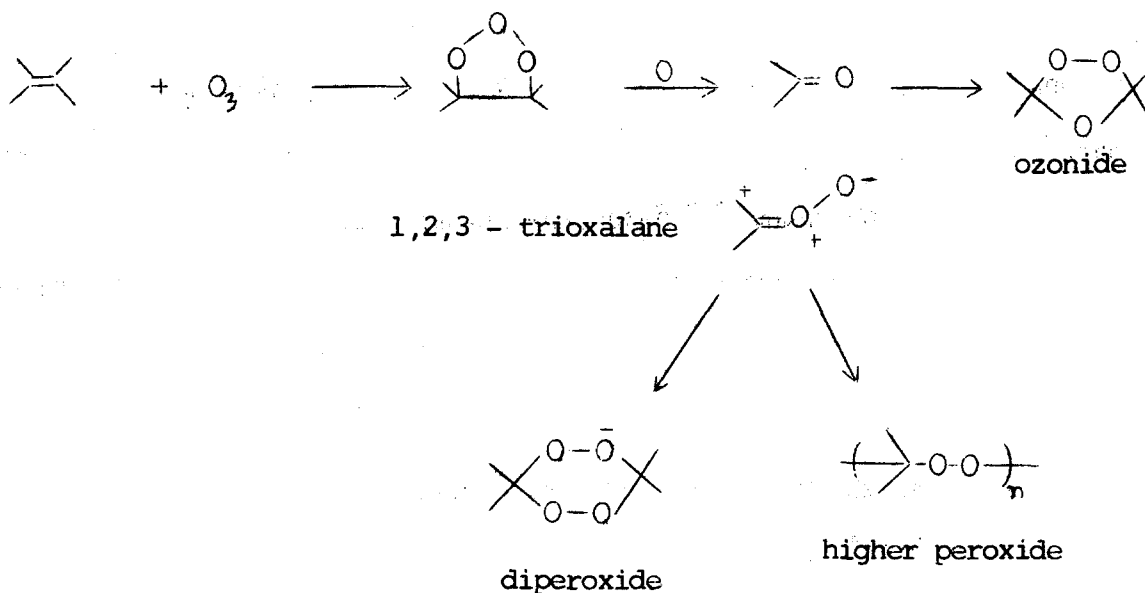
อิลอนของโลหะ เกิดเป็นสารประกอบ complexes ซึ่งเสถียรและไม่ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่อไป.

(3) ความร้อน การเสื่อมสลายของยางเนื่องจากความร้อนเกิดควบคู่ไปกับการเกิดออกซิเดชันเสมอ. ถ้านำยางมาใช้ในบรรยากาศปกติซึ่งมีออกซิเจนอยู่แล้ว อาจประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับการเกิดออกซิเดชันได้ โดยพิจารณาสมบัติของยางที่เปลี่ยนไปดังตัวอย่างเช่น ที่ 60°C. ใช้ออกซิเจนร้อยละ 1.2 ในการรวมตัวเข้ากับยาง แล้วทำให้ค่าความต้านแรงดึงลดลงไปครึ่งหนึ่ง, แต่ที่ 110°C. ใช้ออกซิเจนเพียงร้อยละ 0.65 ก็ทำให้ความต้านแรงดึงลดลงมาครึ่งหนึ่งแล้ว. สำหรับในสถานะที่ไม่มีออกซิเจนเลย พบว่า ที่อุณหภูมิ 110°C. ค่าความต้านแรงดึงไม่ลดลง.

(4) โอโซน การเกิดรอยแตกเนื่องจากโอโซนปรากฏเป็น 2 แบบ (Morton 1964) คือ:

- ก. เมื่อมีการดึงยาง รอยแตกจะเกิดที่เนื้อยางในแนวตั้งฉากกับทิศทางที่ดึงยาง.
- ข. เมื่อไม่มีการดึงยาง จะปรากฏลักษณะเป็นฟิล์มสีเงินอยู่บนผิวยางเรียกว่า frosting โดยปรากฏชัดเมื่ออยู่ในบรรยากาศที่ร้อนและชื้น.

กลไกปฏิกิริยาระหว่างยางกับโอโซนได้มีการเสนอโดย Criegee (นิติตย 2528) ดังนี้:



สิ่งที่น่าสนใจในการที่โอโซนทำปฏิกิริยากับยางคือ ถ้าตั้งยางทิ้งไว้โดยไม่ยี่ติในบรรยากาศที่มีโอโซน จะพบว่า ไม่มีรอยแตกเกิดขึ้นเลย. ปรากฏการณ์การเกิดรอยแตกนี้ได้มีการเสนอว่าเนื่องจากการที่ยางเกิด สารโอโซนไนต์ (ozonide) ที่ยึดไม่ไว้ ทำให้เกิดรอยแตกที่ผิวชั้น ซึ่งเป็นผิวยางใหม่ที่สามารถทำปฏิกิริยากับโอโซนต่อไปได้อีก, ยิ่งตั้งยางมากจะพบว่ารอยแตกนั้นยิ่งลึก. แต่ในกรณีที่ตั้งยางน้อย (เช่น น้อยกว่า ร้อยละ 5) จะพบว่าไม่มีรอยแตกเหมือนกันแต่เป็นรอยเล็ก ๆ ทั่วไป. การป้องกันเพื่อให้ยางทำปฏิกิริยากับโอโซนน้อยลงทำได้โดยใช้ wax หรือ สาร antiozonant ซึ่งได้แก่อนุพันธ์ของ p-phenylene diamine เป็นต้น. ตัวอย่างเช่น เมื่อใส่ wax เข้าไปในยาง wax จะซึมขึ้นมาคลุมผิวยาง ทำให้ยางไม่สัมผัสกับโอโซน. แต่ในการใช้ wax นี้ ใช้ได้เฉพาะยางที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เพราะถ้ามีการเคลื่อนไหว wax จะแตกหรือหลุดออกไปจากผิวยางทำให้ยางบริเวณที่ไม่มี wax นั้น สัมผัสกับโอโซนได้. ดังนั้น ในกรณีของการใช้งานที่มีการเคลื่อนไหว wax จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ป้องกันโอโซน.

(5) ความล้าจากการใช้งาน ปัญหาความล้าจากการใช้งานมีได้ 2 แบบ คือ:

ก. แบบ static เกิดจากการแตกของ cross links และ/หรือ double bonds เนื่องจากแรงดึงซึ่งคงที่. ปริมาณการแตกหาได้โดยวัดค่า relaxation ของยาง. ความร้อน, แสง และสาร peroxides จะช่วยเร่งปฏิกิริยาการแตกให้เร็วขึ้น.

ข. แบบ dynamic หรือ flex cracking เกิดได้บ่อยครั้งและรุนแรงกว่า แบบ static โดยเกิดจากการแตกของ chains และ/หรือ cross links. นอกจากนี้ปฏิกิริยายังถูกเร่งจากความร้อนซึ่งเกิดระหว่าง flexing. ปัญหาความล้าจากการใช้งานจะเริ่มโดยมีรอยแยกบนผิวยางก่อนและขยายตัวกว้างออกไปเรื่อย ๆ. การป้องกันไม่ให้เกิดรอยแยกหรือแตกนั้น โดยทั่วไปจะใช้สารเคมี antioxidant เคมีลงไป และใช้วิธีการ compounding อย่างที่เหมาะสม. ข้อเสนอแนะในการป้องกันการเกิดรอยแยกของยางได้แก่

- ใช้สารตัวเติมขนาดเล็ก, กระจายตัวได้ดี และไม่ใส่ในปริมาณมากเกินไป.
- หลีกเลี่ยงการเกิด over หรือ under cure และอย่าใช้สารซัลเฟอร์ในปริมาณต่ำเกินไป.
- ใช้เติมสารเคมี flex-cracking antioxidant.
- เลือกใช้สารโพลีเมอร์ที่เหมาะสม.
- อย่าใช้สารซึ่งมีจำนวนมากเกินไป ซึ่งอาจเกิดการ bloom ที่ผิวยางขึ้นได้.

- อย่าให้เกิดการสร้างความร้อนในอย่างมากเกินไป.
- ออกแบบให้มีแรงดึงในอย่างน้อยที่สุด.

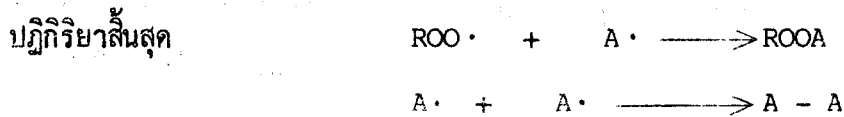
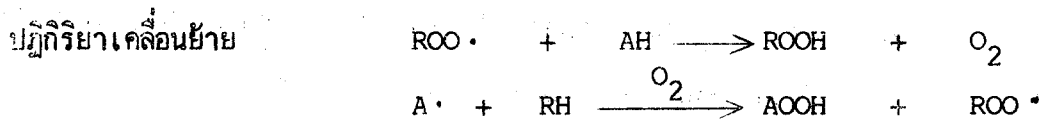
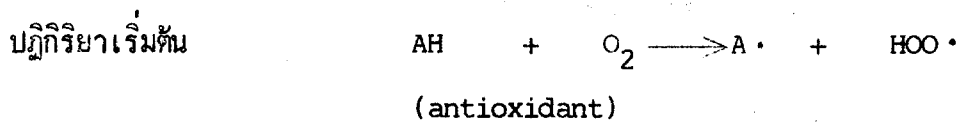
(6) แสงและบรรยากาศ

แสงเป็นปัจจัยให้ออกซิเจนทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับผิวยาง เกิดเป็นฟิล์ม, ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับไอน้ำและความร้อน จะทำให้เกิดรอยแตกและแยกขยายตัวและหดตัวจนกระทั่งผิวยางหลุดออกไป เปิดให้สารตัวเติมหลุดตามไปด้วย เรียกว่าเกิดสภาวะ 'chalking'. แสงโดยเฉพาะช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ต หรือ UV เป็นปัจจัยสำคัญซึ่งทำให้ยางเสื่อม และยังทำลายสาร antioxidants ในยางด้วย. การป้องกันการเสื่อมสภาพของยางโดยแสงและบรรยากาศโดยทั่วไปจะใช้สาร opaque pigments, สารเคมีจำพวก phenols หรือ ketones และการใช้สาร coatings.

(7) รังสีอะตอมมิค

รังสีทำลายคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของยางเช่นเดียวกับความร้อน, อิเล็กตรอน และรังสีแกมมา ซึ่งมีพลังงานสูง ก่อให้เกิดไอออน และ radicals ในเนื้อยาง และเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมสภาพจากปฏิกิริยา chain scission หรือ cross-linking และเกิดก๊าซไฮโดรเจน หรือ ไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ, เนื้อยางจะเป็นรูหรือบวมเป็นแห่ง ๆ. การป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากรังสี (antirads) จะใช้สารเคมี เช่น N, N'-disubstituted p - phenylenediamines.

ในการออกสูตรแผ่นยางรองสระน้ำ ได้พิจารณาถึงวิธีการติดตั้งและการเคลื่อนย้ายแผ่นยางซึ่งมีน้ำหนักมากทำให้ต้องใช้แรงดึงสูงด้วย แผ่นยางนี้จึงควรมีความทนทานต่อแรงดึง และการฉีกขาดสูงพอสมควร. ได้มีการปรับปรุงสูตรของแผ่นยางให้เหมาะสมกับการใช้งานดังกล่าว, นอกจากนั้นได้นำยางรีเคลมมาใช้ผสมด้วย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต และใช้ประโยชน์จากเขม่าดำที่มีอยู่ในยางรีเคลม คือ การเป็นฟิลเลอร์ซึ่งดูดกลืนแสง UV ไว้ ทำให้ลดการเกิดออกซิเดชันในยาง. สำหรับการใช้งานกลางแจ้งนั้นได้พิจารณาป้องกันการเสื่อมสลายของยางจากออกซิเจนและโอโซน โดยการเติมสาร antioxidant และ antiozonant ลงไปในสูตร. การใส่ antioxidant ลงไปในยาง จะทำให้ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันช้าลง เนื่องจาก antioxidant อาจจะไปรวมกับ free radical หรือสลายตัวพวก peroxide (นิรโทษ 2528) ดังในสมการต่อไปนี้:



2.3 การเลือกใช้ antioxidants

ในการผสมยางควรเลือกใช้ antioxidant โดยพิจารณาจากสมบัติต่อไปนี้คือ:

(1) การระเหย (volatility)

การระเหยของ antioxidant มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักและโครงสร้างของโมเลกุล, โดยทั่วไปถ้าน้ำหนักของโมเลกุลมากการระเหยจะลดน้อยลง. ส่วนโครงสร้างของโมเลกุลมีผลเกี่ยวข้องกับ การระเหยมากกว่าน้ำหนักโมเลกุล, ตัวอย่างเช่น antioxidant พวก hindered phenols มีการระเหยสูงกว่าพวก amine ในขณะที่น้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน. Antioxidant สูญเสียออกไปจากยาง เนื่องจากการระเหยในระหว่างการใช้งาน อุณหภูมิที่ใช้และการหมุนเวียนของอากาศที่อยู่เหนือผิวยาง ทั้งขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่ผิวของยางด้วย. การระเหยของ antioxidant มีความสำคัญในการทดสอบ คุณสมบัติของยาง โดยบางวิธีการจะใส่ค่าที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้ระบบเปิดหรือระบบปิด สำหรับการทดสอบ.

(2) ความสามารถในการละลาย (solubility)

ความสามารถในการละลายของ antioxidant นั้น ในการออกสูตรยางต้องการ antioxidant ที่สามารถละลายได้สูงในยาง แต่ละลายได้ต่ำในของเหลวที่ยางสัมผัส ทั้งนี้เป็นผลมาจากโครงสร้างทางเคมีของ antioxidant นั้น, ชนิดของยาง และอุณหภูมิที่ใช้ในการละลาย. Antioxidant ที่ละลายในยางได้น้อย จะทำให้ใส่ antioxidant ได้เพียงเล็กน้อย เพื่อป้องกันการ bloom ออกมา เช่น พวก diaryl-para-phenylene diamine (DPPD) ซึ่งเป็นตัวอย่างของ antioxidant ที่ละลายในยางได้น้อย. ตัวอย่าง antioxidant ที่มีการละลายสูงในยางและไม่เกิดการ bloom ออกมา ได้แก่ พวก phenolic และ phosphite. การละลายของ antioxidant ในน้ำ

มีความสำคัญในการพิจารณาออกสูตรแผ่นยางปูรองสระน้ำเนื่องจากน้ำอาจละลายเอา antioxidant ออกไปจากยาง อันเป็นสาเหตุให้ยางเสื่อมสภาพเร็ว, นอกจากนั้นจะต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคพร้อมกันด้วย.

คุณสมบัติในการละลายมีความสำคัญมาก รวมถึงการละลายของ antiozonant ด้วย, เพราะโดยปกติแล้ว antiozonant จะต้องละลายในยางจนหมด แล้วค่อย ๆ ซึมออกมาที่ผิวของยาง. การซึมออกมานี้ มีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุล และสมบัติในการละลายของ antioxidant นั้นในยาง.

(3) ความเสถียรของสารเคมี (chemical stability)

ความเสถียรของ antioxidant ต่อความร้อน, แสง, ออกซิเจน และอื่น ๆ มีความสำคัญมากสำหรับยางที่ใช้งานในระยะยาว. ตัวอย่างเช่น phenolic antioxidant ถ้าสัมผัสกับสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดและถูกความร้อนด้วย phenolic antioxidant นั้น ก็จะสูญเสียสภาพ เนื่องจากเกิด dialkylation ขึ้น.

(4) ลักษณะทางฟิสิกส์ (physical form)

การเลือกใช้ antioxidant ขึ้นอยู่กับลักษณะทางฟิสิกส์ด้วย, ตัวอย่าง เช่น บริษัทที่สังเคราะห์โพลีเมอร์มักจะนิยมใช้ antioxidant ที่เป็นของเหลว เพราะสามารถทำเป็น emulsion บนไปกับ polymer หลังจาก polymerization ได้. แต่ในโรงงานทำผลิตภัณฑ์ยาง มักนิยมใช้ในรูปแบบของแข็งที่เทได้ง่าย ไม่จับเป็นก้อน และไม่หุ้งเป็นฝุ่น. Antioxidant ที่ไม่พึงประสงค์จะมีสภาพเป็นของเหลวแล้วหนืด เมื่อตั้งทิ้งไว้.

(5) การเปลี่ยนแปลงของสี (discoloration)

Antioxidant พวก phenolic เป็น non-discoloration คือ ไม่ทำให้สีของผลิตภัณฑ์ยางเปลี่ยนแปลง, ส่วน antioxidant พวก amine เป็น discoloration คือ จะทำให้สีผลิตภัณฑ์ยางเปลี่ยนแปลงได้. ดังนั้นยางที่ต้องการให้มีสีต่าง ๆ จึงไม่ใช่ antioxidant พวก amine แต่จะใช้พวก phenolic แทน ทั้งนี้ไม่เป็นปัญหาสำหรับยางที่มี carbon black อยู่ด้วย.

สำหรับปริมาณ antioxidant ที่ใช้ในยาง ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติและราคาควบคู่กับการใช้งานของยางด้วย. ผู้ที่ออกสูตรยางมักจะใช้ antioxidant ในปริมาณสูงพอที่จะเชื่อได้ว่า antioxidant

นั้น ยังคงมีประสิทธิภาพอยู่หลังจากที่บางส่วนอาจสลายหรือละลายออกไปเมื่อใช้งาน. เนื่องจาก antioxidant แต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและข้อแตกต่างกัน, ดังนั้นในบางครั้งจึงผสม antioxidant มากกว่า 1 ชนิดลงไปในยางเพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้วย, อย่างไรก็ตาม ควรต้องมีการทดลองในห้องปฏิบัติการก่อน.

2.4 การทดลองผลิตแผ่นยางในห้องปฏิบัติการ

วท. ได้ร่วมมือกับโรงงานของบริษัทแสวงไทยผลิตยาง จำกัด และโรงงานประณีตอุตสาหกรรม ในการพัฒนาสูตรแผ่นยาง โดยทดลองผลิตแผ่นยางในห้องปฏิบัติการ. สูตรพื้นฐานซึ่งใช้ในการทดลอง เป็นสูตรแผ่นยางทั่วไป แต่ผสมยางรีเคลมลงไปด้วย องค์ประกอบของสูตรพื้นฐานมีดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. องค์ประกอบสูตรพื้นฐานของแผ่นยาง

ส่วนประกอบ	ส่วนโดยน้ำหนัก
ยางแผ่นรมควันชั้น 3	50
ยางรีเคลมเกรด 103	100
ZnO	5
กรดสเดี่ยริก	2
MBT	0.5
DPG	0.2
S	3

ในห้องปฏิบัติการ วท. ได้ทดลองสูตรต่าง ๆ โดยคัดแปลงและปรับปรุงจากสูตรพื้นฐาน ได้แก่ การเพิ่มปริมาณสารตัวเติม CaCO_3 เพื่อลดต้นทุน และลดการดูดซึมน้ำของแผ่นยาง, การเติมเขม่าดำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดแสงและความร้อน ลดการดูดซึมน้ำ และเพิ่มค่าความต้านแรงดึงของแผ่นยาง, และการเติมสาร tackifier. สูตรต่าง ๆ และผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่น มีดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3.

ตารางที่ 2. สูตรแผ่นยางซึ่งทดลองผลิตในห้องปฏิบัติการ

ส่วนผสม	สูตร	ส่วนโดยน้ำหนัก				
		1	2	3	4	5
ยางแผ่นรมควันชั้น 3		50	50	50	50	50
ยางรีเคลมเกรด 105		100	100	100	100	100
ZnO		5	5	5	5	5
กรดสเตียริก		2	2	2	2	2
MBTS		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
DPG		0.5	0.5	0.5	0.5	0.25
S		2.5	2.5	2.5	2.5	2
6 PPD		1	1	1	1	1.5
Precipitated CaCO ₃		20	50	50	-	-
Neo-spangol R 77		-	-	10	-	-
HAF		-	-	-	30	-

ตารางที่ 3. คุณสมบัติของแผ่นยางซึ่งทดลองผลิตในห้องปฏิบัติการ

สูตร	คุณสมบัติ	ความต้านแรงดึง (กก./ซม. ²)	ความยืดที่จุดขาด ร้อยละ	ความต้านแรงฉีกขาด (กก./ซม.)	ความต้านทานต่อโอโซน, ระยะเวลา (ชม.)	
					เริ่มมีรอยแตก	ยางขาดจากกัน
1		129.3	430	28.0	24	201
2		97.0	460	24.4	24	189
3		88.0	460	21.7	24	189
4		145.7	430	58.9	24	197
5		139.2	580	30.2	24	261

จากตารางพบว่า การเติมสาร CaCO_3 ตามสูตร 1 และ 2 ทำให้คุณสมบัติของแผ่นยางในด้านความต้านแรงดึง, ความยืดที่จุดขาด, และความต้านแรงฉีกขาดลดลง. ในสูตร 3 นั้น ได้ทดลองเติมสาร tackifier คือ neo-spangol R 77 ด้วย แต่ปรากฏว่าไม่ทำให้คุณสมบัติของแผ่นยางดีขึ้น. ส่วนเขม่าดำ คือ HAF ในสูตร 4 จะช่วยให้ค่าความต้านแรงดึง และความต้านแรงฉีกขาด เพิ่มขึ้น, แต่ความยืดลดลง. นอกจากนั้นค่าความต้านทานต่อโอโซนมีพอ ๆ กัน. ในการผลิตแผ่นยางรูปวงรีสูตรนี้ นั้น เพื่อให้ได้แผ่นยางซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การใช้งานและต้นทุนการผลิตไม่สูง ในเบื้องต้นจึงได้เลือกใช้สูตรพื้นฐานของแผ่นยางดังตารางที่ 1 เป็นหลัก, แต่ผสมสารป้องกันการเสื่อมสภาพ คือสาร IPPD ลงไปด้วย. ภายหลังพบว่า สาร IPPD ทำให้น้ำเป็นสีเหลือง เนื่องจากสามารถละลายน้ำได้บ้าง จึงเปลี่ยนมาใช้สาร 6 PPD ซึ่งมีความคงทนต่อน้ำดีกว่าสูตรดังกล่าวนี้ คือสูตร 5 และได้ใช้สูตรนี้ในการผลิตแผ่นยาง โดยมีการปรับเปลี่ยนส่วนโดยน้ำหนักไปบ้างแต่เพียงเล็กน้อย. ตารางที่ 4 แสดงสูตรแผ่นยางซึ่งผลิตเพื่อทดลองรูปวงรีในพื้นที่ต่าง ๆ กัน. สำหรับสูตรที่ 1 นั้น ไม่มีการเติมสารป้องกันการเสื่อมสภาพเลย, ส่วนสูตรที่ 5 เติมสารป้องกันการเสื่อมสภาพชนิดอื่นนอกจากสาร IPPD คือ antilux 654, antiozonant AFS/50, และ vulcanox LNKF. นอกจากนั้นได้ทดลองเติมสาร phenolic resin เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อยางและช่วยในกระบวนการผลิตด้วย.

ตารางที่ 4. สูตรแผ่นยางซึ่งผลิตเพื่อทดลองบรูสน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ กัน

ส่วนผสม	ส่วนโดยน้ำหนัก						
	สระที่ 1	สระที่ 2	สระที่ 3	สระที่ 4	สระที่ 5	สระที่ 6	สระที่ 7
ยางแผ่นรมควันชั้น 3	50	50	50	50	50	50	50
ยางรีเคลมเกรด 103	100	100	100	100	100	-	-
ยางรีเคลมเกรด 105	-	-	-	-	-	100	100
Zinc oxide (ZnO)	5	5	5	5	5	5	5
Stearic acid	2	2	2	2	2	2	2
MBTS	-	0.5	-	-	-	-	-
MBT	0.5	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
DPG	0.2	0.25	0.25	0.2	0.2	0.25	0.25
S	3	2	2	3	3	2	2
IPPD	-	1.5	1.5	1.5	-	-	-
6 PPD	-	-	1.0	-	1	1.5	1.5
TQ	-	-	-	-	1	-	-
Antilux 654	-	-	-	2.5	-	-	-
Antiozonant AFS/50	-	-	-	5.0	-	-	-
Vulcanox LNKF	-	-	-	1.2	-	-	-
Phenolic resin	-	5	-	-	-	-	-

สระที่ 1 ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนตามพระราชดำริ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

สระที่ 2 ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนตามพระราชดำริ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

สระที่ 3 ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนตามพระราชดำริ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

สระที่ 4 ที่บ่อสาธิต วท.

สระที่ 5 ที่บ้านค้อ ต.อึ่งอ่าง อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด

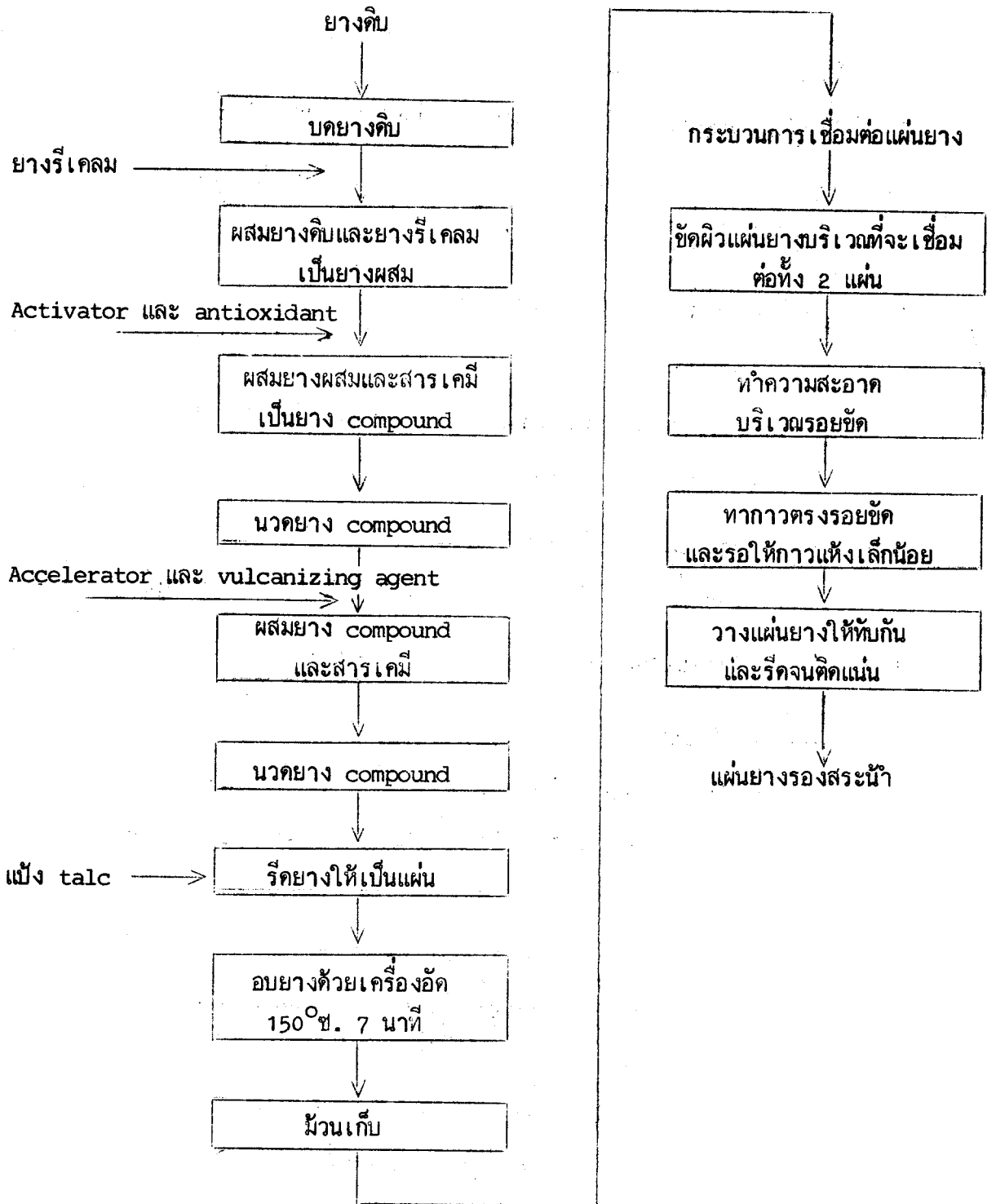
สระที่ 6 ที่บ้านยางสะอาด ต.ดงบัง อ.นาคนูน จ.มหาสารคาม

สระที่ 7 ที่ศูนย์ฝึกอาชีพเขาวงกต ต.กอนไผ่ อ.แม่ทะ จ.ลำปาง

2.5 วิธีการผลิต

ในโรงงานมีการรวมวิธีการผลิตโดยทั่วไปดังนี้ นำยางดิบไปนวดในเครื่องนวดแบบ 2-roll mill ก่อน แล้วผสมยางรีเคลมลงไปในเครื่องเดียวกันจะได้ยางผสมซึ่งแต่ละ batch ประกอบด้วยยางแผ่นรมควันและยางรีเคลมประมาณ 65 กก. นำมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันในเครื่อง banbury mixer เป็นเวลา 7-8 นาที แล้วนำเข้าไปใน 2-roll mill เครื่องที่ 1 เป็นเวลาประมาณ 2 นาที เพื่อนวดให้เป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้น. หลังจากนั้นนำไปผ่าน 2-roll mill เครื่องที่ 2 พร้อมกับใส่สารตัวเร่ง, สารกระตุ้น, และสารวัลคาไนซ์ ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้เวลาประมาณ 8 นาที จึงนำมานวดให้ นิ่มด้วย 2-roll mill เครื่องเล็กซึ่งจะได้ยาง compound. นำยาง compound มาผ่านเครื่อง calender เพื่อรีดให้เป็นแผ่นมีความหนา 1.5-2.0 มม. โดยใช้แฉ่งโรยไม้ให้แผ่นติดกัน. หลังจากนั้นนำแผ่นยางที่ได้มา cure ในเครื่อง press cure ที่อุณหภูมิ 150°C. เป็นเวลา 7 นาที โดยใช้ ความร้อนจาก steam ซึ่งมีความดัน 4-4.5 กก./ซม². ส่วนความดันของ hydraulic ที่เครื่อง press cure นั้น เป็น 100 กก./ซม². ขนาดของแผ่นยางที่ cure ได้ในแต่ละครั้งคือ มีหน้ากว้าง 1 ม. ยาว 3.5 ม. ซึ่งเป็นไปตามขนาดของเครื่อง.

การทำแผ่นยางให้ยาวต่อเนื่องกัน ทำได้โดยเลื่อนแผ่นยางเข้าไปในเครื่องเป็นระยะ ๆ. สำหรับเครื่อง press cure นั้น ที่ส่วนหัวและส่วนปลายในช่วง 30 ซม. มีความร้อนประมาณ 70-80°C. ซึ่งทำให้ยางที่ผ่านส่วนหัวของเครื่องเกิด prevulcanize, ดังนั้นเมื่อเลื่อนแผ่นยางเข้าไปใน เครื่องจึงเกิดการ cure ทับช่วง prevulcanize นั้นด้วยทุกครั้ง. การ cure ในช่วงต่อไปก็ทำใน ลักษณะเดียวกันนี้ต่อเนื่องไป จนได้ขนาดความยาวตามที่ต้องการ แล้วจึงนำไปต่อเป็นแผ่นใหญ่ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ โดยใช้กาวนีโอพรีน วิธีการต่อแผ่นดูรายละเอียดในข้อ 3.2.



รูปที่ 1. แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตแผ่นยาง.

2.6 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นยาง

วท. ได้ทดสอบคุณสมบัติของแผ่นยางรองสระน้ำในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้:

- (1) ความต้านแรงดึงและแรงยืดที่จุดขาด (tensile strength and elongation)
ทดสอบตาม ASTM D 412.
- (2) ความต้านแรงฉีกขาด (tear strength)
ทดสอบตาม ASTM D 624.
- (3) ความต้านแรงเชื่อมรอยต่อและแรงเฉือนรอยต่อ (adhesion and shear strength)
ทดสอบตาม JIS K 6301-1975.
- (4) ความทนทานต่อโอโซน (ozone resistance)
ทดสอบที่สภาวะโอโซน 50 ppm, ความยืดร้อยละ 20 และอุณหภูมิ 40°C.
- (5) ความทนทานต่อลมฟ้าอากาศ (weathering test)

โดยวิธีเร่งภาวะ

ฝั่งตัวอย่างแผ่นยางขนาด 60×130 มิลลิเมตร ในเครื่องเร่งภาวะตามที่กำหนดใน ASTM G 53 เป็นเวลา 3,000 ชั่วโมง โดยมีภาวะวงจรคือ รับแสง 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C. และควบแน่น 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40°C.

- หมายเหตุ
1. การเตรียมแผ่นตัวอย่าง ตัดแผ่นยางตามขนาดที่ระบุให้มีรอยต่อของกาวอยู่กลางแผ่น แล้วซึ่งแผ่นยางบนแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 70×150 มิลลิเมตร.
 2. การฝั่งแผ่นยาง นำแผ่นยางที่เตรียมตามหมายเหตุ 1 มาฝั่งในเครื่องเร่งภาวะ โดยวางให้รอยต่อของกาวอยู่ด้านบนเพื่อรับแสง UV และความชื้นที่อาจเกาะลงไปตามรอยต่อนั้น.
 3. เครื่องเร่งภาวะที่ใช้คือ Q-U-V accelerated weathering tester ของ the Q-Panel Company

โดยวิธีธรรมชาติ

ผึ่งตัวอย่างแผ่นยางขนาด 60×290 มิลลิเมตร ไว้กลางแจ้งตามที่กำหนดใน ISO 2810 โดยเริ่มทำการทดลองเมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2531.

- หมายเหตุ
1. การเตรียมแผ่นตัวอย่าง ตัดแผ่นยางตามขนาดที่ระบุ ให้มีรอยต่อของกาวอยู่กึ่งกลางแผ่น แล้วขึงแผ่นยางบนแผ่นกระเบื้องโยหิน ขนาด 100×300 มิลลิเมตร.
 2. การผึ่งแผ่นยาง นำแผ่นยางที่เตรียมตามหมายเหตุ 1 มาผึ่งบนแผงไม้ ซึ่งตั้งอยู่บนตาดฟ้าอาคาร 2 วท. โดยวางให้รอยต่อของกาวอยู่ด้านบน เพื่อรับแสงแดดและความชื้นที่อาจเข้าลงไปตามรอยต่อนั้น.

(6) การเสื่อมสภาพของยางโดยวิธีเร่งภาวะ (aging test)

1. การแช่น้ำ

แช่แผ่นยางไว้ในน้ำที่อุณหภูมิ 70°C. เป็นเวลา 70 และ 166 ชม.

2. การอบ

อบแผ่นยางไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C. เป็นเวลา 76 และ 168 ชม.

3. การเตรียมพื้นที่และการติดตั้งแผ่นยาง

เนื่องจากแผ่นยางธรรมชาติมีคุณสมบัติในการไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย จึงได้ทดลองนำแผ่นยางมาใช้เป็นวัสดุรองพื้นแหล่งกักเก็บน้ำ เพื่อป้องกันการไหลซึมของน้ำลงสู่พื้นดิน และป้องกันการไหลซึมของน้ำจากแหล่งดินเค็มหรือดินเปรี้ยวขึ้นมาผสมกับน้ำในแหล่งกักเก็บน้ำ. เพื่อให้การใช้แผ่นยางธรรมชาติเป็นวัสดุรองพื้นแหล่งกักเก็บน้ำนั้นมีประโยชน์ในการใช้งานสูงสุด, นอกจากการปรับปรุงคุณสมบัติและอายุการใช้งานของแผ่นยางธรรมชาติให้ดีขึ้นแล้ว การคัดเลือกพื้นที่, การเตรียมพื้นที่, การเตรียมแผ่นยาง, การติดตั้งแผ่นยาง และการป้องกันการชำรุดเสียหาย ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ควรได้รับการพิจารณาเช่นเดียวกัน.

3.1 การคัดเลือกพื้นที่

วัตถุประสงค์หลักของโครงการนี้คือ การพัฒนาแผ่นยางธรรมชาติให้เหมาะสมสำหรับใช้รองสระน้ำ. แต่เนื่องจากได้มีการปรับปรุงสูตรของแผ่นยางให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ทำให้คาดการณ์ได้ว่า สระน้ำที่ปูรองด้วยแผ่นยางนี้จะใช้งานได้นาน การเก็บข้อมูลจึงต้องใช้เวลายาวนานด้วย. ประกอบ

กับพื้นที่หลายแห่งขาดแคลนน้ำ โครงการนี้จึงกำหนดวัตถุประสงค์รองขึ้นคือ การเพิ่มแหล่งน้ำให้แก่ชาวบ้าน ที่ต้องการใช้น้ำ, ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่สำหรับสร้างสระน้ำด้วย. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาได้กำหนดขึ้นจากสภาพพื้นที่ดังต่อไปนี้:

- อาจเป็นแหล่งกักเก็บน้ำเดิม ซึ่งมีลักษณะดินที่ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ เช่น ดินทราย, ดินร่วนปนทราย, และดินลูกรัง หรือน้ำใต้ดินและน้ำที่กักเก็บไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำเค็ม, น้ำเปรี้ยว.
- ตั้งอยู่ในทำเลที่สามารถนำน้ำมากักเก็บได้เพียงพอ เช่น น้ำจากลำน้ำ, น้ำฝน, และน้ำใต้ดิน.
- มีตาน้ำหรือระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าความลึกของสระน้ำที่จะสร้าง โดยปกติจะสร้างสระน้ำขนาดความลึก 4 เมตร.
- ไม่เกิดภาวะน้ำท่วมถึงและมีน้ำหลากไหลผ่าน.
- เกิดภาวะการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง.
- อยู่ใกล้ชุมชนที่มีความต้องการใช้น้ำเพื่อสะดวกต่อการใช้งานและดูแลรักษา.
- ไม่มีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำจากหน่วยงานใด ๆ เข้าดำเนินการ.
- มีชาวบ้านรวมกลุ่มกันดี และสามารถได้รับความร่วมมือจากชาวบ้าน และเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ได้เป็นอย่างดีด้วย.

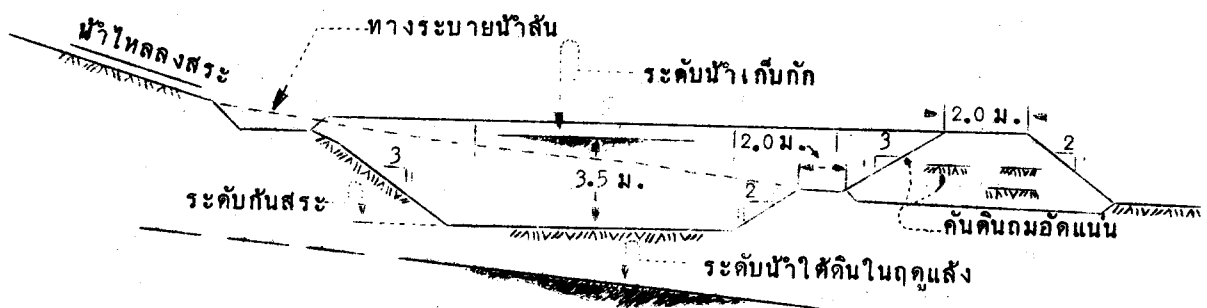
หลักเกณฑ์ทั้งหมดนั้น ได้นำมาจัดทำเป็นแบบบันทึกข้อมูลตรวจสอบพื้นที่ ดังแสดงในภาคผนวกที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เก็บข้อมูลสำหรับพิจารณาคัดเลือกให้ได้พื้นที่ซึ่งมีความเหมาะสมแก่การทดลองดังกล่าว. ภาคผนวกที่ 2 แสดงข้อมูลพื้นที่ซึ่งได้คัดเลือกเพื่อทดลองนำแผนผังมาपुरองสระน้ำรวม 4 พื้นที่.

3.2 การเตรียมพื้นที่

หลังจากได้คัดเลือกพื้นที่และได้ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่นั้นแล้ว การดำเนินงานขั้นต่อไปคือการเตรียมพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วย การพิจารณาแบบสระน้ำที่เหมาะสม และการจัดทำสระน้ำ. ในงานนี้ได้ใช้ข้อมูลเอกสาร "การปูแผ่นพลาสติกในแหล่งน้ำเพื่อป้องกันการรั่วซึม" (อินหว่าง 2526) เป็นแนวทางในการดำเนินงาน. สำหรับการดำเนินงานในพื้นที่แต่ละแห่ง กรมการพัฒนาชุมชน, โดยสำนักงานพัฒนาชุมชนเขตที่รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่นั้น ได้เป็นผู้จัดเตรียมพื้นที่ทั้งหมด.

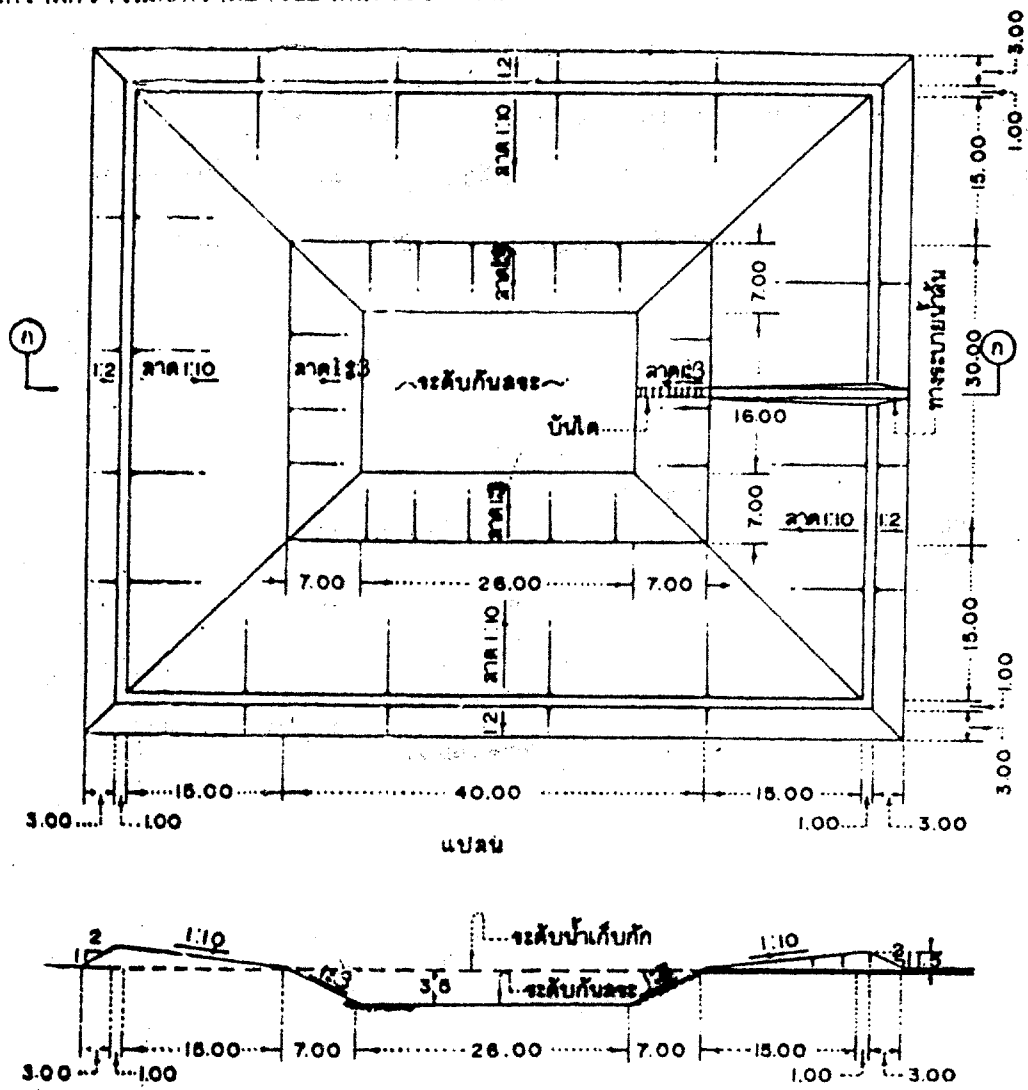
3.2.1 การพิจารณาแบบสระน้ำที่เหมาะสม. ลักษณะของสระน้ำที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ย่อมมีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศและแหล่งน้ำที่จะนำน้ำมากักเก็บ. จากการพิจารณาสภาพดังกล่าว สามารถกำหนดลักษณะของสระน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทดลองปลูกพันธุ์ด้วยแผ่นยางธรรมชาติได้เป็น 4 แบบคือ:

3.2.1.1 สระเก็บน้ำแบบที่ 1. เป็นสระเก็บขังน้ำฝนที่ไหลมาบนผิวดิน ซึ่งมีความลาดเทและมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่ากันสระ (รูปที่ 2). การก่อสร้างสระเก็บน้ำจึงสร้างด้วยการขุดดินให้เป็นสระ แล้วนำดินที่ขุดนั้นขึ้นมาถมเป็นคันกันน้ำล้อมขอบสระ, เริ่มจากด้านที่มีระดับต่ำกว่าก่อน แล้วถมจนบรรจบด้านที่สูงให้เป็นรูปโค้ง หรือกลมล้อมรอบไว้เพียงสามหรือสี่ด้าน โดยให้หลังคันดินกันน้ำสูงกว่าระดับน้ำที่ต้องการจะเก็บกัก พร้อมทั้งขุดดินเป็นทางระบายน้ำสันที่ปลายคันกันน้ำด้านใดด้านหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับควบคุมระดับน้ำในสระไม่ให้สูงจนท่วมสันหลังคันดินอีกด้วย. ความลึกของน้ำที่เก็บกักได้ตอนปลายฤดูฝนหรือความลึกตั้งแต่ระดับทางระบายน้ำสัน ถึงกันสระต้องไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร.



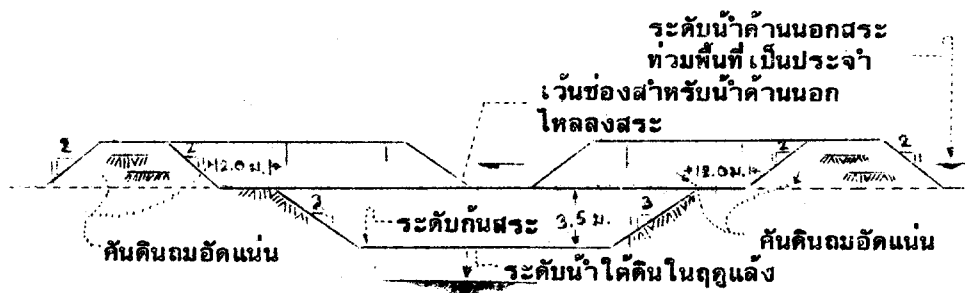
รูปที่ 2. สระเก็บน้ำแบบที่ 1.

3.2.1.2 สระเก็บน้ำแบบที่ 2. เป็นสระเก็บขังน้ำฝนที่สร้างในบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบ ซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่ากันสระ (รูปที่ 3). สระเก็บน้ำจึงสร้างด้วยการขุดดินให้เป็นสระ แล้วนำดินที่ขุดนั้นขึ้นมาถมให้เป็นชานรับน้ำฝน และคันรอบสระทั้งสี่ด้านสำหรับรับน้ำฝนให้ไหลลงสระจนมีปริมาณมากพอกับที่ต้องการ. และที่คันดินด้านใดด้านหนึ่งที่เหมาะสมให้สร้างทางระบายน้ำขนาดเล็กไว้ควบคุมระดับน้ำไม่ให้สูงจนท่วมสันหลังคันดินเช่นกัน. ความลึกของน้ำในสระต้องเก็บให้ได้ความลึกตอนปลายฤดูฝนไม่น้อยกว่า 3.5 เมตรด้วย. สระเก็บน้ำตามแบบในรูปที่ 2 เป็นขนาดมาตรฐาน ควรจะสร้างในท้องที่ซึ่งมีฝนตกเฉลี่ยทั่วไปไม่น้อยกว่า 800 มิลลิเมตรต่อปี, และต้องไม่เพิ่มความกว้างและความยาวของกันสระให้มากกว่าแบบ ถ้าไม่ขยายชานรับน้ำฝนออกไปให้เหมาะสม.



รูปตัด ก-ก ระยะเป็นเมตร
รูปที่ 3. สระเก็บน้ำแบบที่ 2.

3.2.1.3 สระเก็บน้ำแบบที่ 3. เป็นสระเก็บน้ำที่สร้างในบริเวณพื้นที่ราบ ซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่ากันสระ และเป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมเป็นประจำ. สระเก็บน้ำจะสร้างด้วยการขุดดินให้เป็นสระ และนำดินที่ขุดมาถมโดยอัดแน่นทำเป็นคันดินรอบสระ แล้วเว้นช่องสำหรับให้น้ำจากด้านนอกไหลลงสระเป็นระยะ ๆ ไป (รูปที่ 4.). ความลึกของสระเก็บน้ำดังกล่าวนี้ ควรกำหนดให้เก็บน้ำลึกไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร.

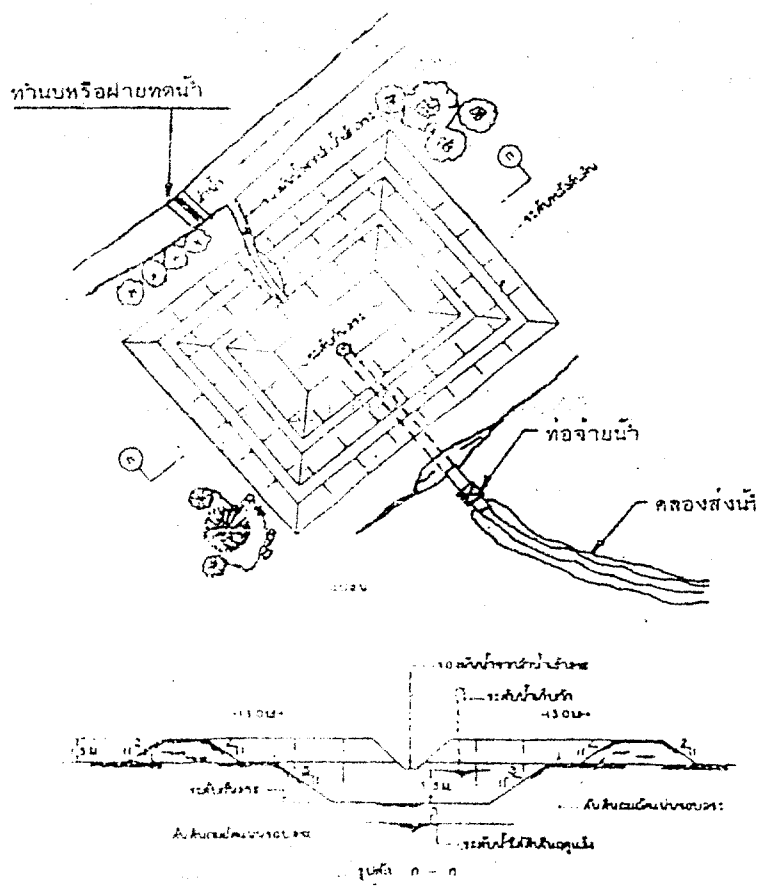


รูปที่ 4. สระเก็บน้ำแบบที่ 3.

ศูนย์บริการวิชาการ
ห้องสมุด
6

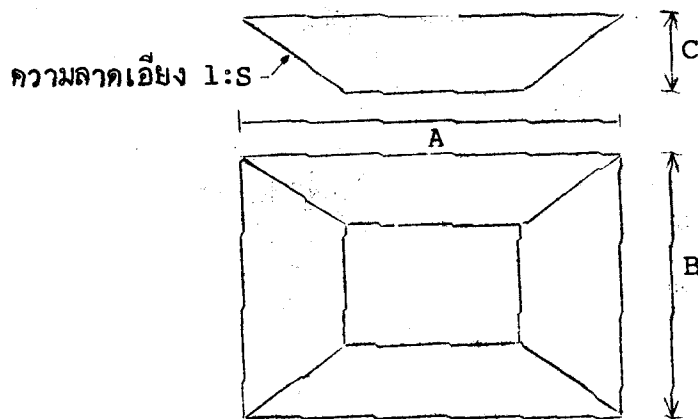
๖๓

3.2.1.4 สระเก็บน้ำแบบที่ 4. เป็นสระเก็บกักน้ำจากการผันน้ำมาจากลำห้วยหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ ตามคูคลองขนาดเล็กลงสู่สระ. สระที่ก่อสร้างจะอยู่ในบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบใกล้กับลำห้วยหรือแหล่งน้ำธรรมชาติดังกล่าว. สร้างสระโดยการขุดดินให้เป็นสระแล้วนำดินที่ขุดนั้นมาถมเป็นคันล้อมรอบสระทั้งหมด (รูปที่ 5). ส่วนร่องผันน้ำจากลำห้วยลงสู่สระอาจจำเป็นต้องสร้างท่อควบคุมน้ำพร้อมด้วยประตูสำหรับปิดและเปิดน้ำด้วย, สระเก็บน้ำลักษณะนี้มักจะเก็บกักน้ำได้มากที่สุด. การกำหนดความลึกของน้ำที่จะต้องเก็บซึ่งให้ได้ตอนปลายฤดูฝน คงเหมือนกับสระเก็บน้ำทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว.



รูปที่ 5. สระเก็บน้ำแบบที่ 4.

เมื่อคัดเลือกได้แบบสระน้ำที่เหมาะสมแล้ว จึงกำหนดขนาดของสระน้ำโดยพิจารณาปริมาณน้ำที่
 ต้องการและปริมาณที่สามารถหามาเก็บได้ เช่น ปริมาณฝนตกเฉลี่ยในพื้นที่. สำหรับปริมาณน้ำที่
 ต้องการนั้นสามารถคำนวณได้ตามวิธีการที่แสดงในเอกสาร "การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาด้านเทค-
 โนโลยีของอุตสาหกรรมยางรองบ่อน้ำ" (นุศาลัยและคณะ 2530) หรือ "การพัฒนาแหล่งน้ำและการ
 จัดแหล่งน้ำในระดับไร่นา" (คุณธนกุลวงศ์ 2530) โดยในการคำนวณจะต้องให้ความสำคัญกับอัตรา
 การระเหยของน้ำในแต่ละพื้นที่ด้วย. ส่วนปริมาณฝนตกเฉลี่ยในพื้นที่สามารถหาข้อมูลได้จากพัฒนาการ
 อำเภอในเขตพื้นที่ที่คลอง. หลังจากนั้นถึงพิจารณาความเหมาะสมของขนาดพื้นที่ที่คลอง และความ
 สัมพันธ์ของปริมาตรน้ำที่กักเก็บกับขนาดของสระน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 6.



$$\text{ปริมาตรน้ำกักเก็บ} = (C/3) (AB + E + ABE)$$

$$\text{โดย } E = AB - D(A+B) + D^2$$

$$D = 2CS$$

รูปที่ 6. ความสัมพันธ์ปริมาตรน้ำที่กักเก็บกับขนาดสระน้ำ.

เนื่องจากกรมการพัฒนามหาชนได้จัดทำแบบแปลนสำหรับการสร้างสระเก็บน้ำแล้ว และตามแบบ พช. ที่ 33/2526 และ 34/2526 นั้น มีความเหมาะสมสำหรับสร้างสระเก็บน้ำแบบที่ 1, 3 และ 2 ตามลำดับ จึงได้ใช้แบบแปลนดังกล่าวเป็นหลักในการดำเนินงานต่อมา. อย่างไรก็ตามอาจจะมีการปรับปรุงแบบบ้างเพื่อความเหมาะสม เช่น ขยายพื้นที่ขานรับน้ำ, ใช้สูบน้ำแทนการทำน้ําโคเคินลงไป ตักน้ำ เป็นต้น.

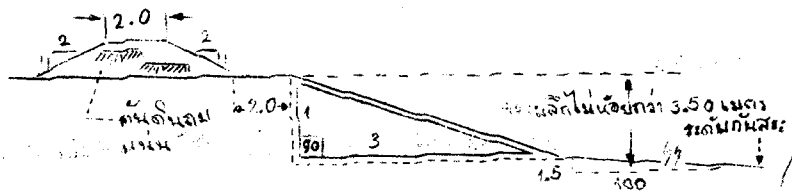
3.2.2 การจัดทำสระน้ำ. เมื่อได้แบบแปลนสระน้ำที่เหมาะสมแล้ว จึงกำหนดระยะเวลาและวางแผนเพื่อจัดทำสระต่อไป. โดยทั่วไปช่วงฤดูแล้ง (มกราคม-พฤษภาคม) เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินงาน เนื่องจากพื้นที่แห้ง ทำให้จัดทำงานดินสะดวก ง่าย และรวดเร็ว. การจัดทำสระน้ำมาตรฐานขนาดจุน้ำประมาณ 8,000-10,000 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูแล้งจะแล้วเสร็จภายใน 10-15 วัน. สำหรับการจัดแผนงานและขั้นตอนนั้น ปกติจะมีระยะเวลาดำเนินงานให้เสร็จก่อนการนำแผนมายังพื้นที่ประมาณ 1 วัน แผนงานดังกล่าวมีขั้นตอนดังนี้:

3.2.2.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องจักรกล. จากการศึกษาแบบสระน้ำและข้อมูลลักษณะดินตลอดจนสภาพภูมิประเทศ ทำให้สามารถกำหนดอุปกรณ์และเครื่องจักรกลได้. โดยทั่วไปอุปกรณ์และเครื่องจักรกลที่ใช้สำหรับการสร้างสระน้ำขนาดมาตรฐานตามแบบของกรมการพัฒนามหาชนโดยมีความกว้าง 50 เมตร ยาว 60 เมตร ลึก 4 เมตร และความลาดชัน 1:3 ถึง 1:2 นั้น ประกอบด้วย:

- รถตักดินตะขาบ	1	คัน
- รถแทรกเตอร์ดิน	1	คัน
- รถเกรดดิน	1	คัน
- รถบดล้อยาง	1	คัน
- รถรดน้ำ	1	คัน
- รถน้ำมัน	1	คัน
- เครื่องสูบน้ำ	1	เครื่อง
- เครื่องปั่นไฟ	1	เครื่อง

3.2.2.2 การขุดสระน้ำ. ในกรณีพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งน้ำเดิมและมีน้ำขังอยู่บ้าง จะต้องสูบน้ำออกจากพื้นที่ หรือปล่อยทิ้งไว้จนพื้นดินแห้งแข็งเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของเครื่องจักรกลที่จะเข้าไปปฏิบัติงานได้. ส่วนพื้นที่ซึ่งไม่ได้เป็นแหล่งน้ำ ถ้าพื้นดินแห้งแข็งเพียงพอก็นำเครื่องจักรกลเข้าไปปฏิบัติงานได้เลย. ในการขุดสระจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามแบบแปลนอย่างถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะและขนาดของแผนผังได้จัดสร้างขึ้นตามแบบแปลนที่กำหนด, ดังนั้นถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแบบแปลนจะต้องปรึกษากับผู้จัดทำแผนผังก่อน.

3.2.2.3 การตกแต่งลาดสระด้านข้างและกันสระ. โดยทั่วไปการตกแต่งลาดสระด้านข้างและกันสระนั้น ให้กระทำไปพร้อมกับการขุดสระ โดยการบดอัดดินให้แน่นและปรับความลาดชันให้ได้ตามกำหนด ซึ่งปกติจะเป็น 1:3 หรือไม่เกิน 1:2 (รูปที่ 7). อย่างไรก็ตามการออกแบบที่เหมาะสม โดยเฉพาะเมื่อคำนึงถึงเสถียรภาพความลาดและการทรุดตัวของดินหลังจากการบดอัด ก็ทำให้สามารถเพิ่มความชันให้มากขึ้นได้. อนึ่งในกรณีที่ต้องใช้วัสดุถมทับแผนผังธรรมชาติ การกำหนดความชันจะต้องคำนึงถึงการเลื่อนไถลของวัสดุถมทับ เช่น การใช้ดินถมทับซึ่งจะต้อนำค่ามุมทรงตัว (angle of repose) ของดินนั้นมาพิจารณาด้วย.



รูปที่ 7. การตกแต่งลาดสระด้านข้างและกันสระ.

สำหรับบริเวณกันสระนั้น ควรจะปรับให้มีความลาดเอียงจากจุดต่ำสุดของกันสระถึงขอบด้านล่างของข้างสระทุกด้านประมาณ 1.5:100 เพื่อเตรียมการระบายน้ำต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้แผนผังให้ออกไปจากพื้นสระโดยลอยไหลจากขอบสระด้านล่างขึ้นไปยังขอบสระด้านบน ซึ่งจะทำให้สามารถกำจัดน้ำเหล่านี้ได้ง่ายคืออาจทำท่อระบายน้ำ หรือเปิดขอบสระด้านบนบางครั้งในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงที่เกิด

ถ้าชามาก. การกำจัดก๊าซช่วยลดความเครียดที่อาจเกิดขึ้นกับแผ่นยางได้ ซึ่งจะเป็นผลให้อายุการใช้งานของแผ่นยางนานขึ้น.

3.2.2.4 การทำคันดินรอบสระ. ขอบสระน้ำคือระดับดินเดิมหรือระดับกักเก็บน้ำสูงสุดของสระน้ำส่วนใหญ่จะทำเป็นคันดินโดยรอบห่างจากขอบสระประมาณ 2-3 เมตร. เนื่องจากขอบสระน้ำมีประโยชน์ในการช่วยป้องกันการไหลเซาะของน้ำลงในร่องฝั่งชายแผ่นยาง จึงเป็นการป้องกันการหลุดชำรุดของแผ่นยาง. นอกจากนี้ด้วยระดับความสูงของขอบสระในบางครั้งยังสามารถที่จะกักเก็บน้ำได้เกินกว่าที่กำหนดอีกด้วยหากจำเป็น.

การถมดินเป็นคันโดยทั่วไปควรดำเนินการดังนี้:

- 1) ถมดินโดยให้ขอบของคันดินด้านในอยู่ห่างจากขอบสระประมาณ 2.00-3.00 เมตร เป็นอย่างน้อย.
- 2) ในการถมดิน ควรจะถมให้ลาดชันไปจนถึงหลังคันดิน โดยที่คันดินควรจะมี ความสูงไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร และสูงไม่เกิน 1.50 เมตร.
- 3) ลาดคันดินถมทั้งสองด้าน ควรจะมีขนาดอัตราส่วน ตั้ง : ราบประมาณ 1:2.
- 4) คันดินส่วนใน ควรบดอัดหรือกระทุ้งให้แน่น โดยการถมดินเป็นชั้น ๆ ละประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วบด อัด หรือกระทุ้งให้แน่น ก่อนที่จะเริ่มการถมดินชั้นใหม่ต่อไป จนถึงระดับหลังคันที่มีขนาดความกว้าง 1 เมตร เป็นอย่างน้อย.
- 5) ดินที่เหลือให้ถมพื้นที่บริเวณด้านนอกคันดินโดยบดอัดแน่น ให้มีความสูงน้อยกว่า หรือเท่ากับระดับหลังคันดินส่วนที่ใต้บดอัดแน่นนั้น.
- 6) ปรับหลังคันดินให้ราบ และตกแต่งคันดินให้เรียบร้อย แล้วทำการปลูกหญ้าไว้ที่ลาดของคัน เพื่อป้องกันน้ำฝนไม่ให้กัดเซาะดินพังทลาย.

3.2.2.5 การทำชันรับน้ำ. ชันรับน้ำคือบริเวณพื้นที่รอบสระน้ำที่จัดทำขึ้นเพื่อรองรับและรวบรวมน้ำฝนให้ไหลลงเก็บในสระซึ่งส่วนใหญ่เป็นสระน้ำแบบที่ 2. ดินที่ใช้ในการกบด้วยชันรับน้ำควรจะเป็นดินที่มีอัตราการซึมของน้ำต่ำ และปลูกหญ้าปกคลุมไว้, ทั้งนี้เพื่อให้สามารถรองรับและรวบรวมน้ำได้อย่างดี อีกทั้งเป็นการป้องกันไม่ให้ชันรับน้ำถูกน้ำฝนไหลเซาะ, นอกจากนี้ยังช่วยลดสิ่งสกปรกและความขุ่นในน้ำที่กักเก็บด้วย. โดยทั่วไปชันรับน้ำจะมีความลาดเอียงลงสู่ขอบสระน้ำเล็กน้อย (ประมาณ

1:30 ถึง 1:10) คำนวณหาพื้นที่ขานรับน้ำได้จาก.

$$A = [1000(Q/BCD) - E]/F$$

โดย

- A = พื้นที่ขานรับน้ำ : ตารางเมตร
- B = ปริมาณฝนตกเฉลี่ย : มิลลิเมตรต่อเดือน
- C = ช่วงระยะเวลาที่ฝนตก : เดือน (ปกติอยู่ในช่วง พฤษภาคม-ตุลาคม)
- D = สัดส่วนของฝนที่ใช้การได้ [ปกติจะใช้ค่า 0.9 (คุณชนกุลวงศ์ 2530)]
- E = พื้นที่ผิวสระน้ำ : ตารางเมตร
- F = ประสิทธิภาพการส่งน้ำ : [ปกติจะอยู่ในช่วง 0.5-0.8 (คุณชนกุลวงศ์ 2530)]
- Q = ปริมาณน้ำที่ต้องการ : ลูกบาศก์เมตร

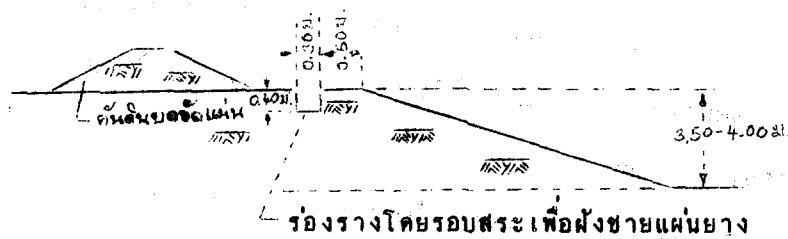
3.2.2.6 การปรับแต่งและบดอัดพื้นสระ. พื้นผิวกันสระและลาดชันด้านในสระห้องปรับแต่งให้เรียบร้อยก่อนปูรองด้วยแผ่นยาง, อาจเริ่มจากการไถคราด แล้วกำจัดสิ่งที่เป็นอันตรายต่อแผ่นยางออกไป เช่น ก้อนหินแหลมคม, วัสดุที่มีคมอื่น ๆ, เศษไม้, รากไม้พืช หรือวัสดุต่าง ๆ ที่จะทำให้แผ่นยางชำรุด. โดยทั่วไปการดำเนินการในช่วงนี้จะใช้คนเดินเรียงหน้ากระดานตามความกว้างหรือความยาวของสระ เพื่อสำรวจและกำจัดวัชพืชเหล่านี้จากขอบบ่อด้านหนึ่งไปยังด้านตรงข้าม. เมื่อพื้นผิวสระน้ำปราศจากวัชพืชต่าง ๆ แล้ว ก็จะทำการบดอัดพื้นผิวดังกล่าวให้เรียบอัดแน่น และมีความลาดเอียงตามที่กำหนด. ก่อนการบดอัดบางครั้งจะนำทรายมาลงทั่วพื้นผิวกันสระ หนาประมาณ 10-30 เซนติเมตร เพื่อให้ผิวเรียบมากขึ้น.

การบดอัดแน่นส่วนใหญ่มักเริ่มจากที่ตำแหน่งของพื้นกันสระก่อนเป็นจุดแรก. อุปกรณ์ที่ใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะดินที่อยู่ในสภาพต่างกัน. ถ้าดินอยู่ในลักษณะแข็งตัวเพียงพอก็ใช้เครื่องจักรกล เช่น รถเกรด รถบด เพราะจะเป็นการสะดวกรวดเร็ว และได้คุณภาพที่ดี, โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปฏิบัติงานกับสระน้ำที่กว้างใหญ่. แต่สำหรับสภาพดินที่อ่อนตัว ไม่สามารถรับน้ำหนักเครื่องจักรกลได้ การปฏิบัติงานขั้นตอนนี้จะ เป็นปัญหาสำคัญยิ่งและใช้เวลาานมากกว่าจะไ้ทำงานที่มีคุณภาพดี, โดยจะต้องเสียทั้งแรงงานคนและเวลา เพราะเป็นการทำงานด้วยมือและใช้เครื่องมือขนาดเล็ก ได้แก่ ลูกกลิ้ง ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้เหมาะสมสำหรับงานตกแต่งเล็ก ๆ น้อย ๆ ตามมุมตามขอบสระน้ำมากกว่า. สำหรับมุมของสระน้ำนั้น ควรบดอัดให้เป็นแนวโค้ง ไม่ควรให้เป็นมุมหัก. หลังจากบดอัดพื้นกันสระได้แน่นตามที่ต้องการแล้วให้บดอัดไล่

เรื่อยขึ้นไปตามลาดชัน, ซึ่งโดยทั่วไปความลาดชัน 1:3-1:2 จะไม่มีปัญหาต่อการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกล. การบดอัดจะทำตลอดไปจนครบทั้งสี่ด้าน จากนั้นจึงบดอัดขอบสระและชันรับน้ำต่อไปจนเสร็จสมบูรณ์.

อนึ่ง ความแน่นของดินในการบดอัดถ้าสามารถวัดได้ควรจะให้มีความประมาณ 90-95% พรอคเตอร์ (proctor) (Anonymous, Burke products) สำหรับดินที่มีการยึดเกาะกัน (cohesive soils) หรือค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ไม่น้อยกว่า 0.75 สำหรับดินที่ไม่มีการยึดเกาะ (cohesionless soils) (Winterkorn et al. 1975).

3.2.2.7 การทำร่องที่ขอบสระเพื่อฝังยึชชายแผ่นยาง. ปกติแผ่นยางธรรมชาติจะถูกยึดอยู่ที่ขอบรอบสระด้านบน โดยการฝังชายแผ่นยางไว้ในร่องรอบขอบสระ แล้วกลบทับด้วยดิน, อิฐ, หวาย หรือซีเมนต์. การทำเช่นนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นยางไหลเลื่อนลงไปในสระเมื่อเกิดแรงดึง ซึ่งอาจจะเกิดจากน้ำหนักและการเลื่อนไถลของวัสดุกลบทับ หรือน้ำหนักของน้ำที่กักเก็บ. โดยทั่วไปร่องยึชชายจะมีความกว้างประมาณ 30 เซนติเมตร, ลึก 30-60 เซนติเมตร, และอยู่ห่างจากขอบสระ 30-60 เซนติเมตร (Anonymous, Burke product) (รูปที่ 8).

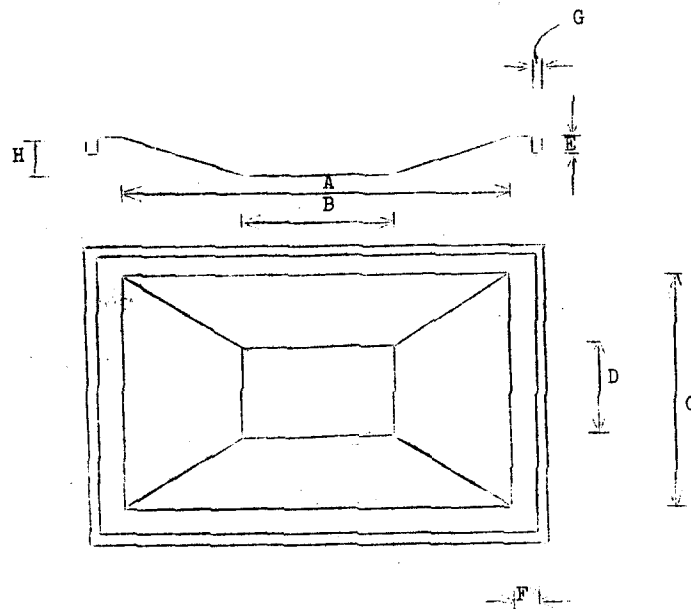


รูปที่ 8. แสดงการขุดร่องรางรอบสระเพื่อฝังชายแผ่นยาง.

3.3 การเตรียมแผ่นยาง

ในการจัดเตรียมแผ่นยางธรรมชาติจะต้องดำเนินการทันทีภายหลังจากการกำหนดแบบแปลนสระน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยวางแผนให้สามารถนำแผ่นยางเข้ามายังพื้นที่ได้โดยเร็วที่สุด หลังจากการจัดเตรียมพื้นที่แล้วเสร็จ ซึ่งไม่ควรเกิน 2 วัน. การเตรียมแผ่นยางนั้นเริ่มตั้งแต่การกำหนดขนาดและรูปแบบของแผ่นยาง จนถึงการขนส่งแผ่นยางเข้าสู่พื้นที่ในลักษณะซึ่งพร้อมที่จะทำการติดตั้งได้. ขั้นตอนในการดำเนินการต่าง ๆ มีดังนี้:

3.3.1 การกำหนดขนาดของแผ่นยาง. โดยการคำนวณหาพื้นที่ของแผ่นยางดังนี้:



รูปที่ 9. แสดงขนาดกำหนดของสระน้ำเพื่อใช้ในการคำนวณพื้นที่ของแผ่นยาง.

จากรูปที่ 9 สามารถคำนวณหาพื้นที่ของแผ่นยางได้จากสูตร:

$$R = I (A+B+C+D) + 2J (A+C + 4J)$$

โดย

R = พื้นที่ของแผ่นยางที่ต้องการ ; ตารางเมตร

S = ความลาดเอียง

I = $(H^2 (S^2+1))^{1/2} / S$; เมตร

$$J = F+G+2E ; \text{ เมตร}$$

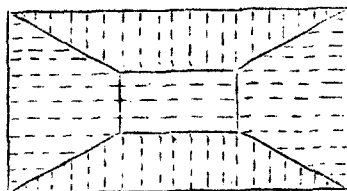
A, B, C, D, E, F, G, H = ขนาดกำหนดของสระน้ำ ; เมตร

เนื่องจากขีดจำกัดของเครื่องผลิตแผ่นยางทำให้ไม่สามารถทำแผ่นยางที่มีพื้นที่ครอบคลุมความกว้างและยาวของสระน้ำได้. โดยทั่วไปเครื่องผลิตแผ่นภายในประเทศจะทำแผ่นยางได้กว้างเพียง 1.0-1.2 เมตร, ดังนั้นจึงต้องมีการเชื่อมต่อแผ่นยางซึ่งทำให้พื้นที่ของแผ่นยางที่จะใช้งานจริงเพิ่มขึ้นจากที่คำนวณไว้. ปกติถ้าเชื่อมต่อด้วยกาวจะใช้แผ่นยางวางทับกันตามความยาวโดยมีระยะการซ้อนทับ 5-10 เซนติเมตร ซึ่งทำให้พื้นที่ของแผ่นยางที่จะใช้งานจริงเพิ่มขึ้นจากที่คำนวณไว้ประมาณร้อยละ 8-10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการต่อแผ่นยาง. พื้นที่ซึ่งเพิ่มขึ้นนี้ต้องนำมารวมกับพื้นที่ซึ่งคำนวณได้จากสูตรด้วยจึงจะได้พื้นที่ของแผ่นยางที่ใช้งานจริง.

3.3.2 การเชื่อมต่อแผ่นยาง

จากการศึกษาอายุการใช้งานของวัสดุปูรองพื้นสระน้ำ ปรากฏว่าการชำรุดของรอยเชื่อมต่อเป็นปัจจัยสำคัญในการลดอายุการใช้งาน (Strong 1982), ดังนั้นการเชื่อมต่อแผ่นยางจึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการต่อเชื่อมด้วยความร้อน หรือการเชื่อมต่อด้วยกาว.

การพิจารณารูปแบบการต่อแผ่นยางจะต้องคำนึงว่า รอยเชื่อมต่อจะต้องมีน้อยที่สุด อีกทั้งจะต้องลดความเครียดที่จะเกิดขึ้นกับรอยต่อได้ด้วย. ในกรณีหลังนี้มีการแนะนำไว้ว่า รอยเชื่อมต่อควรอยู่ตามแนวชั้นลงของลาดเอียง ไม่ควรจะอยู่ในแนวขวางกับแนวชั้นลง (Lauritzen 1967) เนื่องจากการต่อในแนวชั้นลงจะกระจายการรับความเครียดที่กระทำต่อรอยเชื่อมต่อแต่ละรอยจากน้ำหนักน้ำที่กักเก็บไว้ได้ดีกว่า. จากการพิจารณาข้อคำนึงทั้งสอง จึงสามารถกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อแผ่นยางได้ดังแสดงในรูปที่ 10.

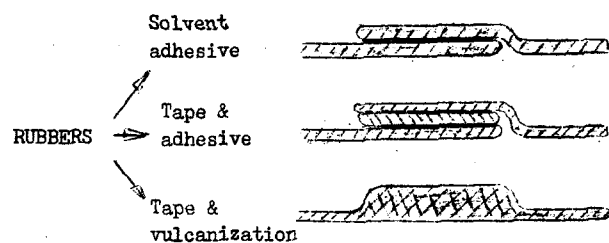


รูปที่ 10. รูปแบบการเชื่อมต่อแผ่นยางธรรมชาติ.

วิธีการเชื่อมต่อแผ่นยางโดยทั่วไปมี 4 แบบ (รูปที่ 11) คือ:

- เชื่อมด้วยกาว (solvent adhesive jointing).
- เชื่อมด้วยเทปและกาว (tape and adhesive jointing).
- เชื่อมด้วยเทปและการวัลคาไนซ์ (tape and vulcanization jointing).
- เชื่อมด้วยลิ้นร่องและกาว (tongue-groove and adhesive jointing).

สำหรับสองวิธีแรกเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยเฉพาะการเชื่อมต่อในพื้นที่. วิธีที่สามเป็นวิธีที่ให้อายุเชื่อมต่อที่แข็งแรงมาก ซึ่งในบางกรณีแข็งแรงมากกว่าแผ่นยาง. อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีการที่จะใช้เชื่อมต่อในโรงงาน เนื่องจากวิธีการทำแผ่นยางและการเชื่อมต่อค่อนข้างยุ่งยาก, อีกทั้งต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อซึ่งเคลื่อนย้ายค่อนข้างลำบาก. ในการเชื่อมต่อนั้นจะต้อนำขอบยางทั้งสองแผ่นมาชนขอบกัน, จากนั้นนำแผ่นเทปยางมาปิดเชื่อมต่อรอยชนขอบดังกล่าว, สุดท้ายจึงกดทับด้วยเครื่องเชื่อมความร้อน ซึ่งจะทำให้ยางทุกส่วนหลอมรวมกันและวัลคาไนซ์. ส่วนวิธีสุดท้ายได้มีการกล่าวอ้างถึงในเอกสารเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ของบางบริษัท (Strong undated) แต่มิได้มีการให้รายละเอียดไว้.



รูปที่ 11. วิธีการเชื่อมต่อแผ่นยาง.

โครงการนี้ได้ใช้วิธีการเชื่อมต่อด้วยกาวเนื่องจากการจัดหาอุปกรณ์และวัสดุทำได้สะดวก. วิธีเชื่อมต่อเริ่มจากการทำความสะอาดและเพิ่มพื้นที่ผิวที่จะเชื่อมต่อโดยการขัดผิวแผ่นยางด้วยกระดาษทรายทรงบริเวณที่จะเชื่อมต่อทั้งสองแผ่น แล้วปิดผงบยงและเศษทรายออกจนสะอาด. หากทาบบริเวณผิวที่จะเชื่อมต่อทั้งสองแผ่น ปลอ่ยทิ้งไว้จนกาวอยู่ในสภาวะ "แห้งผิว" (touch dry) ซึ่งสังเกตได้โดยเอานิ้วแตะลงบนฟิล์มกาวเบา ๆ ถ้ากาวอยู่ในสภาวะ "แห้งผิว" จะมีความรู้สึกเหนียวหนืด และเมื่อยกนิ้วออกจะไม่มีกาวติดนิ้ว. จากนั้นจึงนำแผ่นยางช่วงที่ทากาวไว้ทั้งสองแผ่นมาวางทับกันแล้วรีดด้วยลูกกลิ้งขึ้นแกะ

หรือลูกกลิ้งผิวเรียบ โดยกดและถูไปมาบนบริเวณเชื่อมต่อ 5-10 ครั้ง ก็จะได้รอยเชื่อมต่อที่ติดแน่น.

ในการเชื่อมต่อแผ่นยางควรดำเนินการภายในโรงงานให้มากที่สุด เพื่อให้แหล่งงานเชื่อมต่อในพื้นที่น้อยที่สุดหรือไม่มีเลยได้ก็จะเป็นการดี ทั้งนี้เพราะการเชื่อมต่อในพื้นที่ทำให้ประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อและความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมต่อลดลง สาเหตุเนื่องมาจากขาดความสะอาดในการเชื่อมต่อและอาจมีฝุ่นละอองในพื้นที่ปลิวมาติดบนผิวแผ่นยางบริเวณที่จะเชื่อมต่อ. ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อแผ่นยางจนเป็นแผ่นยางสำเร็จรูปสามารถดำเนินการได้ในโรงงานทั้งหมด พร้อมทั้งจะนำไปสู่พื้นที่ได้เลยนั้น, เพื่อความสะอาดในการปูและป้องกันการฉีกขาดบริเวณขอบแผ่นยาง จึงควรที่จะพับขอบแผ่นยางทุกด้านพร้อมกันหากาวให้มีความกว้างของขอบพับประมาณ 10 เซนติเมตร.

3.3.3 การขนส่งแผ่นยางเข้าสู่พื้นที่. ชั้นคอนกรีตมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าชั้นคอนกรีตต่าง ๆ ที่ผ่านมา เนื่องจากแผ่นยางมีโอกาสที่จะชำรุดและฉีกขาดในช่วงการขนส่งที่สูงมาก. นอกจากนั้นความสะอาดในการปูแผ่นยางซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบการพับแผ่นยาง, ลักษณะการวางบนรถบรรทุกและการขนถ่ายลงจากรถบรรทุกก็มีความสำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาด้วย.

การกำหนดรูปแบบการพับแผ่นยางนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของแผ่นยางว่าเป็นแผ่นยางที่มีหน้ากว้างไม่มาก ซึ่งเวลานำไปปูต้องทำการเชื่อมต่อในพื้นที่ หรือเป็นแผ่นยางสำเร็จรูปซึ่งมีขนาดใหญ่ไม่ต้องทำการเชื่อมต่อในพื้นที่. สำหรับลักษณะแรกส่วนใหญ่จะใช้วิธีการม้วนกลมแล้วขนขึ้นรถบรรทุกนำไปลงในพื้นที่, ส่วนกรณีหลังรูปแบบที่เหมาะสมคือการพับแผ่นยางในลักษณะทียบเพลงซัค (accordion folding) โดยพับตามแนวความกว้างหรือความยาวของแผ่นยาง, แผ่นยางนี้จะพับในลักษณะทียบเพลงซัคอีกครั้งหนึ่งในแนวตั้งฉากกับแนวพับเดิม และให้ช่วงการพับเหมาะสมกับความยาวของกระบะรถบรรทุก. จากนั้นจึงยกแผ่นยางขึ้นรถบรรทุกโดยอุปกรณ์การยก เช่น รถยกแล้ววางแผ่นยางลงในลักษณะที่สามารถปล่อยให้ปลายแผ่นยางเลื่อนลงตามแนวเคลื่อนที่ของรถได้เมื่อจะขนถ่ายลงสู่พื้นที่.

ในการขนถ่ายแผ่นยางลงจากรถบรรทุกนั้น ให้ปล่อยให้ปลายแผ่นยางลงบนพื้นขอบสระ แล้วเคลื่อนรถไปข้างหน้าอย่างช้า ๆ ด้วยน้ำหนักของแผ่นยางจะทำให้แผ่นยางไหลเลื่อนลงตามแนวการเคลื่อนที่ของรถ. อนึ่งในขณะที่แผ่นยางเลื่อนลงนั้นจะต้องคอยระมัดระวังไม่ให้แผ่นยางครูดกับขอบกระบะรถบรรทุก เพราะจะทำให้แผ่นยางฉีกขาดได้. การป้องกันอาจทำได้โดยนำท่อเหล็กกลมสอดยกใต้แผ่นยางเพื่อไม่ให้ครูดกับขอบกระบะล่าง, และใช้ท่อเหล็กกลมอีก 2 ท่อนคอยประคองงัดขอบของแผ่นยางทั้งสองด้านไม่ให้ครูดกับกระบะด้านข้าง.

3.4 การติดตั้งแผ่นยาง

หลังจากนำแผ่นยางเข้าสู่พื้นที่แล้ว ก่อนที่จะดำเนินการติดตั้งหรือปู จะต้องทำการตรวจสอบแผ่นยางอีกครั้งหนึ่งก่อน, ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นยางอาจชำรุดฉีกขาดในช่วงการขนส่ง. การตรวจสอบอาจกระทำได้โดยให้พนักงานเดินเรียงแถวหน้ากระดานตามความกว้างของช่วงการทับในลักษณะที่เปล่งซึกนั้นไปตลอดแนวความยาวของแผ่นยางเมื่อพบรอยชำรุดก็ทำการซ่อมแซม โดย:

- ตัดรอยชำรุดนั้นออกและทำความสะอาดขอบรอยตัดด้วยกระดาษทรายทั้งสองด้าน.
- ตัดแผ่นยางที่จะใช้ปะจำนวน 2 แผ่น ให้มีขนาดเท่ากัน และให้ครอบคลุมรอยตัดได้ เพื่อใช้ประกบทับรอยตัด แล้วทำความสะอาดด้านที่จะประกบด้วยกระดาษทราย.
- หากาวบนขอบรอยตัดทั้งสองด้านและบนแผ่นยางทั้งสองแผ่น โดยหาเฉพาะด้านที่จะประกบทับรอยตัด รอยกระทั้งบริเวณหากาวอยู่ในสภาวะ "แห้งผิว".
- ประกบแผ่นยางทั้งสองแผ่นเข้าทั้งด้านบนและล่างของขอบรอยตัด โดยให้ด้านที่หากาวประกบเข้าหากัน.
- กดทับแผ่นยางให้ติดกันแน่นด้วยลูกกลิ้งกดทับ.
- ตรวจสอบรอยเชื่อมต่อ โดยการสังเกตด้วยสายตา หรือใช้การทดสอบด้วยระบบสุญญากาศ (vacuum test) ฯลฯ.

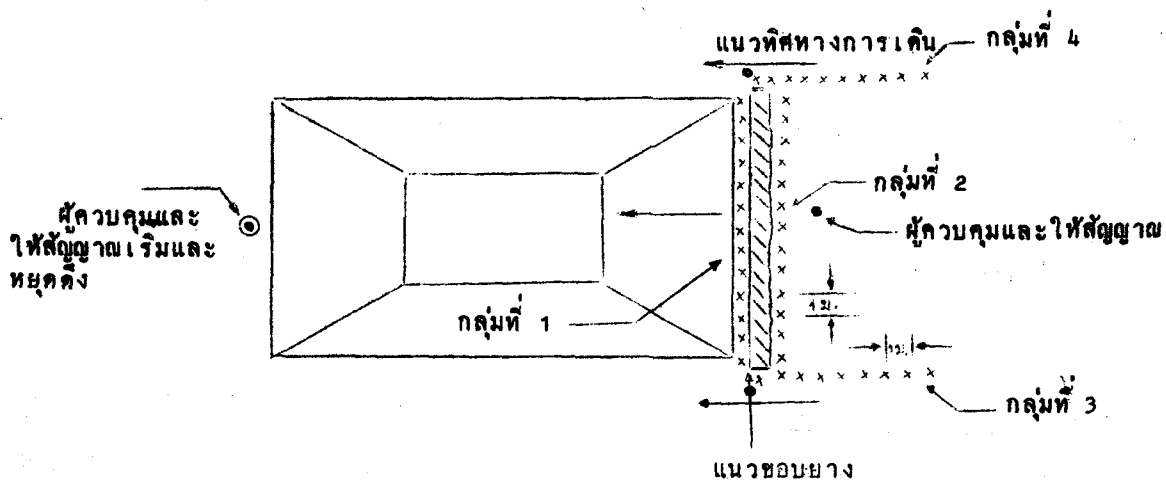
เมื่อทำการตรวจสอบและซ่อมรอยชำรุดเรียบร้อยแล้ว ก็ถึงขั้นตอนการปูแผ่นยางซึ่งจะแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ:

3.4.1 การปูแผ่นยางที่ต้องเชื่อมต่อนั้น. การปูแผ่นยางลักษณะนี้จะใช้ระยะเวลาในการปูนาน การทำให้รอยเชื่อมต้อมีประสิทธิภาพสูงสุดทำได้ค่อนข้างลำบาก แต่ใช้กำลังคนน้อย. การปูเริ่มต้นด้วยการคลี่ม้วนแผ่นยางออกปูลาดจากขอบสระด้านใดด้านหนึ่งไปตามความยาวจนถึงขอบสระอีกด้านหนึ่งแล้วจัดให้เรียบร้อย. ฝั่งขอบชายของแผ่นยางลงในร่องยึดชายที่ขุดเตรียมไว้ แล้วปูแผ่นต่อไปในลักษณะเดียวกันจนครอบคลุมพื้นที่กันสระทั้งหมด. จากนั้นทำการเชื่อมต้อด้วยกาวตามวิธีการที่แสดงในหัวข้อการเชื่อมต้อ. เสร็จแล้วจึงเริ่มการปูในแนวที่เหลืออีกสองด้านให้ลาดลงมารวมกับแนวขอบแผ่นยางที่ปูไว้เดิม และทำการเชื่อมต้อกับแนวขอบนั้น. หลังจากนั้นจึงทำการตรวจสอบรอยเชื่อมต้อและแผ่นยางทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง.

3.4.2 การปูแผ่นยางที่เป็นแผ่นสำเร็จรูป. การปูแผ่นยางลักษณะนี้จะใช้ระยะเวลาในการปู น้อย ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อก่อนข้างดี, แต่ใช้กำลังคนมาก. การปูเริ่มโดยแบ่งกำลังคนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 12 โดยหน้าที่ของแต่ละกลุ่มมีดังนี้:

- กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มหลักในการดึงแผ่นยางจากขอบสระด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง.
- กลุ่มที่ 2 คอยสับตัดแผ่นยางขึ้นเมื่อเกิดสภาวะสูญญากาศระหว่างแผ่นยางที่ทับอยู่ในลักษณะพับเพลง ซัก. การกระทำเช่นนี้จะทำให้ดึงแผ่นยางได้สะดวกและใช้แรงดึงน้อย.
- กลุ่มที่ 3 และ 4 ช่วยยกประคองและดึงแผ่นยางไปตามขอบสระด้านข้างทั้งสองด้าน.

ในการดึงแผ่นยางนั้น เพื่อให้ใช้แรงน้อยที่สุด ในขณะที่ดึงควรจะสับตัดพร้อมกับกระพือแผ่นยางให้ มีลมเข้าไปอยู่ใต้แผ่นยางด้วย ซึ่งจะทำให้ลดแรงเสียดทานระหว่างแผ่นยางกับพื้นสระลงได้. การดึง แผ่นยางจะต้องดึงให้มีแรงสม่ำเสมอตลอดแนวการดึงเพื่อป้องกันการฉีกขาดขณะดึง, ดังนั้นในการดึงควร จะต้องมีผู้ควบคุมคอยให้สัญญาณในการดึงและการหยุดดึง เพื่อให้เกิดความพร้อมเพรียงในช่วงการดึง และการรักษาความสม่ำเสมอของแรงตลอดแนวการดึง. หลังจากที่ได้ดึงแผ่นยางจนครอบคลุมทั่วทั้งสระน้ำ แล้วก็ทำการกลบฝังชายและตรวจสอบรอยชำรุด เพื่อซ่อมแซมเป็นครั้งสุดท้าย.



รูปที่ 12. การจัดตำแหน่งกลุ่มคนเพื่อการปูแผ่นยาง.

3.5 การป้องกันการชำรุดเสียหายของแผ่นยาง

การป้องกันการชำรุดของแผ่นยางนั้นครอบคลุมตั้งแต่การวางระบบต่าง ๆ ให้เหมาะสม. การตรวจสอบการชำรุดเพื่อหาทางซ่อมแซมได้ทันทีก่อนที่การชำรุดนั้นจะขยายผลทำให้แผ่นยางเสียหายจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการกักเก็บน้ำได้ รวมถึงการบำรุงรักษาแผ่นยาง วิธีการป้องกันต่าง ๆ ที่ควรพิจารณามีดังนี้:

3.5.1 การใช้วัสดุกลบทับแผ่นยาง. เนื่องจากพื้นที่สำหรับสร้างสระน้ำตั้งอยู่กลางแจ้ง ดังนั้นแผ่นยางที่ใช้ปูรองสระน้ำส่วนที่อยู่เหนือน้ำจึงสัมผัสกับสภาวะแวดล้อมกลางแจ้งตลอดเวลา. สภาวะเหล่านั้นทำให้อายุการใช้งานของแผ่นยางลดลง ซึ่งได้แก่ แสงแดดที่ให้ความร้อนและรังสีเหนือม่วงหรือ UV. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ, ก๊าซออกซิเจน, ก๊าซโอโซน เป็นต้น. ดังนั้นในการเพิ่มอายุการใช้งานของแผ่นยางจึงอาจกระทำได้โดยลดการสัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าว ได้แก่ การเคลือบหรือคลุมทับผิวแผ่นยางด้วยวัสดุบางชนิด เช่น สี, ฟิล์มเหนียว, ฟิล์มใหญ่, บุนซีเมนต์ผสมทราย, อีรูมอย, ซีเมนต์บล็อก และแผ่นขอยล์ซีเมนต์. ในการเคลือบหรือกลบทับแผ่นยางนั้นนอกจากจะช่วยป้องกันแสงแดดและลดพื้นที่ผิวจากการสัมผัสกับก๊าซต่าง ๆ แล้ว ยังช่วยลดความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงสูงสุดและต่ำสุดด้วย, ทั้งนี้เนื่องมาจากความสามารถในการเก็บความร้อนของวัสดุเหล่านั้น. โดยทั่วไปการกลบทับด้วยวัสดุเป็นวิธีการที่นิยมใช้กัน เพราะสามารถหาวัสดุได้ง่าย ราคาไม่แพง และมีให้เลือกได้หลายชนิด.

3.5.2 การออกแบบระบบการนำน้ำเข้าและออกจากสระ. การกำหนดระบบการนำน้ำเข้าและออกจากสระนั้นมีด้วยกันหลายวิธีแต่ทุกวิธีมีหลักการเหมือนกันคือ จะต้องไม่ก่อให้เกิดการชำรุดต่อแผ่นยางและการเลื่อนไถลของวัสดุกลบทับ. ในการนำน้ำเข้านั้นการป้องกันการกักเซาะที่เกิดจากความแรงของการไหลของน้ำกระทบกับแผ่นยางเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก. ผู้มีประสบการณ์ได้เสนอวิธีการนำน้ำเข้าไว้โดยการใช้ท่อส่งน้ำและการใช้ลาดคอนกรีต (อินทว้าง 2526). นอกจากนั้นก็ควรทำการปลูกหญ้าคลุมบริเวณชานรับน้ำและขอบสระ ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดความเร็วและความแรงของน้ำแล้วยังช่วยป้องกันการชะดินและเพิ่มความสะอาดของน้ำอีกด้วย. ส่วนในการนำน้ำออกไปใช้นั้นจะต้องหาทางป้องกันไม่ให้เกิดการเหยียบย่ำลงไปบนแผ่นยางหรือดินที่กลบทับ, ทั้งนี้อาจใช้การต่อท่อส่งน้ำ, บันไดคอนกรีต, ทุ่นลอยประกอบบันได, ศาลากลางน้ำประกอบบันได และเครื่องสูบน้ำ (อินทว้าง 2526).

3.5.3 การตรวจสอบรอยรั่ว. การตรวจสอบรอยรั่วนอกจากจะสังเกตระดับของน้ำที่กักเก็บไว้ โดยการใส่เสาวัดระดับน้ำแล้ว, ยังอาจดำเนินการได้โดยใช้วิธีการซึ่งเป็นระบบ แต่ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบจะสูงขึ้น เช่น การต่อท่อรูปทรงแบบต่าง, การตรวจสอบโดยใช้หลักการเกี่ยวกับฉนวนและตัวนำไฟฟ้า (Shultz et al. 1985).

3.5.4 การตรวจสอบการเสื่อมสภาพของแผ่นยาง. ควรมีการยึดติดแผ่นยางเพื่อการทดสอบไว้ในสระน้ำด้วย และจะต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งแผ่นยางทดสอบและแผ่นยางที่ปูตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดพร้อมทั้งเก็บแผ่นยางทดสอบไปตรวจสอบสมบัติที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสังเกตเห็นว่าแผ่นยางที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีรอยแตก หรือสีเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เพื่อหาทางป้องกันการชำรุดและดำเนินการแก้ไขได้ทัน. ตัวอย่างเช่น สระน้ำที่ปูรองด้วยแผ่นยางโดยไม่มีวัสดุกลบทับ เมื่อปรากฏว่าแผ่นยางมีลักษณะเปลี่ยนแปลง และหลังจากการตรวจสอบสมบัติแล้ว พบว่าคุณสมบัติของแผ่นยางลดลงก็อาจทำการชะลอการเสื่อมสภาพได้โดยการกลบทับแผ่นยางด้วยวัสดุกลบทับ.

3.5.5 การป้องกันอื่น ๆ และการบำรุงรักษา. การป้องกันและการบำรุงรักษาที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมนอกจากที่กล่าวมาแล้วคือ:

- จัดทำท่อน้ำล้นไว้ที่ขอบสระด้านที่ต่ำที่สุด โดยวางท่อน้ำล้นกดทับลงบนแผ่นยาง หรือ ขุดร่องเพื่อวางท่อน้ำล้นบนขอบสระก่อนที่จะปูแผ่นยาง. การติดตั้งท่อน้ำล้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลล้นผ่านขอบสระ เพราะจะทำให้ดินพังทลาย, โดยเฉพาะดินที่กลบทับร่องซึ่งฝังชายแผ่นยางไว้ อาจเป็นสาเหตุให้ชายแผ่นยางหลุดออกจากร่องได้.

- จัดทำรั้วป้องกันสัตว์เลี้ยง ทั้งสัตว์ใหญ่และสัตว์เล็ก ไม่ให้เข้าไปเหยียบย่ำบริเวณขอบสระหรือลงไปในน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ดินพังทลายและแผ่นยางเสียหาย.

หากไม่สามารถทำรั้วป้องกันได้ ก็จะต้องมีระบบควบคุมมิให้สัตว์เลี้ยง เช่น โค กระบือ ลงไปในสระน้ำ.

- ตรวจสอบการชำรุดและรอยรั่วของแผ่นยางเป็นประจำ ถ้าพบรอยชำรุดให้ดำเนินการซ่อมแซมทันทีถ้าทำได้, แต่ถ้ายังทำไม่ได้เนื่องจากมีน้ำกักเก็บอยู่ก็ให้ดำเนินการทันทีเมื่อระดับน้ำลดต่ำลง.

4. การทดลองติดตั้งแผ่นยางรองสระน้ำ

การทดลองใช้แผ่นยางเป็นวัสดุรองพื้นสระน้ำนั้น ได้จัดทำขึ้นในพื้นที่ทดลอง 5 แห่ง จำนวนทั้งหมด 7 สระ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ขนาด คือ เล็ก, กลาง, และใหญ่ โดยให้ดำเนินการทั้งในลักษณะที่มีและไม่มีวัสดุคลุมทับ. รายละเอียดในการดำเนินการแต่ละสระแสดงไว้ในรายงานส่วนที่ 2. เฉพาะส่วนของการเตรียมพื้นที่และการติดตั้งแผ่นยางในพื้นที่สรุปได้ดังนี้:

4.1 ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขานหินซอนตามพระราชดำริ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

การจัดทำสระน้ำในบริเวณศูนย์ฯ มีจุดประสงค์เพื่อทดลองความเป็นไปได้เท่านั้น การคัดเลือกพื้นที่จึงพิจารณาเพียงลักษณะของดินซึ่งไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ แต่สามารถนำน้ำมาทดลองกักเก็บได้โดยสะดวกจากแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้พื้นที่ และเป็นบริเวณซึ่งรับแสงแดดเต็มที่.

สระน้ำที่จัดทำขึ้นในบริเวณนี้มีจำนวน 3 สระ เป็นสระขนาดเล็ก 2 สระ และขนาดใหญ่ 1 สระ. สระที่ 1 และ 2 เป็นลักษณะสระเก็บน้ำแบบที่ 2 แต่เปลี่ยนแปลงแบบโดยไม่มีขานรับน้ำ, ปรับขนาดให้เล็กลง และปรับความลาดชันด้านข้างสระเป็น 1:1 โดยประมาณ. ส่วนสระที่ 3 มีลักษณะเป็นสระเก็บน้ำแบบที่ 4, แต่เปลี่ยนแปลงแบบ โดยไม่มีร่องรับน้ำและความลาดชันด้านข้างเป็น 1:1.5. สระน้ำทั้งหมดรับน้ำโดยสูบเข้าจากแหล่งน้ำบริเวณข้างเคียง. สระน้ำทั้ง 3 มีขนาด $6 \times 8 \times 1.5$, $6.5 \times 7.5 \times 1.3$ และ $24 \times 27.5 \times 2$ ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ. ในการจัดทำสระน้ำนั้นสำหรับสระที่ 1 และ 2 ดำเนินการโดยใช้แรงงานจากเจ้าหน้าที่ของกรมการพัฒนาชุมชนซึ่งประจำอยู่ที่ศูนย์ฯ, ส่วนสระที่ 3 ดำเนินการโดยใช้เครื่องจักรกล และแรงงานจากอาจารย์และนักศึกษาวิทยาลัยเกษตรกรรมฉะเชิงเทรา การดำเนินงานทั้งหมดเป็นไปตามขั้นตอนที่แสดงไว้แล้วในข้อ 3.2.2.

สำหรับการเตรียมแผ่นยางและการติดตั้งนั้น มีความแตกต่างกันไปดังนี้:

- สระที่ 1 : หลังจากคำนวณพื้นที่ของแผ่นยางที่จะใช้แล้ว ให้ทดลองเชื่อมต่อแผ่นยางบางส่วนที่โรงงานของผู้ผลิต. ให้นำแผ่นยางที่มีขนาดกว้าง 1 เมตร มาเชื่อมต่อด้วยกาวตามแนวเดียวกัน และให้มีระยะซ้อนทับระหว่างแผ่นประมาณ 5 เซนติเมตร, โดยมีพื้นที่ครอบคลุมบริเวณพื้นสระและด้านข้างสระทั้ง 4 ด้าน ยกเว้นบริเวณมุม แผ่นยางที่ได้จึงมีลักษณะเป็นรูปกากบาท หลังจากนั้นได้ขนส่งจากโรงงานโดยรถกระบะเล็ก. การติดตั้งแผ่นยางดำเนินการโดยใช้แรงงานจากเจ้าหน้าที่และคนงาน. เมื่อปูแผ่นยางดังกล่าวลงในสระแล้ว จึงเชื่อมต่อด้วยกาวที่บริเวณมุมทั้ง 4 โดยใช้แผ่นไม้รองใต้แผ่นยางเป็นช่วง ๆ ไป ซึ่งทำให้การเชื่อมต่อสะดวกขึ้น. หลังจากนั้นชุดร่องเพื่อฝังชายแผ่นยางพร้อมกับทำท่อน้ำสันโดยใช้ท่อ

กระเบื้องกระต่ายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร วางก้นบนขอบสระ แล้ว ก้นทับชายแผ่นยางและท่อด้วยดินจากสระ.

- สระที่ 2 : การดำเนินงานส่วนใหญ่เหมือนสระที่ 1, มีข้อแตกต่างคือ แผ่นยางที่นำมาปูทั้งหมด ได้เชื่อมต่อที่โรงงานของผู้ผลิตในลักษณะแผ่นยางสำเร็จรูปแล้ว จึงไม่ต้องมีการเชื่อมต่อในพื้นที่ และมีการคาบกับแผ่นยางด้วยคอนกรีตเสริมตาข่ายหนา 3 เซนติเมตร.

- สระที่ 3 : การดำเนินงานส่วนใหญ่เหมือนสระที่ 2 คือ เป็นแผ่นยางสำเร็จรูป. การปูแผ่นยางดำเนินการตามข้อ 3.4.2, ส่วนการตรวจสอบการรั่วซึมใช้วิธีวัดระดับน้ำจากเสาวัดระดับที่ ติดตั้งไว้กลางสระ.

4.2 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) กรุงเทพฯ

สระน้ำที่จัดทำขึ้น ณ บริเวณ วท. มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการแปรเปลี่ยนสมบัติของแผ่นยางและสภาพนิเวศในสระน้ำที่ปูรองพื้นด้วยแผ่นยาง. สระน้ำนี้มีขนาด $5 \times 6 \times 0.4$ ลูกบาศก์เมตร, น้ำที่นำเข้าสู่สระเป็นน้ำประปา ซึ่งต่อมาจากท่อน้ำข้างเคียง. การดำเนินงานส่วนใหญ่เหมือนสระน้ำที่ 1 ใน 4.1, มีข้อแตกต่างคือ แผ่นยางที่นำมาปูเป็นแผ่นยางสำเร็จรูป การปูแผ่นยางดำเนินการตามข้อ 3.4.2 ภายในสระน้ำปลูกบัว และเลี้ยงปลาเพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศด้วย.

4.3 หมู่ 2 บ้านท้อ ต.อี๋อ้ง อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด

ข้อมูลที่ให้จากกรมการพัฒนารัฐบาลและการสำรวจพื้นที่ในบริเวณนี้ ปรากฏว่าลักษณะของพื้นที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ในการพิจารณาจัดทำสระน้ำทดลองทุกประการ จึงได้คัดเลือกพื้นที่นี้เพื่อการทดลองในสภาพการณ์ใช้งานจริง.

สระที่จัดทำขึ้นเป็นลักษณะสระเก็บน้ำแบบที่ 2 ซึ่งรับน้ำจากน้ำฝนเท่านั้น. ได้ใช้แบบแปลน พช. ที่ 34/2526 ในการกำหนดแบบขุดสร้างสระ ซึ่งมีขนาด $50 \times 60 \times 4$ ลูกบาศก์เมตร. สำนักงานพัฒนาชุมชนเขต 4 ดำเนินการขุดสร้างสระโดยใช้เครื่องจักรกลและแรงงานจากเจ้าหน้าที่สำนักงานฯ ร่วมกับชาวบ้านในพื้นที่, ทั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่แสดงไว้ในข้อ 3.2.2 โดยแล้วเสร็จภายใน 8 วัน.

ในการเตรียมแผ่นยางนั้น หลังจากคำนวณพื้นที่ของแผ่นยางที่จะใช้แล้ว จึงจัดจ้างโรงงานเพื่อทำการผลิตแผ่นยาง พร้อมทั้งเชื่อมต่อตามแบบที่กำหนด ซึ่งได้แผ่นยางสำเร็จรูปพร้อมที่จะปูได้เลย ทั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการจัดทำประมาณ 30 วัน. การเชื่อมต่อแผ่นยางใช้วิธีเชื่อมต่อด้วยกาว ดังข้อ 3.3.2

และมีระยะซ้อนทับประมาณ 6.0 เซนติเมตร, โดยเชื่อมต่อกันไปตลอดจนครอบคลุมพื้นที่
สระทั้งหมด ดังรูปแบบในรายงานส่วนที่ 2. การขนส่งแผ่นยางเข้าสู่พื้นที่ดำเนินการทำตามขั้นตอนใน
ข้อ 3.3.5, ส่วนการปูแผ่นยางดำเนินการตามข้อ 3.4 และ 3.4.2 โดยใช้แรงงานชาวบ้านประมาณ
200 คน และใช้ระยะเวลาในการปูพร้อมทั้งกลบฝังชายประมาณ 7 ชั่วโมง. อนึ่งในขณะดำเนินการ
ปูปรากฏว่าแผ่นยางเกิดฉีกขาดตามแนวยาวที่ไม่ใช่แนวรอยต่อ สาเหตุเนื่องมาจากแผ่นยางด้านหนึ่งหลุด
ออกจากการจับตึงของชาวบ้านโดยหลุดห้อยลงมามาก, ประกอบกับแผ่นยางมีน้ำหนักมาก จึงเกิด
เป็นแรงกระทำต่อแผ่นยางขึ้นเป็นผลให้ส่วนของแผ่นยางที่ถูกจับตึงทนแรงดังกล่าวไม่ได้จึงฉีกขาด.
อย่างไรก็ตามได้ทำการปะต่อรอยฉีกขาดนั้นด้วยกาว พร้อมกับซ่อมแซมรอยชำรุดอื่น ๆ โดยดำเนินการ
ในสระเป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง. หลังจากปูแผ่นยางเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้อาศัยแรงงานชาวบ้าน
โดยการนำของพัฒนาการอำเภอ เพื่อทำการคาคัทับแผ่นยางด้วยคอนกรีตเสริมไม้ไผ่หนาประมาณ 3-5
เซนติเมตร, ทำบันไดคอนกรีตกว้างประมาณ 1 เมตร, ติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบมือโยกพร้อมท่อน้ำส่ง
2 ชุด, ทำรั้วรอบบริเวณสระน้ำ, ติดตั้งเสาวัชระกับน้ำ และปลูกหญ้าคลุมบริเวณพื้นที่ชันรับน้ำ.

4.4 หมู่ 9 บ้านยางสะอาด ต.ดงบัง อ.นาคน จ.มหาสารคาม

การดำเนินงานเหมือนข้อ 4.3 แต่มีข้อแตกต่างบ้างดังนี้:

- ชานรับน้ำขยายความกว้างขึ้นเป็น 30 เมตร และความลาดเอียงลดลงเหลือ 1:30.
- การขุดสร้างสระใช้ระยะเวลา 15 วัน และเพิ่มเครื่องจักรกลด้านการขุดคัทอีก 2 เครื่อง
เนื่องจากมีฝนตกในช่วงการดำเนินงาน ทำให้เครื่องจักรทำงานอย่างล่าช้า และในบางช่วงไม่สามารถ
ทำงานได้เพราะพื้นที่และและพื้นดินนั้นมจนเกินไป.

- เชื่อมต่อแผ่นยางโดยมีระยะซ้อนทับประมาณ 5-7 เซนติเมตร.
- ไม่มีการฉีกขาดของแผ่นยางในระหว่างดำเนินการปู.
- ไม่มีวัสดุกลบทับแผ่นยาง.
- ไม่มีการทำบันไดลงไปใ้ในสระน้ำ แต่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบมือโยก.

4.5 ศูนย์ฝึกอาชีพเยวชน ต.คอนไฟ อ.แม่ทะ จ.ลำปาง

ข้อมูลที่ได้จากกรมการพัฒนาชุมชนและการสำรวจพื้นที่ในบริเวณนี้ปรากฏว่ามีลักษณะส่วนใหญ่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ในการพิจารณาจัดทำสระน้ำทดลอง. นอกจากนี้จากคำชี้แจงจากหน่วยงานของกรมการพัฒนาชุมชนในพื้นที่เกี่ยวกับความต้องการสระน้ำในศูนย์ฯ จึงได้คัดเลือกพื้นที่นี้เพื่อการทดลองในสภาพการณ์ใช้งานจริง.

สระที่จัดทำขึ้นเป็นลักษณะสระเก็บน้ำแบบที่ 1 ได้ใช้แบบแปลน พช. ที่ 33/2526 เป็นแนวทางในการกำหนดแบบขุดสร้างสระ ซึ่งมีขนาด 50×50×4 ลูกบาศก์เมตร. สำนักงานพัฒนาชุมชนเขต 5 ดำเนินการขุดสร้างสระโดยใช้เครื่องจักรกลและแรงงานจากเจ้าหน้าที่สำนักงานฯ ร่วมกับชาวบ้านในพื้นที่, ทั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่แสดงไว้ในหัวข้อ 3.2.2 โดยแล้วเสร็จภายใน 15 วัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปกติเนื่องจากมีฝนตกในช่วงการดำเนินงาน.

ในการเตรียมแผ่นยางนั้น หลังจากคำนวณพื้นที่ของแผ่นยางที่จะใช้แล้ว จึงจัดจ้างโรงงานเพื่อทำการผลิตแผ่นยาง พร้อมทั้งเชื่อมต่อตามแบบที่กำหนด ซึ่งได้แผ่นยางสำเร็จรูปพร้อมที่จะปูได้เลย ทั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการจัดทำประมาณ 30 วัน. การเชื่อมต่อแผ่นยางใช้วิธีเชื่อมต่อด้วยกาวตังข้อ 3.3.2 และมีระยะซ้อนทับประมาณ 5-7 เซนติเมตร ดังรูปแบบในรายงานส่วนที่ 2. การขนส่งแผ่นยางเข้าสู่พื้นที่ดำเนินการตามขั้นตอนในข้อ 3.3.3, ส่วนการปูแผ่นยางดำเนินการตามข้อ 3.4 และ 3.4.2 โดยใช้แรงงานชาวบ้านประมาณ 200 คน และใช้ระยะเวลาในการปูและกลบฝังชายประมาณ 3 ชั่วโมง. หลังจากปูแผ่นยางเรียบร้อยแล้วได้อาศัยแรงงานชาวบ้านภายใต้การนำของพัฒนาการอำเภอติดตั้งเครื่องสูบน้ำพร้อมท่อน้ำส่ง 2 ชุด, วางท่อน้ำล้น, ทำรั้วรอบบริเวณสระน้ำ, ติดตั้งเสาวัชระค้ำน้ำ และปลูกหญ้าคลุมบริเวณพื้นที่ชานรับน้ำ.

5. ข้อมูลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นยาง

วท. ได้วิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นยางก่อนจะนำไปทดลองบรูสน้ำ และติดตั้งแผ่นยางไว้ที่สระน้ำ (บริเวณลาดเอียง) และได้ติดตามเก็บตัวอย่างเป็นระยะ ๆ เพื่อทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ.

คุณสมบัติของแผ่นยางซึ่งใช้ทดลองบรูสน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ มีดังแสดงในตารางที่ 5.

ตารางที่ 6 และ 7 และรูปที่ 13 และ 14 แสดงคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังการอบด้วยลมร้อน (heat aging) และการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 70^oซ.

ผลของคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปของแผ่นยางภายหลังการบรูสน้ำ มีแสดงในตารางที่ 8 และรูปที่ 15 (การเปลี่ยนของความต้านแรงดึง), ตารางที่ 9 และรูปที่ 16 (การเปลี่ยนของความยืดที่จุดขาด), ตารางที่ 10 และรูปที่ 17 (การเปลี่ยนของความต้านแรงฉีกขาด), และตารางที่ 11 (การเปลี่ยนของแรงเชื่อมรอยต่อ).

ตารางที่ 5. คุณสมบัติของแผ่นยางซึ่งใช้ทดลองปูสะพานในพื่นที่ต่าง ๆ กัน

คุณสมบัติ สระที่	ความต้าน แรงดึง (กก./ซม. ²)	ความต้านแรง ดึงที่จุดยึดคอก ร้อยละ 300	ความต้านแรง ฉีกขาด (กก./ซม.)	ความยืดที่จุด ขาด (ร้อยละ)	ความต้านแรง เชื่อมรอยต่อ (กก./ซม.)	ความต้านแรง ฉีก (กก.)	ความต้านทาน ต่อโอโซน (ซม.)	ความต้านต่อแสง UV (ซม.)
1	87.6	-	-	423	1.2	13	20-24	มากกว่า 3,000
2	76.1	38.8	33.6	394	0.7	7.5	20-24	(เริ่มมี microcrack)
3	93.3	41.4	32.0	350	1.3	13.2	20-24	
4	125.3	33.8	-	562	-	-	-	
5	134.9	49.9	23.6	492	0.8	12.7	20-24	
6	100-146.9	32.7	25-36.6	400-670	1.0	18.0	20-24	
7							(เริ่มมี microcrack)	

หมายเหตุ : ข้อแตกต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 4

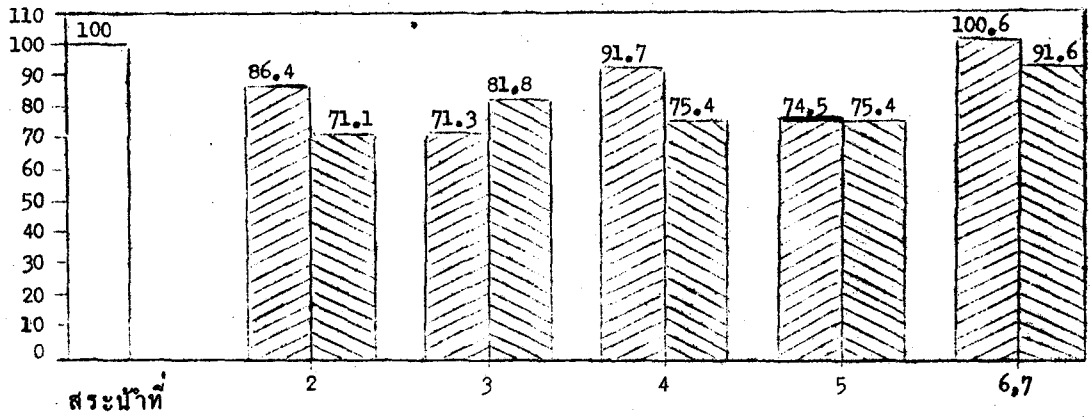
ตารางที่ 6. การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของแผ่นยางรองสรีระนํ้าภายใต้หลังการอบในอุณหภูมิมิ 70°C.

แผ่นยางตัวอย่าง	ค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)	ค่าความต้านแรงฉีกขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)	ค่าความยืดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)
<u>ยางรองสรีระนํ้าที่ 2</u>			
หลังอบ 96 ชม.	86.4	90.3	89.3
หลังอบ 168 ชม.	71.1	89.2	72.0
<u>ยางรองสรีระนํ้าที่ 3</u>			
หลังอบ 96 ชม.	71.3	109.0	69.6
หลังอบ 168 ชม.	81.8	102.4	90.2
<u>ยางรองสรีระนํ้าที่ 4</u>			
หลังอบ 96 ชม.	91.7	90.6	84.2
หลังอบ 168 ชม.	75.4	91.0	83.2
<u>ยางรองสรีระนํ้าที่ 5</u>			
หลังอบ 96 ชม.	74.5	105.5	77.2
หลังอบ 168 ชม.	75.4	92.2	77.2
<u>ยางรองสรีระนํ้าที่ 6 และ 7</u>			
หลังอบ 96 ชม.	100.6	98.3	87.5
หลังอบ 168 ชม.	91.6	95.3	88.0

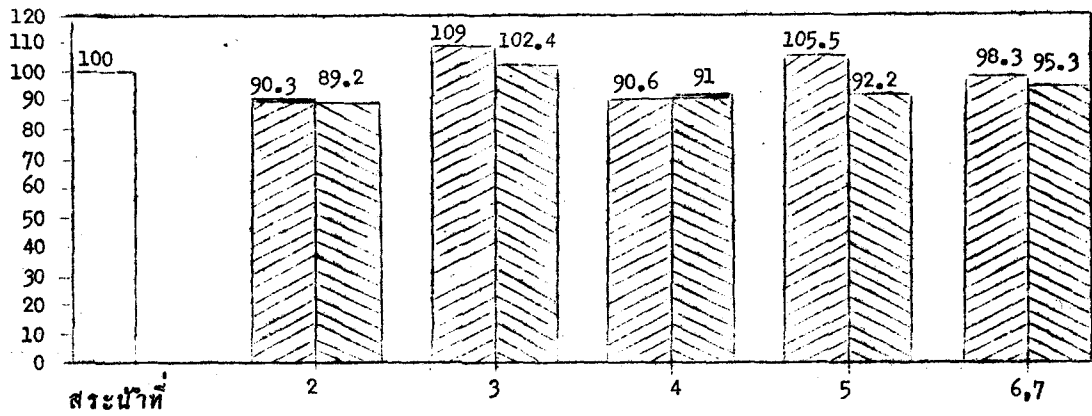
ตารางที่ 7. การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของสระน้ำภายหลังการอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 70°C.

แผนขงตัวอย่าง	ค่าความดันแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)	ค่าความต้านแรงฉีกขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)	ค่าความยืดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)
<u>ยางรองสระน้ำที่ 2</u>			
หลังอบ 70 ชม.	68.0	67.9	81.3
หลังอบ 166 ชม.	53.2	56.0	61.3
<u>ยางรองสระน้ำที่ 3</u>			
หลังอบ 70 ชม.	51.6	81.0	64.1
หลังอบ 166 ชม.	43.9	71.7	56.5
<u>ยางรองสระน้ำที่ 4</u>			
หลังอบ 70 ชม.	77.1	68.9	84.2
หลังอบ 166 ชม.	55.1	64.9	61.4
<u>ยางรองสระน้ำที่ 5</u>			
หลังอบ 70 ชม.	51.6	81.9	63.3
หลังอบ 166 ชม.	52.7	73.5	59.5
<u>ยางรองสระน้ำที่ 6 และ 7</u>			
หลังอบ 70 ชม.	65.4	70.3	77.3
หลังอบ 166 ชม.	66.2	81.8	70.5

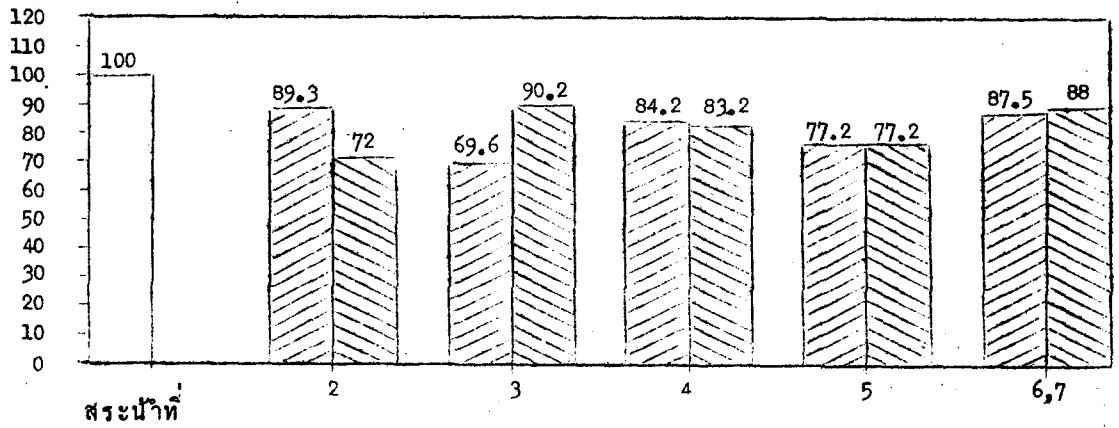
ค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



ค่าความต้านแรงฉีกขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)

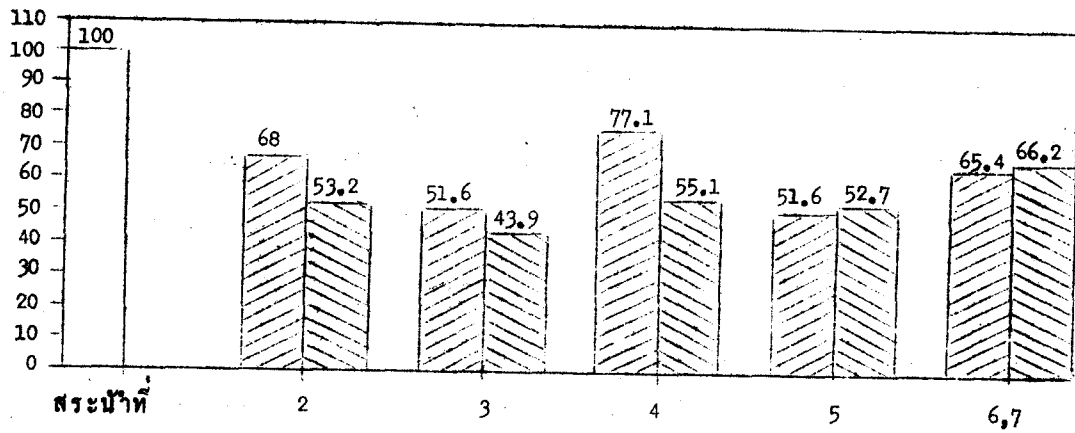


ค่าความยืดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)

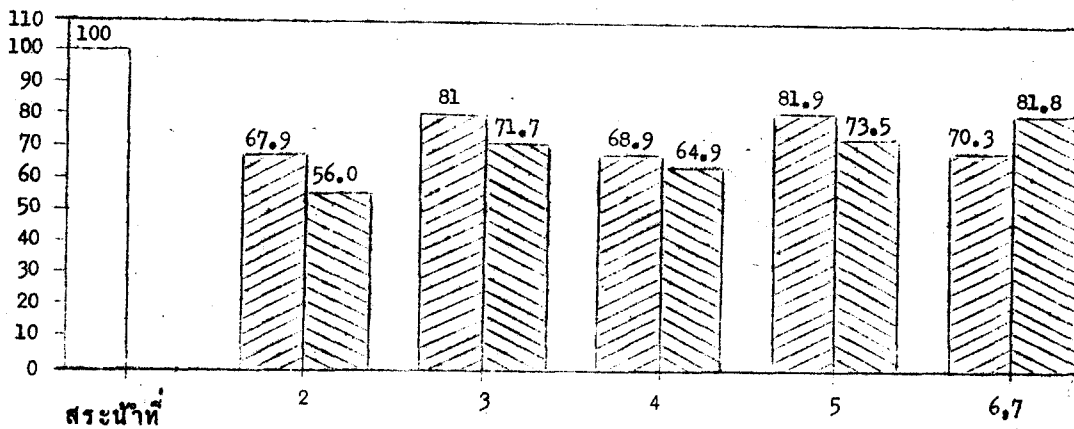


รูปที่ 13. แผนผังแสดงค่าคุณสมบัติของแผ่นยางที่ยังคงอยู่หลังการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C. เป็นเวลา 96 ชั่วโมง และ 168 ชั่วโมง

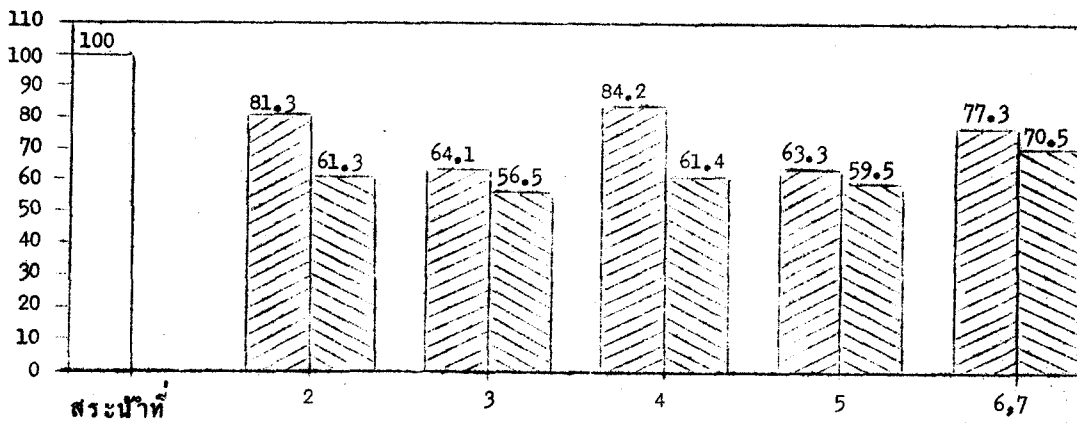
ค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



ค่าความต้านแรงดึงขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



ค่าความยืดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)

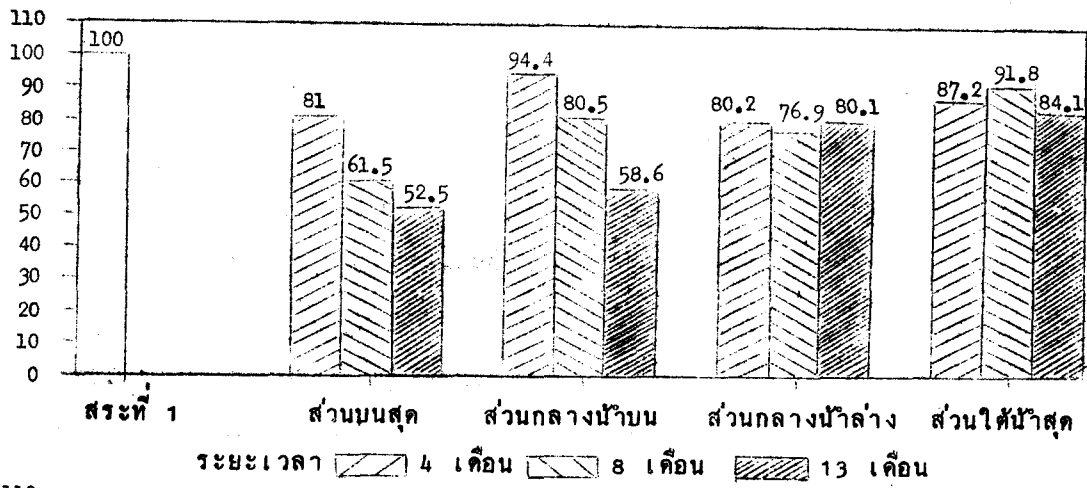


รูปที่ 14. แผนผังแสดงค่าคุณสมบัติของแผ่นยางที่ยังคงอยู่หลังการอบในน้ำที่อุณหภูมิ 70°C. เป็นเวลา 70 ชั่วโมง และ 166 ชั่วโมง

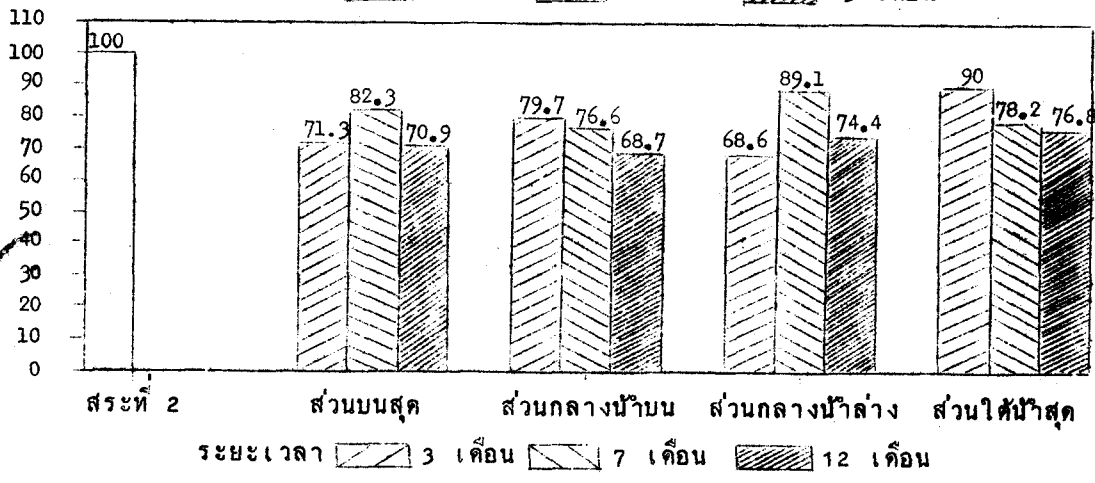
ตารางที่ 8. การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านแรงดึง
ของแผ่นยางรองสระน้ำหลังการใช้งานในตำแหน่งต่าง ๆ

แผ่นยางตัวอย่าง	ค่าความต้านแรงดึงที่คงอยู่ของแผ่นยาง (กก./ซม ²)			
	ส่วนบนสุด	ส่วนกลางด้านบน	ส่วนกลางด้านล่าง	ส่วนใต้เท้า
<u>ยางรองสระน้ำที่ 1</u>				
ก่อนการใช้งาน	87.6	-	-	-
หลังการใช้งาน 4 เดือน	70.9	82.6	70.3	76.3
หลังการใช้งาน 8 เดือน	53.8	70.5	67.3	80.4
หลังการใช้งาน 13 เดือน	46.0	51.3	70.1	73.6
<u>ยางรองสระน้ำที่ 2</u>				
ก่อนการใช้งาน	76.1	-	-	-
หลังการใช้งาน 3 เดือน	54.2	60.6	52.2	68.4
หลังการใช้งาน 7 เดือน	62.6	58.3	67.8	59.5
หลังการใช้งาน 12 เดือน	53.9	52.3	56.6	58.5
<u>ยางรองสระน้ำที่ 3</u>				
ก่อนการใช้งาน	93.3	-	-	-
หลังการใช้งาน 4 เดือน	68.2	66.5	66.1	63.8
หลังการใช้งาน 13 เดือน	52.8	51.8	50.9	61.8
<u>ยางรองสระน้ำที่ 4</u>				
ก่อนการใช้งาน	125.3	-	-	-
ไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์				
<u>ยางรองสระน้ำที่ 5</u>				
ก่อนการใช้งาน	134.9	-	-	-
หลังการใช้งาน 4 เดือน	-	130.1	130.1	136.4
หลังการใช้งาน 5 เดือน	116.9	97.1	93.8	106.3
<u>ยางรองสระน้ำที่ 6 และ 7</u>				
ก่อนการใช้งาน	100-146.9	-	-	-
ยังไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์				

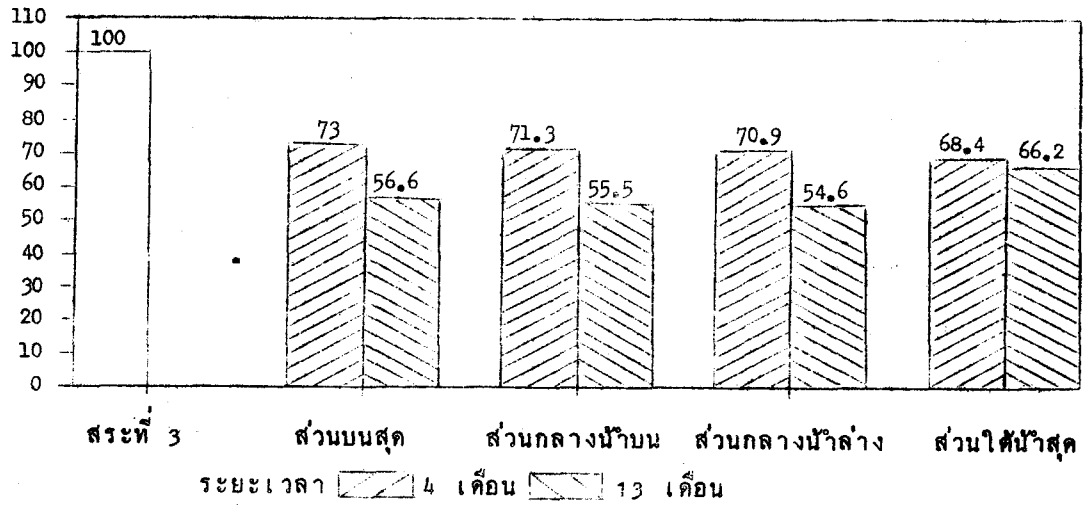
ค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



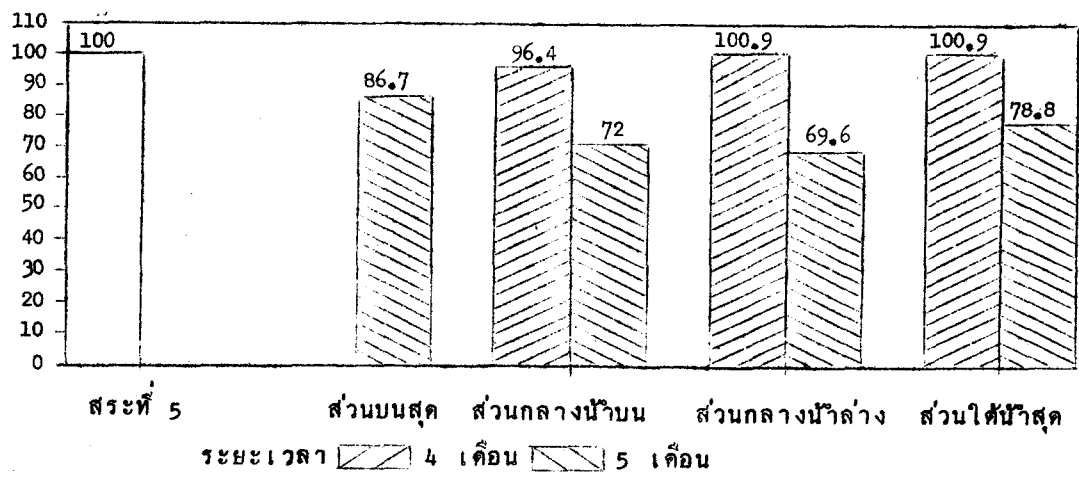
ค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



ค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



ค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)

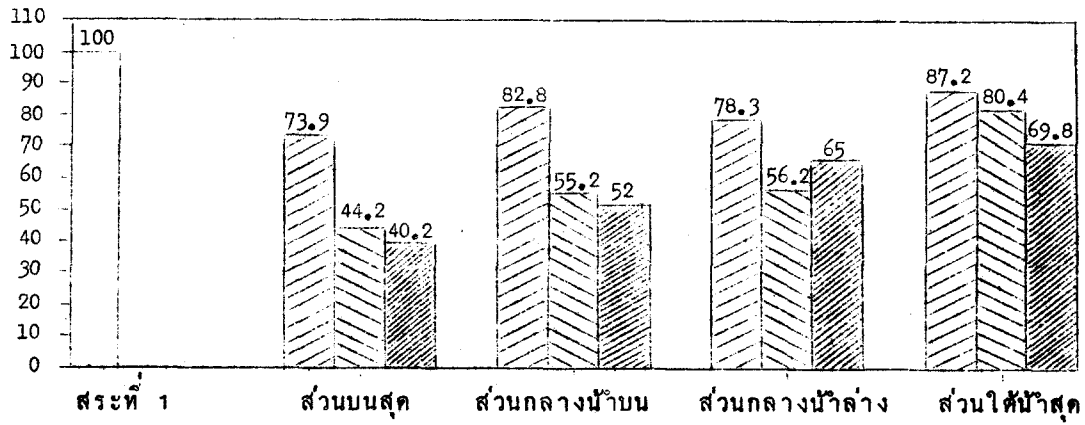


รูปที่ 15. แผนผังแสดงค่าความต้านแรงดึงที่ยังคงอยู่ของแผ่นยาง.

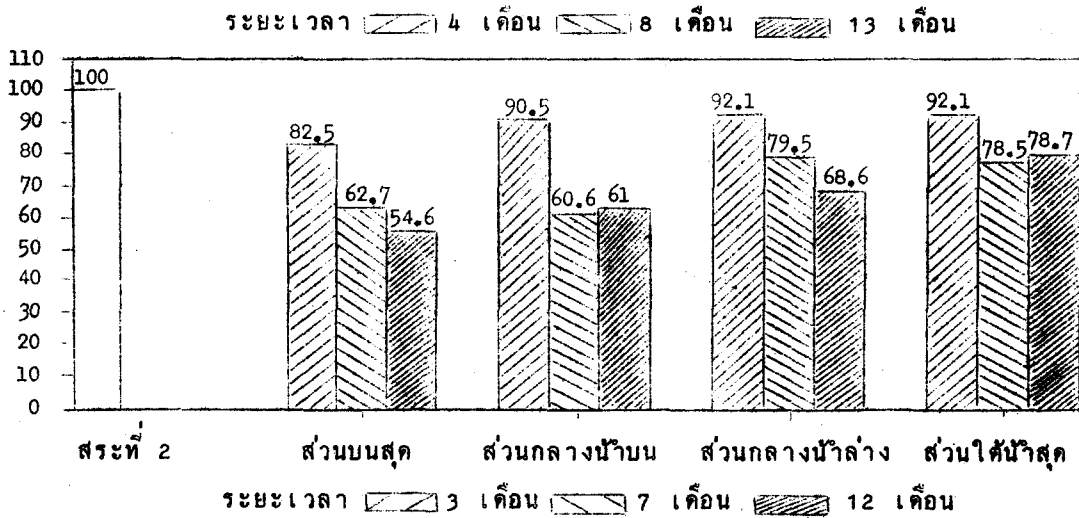
ตารางที่ 9. การเปลี่ยนแปลงของค่าความยืด
ที่จุดขาดของแผ่นยางรองสระน้ำหลังการใช้งานในตำแหน่งต่าง ๆ

แผ่นยางตัวอย่าง	ค่าความยืดที่จุดขาดที่คงอยู่ของแผ่นยาง (ร้อยละ)			
	ส่วนบนสุด	ส่วนกลางน้ำบน	ส่วนกลางน้ำล่าง	ส่วนให้น้ำสุด
<u>ยางรองสระน้ำที่ 1</u>				
ก่อนการใช้งาน	423	-	-	-
หลังการใช้งาน 4 เดือน	313	350	331	369
หลังการใช้งาน 8 เดือน	187	233	238	340
หลังการใช้งาน 13 เดือน	170	220	275	295
<u>ยางรองสระน้ำที่ 2</u>				
ก่อนการใช้งาน	394	-	-	-
หลังการใช้งาน 3 เดือน	325	356	363	363
หลังการใช้งาน 7 เดือน	247	239	313	309
หลังการใช้งาน 12 เดือน	215	240	270	310
<u>ยางรองสระน้ำที่ 3</u>				
ก่อนการใช้งาน	350	-	-	-
หลังการใช้งาน 4 เดือน	298	286	267	260
หลังการใช้งาน 13 เดือน	180	225	180	270
<u>ยางรองสระน้ำที่ 4</u>				
ก่อนการใช้งาน	-	-	-	-
ไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์				
<u>ยางรองสระน้ำที่ 5</u>				
ก่อนการใช้งาน	492	-	-	-
หลังการใช้งาน 4 เดือน	-	465	460	465
หลังการใช้งาน 5 เดือน	370	350	375	380
<u>ยางรองสระน้ำที่ 6 และ 7</u>				
ก่อนการใช้งาน	400-670	-	-	-
ยังไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์				

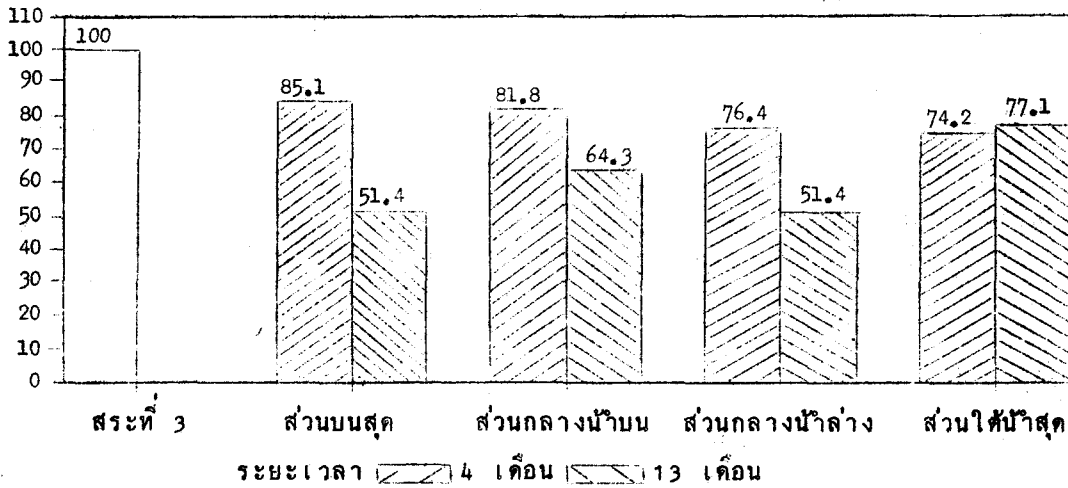
ค่าความยึดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



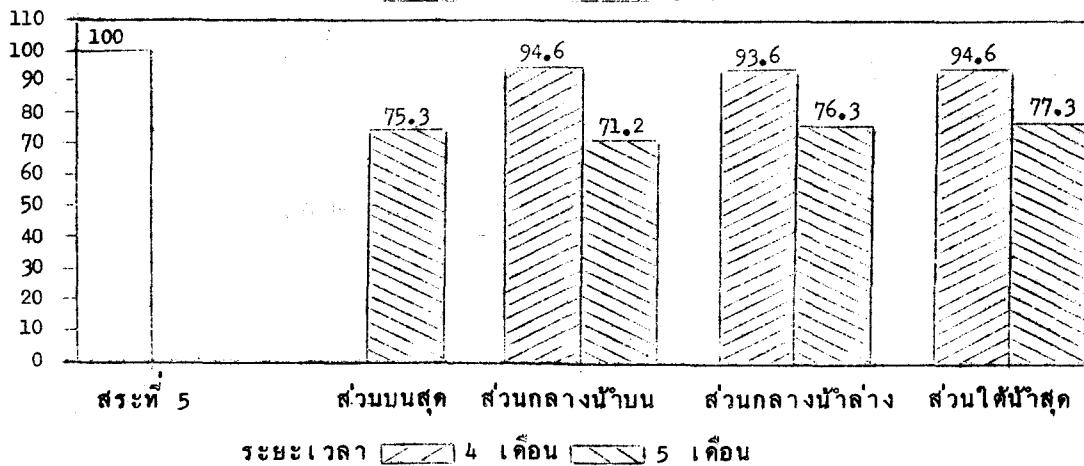
ค่าความยึดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



ค่าความยึดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



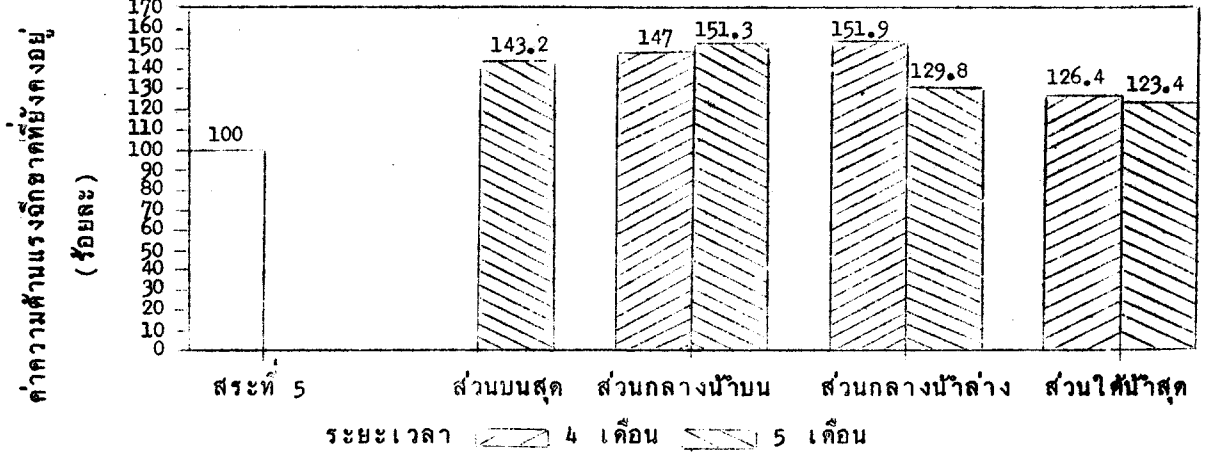
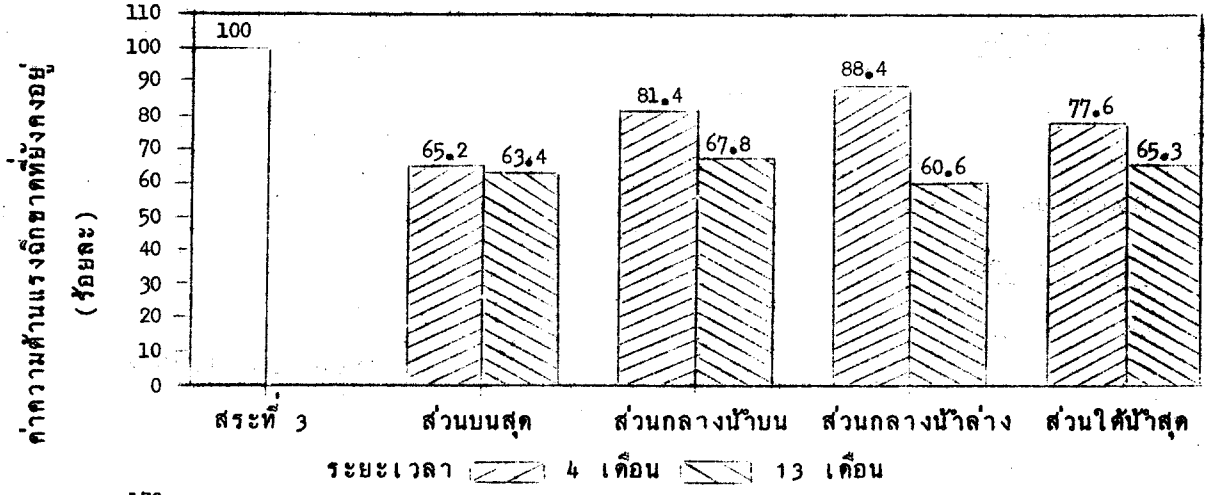
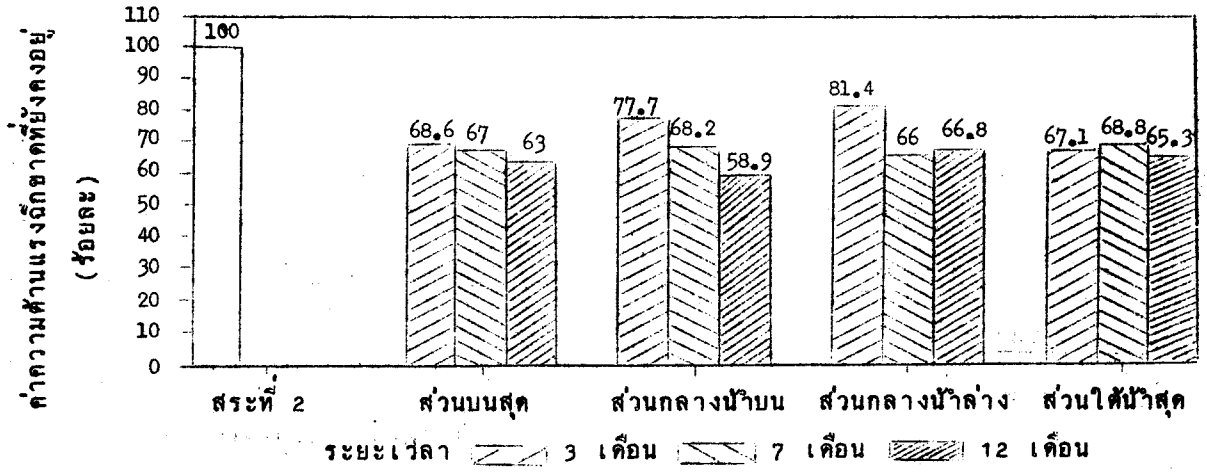
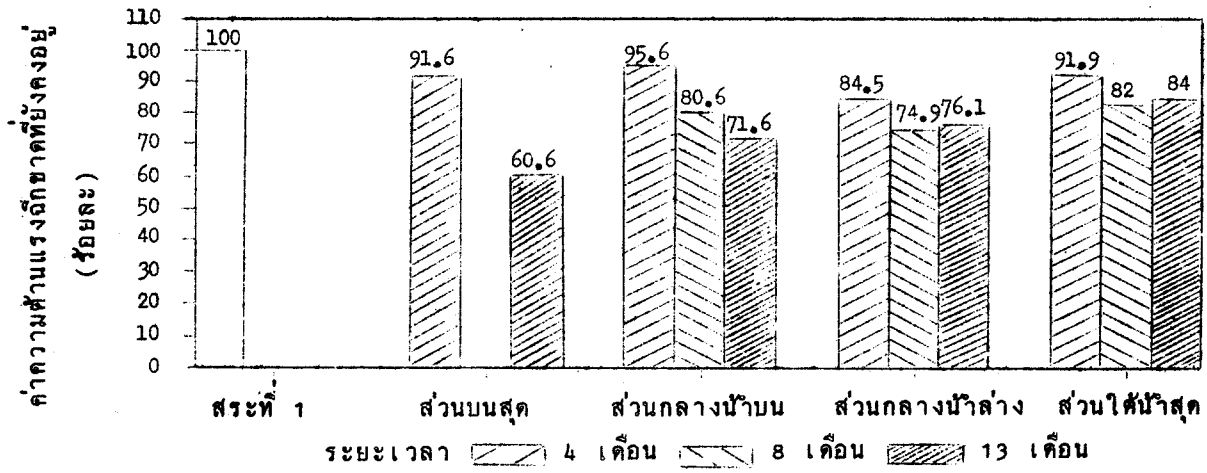
ค่าความยึดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ (ร้อยละ)



รูปที่ 16. แผนผังแสดงค่าความยึดที่จุดขาดที่ยังคงอยู่ของแผ่นยาง.

ตารางที่ 10. การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านแรง
ฉีกขาดของแผ่นยางรองสระน้ำหลังการปฏิบัติงานในตำแหน่งต่าง ๆ

แผ่นยางตัวอย่าง	ค่าความต้านแรงฉีกขาดที่คงอยู่ของแผ่นยาง (กก./ซม.)			
	ส่วนบนสุด	ส่วนกลางน้ำบน	ส่วนกลางน้ำล่าง	ส่วนให้น้ำสุด
<u>ยางรองสระน้ำที่ 1</u>				
ก่อนการปฏิบัติงาน	33(ผลจากโรงงาน)	-	-	-
หลังการปฏิบัติงาน 4 เดือน	30.2	31.5	27.9	30.3
หลังการปฏิบัติงาน 8 เดือน	-	26.6	24.7	27.1
หลังการปฏิบัติงาน 13 เดือน	20.0	25.6	25.1	27.7
<u>ยางรองสระน้ำที่ 2</u>				
ก่อนการปฏิบัติงาน	33.6	-	-	-
หลังการปฏิบัติงาน 3 เดือน	23.1	26.1	27.4	22.6
หลังการปฏิบัติงาน 7 เดือน	22.5	22.9	22.2	23.1
หลังการปฏิบัติงาน 12 เดือน	21.2	19.8	22.5	22.0
<u>ยางรองสระน้ำที่ 3</u>				
ก่อนการปฏิบัติงาน	32.0	-	-	-
หลังการปฏิบัติงาน 4 เดือน	20.9	26.1	28.3	24.9
หลังการปฏิบัติงาน 13 เดือน	20.3	21.7	19.4	20.9
<u>ยางรองสระน้ำที่ 4</u>				
ก่อนการปฏิบัติงาน	-	-	-	-
		ไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์		
<u>ยางรองสระน้ำที่ 5</u>				
ก่อนการปฏิบัติงาน	23.5	-	-	-
หลังการปฏิบัติงาน 4 เดือน	-	34.6	35.7	29.7
หลังการปฏิบัติงาน 5 เดือน	33.7	35.6	30.5	29.1
<u>ยางรองสระน้ำที่ 6 และ 7</u>				
ก่อนการปฏิบัติงาน	25-36.6	-	-	-
		ยังไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์		



รูปที่ 17. แผนผังแสดงค่าความต้านทานแรงฉีกขาดที่ยังคงอยู่ของแผ่นยาง.

ตารางที่ 11. การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านแรง
เชื่อมรอยต่อ (adhesion และ shear strength) ของแผ่นยางหลังการใช้งาน

แผ่นยางตัวอย่างบริเวณ รอยเชื่อมต่อของแผ่นยาง	Adhesion strength kgf/cm	Shear strength kgf
<u>ยางรองสระน้ำที่ 1</u>		
ก่อนการใช้งาน	1.2	13
หลังการใช้งาน 4 เดือน	1.2	18.4
หลังการใช้งาน 8 เดือน	-	17.0 ยางขาดจากกัน
หลังการใช้งาน 13 เดือน	-	-
<u>ยางรองสระน้ำที่ 2</u>		
ก่อนการใช้งาน	0.7	7.5
หลังการใช้งาน 3 เดือน	1.3	20.5
หลังการใช้งาน 7 เดือน	1.0	17.3
หลังการใช้งาน 12 เดือน	1.0	18.4
<u>ยางรองสระน้ำที่ 3</u>		
ก่อนการใช้งาน	1.3	13.2
หลังการใช้งาน 4 เดือน	1.1	15.6
หลังการใช้งาน 13 เดือน	-	-
<u>ยางรองสระน้ำที่ 4</u>		
ก่อนการใช้งาน	-	-
ไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์		
<u>ยางรองสระน้ำที่ 5</u>		
ก่อนการใช้งาน	0.8	12.7
หลังการใช้งาน 4 เดือน	0.9	17.3
หลังการใช้งาน 5 เดือน	0.8	13.5
<u>ยางรองสระน้ำที่ 6 และ 7</u>		
ก่อนการใช้งาน	1.0	18.0
ยังไม่ได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์		

6. สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำในชนบท โดยเฉพาะในฤดูแล้ง และการศึกษาการใช้ประโยชน์ยางธรรมชาติ ซึ่งผลิตได้เองภายในประเทศและส่งออกในรูปแบบของยางดิบส่วนใหญ่, วท. จึงได้ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาการใช้แผ่นยางธรรมชาติเพื่อป้อนสระน้ำ ซึ่งไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ เนื่องจากสภาพพื้นดินเป็นดินปนทราย หรือในบริเวณที่มีน้ำกร่อยเพื่อป้องกันไม่ให้ซึมเข้าบ้นเปื้อนน้ำซึ่งกักเก็บไว้ได้. วท. ได้ทดลองพัฒนาแผ่นยางโดยร่วมมือกับโรงงานของบริษัทแสวงไทยผลิตยาง จำกัด ผลิตแผ่นยางจากวัตถุดิบยางธรรมชาติผสมกับยางรีไซเคิล เพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบ. นอกจากนี้ วท. ได้ทดลองแปรรูปยางแผ่นโดยเน้นการเลือกใช้สารและแปรปริมาณสารป้องกันการเสื่อมสภาพ ได้แก่สาร antioxidants และสาร antiozonants. คุณสมบัติของยางแผ่นที่ทดสอบได้แก่ ค่าความต้านแรงดึง, ความยืดที่จุดขาด, ความต้านแรงฉีกขาด, และคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังการเร่งสภาวะ. ตารางที่ 12 แสดงคุณสมบัติของแผ่นยางธรรมชาติดังกล่าว เปรียบเทียบกับแผ่นยางสังเคราะห์ EPDM, ยางบิวทิล และยางไฮพาลอน. จากตารางจะพบว่าแผ่นยางธรรมชาตินี้ใช้สูตรพื้นฐานของแผ่นโดยทั่วไป, มีการผสมยางรีไซเคิลเพื่อลดต้นทุนการผลิต และใช้สารป้องกันการเสื่อมสภาพ. คุณสมบัติของแผ่นยางธรรมชาตินี้มีค่าความต้านแรงดึง และความยืดที่จุดขาดสูงกว่าค่าของแผ่นยางสังเคราะห์. ส่วนค่าอื่น ๆ โดยเฉพาะความต้านทานต่อสภาวะดินฟ้าอากาศและโอโซนนั้น แผ่นยางธรรมชาตินี้จะดีกว่าแผ่นยางสังเคราะห์. ในระยะยาวแล้วแผ่นยางธรรมชาตินี้จะไม่ทนทานเท่ากับยางสังเคราะห์. อย่างไรก็ตามแผ่นยางซึ่งใช้ป้อนสระน้ำนี้อยู่ในลักษณะนิ่ง (static) ไม่มีการเคลื่อนไหวหรือต้องรับแรงมาก, วท. จึงคาดว่าหากได้มีการดูแลรักษาและป้องกันการฉีกขาดอันเกิดจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ แล้ว แผ่นยางธรรมชาตินี้ซึ่งใช้ป้อนสระน้ำนี้ จะมีอายุการใช้งานยืนนานพอสมควร แม้จะไม่เทียบเท่ากับยางสังเคราะห์ EPDM หรือ Hypalon ซึ่งผู้ผลิตคาดการณ์อายุใช้งานไว้ถึง 50 ปี.

ตารางที่ 12. เปรียบเทียบคุณสมบัติของยางแผ่นธรรมชาติและยางแผ่นสังเคราะห์ที่ใช้ในการปูรองสะพาน

คุณลักษณะ	ยางแผ่นธรรมชาติ		ยางแผ่น EPDM ¹		ยางแผ่น Butyl ²		ยางแผ่น Hypalon ³	
	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ
1. ความต้านแรงดึง, กก./ซม. ²	ASTM D 412	> 80 (โดยทั่วไปจะมากกว่า 100)	ASTM D 412	> 84		> 85	ASTM D 412	> 70
2. ความต้านแรงดึงที่ความยืดหยุ่น 300, กก./ซม. ²	ASTM D 412	> 33	ASTM D 412	> 42		> 42		-
3. ความยืดหยุ่นที่จุดขาด, ร้อยละ	ASTM D 412	> 400	ASTM D 412	> 450		> 300	ASTM D 412	> 250
4. ความต้านแรงฉีกขาด, กก./ซม.	ASTM D 624	> 24	ASTM D 624	> 27		26.5		-
5. ความต้านต่อการเร่งสภาวะต่าง ๆ	ที่ 70°ซ., 168 ชม.	> 70	ASTM D 573	> 75	ที่ 115°ซ., 7 วัน	> 70	ASTM D 412 (14วันที่100ซ.)	> 70
5.1 ความร้อน		-		80-150		-		-
-ความต้านแรงดึงที่คงอยู่, ร้อยละ		> 70		> 75		> 70		> 70
-ความต้านแรงดึงที่ความยืดหยุ่น 300 ที่คงอยู่, ร้อยละ		-		80-150		-		-
-ความยืดหยุ่นที่จุดขาดที่คงอยู่, ร้อยละ		> 70		> 75		> 70		> 150

คุณสมบัติพิเศษ	ยางแผ่นธรรมชาติ		ยางแผ่น EPDM ¹		ยางแผ่น Butyl ²		ยางแผ่น Hypalon ³	
	สถานะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สถานะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สถานะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สถานะการทดสอบ	คุณสมบัติ
-ความต้านแรงฉีกขาดที่คงอยู่, ร้อยละ 5.2 ในน้ำ	ที่ 70 °ซ., 166 ซม.	> 90		50-150				
-ความต้านแรงดึงที่คงอยู่, ร้อยละ		> 44		-				
-ความต้านแรงดึงที่ความยืด ร้อยละ 300 ที่คงอยู่, ร้อยละ		-		-				
-ความยืดที่จุดขาดที่คงอยู่, ร้อยละ		> 55		-				
-ความต้านแรงฉีกขาดที่คงอยู่, ร้อยละ		> 55		-				
6. ความต้านทานต่อสภาวะดินฟ้าอากาศ	ASTM G 53	เริ่มพบรอยแตก (microcrack) เมื่อเวลาผ่านไปกว่า 3,000 ซม.	สภาวะอากาศภายนอกตามธรรมชาติ ความยืดร้อยละ 100	ไม่พบรอยแตก หลังจาก 56,160 ซม.				
	วิธีธรรมชาติ (ISO 2810)	ยังไม่พบรอยแตก						

คุณลักษณะ	ยางแผ่นธรรมชาติ		ยางแผ่น EPDM ¹		ยางแผ่น Butyl ²		ยางแผ่น Hypalon ³	
	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ	สภาวะการทดสอบ	คุณสมบัติ
7. ความต้านทานต่อโอโซน	50 ppbm ที่ 40°C., ความยืดร้อยละ 20	เริ่มพบรอยแตกเมื่อ 20-24 ชม.	1000±100 ppbm ที่ 40±2°C., ความยืดร้อยละ 100	ไม่พบรอยแตกหลังจาก 168 และ 36,000 ชม.	50 ppbm ที่ 40°C., ความยืดร้อยละ 20	ไม่พบรอยแตกหลังจาก 168 ชม.	ASTM D-1149 3 ppm ที่ 40°C., ความยืดร้อยละ 30 เวลา 70 ชม. ASTM D 471 (7วัน, 2ซี.)	ไม่มีรอยแตกเมื่อทำการทดสอบขยาย 7 เท่า
8. การดูดซึมน้ำ, ร้อยละ		-						
9. ความกว้างจำเพาะ		1.1						
10. ความต้านแรงเชื่อมรอยต่อ, กก./ชม.	JIS K	1.0						
11. ความต้านแรงฉีกรอยต่อ, กก.	6301-1975	13-18						

1. แผ่นยาง EPDM (MIZU sheet) ของบริษัท Mitsuboshi

2. แผ่นยาง Butyl ของบริษัท Dunlop

3. แผ่นยาง Hypalon ของบริษัท Du Pont

ตารางที่ 4 แสดงสูตรยางซึ่งผลิตและทดลองบุงรองสระน้ำในแหล่งต่าง ๆ. สูตรดังกล่าวเป็นสูตรซึ่ง วท. ได้ทดลองและทดสอบคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ และสรุปในเบื้องต้นแล้วว่ามีความคงทนและสามารถใช้เป็นแผ่นบุงรองสระน้ำได้. อย่างไรก็ตามก็จะต้องรอเก็บข้อมูลขณะใช้งานเพื่อหาข้อสรุปที่แน่ชัดต่อไป. โรงงานซึ่งเป็นผู้ผลิตแผ่นยางคือ โรงงานแสงไทยผลิตรายซึ่งเป็นโรงงานขนาดกลาง สามารถผลิตแผ่นได้ความกว้างประมาณ 0.9-1.0 เมตร, ความหนาของแผ่นที่ใช้ประมาณ 1.5-2 มิลลิเมตร. แผ่นที่ได้นี้ต้องนำมาเชื่อมต่อกันด้วยกาวนีโอพรีน โดยให้ยางเหลื่อมทับกัน 5-10 เซนติเมตร. การเชื่อมต่อแผ่นยางนั้นโดยทั่วไปจะทำที่โรงงาน และขนส่งแผ่นสำเร็จรูปทั้งชั้นไปบุงรองสระน้ำ โดยพยายามไม่ให้มีการเชื่อมต่อที่พื้นได้เลย, ยกเว้นการซ่อมแซมส่วนที่ขาด หรือเสียหายหลุดจากกันบ้างเท่านั้น, ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในขณะปฏิบัติงานในพื้นที่ อีกทั้งการเชื่อมต่อที่โรงงานจะมีประสิทธิภาพดีกว่า.

การเลือกและเตรียมพื้นที่สำหรับสร้างสระน้ำนั้น วท. ร่วมมือกับกรมการพัฒนาชุมชน (พช.) ในการสำรวจและคัดเลือกสถานที่โดยใช้ข้อพิจารณาดังนี้:

- เป็นพื้นที่แห้งแล้ง ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้.
- สามารถนำน้ำมากักเก็บได้ เช่น มีฝนปริมาณพอเพียง มีน้ำจากลำน้ำอื่น ฯลฯ.
- ไม่มีแหล่งน้ำใต้ดิน.
- อยู่ใกล้ชุมชนที่มีความต้องการใช้น้ำ และยังไม่มีการพัฒนาแหล่งน้ำจากหน่วยงานใดเข้าดำเนินการ.
- สามารถขอรับความร่วมมือจากชาวบ้านและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ได้ดี.

สำหรับรูปแบบสระน้ำนั้น จะใช้แบบแปลนสำหรับการสร้างสระเก็บน้ำตามแบบของ พช. ที่ 33/2526 และ 34/2626 โดยเป็นแบบแปลนสระเก็บน้ำผิวน้ำที่ไหลมาบนผิวดิน ซึ่งมีความลาดเท และมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่ากันสระ และแบบแปลนสำหรับสระเก็บน้ำใบบริเวณพื้นที่ราบตามลำดับ.

การจัดทำสระน้ำมีงานหลักคือ การขุดสระน้ำซึ่งใช้แรงคนสำหรับสระขนาดเล็ก, แต่ถ้าเป็นสระขนาดใหญ่ เช่น สระขนาดมาตรฐาน (50×60×4 ลบ.เมตร) จะต้องใช้เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ ซึ่ง วท. ได้รับความร่วมมือจาก สำนักงานพัฒนาชุมชนเขตของ พช. การขุดสระน้ำขนาดมาตรฐานจะใช้เวลาประมาณ 7-15 วัน แล้วแต่สภาพพื้นที่และดินฟ้าอากาศ. หลังจากขุดแล้วจะต้องมีการตกแต่งลาดสระด้านข้างและกันสระ, การทำคันดินรอบสระ, การทำขานรับน้ำ, การปรับแต่งและบดอัด, การทำร่องที่ขอบสระเพื่อฝังยึดชายแผ่นยาง. เมื่อจัดเตรียมพื้นที่สระน้ำและตรวจดูว่าไม่มีเศษหิน ไม้ หรือสิ่ง

มีคมีในบริเวณซึ่งจะทำให้แผ่นยางฉีกขาดเสียหายแล้ว ก็เตรียมติดตั้งแผ่นยางไว้. แผ่นยางนี้ควรชนมาที่พื้นที่ก่อนติดตั้งประมาณ 1-2 วัน เพื่อจะได้ตรวจสอบความเรียบร้อย และจัดการซ่อมแซมรอยชำรุดก่อน. การปูแผ่นยางนั้น วท.ใช้ระบบการปูแผ่นยางสำเร็จรูป กล่าวคือ จะไม่มีการเชื่อมต่อแผ่นในพื้นที่เลย. สำหรับบ่อใหญ่ นั้น จะใช้กำลังชาวบ้านและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่จำนวนประมาณ 200-300 คนช่วยดึงแผ่นยาง, โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มดึงในมุมต่าง ๆ กัน ทั้งนี้จะต้องมีผู้ควบคุมคอยให้สัญญาณให้ดึงพร้อมเพรียงกัน เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นยางฉีกขาด. หลังจากปูแผ่นยางแล้ว ก็ควรมีมาตรการป้องกันการชำรุดเสียหายของแผ่นยาง เช่น :

- ใช้วัสดุทุกสัปดาห์แผ่นยาง เช่น ดิน, อิฐ, หิน, คอนกรีต, แผ่นซีเมนต์, และสี่เหลี่ยม เป็นต้น.
- จัดทำระบบการนำน้ำเข้าและออกจากสระ เพื่อป้องกันการเลื่อนไถลหรือทรุดของวัสดุเนื่องจากน้ำไหลเข้า-ออก.
- ตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้เครื่องมือ.
- ตรวจสอบการเสื่อมสภาพของยางเป็นระยะ ๆ.
- จัดทำระบบการป้องกันอื่น ๆ เช่น ทำรั้วล้อม ทำท่อน้ำฝน ฯลฯ.

ในระหว่างปลายปี 2530 ถึงปี 2531 วท.ได้ร่วมกับโรงงานแสงไทยผลิตยาง ทดลองผลิตแผ่นยางเพื่อใช้ปูรองสระน้ำ รวมจำนวน 7 สระด้วยกัน คือ:

- ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนตามพระราชดำริ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

สระที่ 1 ปูรองด้วยแผ่นยางธรรมชาติ

ขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร และลึก 1.5 เมตร

จุน้ำได้ประมาณ 50 ลบ.เมตร

ติดตั้งเมื่อวันที่ 17 เมษายน 2530

สระที่ 2 ปูรองด้วยแผ่นยางธรรมชาติและคาคับด้วยคอนกรีต

ขนาดกว้าง 6.5 เมตร ยาว 7.5 เมตร และลึก 1.3 เมตร

จุน้ำได้ประมาณ 50 ลบ.เมตร

ติดตั้งเมื่อวันที่ 27-28 พฤษภาคม 2530

- สระที่ 3 ปูรองด้วยแผ่นยางธรรมชาติ
ขนาดกว้าง 24 เมตร ยาว 27.5 เมตร และลึก 2 เมตร
จุน้ำได้ประมาณ 1,000 ลบ.เมตร
ติดตั้งเมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2530
- ที่ วท.
สระที่ 4 ปูรองด้วยแผ่นยางธรรมชาติ
ขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 6 เมตร และลึก 0.4 เมตร
จุน้ำได้ประมาณ 10 ลบ.เมตร
ติดตั้งเมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2530
- ที่บ้านค้อ ต.อึ้งออง อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด
สระที่ 5 ปูรองด้วยแผ่นยางธรรมชาติและคาดทับด้วยคอนกรีต ใช้แบบ พช. ที่ 34/2526
ขนาดกว้าง 50 เมตร ยาว 60 เมตร และลึก 4 เมตร
จุน้ำได้ประมาณ 10,000 ลบ.เมตร
ติดตั้งเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2530
- ที่บ้านยางสะอาด ต.คงบัง อ.นาตุน จ.มหาสารคาม
สระที่ 6 ปูรองด้วยแผ่นยางธรรมชาติ ใช้แบบ พช. ที่ 34/2526
ขนาดกว้าง 50 เมตร ยาว 60 เมตร และลึก 4 เมตร
จุน้ำได้ประมาณ 10,000 ลบ.เมตร
ติดตั้งเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2531
- ที่ศูนย์ฝึกอาชีพเขาวงขน ต.คอนไฟ อ.แม่ทะ จ.ลำปาง
สระที่ 7 ปูรองด้วยแผ่นยางธรรมชาติ ใช้แบบ พช. ที่ 33/2526
ขนาดกว้าง 50 เมตร ยาว 60 เมตร และลึก 4 เมตร
จุน้ำได้ประมาณ 10,000 ลบ.เมตร
ติดตั้งเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2531

หลังจากติดตั้งแผ่นยางป้อนสรณะน้ำแล้ว วท. ได้ติดตามติดตั้งตัวอย่างแผ่นซึ่งคิดไว้ที่บริเวณลาดเอียงของสรณะน้ำและทดสอบหาค่าคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปเป็นระยะ ๆ. ในปัจจุบันแผ่นยางซึ่งอยู่ในสภาวะที่ 1 ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนตามพระราชดำริ มีอายุการใช้งานได้ประมาณ 17 เดือนแล้ว (กันยายน 2531) และยังคงอยู่ในสภาพใช้การได้ดีเช่นเดียวกับสรณะอื่น ๆ ซึ่งอยู่ในเวลาต่อมา. จากการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติของแผ่นยางจากสรณะน้ำในพื้นที่ต่าง ๆ พบว่า ค่าความต้านแรงดึงที่คงอยู่ภายหลัง 12 เดือน เหลือร้อยละ 50-84, ค่าความยืดที่จุดขาดที่คงอยู่ภายหลัง 12 เดือน เหลือร้อยละ 40-79, ส่วนค่าความต้านแรงฉีกขาดที่คงอยู่ภายหลัง 12 เดือน เหลือร้อยละ 60-84, ทั้งนี้ขึ้นกับตำแหน่งของแผ่นยางว่าอยู่เหนือน้ำผิวน้ำ หรือใต้น้ำ. จากค่าวิเคราะห์ที่ได้พบว่า แผ่นยางบริเวณที่อยู่เหนือน้ำจะเสื่อมเร็วกว่าแผ่นยางบริเวณที่อยู่ใต้น้ำแต่ก็ไม่มากนัก. นอกจากนี้ยังพบว่ายางบริเวณผิวน้ำจะมีรอยแตกในลักษณะตรงผิวน้ำมากกว่าที่อื่น ๆ, ทั้งนี้เนื่องมาจากการหดตัวและขยายตัวของผิวน้ำเมื่อถูกน้ำและเมื่อน้ำแห้ง. สำหรับค่าความต้านแรงเชื่อมรอยต่อของแผ่นยางนั้น พบว่า ภายหลังจากการใช้งานค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก, ส่วนความต้านแรงฉีกมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้ วท. จะติดตามและเก็บตัวอย่างแผ่นยางเพื่อวิเคราะห์และประเมินผลต่อไป.

จากการทดลองและพัฒนาแผ่นยางธรรมชาติเพื่อใช้ป้อนบ่อน้ำนั้น คณะผู้ปฏิบัติงานได้ประสบปัญหาและอุปสรรคนานาประการ โดยเฉพาะในเรื่องการใช้อุปกรณ์การผลิตและทดสอบแผ่นยาง. การควบคุมการผลิตและวิเคราะห์คุณภาพแผ่นยางซึ่งต้องใช้เครื่องมือจากหลายหน่วยงาน ทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้มีความผิดพลาดและไม่สามารถให้ข้อสรุปที่ชัดเจนได้. ปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ พอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้:

ก. ปัญหาในการทดลองผลิตและทดสอบคุณภาพแผ่นยางธรรมชาติ

<u>ปัญหา</u>	<u>ข้อเสนอแนะ</u>
1) อุปกรณ์การผลิตและการทดสอบใน วท. มีไม่เพียงพอ จึงต้องใช้อุปกรณ์จากหน่วยงานอื่น ๆ นอก วท. และเป็นสาเหตุให้การทดลองดำเนินไปอย่างล่าช้า และอาจไม่สมบูรณ์ตามเป้าหมายที่วางไว้ นอกจากนี้อุปกรณ์จากหน่วยงานต่าง ๆ มีมาตรฐานแตกต่างกัน	- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์การผลิตและทดสอบให้พร้อมภายในหน่วยงาน วท. - ประสานกับหน่วยงานอื่น ๆ นอก วท. เพื่อร่วมใช้เครื่องมืออย่างเป็นทางการ โดยวางแผนการใช้ล่วงหน้า - จัดให้มีการสอบเทียบมาตรฐานของเครื่องมือในหน่วยงานต่าง ๆ

ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

- 2) ขาดบุคลากรในการทดลองปฏิบัติการอย่างจริงจัง โดยเฉพาะบุคลากรในสาขาเทคโนโลยีการยาง
- จัดหาและพัฒนาบุคลากรในสาขาเทคโนโลยีการยาง (อาจใช้บุคลากรในสาขาวิทยาศาสตร์หรือเคมีก็ได้ โดยจัดให้ผ่านการอบรมวิชาเทคโนโลยีการยาง)

พ. ปัญหาในกระบวนการผลิตแผ่นยางธรรมชาติในโรงงาน

ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

- 1) การควบคุมคุณภาพในการผลิตแผ่นยางธรรมชาติของโรงงานยังไม่เหมาะสมตึก ซึ่งรวมถึงปัญหาใน
- กระบวนการผลิตแผ่น
 - กระบวนการตัดต่อแผ่นยาง
 - อุปกรณ์บางเครื่องมีข้อบกพร่อง เช่น เครื่องวัดแผ่นยางให้สูก มีแรงอัดไม่สม่ำเสมอเท่ากันตลอด, เครื่องรีดแผ่นยังใช้แรงมือช่วย ทำให้แผ่นมีความหนาไม่สม่ำเสมอ
- 2) เนื่องจากตลาดของแผ่นยางธรรมชาติยังคงแคบและยังไม่มีแผนงานแน่นอนในการใช้แผ่นยางปรงสรรน้ำ จึงมีโรงงานที่ให้ความร่วมมือในการทดลองผลิตแผ่นยางปรงสรรน้ำเป็นจำนวนน้อย นอกจากนี้โรงงานซึ่งมีเครื่องจักรอุปกรณ์พร้อมในการผลิตแผ่นยาง มักจะมีกิจกรรมดำเนินอยู่เองมากแล้ว
- จัดระบบการควบคุมคุณภาพในโรงงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
- ใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ทันสมัย เช่น มีระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม อย่างไรก็ตามที่ตลาดแผ่นยางยังไม่กว้าง การลงทุนซื้อเครื่องจักรทันสมัยจึงต้องคำนึงถึงความคุ้มทุนด้วย
- ศึกษาและหาข้อสนับสนุนในการใช้ และผลิตแผ่นยางเพื่อปรงสรรน้ำให้มากขึ้น

ค. ปัญหาในการเตรียมพื้นที่และทดลองติดตั้งแผ่นยางปูรองสระน้ำ

ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

- 1) สภาพการเตรียมสระน้ำในบางพื้นที่ยังไม่เหมาะสม - - วางแผนดำเนินการให้เสร็จก่อนฤดูฝน
สมคึก เนื่องจากต้องดำเนินการในช่วงฤดูฝน
จึงทำให้ขาดความสอดคล้องในระหว่างเวลา
ที่ขุดสระเสร็จ และเวลาที่ทำแผ่นยางเสร็จ
(สาเหตุที่ต้องดำเนินการในช่วงฤดูฝนเป็น
เพราะได้รับอนุมัติงบประมาณให้ดำเนินการ
ในช่วงฤดูฝน และในบางครั้งโรงงานไม่
สามารถผลิตแผ่นยางได้เสร็จทันฤดูฝน เนื่อง-
จากมีข้อผูกพันในการผลิตผลิตภัณฑ์กับหน่วยงาน
อื่นแล้ว)
- 2) มีการฉีกขาดของแผ่นยางหลังการปู
 - ติดประกาศและทำความเข้าใจกับชาวบ้าน
ในกรณีแผ่นยางอาจเกิดการฉีกขาดได้
ถ้าคนหรือสัตว์เดินลงไปเหยียบย่ำ หรือใช้
สิ่งต่าง ๆ ทิ่มแทงลงบนแผ่นยาง โดยเฉพาะ
บริเวณลาดเอียง
 - จัดทำรั้วรอบบริเวณสระน้ำ
 - จัดหาวิธีนำน้ำจากสระออกมาใช้ โดยหลีกเลี่ยง
การเดินลงไปตักน้ำในสระ เช่น จัดทำบันได
หรือติดตั้งปั้มน้ำ

นอกจากนี้ยังมีข้อ เสนอแนะในด้านการเตรียมพื้นที่และติดตั้งแผ่นยางปูรองสระน้ำเพิ่มเติมดังนี้:

- ควรประชุมปรึกษากับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ เพื่อให้เข้าใจวัตถุประสงค์, ความร่วมมือที่ต้องการทั้งจาก
เจ้าหน้าที่และชาวบ้าน, และเพื่อร่วมกันวางแผนในการดำเนินการในพื้นที่ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สังคม
และวัฒนธรรม.

- สร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้นำชาวบ้านและชาวบ้าน โดยการเข้าเยี่ยมเยียนในหมู่บ้านก่อนการดำเนินการ.
- จัดทำแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่ที่จะดำเนินการ. ควรมีข้อมูลอย่างละเอียดโดยเฉพาะข้อมูลดิบ. ตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์ควรอยู่ในระดับที่ลึกไม่ต่ำกว่า 4 เมตร, จำนวนหลุมขุดเจาะต้องไม่ต่ำกว่า 5 หลุม (4 หลุม ณ มุมทั้งสี่ 1 หลุม ณ จุดตัดระหว่างเส้นทแยงมุม).
- ติดตามและตรวจความก้าวหน้าในการดำเนินการในพื้นที่ (ขณะเตรียมพื้นที่) และโรงงานตลอดเวลาเพื่อใช้ในการปรับปรุงแผนงานและการประสานงาน.
- กำจัดสิ่งแหลมคมต่าง ๆ ที่อยู่ในบริเวณกระยะ.
- บุกระยะที่ใช้บรรทุกยางด้วยแผ่นยาง ผ้า หรือโพลีเอทิลีน เฉพาะบริเวณที่อาจจะทำให้แผ่นยางเกิดการฉีกขาดเมื่อมีการลากดึง.
- ใช้ท่อลูกกลิ้งในการเคลื่อนย้ายแผ่นยางขึ้น และลงรถบรรทุก.
- วางแผนในการนำยางขึ้นและลงรถบรรทุก ก่อนดำเนินการทุกครั้ง.
- ทำความเข้าใจแผนและวิธีการปูแผ่นยางกับเจ้าหน้าที่ควบคุมและหัวหน้ากลุ่มแรงงานแต่ละกลุ่มก่อนการดำเนินการทุกครั้ง.
- ใช้สัญญาณธงประกอบการใช้รถหวีด หรือเครื่องขยายเสียง เพื่อให้สัญญาณการเคลื่อนที่ในขณะดำเนินการปูแผ่นยาง.
- ทับขอบแผ่นยางทุกด้านโดยมีความกว้างอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการฉีกขาดขณะดึง.
- กลุ่มคนที่ดึงแผ่นยางจะต้องไม่ใส่ของมีค่าและรองเท้าที่อาจหลุดได้ในระหว่างการดึง.
- ปลุกหญ้าหรือพืชคลุมดินบริเวณคันดินรอบขอบสระ, บริเวณชานรับน้ำ, และลาดเอียงด้านขอบนอกของชานรับน้ำ.
- ตรวจทดสอบความอึดแน่นของลาดเอียงก่อนปูแผ่นยางทับ ถ้าจำเป็นต้องปรับอัดให้แน่นขึ้น.

7. คำขอบคุณ

คณะทำงานโครงการพัฒนาและผลิตแผ่นยางรองบ่อน้ำ ไคร้ขอขอบคุณท่านที่ปรึกษาโครงการฯ คือ นายมานะ รักรักษาศาสตร์, ศาสตราจารย์ ดร.ประติษฐ์ เขียวสกุล, นางอุบลศรี เขียวสกุล ในการให้คำแนะนำและปรึกษาโดยเฉพาะในด้านเทคโนโลยีการยาง, การวิเคราะห์และการทดสอบยาง และการติดตั้งแผ่นยาง; กรมการพัฒนาชุมชน ในการร่วมมือคัดเลือกพื้นที่, เตรียมพื้นที่, และติดตั้งแผ่นยาง ตลอดจนถึงหน่วยงานราชการต่าง ๆ ซึ่งให้ความร่วมมือในการทดสอบแผ่นยาง คือ กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กรมวิทยาศาสตร์ทหารบก, สถาบันวิจัยยาง และศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, วท. ซึ่งความร่วมมือและคำแนะนำต่าง ๆ นั้น เป็นประโยชน์และทำให้โครงการฯ ดำเนินงานลุล่วงไปได้ตามเป้าหมาย.

8. เอกสารอ้างอิง

- คุณธนกุลวงศ์, สุจริต. 2530. การพัฒนาแหล่งน้ำและการจัดการแหล่งน้ำในระดับไร่นา. (กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.)
- นิธิอุทัย, พรพรรณ. 2528. "สารเคมีสำหรับยาง." หน้า 133-136, 373. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- นิธิอุทัย, พรพรรณ. 2531. "สารเคมีสำหรับยาง." เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตและการตลาดยางพารา วันที่ 25-26 สิงหาคม 2531 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, วิทยาเขตหาดใหญ่.
- อินทว้าง, สรรค์ชัย. 2526. การปูแผ่นพลาสติกในแหล่งน้ำเพื่อป้องกันการรั่วซึม. (ห้างหุ้นส่วนจำกัด เกษมสุวรรณ : กรุงเทพฯ.)
- ANONYMOUS Undated. Design and site consideration of a flexible membrane-lined earthen pond. Burke Products.
- DUNLOP Butynol 1980. Dunlop Shelter Hong Kong Limited, Hongkong.
- LAURITZEN, C.W. 1967. "Butyl-for the Collection, Storage, and Conveyance of Water." 18. (Logan, U.S.A. : Utah State University.)

- MORTON, M. 1959. "Introduction to Rubber Technology." pp. 130-131, 137. fifth printing, 1964. (Institute of Rubber Research, the University of Akron : Ohio.)
- SHULTZ, D.W., DUFF, B.M. and PETERS, W.R. 1985. Electrical resistivity technique to assess the integrity of geomembrane liners. United States Environmental Protection Agency. EPA-600/S2-84-180 Jan. 1985.
- STRONG, A.G. 1982. "Factors Influencing the Jointing of Vulcanized Rubber Membranes. 1." (Antwerp, Belgium : Polysar Technical Service Centre.)
- STRONG, A.G. Undated. Selecting polymeric waterproofing membranes. Polysar Limited, Sarnia, Ontario, Canada. (Polysar Handout)
- WINTERKORN, H.F. and HSAI-YANG FANG, 1975. "Foundation Engineering Handbook." 229-239, 244-269. (New York : Van Nostrand Reinhold Company.)

ภาคผนวกที่ 1

แบบสอบถามข้อมูลการสำรวจพื้นที่คลองขุดสระน้ำ

การสำรวจพื้นที่คลองขุดสระน้ำเพื่อใช้แผนขยายทางน้ำ

วันที่ เดือน พ.ศ.

ข้อมูล

1. ที่ตั้ง
-
-
-
-
-
-
-
-
-

(แผนที่ประกอบการเดินทาง)

2. ชื่อผู้ให้ข้อมูล
-
-
-
-
-
-
-

3. ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่
- สระน้ำเก่า/พื้นที่รกร้าง
 - อาณาเขต
 - สภาพพื้นที่
-

- สภาพดิน
-
-
- ช่วงฝนตก/ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย
 - ช่วงหน้าฝน จากเดือน ถึงเดือน
 - ช่วงหน้าแล้ง จากเดือน ถึงเดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าฝน มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าแล้ง มม./เดือน
- การระเหยน้ำในช่วงหน้าแล้ง
 - ปริมาณการระเหยในแต่ละเดือน มม./เดือน
 - ปริมาณการระเหยเฉลี่ย มม./เดือน
- สภาพน้ำ
 - น้ำใต้ดิน : มี / ไม่มี : ธรรมดา / กร่อย
 - น้ำบนดิน : มี / ไม่มี : ชื้น / ใส
- อื่น ๆ
-
-
-

(ภาพสเก็ตช์ประกอบลักษณะพื้นที่)

4. การกักเก็บน้ำ/การใช้น้ำ

- การกักเก็บน้ำไว้ใช้ในหน้าแล้ง

- โองัง

- ขนาดบรรจุ ลิตร จำนวนเฉลี่ยต่อบ้าน

- อื่น ๆ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าฝน

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าแล้ง

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ

- แนวทางการพัฒนาแหล่งน้ำของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่คือ

- แนวทางดังกล่าวได้รับความช่วยเหลือจาก

- กสช.

- รพช.

- พช.

- กรมชลประทาน

- การพลังงานแห่งชาติ

- อื่น ๆ

- อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. อื่น ๆ

- อาชีพ

- หลัก

- รอง

- ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่

- ความร่วมมือของชาวบ้าน

- การรวมกลุ่มของชาวบ้าน

- ตัวอย่างที่เก็บ

- คิน จำนวน

ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

- น้ำ จำนวน ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวกที่ 2

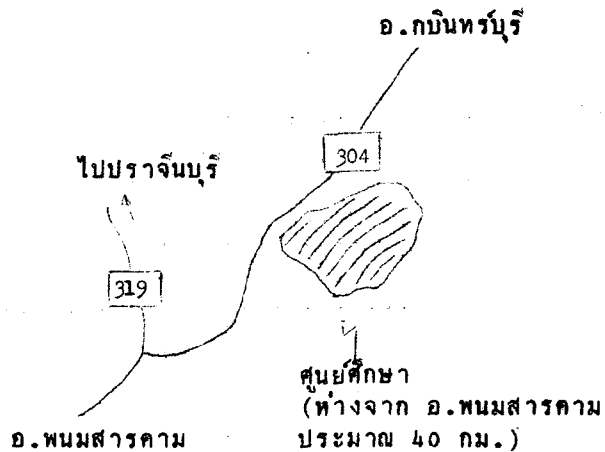
ข้อมูลพื้นที่คลองขุดสระน้ำเพื่อใช้แผนยางูหาบัท
ที่ จ.ฉะเชิงเทรา, จ.ร้อยเอ็ด, จ.มหาสารคาม และ จ.ลำปาง

การสำรวจพื้นที่คลองขุดสระน้ำเพื่อใช้แผนยางูหาบัท

วันที่ เดือน เมษายน-สิงหาคม พ.ศ. 2530

ข้อมูล

1. ที่ตั้ง ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน
ตามพระราชดำริ อ.พนมสารคาม
จ.ฉะเชิงเทรา



(แผนที่ประกอบการเดินทาง)

2. ชื่อผู้ให้ข้อมูล 2.1 นายสิทธิพงศ์ พูนประชา
พัฒนาการประจำศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน
- 2.2 นายวิเชียร พรหมบุตร
พัฒนาการประจำศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน

3. ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่

- สรรพน้ำค้าง/พื้นที่กร้าง
- อาณาเขต ประมาณ 10×10 ตารางเมตร
- สภาพพื้นที่ มีน้ำขุ่นปกคลุมเล็กน้อย

- สภาพดิน คมทราย

- ช่วงฝนตก/ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

- ช่วงหน้าฝน จากเดือน พ.ค. ถึงเดือน ต.ค.

- ช่วงหน้าแล้ง จากเดือน พ.ย. ถึงเดือน มี.ค.

- ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 109.5 มม./เดือน

- ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าฝน 188.6 มม./เดือน

- ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าแล้ง 21.4 มม./เดือน

- การระเหยน้ำในช่วงหน้าแล้ง

- ปริมาณการระเหยในแต่ละเดือน 130, 128, 128, 148, 164 มม./เดือน

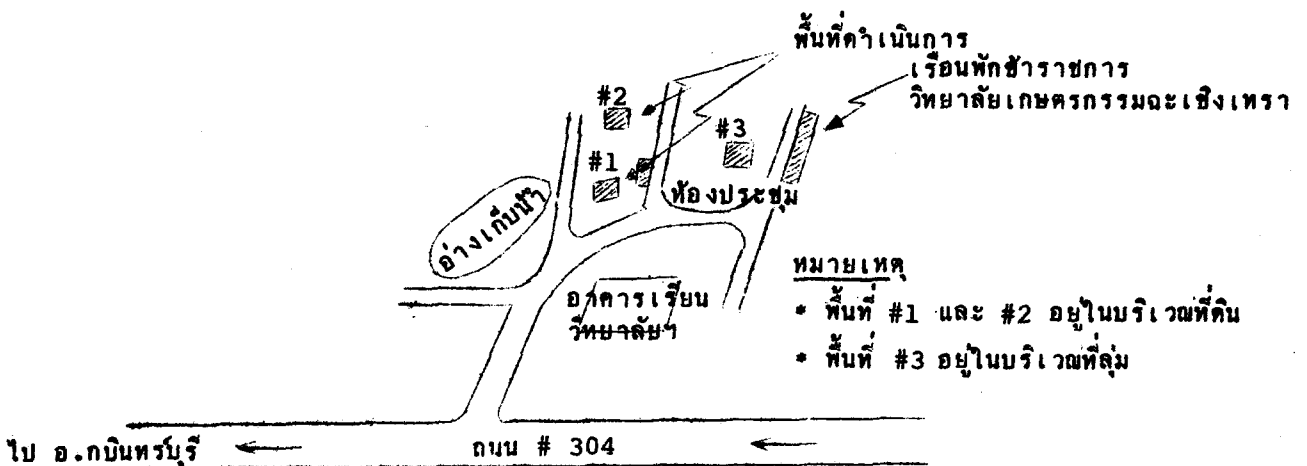
- ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 139.6 มม./เดือน

- สภาพน้ำ

- น้ำใต้ดิน : มี / ไม่มี : ธรรมดา / คร่อย

- น้ำบนดิน : มี / ไม่มี : ชื้น / ใส

- อื่น ๆ



(ภาพถ่ายเกิดขึ้นประกอบลักษณะพื้นที่)

4. การกักเก็บน้ำ/การใช้น้ำ

- การกักเก็บน้ำไว้ใช้ในหน้าแล้ง

- โอ่ง

- ขนาดบรรจุ ลิตร จำนวนเฉลี่ยต่อบ้าน

- อื่น ๆ เก็บน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำในบริเวณศูนย์ฯ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าฝน

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ อ่างเก็บน้ำ

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ ในบริเวณศูนย์ฯ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าแล้ง

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ อ่างเก็บน้ำ

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ ในบริเวณศูนย์ฯ

- แนวทางการพัฒนาแหล่งน้ำของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่คือ (ไม่ได้สอบถาม)

- แนวทางดังกล่าวได้รับความช่วยเหลือจาก (ไม่ได้สอบถาม)

- กสช.

- รพช.

- พช.

- กรมชลประทาน

- การพลังงานแห่งชาติ

- อื่น ๆ

- อื่น ๆ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. อื่น ๆ

- อาชีพ

- หลัก

- รอง

- ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ ตีมาก

- ความร่วมมือของชาวบ้าน

- การรวมกลุ่มของชาวบ้าน

- ตัวอย่างที่เก็บ

- ดิน จำนวน, ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- น้ำ จำนวน ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- อื่น ๆ

.....

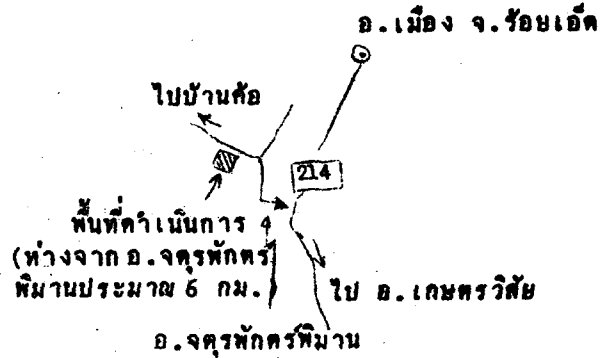
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

การสำรวจพื้นที่คลองขุดสระน้ำเพื่อใช้แก้มยางหวนทับ

วันที่ 12 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2530

ข้อมูล

1. ที่ตั้ง หมู่ 2 บ้านค้อ ต.อีง่อง
อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด
.....
.....
.....
.....
.....
.....

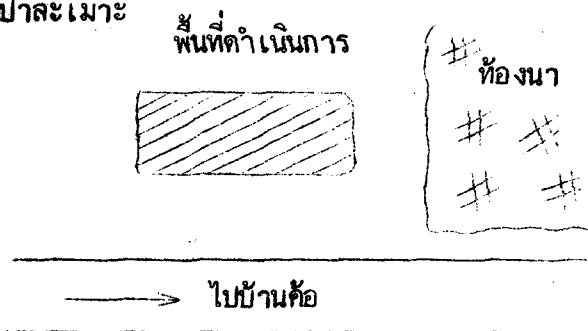


2. ชื่อผู้ให้ข้อมูล 2.1 นายบุญล้อม สาระมาน พัฒนาการจังหวัดร้อยเอ็ด
2.2 นางผดุง ตระกูลทิษฐ์ นายอำเภอจตุรพักตรพิมาน
2.3 นายประวัติ จตเทพ พัฒนาการอำเภอ
2.4 นายยุทธพงษ์ แสงไกร พัฒนาการตำบล
2.5 ผู้ใหญ่บ้านและชาวบ้านค้อ
.....
.....
.....

3. ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่
- สรณพักร้าง/พื้นที่รกร้าง
 - อาณาเขต ประมาณ 80×90 ตารางเมตร
 - สภาพพื้นที่ เป็นป่าละเมาะ
-
.....
.....

- สภาพดิน ดินทราย
-
-
- ช่วงฝนตก/ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย
 - ช่วงหน้าฝน จากเดือน พ.ค. ถึงเดือน ก.ย.
 - ช่วงหน้าแล้ง จากเดือน พ.ย. ถึงเดือน มี.ค.
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 116.1 มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าฝน 236.5 มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าแล้ง 11.3 มม./เดือน
- การระเหยน้ำในช่วงหน้าแล้ง
 - ปริมาณการระเหยในแต่ละเดือน 126, 114, 119, 140, 165 มม./เดือน
 - ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 132.8 มม./เดือน
- สภาพน้ำ
 - น้ำใต้ดิน : มี / ไม่มี : ธรรมดา / กร่อย
 - น้ำบนดิน : มี / ไม่มี : ชื้น / ใส
- อื่น ๆ
-
-

บริเวณป่าละเมาะ



หมายเหตุ

*พื้นที่ดำเนินการอยู่สูงจากระดับ

ถนนประมาณ 10 ซม.

(ภาพสเก็ทประกอบลักษณะพื้นที่)

4. การกักเก็บน้ำ/การใช้น้ำ

- การกักเก็บน้ำไว้ใช้ในหน้าแล้ง

- โอง

- ขนาดบรรจุ 2,000 ลิตร จำนวนเฉลี่ยต่อบ้าน 2

- อื่น ๆ โองน้ำขนาดเล็กจุก 160-200 ลิตร

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในน้ำฝน

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ น้ำฝน

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าแล้ง

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ ท้องน้ำและบ่อน้ำบ้านกุดจอก

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ

- ท้องน้ำ : ห่างจากหมู่บ้านประมาณ 1 กิโลเมตร

- บ่อน้ำบ้านกุดจอก : ห่างจากหมู่บ้านประมาณ 3-4 กิโลเมตร

- แนวทางการพัฒนาแหล่งน้ำของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่คือ

- แนวทางดังกล่าวได้รับความช่วยเหลือจาก

- กสช.

- รพช.

- พช.

- กรมชลประทาน

- การพลังงานแห่งชาติ

- อื่น ๆ

- อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. อื่น ๆ

- อาชีพ

- หลักปลูกข้าว

- รอง

- ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ดีมาก

- ความร่วมมือของชาวบ้านดีมาก

- การรวมกลุ่มของชาวบ้านดี

- ตัวอย่างที่เก็บ

- ดิน จำนวน5..... ตัวอย่าง

ตัวอย่าง

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

- หน้า จำนวน 1 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง

#1-#4

5

.....

.....

จุดที่เก็บ
- มุมหนังสือของพื้นที่ดำเนินการ

- จุดตัดของเส้นทแยงมุม

.....

.....

- อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การสำรวจพื้นที่ทดลองขุดสระน้ำเพื่อใช้แก๊สจากบึงหมัก

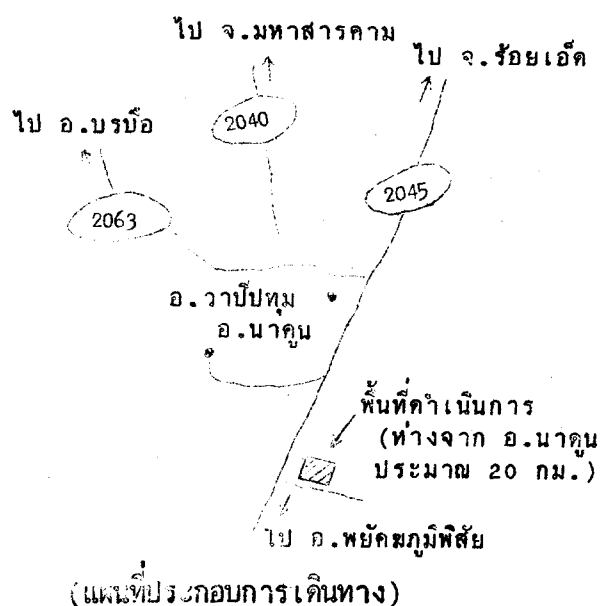
วันที่ 27 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2531

ข้อมูล

1. ที่ตั้ง บ้านยางสะอาด หมู่ที่ 9

 ต.คางบัง อ.นาคูน

 จ.มหาสารคาม



2. ชื่อผู้ให้ข้อมูล

2.1 ร้อยตรี ธีร์ สียงเมฆะ	พัฒนาการจังหวัดมหาสารคาม
2.2 นายภาพ ปานเพชร	ผู้ช่วยพัฒนาการจังหวัด
2.3 นายเส็ง ล้อคัง	กรรมการหมู่บ้านยางสะอาด
2.4 นายบุญเพ็ง สีสังข์	กรรมการหมู่บ้านยางสะอาด
2.5 นายสงฆ์ เชื้อนิจ	ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน
2.6 นายแดง แสงสุริยา	ผู้ทรงคุณวุฒิประจำหมู่บ้าน

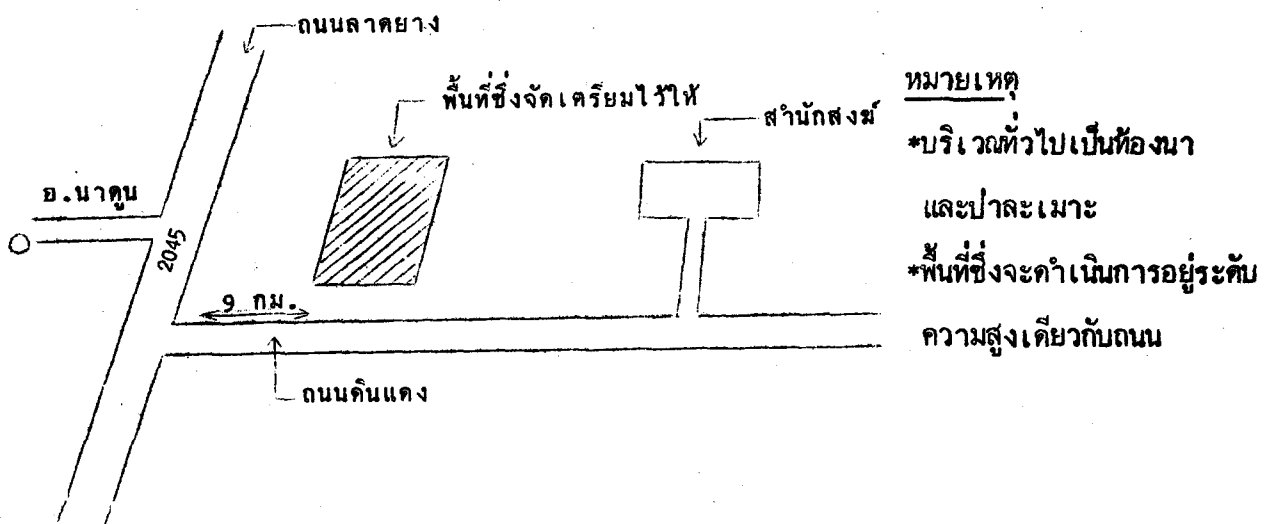
.....

3. ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่

- สระน้ำ / พื้นที่ / ที่กรสร้าง
- อาณาเขต ประมาณ 100×150 ตารางเมตร
- สภาพพื้นที่ ปกคลุมด้วยพุ่มไม้เล็ก ๆ

.....

- สภาพดิน ดินทราย
-
-
-
- ช่วงฝนตก/ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (จากเอกสารการวิจัยของจุฬาฯ)
 - ช่วงหน้าฝน จากเดือน พฤษภาคม ถึงเดือน กันยายน
 - ช่วงหน้าแล้ง จากเดือน พฤศจิกายน ถึงเดือน เมษายน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 96.7 มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าฝน 192.1 มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าแล้ง 20.8 มม./เดือน
- การระเหยน้ำในช่วงหน้าแล้ง
 - ปริมาณการระเหยในแต่ละเดือน 128, 114, 120, 142, 166, 172 มม./เดือน
 - ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 140.3 มม./เดือน
- สภาพน้ำ
 - น้ำใต้ดิน : มี / ไม่มี : ธรรมดา / กร่อย
 - น้ำบนดิน : มี / ไม่มี : ชื้น / ใส
- อื่น ๆ
-
-
-
-



(ภาพสเก็ตช์ประกอบลักษณะพื้นที่)

4. การกักเก็บน้ำ/การใช้น้ำ

- การกักเก็บน้ำไว้ในหน้าผา

- โอง

- ขนาดบรรจุ 2,000 ลิตร จำนวนเฉลี่ยต่อบ้าน 2

- อื่น ๆ โองขนาดเล็กและแท็งก์น้ำ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าผา

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ น้ำฝน

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในบ้าน

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ น้ำที่กักเก็บไว้

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ

- แนวทางการจัดระบบน้ำของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่

- ถ้ามีสระน้ำบริเวณพื้นที่ซึ่งกำหนดไว้ จะพยายามทำระบบนำน้ำจากลำน้ำใกล้เคียง มาลงเก็บไว้ในอ

- แนวทางดังกล่าวได้รับความช่วยเหลือจาก

- กสช.
- รพช.
- พช.
- กรมชลประทาน

- การพลังงานแห่งชาติ
- อื่น ๆ ไม่ได้แจ้ง

- อื่น ๆ - ใน 1-2 ปี นี้ ยังไม่มีโครงการเกี่ยวกับแหล่งน้ำในพื้นที่บริเวณนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. อื่น ๆ

- อาชีพ
 - หลัก ชาว (มันสำปะหลัง)
 - รอง ไหม

- ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ ดีมาก

- ความร่วมมือของชาวบ้าน ไม่มีปัญหาถ้าเริ่มดำเนินการก่อนหน้าฝน

- การรวมกลุ่มของชาวบ้าน ดีมาก

- ตัวอย่างที่เก็บ

- ดิน จำนวน 1 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

4

.....

.....

.....

จุดที่เก็บ

ในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้

.....

.....

.....

- น้ำ จำนวน ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- อื่น ๆ - ถ้าบุคคลระในพื้นที่จะมีหมู่บ้านที่ใช้น้ำจากสระคังนี้

- วังค

- ทนองแก

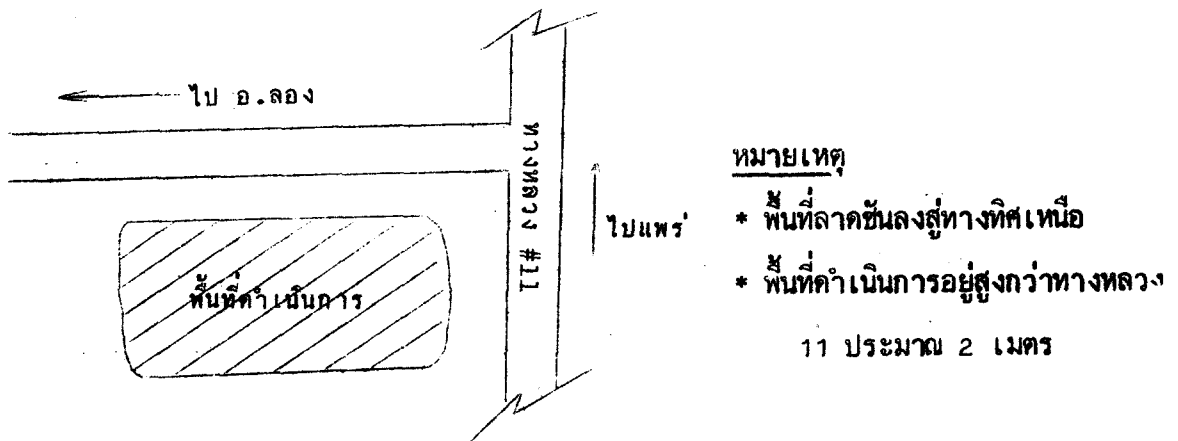
- คงบัง

- หมู่บ้านมีไฟฟ้าเข้าถึง

- ปีที่ผ่านมาท่านได้ประมาณน้อยกว่าร้อยละ 20 ของพื้นที่ท่านา

- ชาวคแกลมน้ำมากในฤดูแล้ง

- สภาพดินดินร่วนปนทราย.....
-
-
- ช่วงฝนตก/ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย
- ช่วงหน้าฝน จากเดือน พฤษภาคม ถึงเดือน ตุลาคม.....
 - ช่วงหน้าแล้ง จากเดือน พฤศจิกายน ถึงเดือน มีนาคม.....
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 101.5 มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าฝน 176.5 มม./เดือน
 - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงหน้าแล้ง 17.6 มม./เดือน
- การระเหยน้ำในช่วงหน้าแล้ง
- ปริมาณการระเหยในแต่ละเดือน 112, 100, 108, 138, 168 มม./เดือน
 - ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 125.2 มม./เดือน
- สภาพน้ำ
- น้ำใต้ดิน : มี / ไม่มี : ธรรมดา / กร่อย
 - น้ำบนดิน : มี / ไม่มี : ชุ่ม / ใส
- อื่น ๆ
-
-
-



(ภาพสเก็ตช์ประกอบลักษณะพื้นที่)

4. การกักเก็บน้ำ/การใช้น้ำ

- การกักเก็บน้ำไว้ใช้ในหน้าแล้ง

- โอง

- ขนาดบรรจุ 2,000 ลิตร จำนวนเฉลี่ยต่อบ้าน 2

- อื่น ๆ แหล่งน้ำ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าฝน

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ น้ำฝน

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ

- การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในหน้าแล้ง

- แหล่งน้ำที่ใช้คือ ลำน้ำ

- สถานที่ตั้งแหล่งน้ำ - ห่างจากสถานที่จัดสร้างสระประมาณ 400 เมตร

ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

- ห่างจากสถานที่จัดสร้างสระประมาณ 3 กิโลเมตร

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

- แนวทางการพัฒนาแหล่งน้ำของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่คือ

นำน้ำจากแหล่งน้ำมาพักไว้ในสระ แล้วจึงนำน้ำจากสระไปใช้งาน

- แนวทางดังกล่าวได้รับความช่วยเหลือจาก

- กสช.

- รพช.

- พช.

- กรมชลประทาน

- การพลังงานแห่งชาติ

- อื่น ๆ จังหวัดลำปาง

- อื่น ๆ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. อื่น ๆ

- อาชีพ

- หลัก ปลุกข้าว

- รอง

- ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่

- ความร่วมมือของชาวบ้าน

- การรวมกลุ่มของชาวบ้าน

- ตัวอย่างที่เก็บ

- คิน จำนวน ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- น้ำ จำนวน ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่

จุดที่เก็บ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....