

# ประยุกต์ใช้น้ำยางพาราและดินซีเมนต์พัฒนาสระน้ำด้านภัยแล้ง

## Application of Rubber Latex and Soil Cement Develop Drought Relieving Water Pond

พีรวัฒน์ ปลาเงิน

**Pheerawat Plangoen**

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

235 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Siam University

235 Petchkasem Road, Phasi Chareon District, Bangkok, 10160, Thailand

E-mail : pheerawat.pla@siam.edu, Telephone Number : 0-2867-8088 ext. 5128

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเพิ่มคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 และน้ำยางพารา โดยทำการทดสอบกับตัวอย่างดินลูกรังที่ปรับปรุงด้วย ปูนซีเมนต์ น้ำ น้ำยางพารา อัตราส่วน 5 : 2 : 1 โดยใช้ปริมาณน้ำยางพารา 5% , 7.5% , 10% และ 12.5% ของปริมาณน้ำโดยปริมาตร ซึ่งได้ทำการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัด กำลังรับแรงดัด กำลังรับแรงดึง และการทดสอบการดูดซึมน้ำดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา 7.5% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ ให้ค่าคุณสมบัติทางกลดีที่สุดและการดูดซึมน้ำต่ำสุด ที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน ได้กำลังรับแรงอัด 84 ksc กำลังรับแรงดัด 19 ksc กำลังรับแรงดัด 8.75 ksc ร้อยละการดูดซึมน้ำ 6.23% ตามลำดับ การปรับปรุงดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา (ดินลูกรัง : ปูนซีเมนต์ : น้ำ) ในอัตราส่วน 5 : 2 : 1 และปริมาณน้ำยางพารา 7.5% ของน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ ให้ค่าคุณสมบัติด้านวิศวกรรมดีที่สุด ดังนั้นจึงนำผลการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการไปทดสอบการใช้งานภาคสนามโดยการก่อสร้างสระน้ำดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา ร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่และหลังจากก่อสร้างสระน้ำแล้วเกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากสระน้ำในช่วงช่วงฤดูแล้งได้

คำสำคัญ : คุณสมบัติทางกลดินซีเมนต์, น้ำยางพารา, น้ำยางพารา, สระน้ำ

### ABSTRACT

This research focus on improving engineering properties of laterite soil using Portland cement type 1 and pre-vulcanized latex. Laterite soil was mixed with cement, and water in the ratio of 5 : 2 : 1 by weight to prepare the improved specimen. Strength of the specimen was further tested by mixing water in the pre-vulcanized latex in different proportions of 5%, 7.5%, 10% and 12.5% to prepare the solution. The strength test was performed on 28<sup>th</sup> day for dry cured specimen. Best absorption of rubber latex and water mixture by soil cement was also tested. The results show that soil-cement, 7.5% pre-vulcanized latex solution and water when mixed in the proportion of 5 : 2 : 1 gives the best

performance. 84 ksc compressive strength, 19 ksc tensile strength and 8.75 ksc flexural strength was obtained on 28<sup>th</sup> day for the improved mixture with 6.23% average water absorption. Thus, improvement of soil-cement with 7.5% of pre-vulcanized latex and water solution gives the best results. Therefore, this research applied pre-vulcanized latex, soil cement to construct drought relieving water pond. A pond was constructed on the field with farmer's participation using; the pond was tested for water seepage in the field and showed satisfactory results. Farmers can take advantage of water saved in the pool during the drought season.

Keywords : Mechanical Property of Soil Cement, Rubber Latex, Pre-vulcanized Latex, Water Pond

## 1. บทนำ

ภัยแล้งกลายเป็นปัญหาสำคัญระดับชาติพบว่าในปี 2557 - 2559 หลายจังหวัดในเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มประสบปัญหาภัยแล้งอย่างรุนแรง ทำให้ปริมาณน้ำในเขื่อนสำคัญ ๆ รวมทั้งระดับน้ำในแม่น้ำ ลำคลองลดน้อยลงเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นสัญญาณบอกเหตุว่า ในปีนี้ทุกภาคของประเทศไทยจะต้องเผชิญกับภัยแล้งอย่างรุนแรง จนเป็นเหตุให้ประชาชนเริ่มขาดแคลนน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค นอกเหนือจากนี้ภัยแล้งยังส่งผลเสียหายต่อกิจกรรมทางการเกษตร เช่น พื้นดินขาดความชุ่มชื้น พืชขาดน้ำ พืชชะงักการเจริญเติบโต ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ ทฤษฎีใหม่ตามแนวพระราชดำริ [1] เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อให้เกษตรกรที่มีที่ดินถือครองประมาณ 10-15 ไร่ได้ให้ความสำคัญของสระเก็บน้ำไว้ถึง 30% ของพื้นที่ โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย สระเก็บน้ำพื้นที่ดินเพื่อเป็นที่นาปลูกข้าว พื้นที่ดินสำหรับปลูกพืชไร่ นานาพันธุ์ และ ที่สำหรับอยู่อาศัยและเลี้ยงสัตว์ในอัตราส่วน 3 : 3 : 3 : 1 สามารถมีน้ำใช้เพื่อการเกษตรอย่างเพียงพอตลอดปีและใช้น้ำกับที่ดินที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อให้มีกินแบบตามอัตภาพการขาดน้ำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับทฤษฎีใหม่ในการเพิ่มน้ำต้นทุนให้เพียงพอใช้ตลอดปีการขาดน้ำในพื้นที่ดินทรายประกอบกับเป็นที่เนินหรือการขาดน้ำในพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินอยู่ลึกจากผิวดิน

มากกว่าความลึกก้นสระจะทำให้ไม่มีน้ำกักเก็บในสระดังกล่าวโดยเฉพาะเมื่อฝนฤดูฝนประมาณ 2-3 เดือน และพื้นที่บางส่วนในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บางพื้นที่เป็นดินทรายแข็งไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้และทำให้ปริมาณน้ำไหลซึมผ่านสู่ชั้นดินเนื่องจากระดับน้ำใต้ดินที่ลดลงในช่วงฤดูแล้งและดินไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ ธีรวัฒน์ และคณะ [2, 3, 4, 5] ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของมอร์ต้าและคอนกรีตผสมน้ำยางพารา และพัฒนาคุณสมบัติของมอร์ต้าและคอนกรีตผสมน้ำยางพาราสำหรับการบำรุงรักษาระบบชลประทานและพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ผลการศึกษาพบว่าการใช้ยางพาราผสมในมอร์ต้าและคอนกรีตในปริมาณที่เหมาะสมสามารถทำให้คุณสมบัติทางกลดีขึ้นและสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดี ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการนำดินลูกรังและปูนซีเมนต์มาช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุรองพื้นทางและมีความสามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำผ่านชั้นดินได้ดี งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดประยุกต์ใช้น้ำยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยางพาราชนิดพีวีแอลไนซ์ผสมดินซีเมนต์เพื่อใช้เป็นวัสดุลาดพื้นสระสำหรับป้องกันการรั่วซึมน้ำไหลผ่านชั้นดินและสามารถกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง และเนื่องจากน้ำยางพาราจะทำหน้าที่เป็นเสมือนตัวประสานและสามารถป้องกันการรั่วซึมของ

ได้ได้ดี ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลและการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราในห้องปฏิบัติการ พัฒนาดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราใช้เป็นวัสดุค้ำพื้นสระน้ำและนำผลการศึกษาวินิจฉัยไปทดสอบการใช้งานจริงภาคสนามโดยการสร้างสระน้ำด้วยวัสดุดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาวิจัย

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พีรวัดน์ และคณะ [2] ได้พัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตผสมน้ำยางพารา โดยกำหนดอัตราส่วนเนื้อยางพาราต่อซีเมนต์ (P/C) เท่ากับ 0%, 1%, 3%, 5%, 10% และ 15% อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (Water/Cement, W/C) เท่ากับ 0.60 ทดสอบคุณสมบัติการรับแรงอัด และแรงดึง ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (แรงดัด) แรงยึดเหนี่ยว และการดูดซึมน้ำ ของคอนกรีตผสมน้ำยางพาราที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ส่วนผสมคอนกรีตกับน้ำยางพารา (พีรวัดน์) ประกอบด้วย การศึกษาคุณสมบัติความสามารถในการเทได้ การเชื่อมของคอนกรีต การศึกษาคุณสมบัติทางกล (การรับแรงต่างๆ) และการดูดซึมน้ำ พบว่า คอนกรีตที่ผสมน้ำยาง อัตราส่วน P/C เท่ากับ 1% มีคุณสมบัติด้านการรับแรงอัด แรงดึง ดัด และแรงยึดเหนี่ยวคอนกรีตต่อเหล็กเสริม สูงกว่าคอนกรีตที่ไม่ได้ผสมน้ำยางพารา มีค่าการดูดซึมน้ำที่ต่ำเมื่อเทียบกับคอนกรีตมาตรฐานซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดีกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมน้ำยาง จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า ลักษณะการแตกร้าวของคอนกรีตมาตรฐานที่ไม่ผสมน้ำยางพารามีการแตกร้าวที่เร็วรวดหรือเปราะง่ายเมื่อถูกแรงสูงสุดกระทำ แต่คอนกรีตผสมน้ำยางมีลักษณะการแตกร้าวที่ช้าและไม่เปราะจะนำไปสู่การยืดอายุการใช้งาน ทำให้แตกร้าวช้ากว่าคอนกรีตมาตรฐาน และยังสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดี

พีรวัดน์ ปลาเงิน [3] ได้ประยุกต์ใช้น้ำยางพาราผสมดินซีเมนต์พัฒนาสระน้ำต้านภัยแล้ง โดยมีการศึกษา

คุณสมบัติขั้นพื้นฐานและทางวิศวกรรมของดินลูกรังผสมน้ำยางพารา (พีรวัดน์ปลาเงิน) โดยใช้อัตราส่วนของดินลูกรังปูนซีเมนต์ น้ำและน้ำยาง เท่ากับ 5 : 2 : 1 และใช้ปริมาณน้ำยางพารา 5% , 7.5% , 10% และ 12.5% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ ทำการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัด กำลังรับแรงดัด กำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา ที่ระยะการบ่มแห้งอากาศที่อายุ 3, 7 และ 28 วัน ตามลำดับ และการทดสอบการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา เท่ากับ 5 : 2 : 1 และปริมาณน้ำยาง 7.5% ของปริมาณน้ำ พบว่าให้ค่าที่ดีที่สุดในระยะเวลาการบ่ม 28 วัน ประกอบด้วยค่ากำลังรับแรงอัด 86 ksc. กำลังรับแรงดึง 19 ksc. กำลังรับแรงดัด 8.75 ksc. ร้อยละการดูดซึมน้ำ 6.23% ตามลำดับ ดังนั้นการปรับปรุงดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราในอัตราส่วน 5 : 2 : 1 และปริมาณน้ำยาง 7.5% จึงถูกนำไปใช้งานภาคสนามโดยการก่อสร้างสระน้ำดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

พีรวัดน์ ปลาเงิน [4] ได้พัฒนาวัสดุเคลือบผิวคลองชลประทานเพื่อป้องกันการกัดกร่อนตามผนังและท้องคลองส่งน้ำเนื่องจากสารละลายซัลเฟตที่ปะปนในน้ำชลประทาน โดยพัฒนาวัสดุเคลือบผิวจากเถ้าแกลบปูนซีเมนต์ น้ำและน้ำยางพารา เนื่องจากเถ้าแกลบมีองค์ประกอบของ  $SiO_2$  ประมาณ 81% มีความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อนจากสารละลายซัลเฟตสูงและน้ำยางพารามีความสามารถในการป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดี จากผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ทดสอบภาคสนามควรใช้ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.4 อัตราส่วนของ P/C เท่ากับ 15% และปริมาณเถ้าแกลบ 5% ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ได้นำผลงานวิจัยดังกล่าวไปทดสอบการใช้งานซ่อมแซมคลองส่งน้ำชลประทาน ที่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี

พีรวัดน์ ปลาเงิน [5] ได้พัฒนามอร์ต้าร์ผสมน้ำยางพาราหรือมอร์ต้าร์กันซึม ใช้ซ่อมแซมรอยแตกร้าวตามผนังและท้องคลองชลประทานเพื่อป้องกันการรั่วซึมของ

น้ำตามผนังและท้องคลองชลประทานและช่วยในการป้องกันปัญหาการทรุดของคลองตามรอยแตกร้าวและป้องกันตะกอนดินในคลองส่งน้ำ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ามอร์ต้าผสมน้ำยาง 5% และ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.5 มีคุณสมบัติการรับแรงต่างๆ (แรงอัด แรงคด และแรงยึดเกาะ) และป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้ดีกว่ามอร์ต้าธรรมดาที่ไม่ผสมน้ำยางพารา

### 3. วิธีการศึกษา

#### 3.1 การเตรียมส่วนผสมดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

งานวิจัยนี้ใช้น้ำยางชั้นชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ กำหนดอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรัง 2 ต่อ 5 โดยน้ำหนัก ใช้ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 เนื่องจากเป็นปูนซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติรับแรงอัดได้ดีปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์อัตราส่วนระหว่าง 10 -15% ต่อน้ำหนักมวลผสม [3] กำหนดอัตราส่วนน้ำที่ผสมดินซีเมนต์ 15% ของน้ำหนักรวม ดังนั้นอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ :ดินลูกรัง :น้ำ (โดยน้ำหนัก) เท่ากับ 2 : 5 : 1 การเตรียมตัวอย่างดินซีเมนต์โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรัง 2 : 5 โดยน้ำหนัก พรีวัลคไนซ์ และคณะ [2, 3, 4, 5, 6,7] ได้แนะนำปริมาณน้ำยางพาราที่ผสมปูนซีเมนต์อยู่ระหว่าง 5-15% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสม ถ้าผสมน้ำยางพาราในอัตราส่วนที่มากกว่า 15% จะให้ปูนซีเมนต์เมื่อผสมน้ำยางแล้วจับตัวเป็นก้อน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดปริมาณน้ำยางชั้นและน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ เท่า 5%,10%, และ 15% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

เปอร์เซ็นต์		น้ำ		
น้ำ	ปูนซีเมนต์	ดินลูกรัง	น้ำ	ยางพารา
ยางพารา	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)

0%	20	50	10.00	0.00
5%	20	50	9.50	0.50
7.5%	20	50	9.25	0.75
10%	20	50	9.00	1.00
12.5%	20	50	8.75	1.25

### 3.2 ทดสอบคุณสมบัติทางกลและการดูดซึมน้ำ

#### 3.2.1 กำลังรับแรงอัดดินซีเมนต์

การทดสอบรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราใช้แบบหล่อเช่นเดียวกับการทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าร์ ขนาด 5 x 5 x 5 ซม. ผสมดินซีเมนต์ตามอัตราส่วนที่กำหนดและตัดส่วนผสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางลงในแบบหล่อและกระทุ้งให้แน่นจนเต็มปาดผิวให้เรียบ ปิดคลุมทับด้วยแผ่นพลาสติกอีกชั้นหนึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงถอดแบบออกนำไปบ่มพลาสติกใสจนครบอายุ 28 วัน ก่อนทดสอบนำตัวอย่างมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก จัดตำแหน่งให้แนวแกนตัวอย่างอยู่ในแนวแกนเดียวกับเครื่องทดสอบ (รูปที่ 1) ควบคุมน้ำหนักบรรทุกในอัตราสม่ำเสมอด้วยอัตรา 42±2 กิโลกรัมต่อนาที จนกระทั่งขึ้นตัวอย่างวิบัติ บันทึกค่าน้ำหนักสูงสุดและลักษณะการวิบัติ ทำการคำนวณหาค่ากำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา



รูปที่ 1 ทดสอบกำลังรับแรงอัดดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

### 3.2.2 กำลังรับแรงดัดดินซีเมนต์

การทดสอบกำลังรับแรงดัดดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราใช้แท่งตัวอย่างทดสอบคานหน้าตัดขนาด 4 x 4 ซม. ยาว 16 ซม. ทำการบ่มตัวอย่างทดสอบแรงดัดด้วยพลาสติกใส จนครบอายุทดสอบที่ 28 วัน ก่อนการทดสอบนำตัวอย่างมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก จัดตำแหน่งที่รองรับให้มีระยะห่าง 12 เซนติเมตร และให้ตำแหน่งของหัวกดอยู่บริเวณกึ่งกลางคาน (รูปที่ 2) ควบคุมการให้น้ำหนักบรรทุกทุกสม้าเสมอจนกระทั่งขึ้นตัวอย่างวิบัติ บันทึกค่าน้ำหนักสูงสุดและลักษณะการวิบัติ



รูปที่ 2 ทดสอบกำลังรับแรงดัดดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

### 3.2.3 กำลังรับแรงดึงดินซีเมนต์

การทดสอบกำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราใช้แบบหล่อรูปปริศนาและทำการบ่มตัวอย่างทดสอบด้วยพลาสติกใสระยะเวลาการบ่ม 28 วัน ก่อนการทดสอบนำตัวอย่างมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก ก่อนนำเข้าเครื่องทดสอบและจัดตำแหน่งให้แนวแกนของตัวอย่างอยู่ในแนวแกนของเครื่องทดสอบ (รูปที่ 3) ควบคุมการให้น้ำหนักบรรทุกทุกสม้าเสมอจนกระทั่งขึ้นตัวอย่างวิบัติ บันทึกค่าน้ำหนักสูงสุดและลักษณะการวิบัติ วัดพื้นที่หน้าตัดบริเวณรอยขาดซึ่งตั้งฉากกับแรงดึง



รูปที่ 3 การทดสอบกำลังรับแรงดึงดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

### 3.2.4 การดูดซึมน้ำดินซีเมนต์

การทดสอบการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราทำการหล่อตัวอย่างชิ้นงานทดสอบ ขนาด 3.5 x 7 x 17.5 ซม. หลังจากถอดแบบตัวอย่างชิ้นงานแล้วนำไปบ่มด้วยพลาสติกใส ที่ระยะการบ่ม 28 วัน ก่อนทดสอบการดูดซึมน้ำ ทำการวัดขนาด และชั่งตัวอย่างก่อนอิฐแล้วนำตัวอย่างมาแช่ในภาชนะที่มีน้ำสะอาด โดยแช่ให้ท่วมก้อนตัวอย่างทดสอบทุกก้อน แช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นำผ้าขนหนูชุบน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอิมตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งในแล้วเสร็จภายใน 5 นาที หลังจากที่ชั่งน้ำแล้วเสร็จนำเข้าสู่ตู้อบไฟฟ้าปรับอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักในแต่ละก้อนตัวอย่างค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำดินซีเมนต์

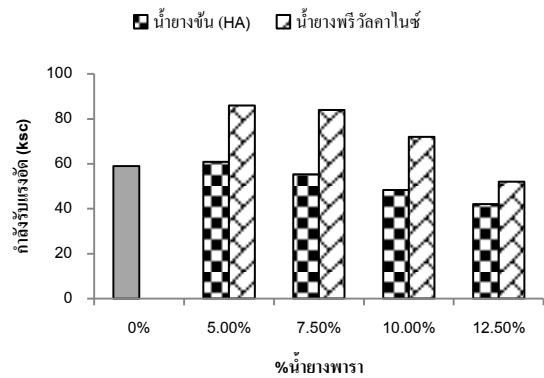
## 4. ผลการศึกษา

การศึกษาคูสมบัติทางกล (การรับแรงอัด แรงดึง และแรงดัด) และการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยางพาราชนิดพรีวัลคาไนซ์เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกล

และการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราทั้ง 2 ชนิด

#### 4.1 กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์

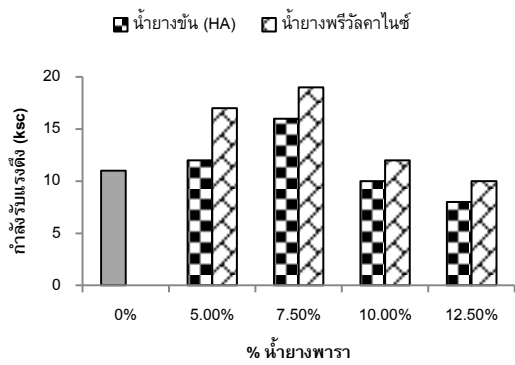
การทดสอบกำลังรับแรงอัดดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา โดยกำหนดใช้อัตราส่วน ปูนซีเมนต์ : ดิน : น้ำ และน้ำยาง ( 2 : 5 : 1) ผลการทดสอบคุณสมบัติการรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางขี้ (HA) และน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์ จากรูปที่ 4 พบว่าค่ากำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์ไม่ผสมน้ำยางพาราเท่ากับ 59 ksc ที่ระยะการบ่ม 28 วัน ดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์ ค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราในปริมาณที่มากขึ้น ดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) ที่อัตราส่วนปริมาณน้ำยางขี้ 5%, 7.5%, 10% และ 12.5% ของน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ มีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 61, 55, 48 และ 42 ksc ตามลำดับ แต่กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์ที่ปริมาณน้ำยางที่เท่ากันให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่สูงกว่า ถ้าเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราทั้งสองชนิดพบว่า ดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์ให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยางขี้ ประมาณ 41%, 52%, 49%, และ 23% ที่ปริมาณน้ำยาง 5%, 7.5%, 10% และ 12.5% ตามลำดับ และพบว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดประมาณ 86 ksc ที่ปริมาณน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์ 5%



รูปที่ 4 กำลังอัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

#### 4.2 กำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์

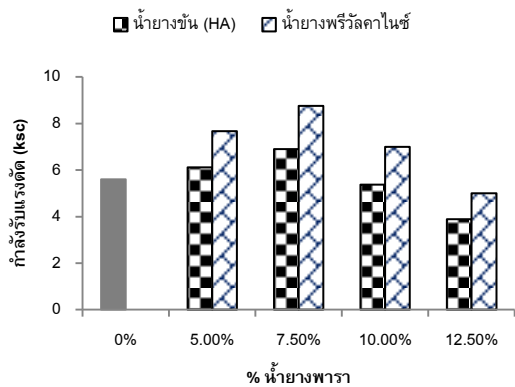
กำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา ดังรูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านการรับแรงดึงของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์ ได้ทำการผสมน้ำยางพาราทั้งสองชนิดปริมาณน้ำยาง 5%, 7.5%, 10% และ 12.5% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ พบว่าค่ากำลังรับดึงของดินซีเมนต์ไม่ผสมน้ำยางพาราเท่ากับ 11 ksc ที่ระยะการบ่มที่ 28 วัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริ้วคาลาไนซ์ 7.5% ให้ค่ากำลังรับแรงดึงที่สูงสุด เท่ากับ 19 ksc ซึ่งสูงกว่าดินซีเมนต์ที่ไม่ผสมน้ำยางพาราถึง 72% แต่ดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) ที่ 7.5% มีค่ากำลังรับแรงดึงเท่ากับ 16 ksc กำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราจะมีค่าลดลงเมื่อผสมน้ำยางพารามากกว่า 7.5% เนื่องจากการผสมน้ำยางในปริมาณที่มากกว่า 7.5% ทำให้ปริมาณน้ำยางพาราและดินซีเมนต์ผสมเข้ากันได้ไม่เต็มที่ และน้ำยางพาราจะจับตัวเป็นก้อนทำให้เกิดรูพรุนและช่องว่างในเนื้อดินซีเมนต์ส่งกระทบต่อกำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์ลดลง



รูปที่ 5 กำลังรับแรงดึงของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขางพารา

#### 4.3 กำลังรับแรงดัดของดินซีเมนต์

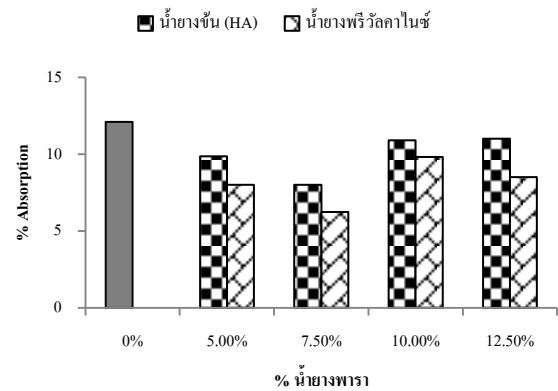
กำลังรับแรงดัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขางพาราที่ระยะเวลาบ่มที่ 28 วัน แสดงดังรูปที่ 6 พบว่าลักษณะการรับแรงดัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขางพาราทั้งสองชนิดมีแนวโน้มเดียวกันกล่าวคือ กำลังรับแรงดัดสูงสุดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขางพาราที่ 7.5% เท่ากับ 7 ksc (น้ำยา HA) และ 8.75 ksc (น้ำยาพรีวัลคาไนซ์) ในขณะที่ดินซีเมนต์ไม่ผสมน้ำยาขางพารามีค่ากำลังรับแรงดัดเท่ากับ 5.6 ksc จากรูปที่ 6 ปริมาณน้ำยาขางที่ผสมในดินซีเมนต์ที่มากกว่า 7.5% ส่งผลต่อกำลังดัดของดินซีเมนต์ทำให้แรงดัดลดลงอย่างต่อเนื่อง และพบว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขาง HA และมีน้ำยาพรีวัลคาไนซ์มีค่ากำลังรับแรงดัดเท่ากับ 3.89 ksc และ 5 ksc ที่ปริมาณน้ำยาขางพารา 12.5%



รูปที่ 6 กำลังดัดของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขาง

#### 4.4 การทดสอบการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์

การดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขาง (HA) และน้ำยาพรีวัลคาไนซ์ แสดงในรูปที่ 7 พบว่าการดูดซึมน้ำ (% water absorption) ของดินซีเมนต์ไม่ผสมน้ำยาขางพารา 12% จะเห็นได้ว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขาง (HA) และน้ำยาพรีวัลคาไนซ์จะมีค่าการดูดซึมน้ำที่ต่ำเมื่อเทียบกับดินซีเมนต์แบบธรรมดา ถ้าใช้ปริมาณน้ำยาขางพาราในปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถลดการรั่วซึมของน้ำของดินซีเมนต์ได้ดี



รูปที่ 7 ร้อยละการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขางพารา

ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำยาขางพาราที่เหมาะสมสำหรับผสมดินซีเมนต์ 7.5% ให้ค่าการดูดซึมน้ำต่ำกว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขางพารา 5%, 10% และ 12.5% และพบว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยาพรีวัลคาไนซ์ 7.5% มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุดเท่ากับ 6.23% เนื่องจากเมื่อผสมน้ำยาขางพารากับดินซีเมนต์แล้วทำให้เนื้อยางและดินซีเมนต์ผสมเข้ากันได้ดีเป็นเนื้อเดียวกัน มีรูพรุนน้อยจึงลดการรั่วซึมของน้ำได้ดี

#### 5. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การศึกษาคุณสมบัติทางกลและการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยาขางพาราชนิดรีซิกลาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยาขางพาราชนิดพรีวัลคาไนซ์ พบว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยาพรีวัลคาไนซ์มีคุณสมบัติทางกลและการ

ป้องกันการรั่วซึมน้ำได้ดีกว่าดินซีเมนต์ผสมยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยางพริวัลคาไนซ์มีความทนต่อสภาวะแวดล้อมและความร้อนได้ดีกว่าน้ำยางชัน [8] ดังนั้นนำผลการศึกษาวิจัยไปใช้ประโยชน์ภาคสนามสำหรับสร้างสระน้ำต้นแบบดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราจึงแนะนำน้ำยางพริวัลคาไนซ์สำหรับใช้ผสมดินซีเมนต์ อัตราส่วน ปูนซีเมนต์ : ดินลูกรัง : น้ำ ( 2 : 5 : 1) และปริมาณน้ำยางพริวัลคาไนซ์ 7.5% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินลูกรัง การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในภาคสนาม ทำการก่อสร้างสระน้ำต้นแบบในภาคสนามมีขั้นตอนดังนี้ สํารวจพื้นที่ในการสร้างสระน้ำ การขุดและปรับระดับสระน้ำ และการก่อสร้างสระน้ำต้นแบบ

การออกสำรวจพื้นที่ในการสร้างสระน้ำในภาคสนามได้เลือกพื้นที่ไร่นาของเกษตรกร หมู่ที่ 9 ตำบลปงป่าหวาย อำเภอด่านซ้าย จังหวัดแพร่ อยู่ในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ยม จังหวัดแพร่ รูปที่ 8 ทำการออกสำรวจพื้นที่สระน้ำที่มีอยู่เดิมของเกษตรกรร่วมกับผู้นำชุมชนในพื้นที่ ซึ่งพบว่าเกษตรกรได้มีการขุดสระน้ำสำหรับกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง และพื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหาภัยแล้งทุกปี



รูปที่ 8 สํารวจสระน้ำและพื้นที่ไร่นาของเกษตรกร

เกษตรกรได้ทำการขุดสระน้ำขนาดความกว้าง 5 เมตร ความยาว 10 เมตร และความลึก 2.5 เมตร (รูปที่ 9) สำหรับใช้เป็นสระน้ำต้นแบบที่คาดด้วยวัสดุดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราชนิดพริวัลคาไนซ์ ได้ทำการปรับแต่งความลาดด้านข้างรอบสระน้ำ และทำการปรับระดับพื้นสระน้ำโดยการใช้ทรายถมและรดน้ำพื้นสระน้ำเพื่อให้ทรายแน่นก่อนเทพื้นสระน้ำโดยใช้ดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริวัลคาไนซ์



รูปที่ 9 เกษตรกรทำการปรับระดับพื้นและด้านข้างสระน้ำ



รูปที่ 10 เกษตรกรคาดพื้นและด้านข้างสระน้ำ

รูปที่ 10 ขั้นตอนในการคาดสระน้ำด้วยดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริวัลคาไนซ์ โดยจะทำการเทพื้นสระน้ำก่อน



และทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อให้พื้นสระน้ำแห้ง และวันที่ 2 ทำการลาดด้านข้างสระน้ำด้วยดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริวัลคาไนซ์ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ (รูปที่ 11) หลังจากนั้นทำการเติมน้ำเพื่อทำการทดสอบการรั่วซึมและเป็นการบ่มพื้นและผนังสระน้ำเพื่อให้มีความแข็งแรงและทนทานต่อการใช้งานในอนาคตต่อไป



รูปที่ 11 สระน้ำที่ลาดด้วยดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพารา

## 6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### 6.1 สรุปผล

การพัฒนาดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับใช้เป็นวัสดุลาดพื้นสระน้ำเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกลและการดูดซึมน้ำของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราชนิดรักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) และน้ำยางพาราชนิดพริวัลคาไนซ์ ผลการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการพบว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริวัลคาไนซ์มีคุณสมบัติทางกล เช่นการรับแรงอัด แรงดึง แรงคัต และการดูดซึมน้ำ ดีกว่าดินซีเมนต์ผสมน้ำยางชนิดรักษา

สภาพแอมโมเนียสูง (HA) และที่สำคัญน้ำยางพริวัลคาไนซ์ยังทนต่อสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่าน้ำยางชั้น (HA) เนื่องจากน้ำยางพริวัลคาไนซ์ได้ผ่านกระบวนการที่ทำให้โมเลกุลของยางเกิดพันธะเคมีเชื่อมโยง (การวัลคาไนซ์) อันเนื่องมาจากการให้ความร้อนและสารเคมีที่เหมาะสม ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริวัลคาไนซ์ที่แนะนำใช้เป็นวัสดุลาดสระน้ำประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ : ดินลูกรัง : น้ำ เท่ากับ 2 : 5 : 1 และใช้ปริมาณน้ำยางพารา 7.5% โดยน้ำหนักของน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ ซึ่งได้คุณสมบัติทางกลดังนี้ กำลังรับแรงอัด 86 ksc กำลังรับแรงดึง 19 ksc กำลังรับแรงคัต 9 ksc และการดูดซึมน้ำ 6.23%

การวิจัยในภาคสนามนำดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริวัลคาไนซ์ที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการประยุกต์ใช้งานจริง ที่พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ยม จังหวัดแพร่ โดยการสร้างสระน้ำลาดด้วยวัสดุดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพริวัลคาไนซ์ ขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 2.5 เมตร และลึก 2.5 เมตร สระน้ำต้นแบบมีปริมาตรการกักเก็บประมาณ 125 ลูกบาศก์เมตร จะได้ปริมาณน้ำที่มีความเพียงพอสำหรับใช้ทำการเกษตรขนาดเล็กและเลี้ยงสัตว์ในช่วงฤดูแล้งต่อเกษตรกร 1 ครัวเรือน

### 6.2 ข้อเสนอแนะ

- ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในห้องปฏิบัติการ
  - การนำผลการวิจัยไปใช้ภาคสนามแนะนำใช้น้ำยางพริวัลคาไนซ์ซึ่งจะมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ได้ดีกว่าน้ำยางพารารักษาสภาพแอมโมเนียสูง (HA) แต่ควรมีการเพิ่มอายุของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบในห้องปฏิบัติ เช่น ระยะเวลาบ่มที่ 60 วัน และ 90 วัน เป็นต้น

- ดินลูกรังที่นำมาใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการควรนำดินไปอบในตู้อบก่อนเพื่อลดความชื้นของดินซึ่งจะทำให้ดินและปูนซีเมนต์ผสมเข้ากันได้ดี
- ดินซีเมนต์ที่ผสมน้ำอย่างพาราในปริมาณที่มากกว่า 15% ของปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินซีเมนต์จะทำให้เนื้อของจับตัวเป็นก้อน ดังนั้นควรมีการใช้สารลดแรงดึงผิวชนิดไม่มีประจุผสมในน้ำอย่างพารา
- ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยภาคสนาม
  - การวิจัยภาคสนามควรมีวางแผนให้ชัดเจนเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานภาคสนาม เช่น ไม่ควรมีการขุดสระน้ำในช่วงฤดูฝนเพราะจะทำให้ไม่สามารถก่อสร้างสระน้ำได้เนื่องจากปริมาณน้ำใต้ดินและน้ำชลประทานบริเวณข้างเคียงไหลเข้าสู่สระน้ำ
  - ควรมีการเชิญผู้นำชุมชนและเกษตรกรในพื้นที่เข้าร่วมโครงการวิจัยภาคสนาม เพราะว่าจะได้รับความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างสระน้ำต้น
  - การคัดเลือกพื้นที่ในการสร้างสระน้ำควรเป็นพื้นที่ที่เกษตรกรสามารถใช้น้ำร่วมกันได้และไม่ไกลจากคลองส่งน้ำชลประทานมากนักเพราะหลังจากสร้างเสร็จจะต้องมีการนำน้ำจากคลองชลประทานกักเก็บไว้ในสระน้ำเพื่อให้เกษตรกรไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้ง
  - ควรมีการประเมินลักษณะการใช้งานและทางกายภาพของสระน้ำหลังระยะการก่อสร้าง 6 เดือน – 1 ปี

## 7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่ยม จังหวัดแพร่ ที่เข้าร่วมโครงการวิจัยภาคสนาม และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้ห้องปฏิบัติการคอนกรีตและทดสอบวัสดุ ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กลุ่มพัฒนากรอบแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. กรอบแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2546
- [2] พีรวัฒน์ ปลาเงิน และ ชวน จันทวาลย์. รายงานวิจัยและการพัฒนาการเกษตรฉบับสมบูรณ์ “การพัฒนาคลองชลประทานผสมน้ำอย่างพาราสำหรับใช้ในระบบชลประทานไร่นา” สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2559

- [3] พีรวัฒน์ ปลาเงิน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การประยุกต์ใช้น้ำยางพาราและดินซีเมนต์พัฒนาสระน้ำต้านภัยแล้ง” สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2558
- [4] พีรวัฒน์ ปลาเงิน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การพัฒนาวัสดุเคลือบผิวคลองผสมน้ำยางพาราสำหรับใช้บำรุงรักษาคลวงชลประทาน” สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2558
- [5] พีรวัฒน์ ปลาเงิน, รุ่งกมลพัศ เจนจิตินกุล และ สมพร พิบูลย์. รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย “การถ่ายทอดเทคโนโลยีประยุกต์ใช้น้ำยางพาราในงานบำรุงรักษาระบบชลประทาน” สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), 2559
- [6] พีรวัฒน์ ปลาเงิน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การพัฒนาสูตรมอร์ต้าผสมน้ำยางพาราสำหรับใช้เป็นตัวเชื่อมประสานรอยร้าวในคลองส่งน้ำชลประทาน” โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2555
- [7] พีรวัฒน์ ปลาเงิน. คู่มือการประยุกต์ใช้น้ำยางพาราในงานบำรุงรักษาระบบชลประทาน, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) กรุงเทพฯ, 2559
- [8] วราภรณ์ ขจรไชยกุล. เอกสารประกอบการบรรยาย “โครงการถ่ายทอดความรู้ วิชาการพื้นฐานด้านยางพาราสำหรับนักวิจัย เพื่อพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยยางพารา, 3 – 6 สิงหาคม 2554