FEAT JOURNAL
FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL
วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การลดการใช้น้ำสำหรับกระบวนการย้อม ในอุตสาหกรรมผลิตพรมตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาด

Water Reduction for Dyeing Process in Carpet Production Industry Using Clean Technology Approach

นครินทร์ เทอดเกียรติกุล[1] พัชรี หอวิจิตร[1] และ สุมนา ราษฎร์ภักดี[1,2*]

Nakharin Therdkiattikul[1] Patcharee Hovichitr[1] and Sumana Ratpukdi[1,2*]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

[2*] ศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

[1] Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University 40002

[2*] Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management, Khon Kaen University 40002

Received: September 2015

Accepted: January 2016

บทคัดย่อ

กระบวนการย้อมเป็นหนึ่งในกระบวนการหลักของอุตสาหกรรมผลิตพรมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการอื่น เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวมีการใช้น้ำและทรัพยากรต่างๆ เป็นจำนวนมาก การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อบริหารการใช้น้ำในกระบวนการย้อมโดยประยุกต์ใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาด ผลการศึกษาพบว่าโรงงานกรณีศึกษามีการใช้น้ำคิดเป็น 93.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (174 ลิตรต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์) เมื่อประเมินหาสาเหตุการสูญเสียโดยใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาพบว่ามีแนวทางการลดความสูญเสีย 3 แนวทางที่สามารถดำเนินการได้ ซึ่งประกอบด้วย 1) การปรับปรุงการล้างหม้อย้อมโดยใช้กล่องแทนที่น้ำ 2) การใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสีย และ 3) การใช้น้ำซ้ำในการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก แนวทางแรก ได้แก่ การปรับปรุงการล้างหม้อย้อมเป็นการติดตั้งกล่องในหม้อย้อมเพื่อลดปริมาตรช่องว่างในหม้อย้อมส่งผลให้ลดน้ำล้างหม้อย้อม การศึกษาเป็นการจำลองการไหลโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2014 พบว่าเมื่อมีการติดตั้งกล่องแทนที่น้ำการไหลของน้ำการยังมีลักษณะหมุนวนและมีความเร็วคล้ายกับก่อนติดตั้งกล่อง สำหรับแนวทางที่สองการใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสียเป็นการนำน้ำกลั่นใช้เป็นน้ำดิบโดยตรงทดแทนการใช้น้ำประปา การศึกษาในเชิงเทคนิคพบว่าน้ำกลั่นตัวมีคุณภาพ

FEAT JOURNAL
July - December 2015; 1(2) : 83-93

ใกล้เคียงกับน้ำดิบสามารถใช้ทดแทนน้ำดิบสำหรับกระบวนการย้อมได้ ส่วนแนวทางสุดท้ายเป็นการใช้น้ำซ้ำในการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกสำหรับการล้างวัตถุดิบต่อเนื่องเนื่องจากน้ำใช้ซ้ำมีคุณภาพค่าใกล้เคียงกับน้ำอ่อนที่ใช้ในกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก ดังนั้นแนวทางนี้จึงสามารถใช้น้ำซ้ำโดยตรงภายในกระบวนการโดยไม่ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม ผลจากการคาดการณ์ความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ของแนวทางข้างต้นสามารถลดการใช้น้ำและสารเคมีเท่ากับ 1,728.94 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และ 985.2 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ คิดเป็นเงิน 238,803 บาทต่อปี

คำสำคัญ : เทคโนโลยีสะอาด การจัดการน้ำ อุตสาหกรรมผลิตพรม

Abstract

Dyeing process is one of the main processes in carpet production industry which highly impacts to environment compared to other processes. This is because dyeing process spends a large amount of water and resources. This study aimed to manage water utilization for dyeing process using clean technology approach. The result showed that in the case study plant, water consumption of 93.09 liter per day (174 liter per kilogram-product) was found. Based on Ishikawa diagram to evaluate loss, 3potential alternatives including 1) improving bath washing process by box installation, 2) utilizing condensed steam loss, and 3) reusing water for scouring process were chosen. For the first option, improving bath washing process was to install a box to reduce space of dyeing bath resulting in decrease washing water consumption. The flow simulation using SOLIDWORKS 2014 was performed. The result indicated that after box installation, water flow pattern was vortical motion with similar water velocity compared to that before the box installation. For the second option, utilizing condensed steam loss was to directly reuse the loss water as raw water instead of tap water. Based on technical feasibility study, it was found that the loss water quality was comparable to raw water. Therefore, the loss water could be used as raw water for dyeing process. The last option was to reuse water during scouring for continuous material washing process. Since the reused water quality was similar to soften water used for scouring, this option (direct water reuse in the process) did not need any added equipment. For all mentioned options, water and chemical consumptions reduced for 1,728.94 cubic meter per year and 958.2 kilogram per year, respectively. Total saving cost was 238,803 baht per year.

Keywords : clean technology: water management: carpet production industry

* ติดต่อ: sumana.r@kku.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ : 083-419399

1. บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตพรมเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมสิ่งทอที่สำคัญของประเทศไทยซึ่งกำลังเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วและได้รับความนิยมจากทั้งในและนอกประเทศ [1] จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ากระบวนการย้อมเป็นกระบวนการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการอื่น เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากร เช่น วัตถุดิบ น้ำ ไฟฟ้า เชื้อเพลิง และสารเคมี ซึ่งทรัพยากรต่าง ๆ เหล่านี้ก่อให้เกิดเป็นของเสียจำนวนมาก

เทคโนโลยีสะอาดเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยแก้ไขปัญหาข้างต้นได้เทคโนโลยีสะอาดเป็นการพัฒนาการผลิตเพื่อป้องกันมิให้เกิดความสูญเสียและของเสียในกระบวนการผลิตได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากเทคโนโลยีสะอาดเป็นการลดการเกิดความสูญเสียและมลพิษจากแหล่งกำเนิด และการนำของเสียกลับมาใช้ซ้ำหรือนำกลับมาใช้ใหม่ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [2] ในอดีตได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอดังเช่นตัวอย่างงานวิจัยการลดปริมาณสีย้อมผ้า โดยการประยุกต์ใช้หลักการเทคโนโลยีสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอขนาดเล็กพบว่าสามารถลดปริมาณการใช้สีย้อมลงร้อยละ 25 ถึง 50 และลดค่าใช้จ่ายคิดเป็นร้อยละ 11.65 ถึง 23.31 [3]

จากการสำรวจโรงงานผลิตพรมกรณีศึกษาเบื้องต้นพบว่าโรงงานดังกล่าวมีการใช้น้ำและทรัพยากรในกระบวนการย้อม คิดเป็นเงินมากกว่า 64 ล้านบาทต่อปี เมื่อเปรียบเทียบการสูญเสียจากการใช้ทรัพยากร ซึ่งประกอบไปด้วย วัตถุดิบ น้ำ ไฟฟ้า เชื้อเพลิง และสารเคมีแล้ว ปัญหาในเรื่องการจัดการน้ำใช้และน้ำเสียเป็นเรื่องสำคัญในอุตสาหกรรมผลิตพรม จากเหตุผลดังกล่าวนี้จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้การศึกษามีเป้าหมายเพื่อการบริหารการใช้น้ำในกระบวนการย้อมของอุตสาหกรรมผลิตพรมให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยประยุกต์ใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาดในการจัดการดังกล่าว

2. วิธีการการวิจัย

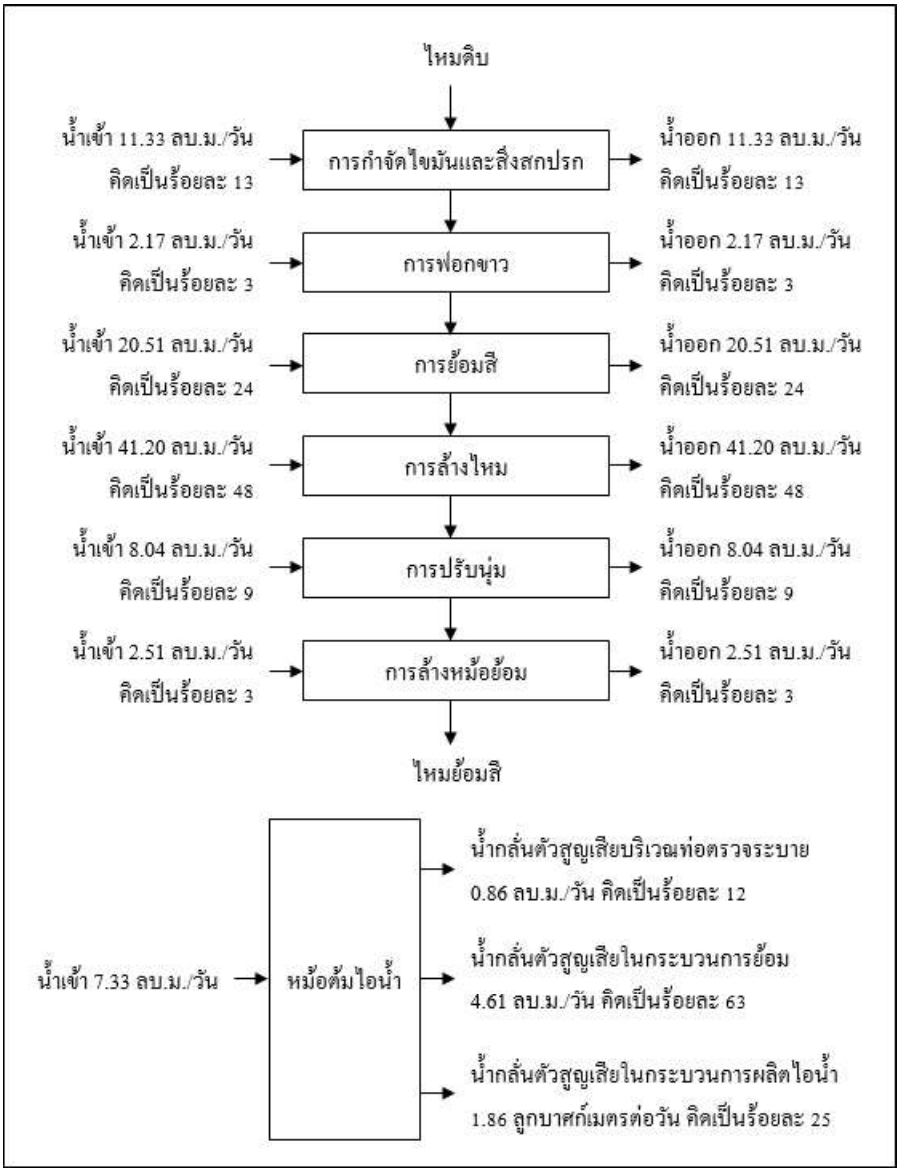
การศึกษานี้รวบรวมข้อมูลจากโรงงานผลิตพรมแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนกันยายน 2557 ถึงเดือน สิงหาคม 2558 การวิจัยนี้สามารถแบ่งการศึกษาออกได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ ในขั้นตอนแรกเป็นการจัดทำสมดุลมวลสารการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำ ขั้นตอนต่อมาเป็นการประเมินหาสาเหตุโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Ishikawa Diagram) เพื่อการจัดทำแนวทางแก้ไขและเสนอข้อเสนอแนวทางเทคโนโลยีสะอาด จากนั้นศึกษาความเป็นไปได้ของข้อเสนอแนวทางเทคโนโลยีสะอาดทั้งในเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม แล้วจึงนำข้อเสนอแนวทางเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติและติดตามผลการดำเนินงาน

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 สมดุลมวลสารและประเมินสาเหตุ

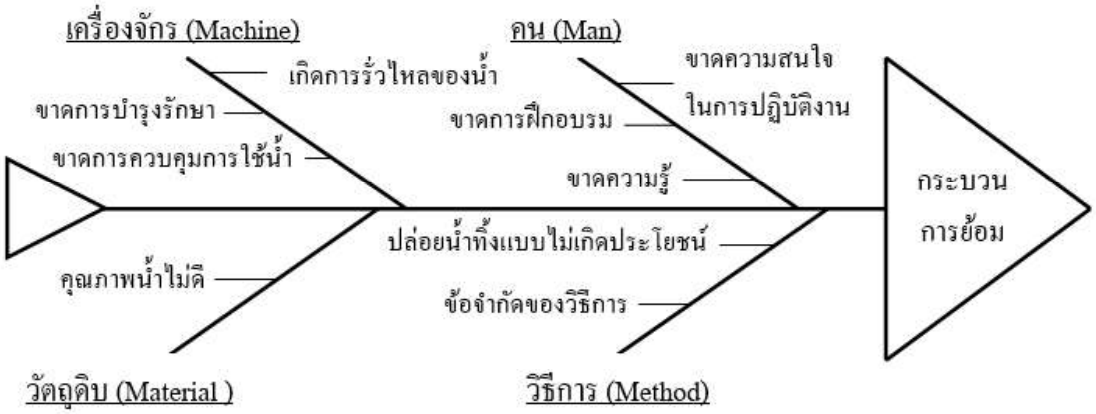
จากการทำสมดุลมวลสารการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำพบว่ากระบวนการย้อมในโรงงานนี้มีปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด 93.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งน้ำใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การใช้ในกระบวนการย้อมโดยตรงและหม้อต้มไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำสำหรับกระบวนการย้อม ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1

FEAT JOURNAL
July - December 2015; 1(2) : 83-93

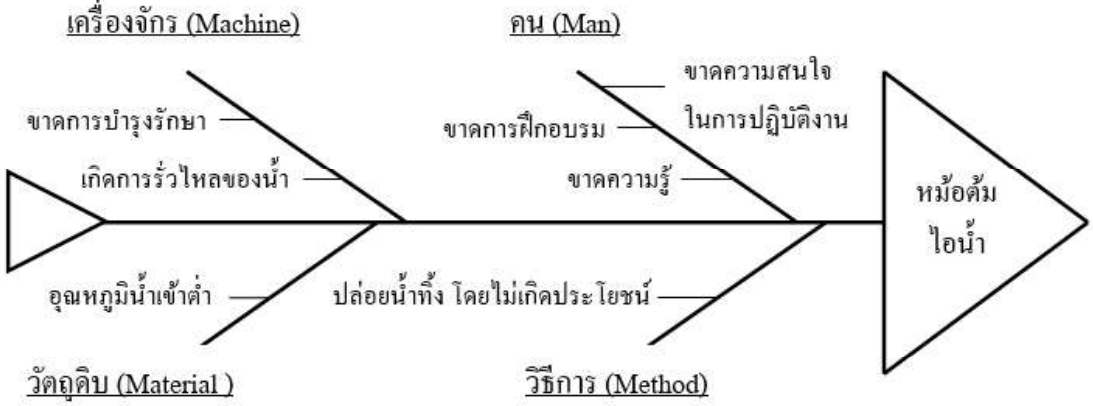


รูปที่ 1 สมดุลมวลน้ำในกระบวนการย้อม

ในกระบวนการย้อมเมื่อพิจารณาโดยใช้แผนภูมิก้างปลาจากปัจจัยทั้งหมด 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการดำเนินงานพบว่ามีสาเหตุการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำแสดงดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 เช่น การใช้น้ำยังไม่มีประสิทธิภาพ เครื่องจักรและอุปกรณ์เกิดการชำรุด พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจในการเดินระบบ ปล่อยน้ำทิ้งแบบไม่เกิดประโยชน์ เป็นต้น



รูปที่ 2 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำในกระบวนการย้อม



รูปที่ 3 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำในหม้อต้มไอน้ำ

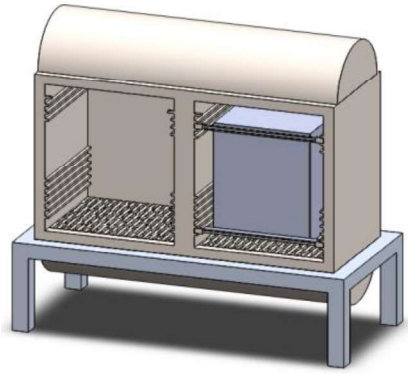
จากสาเหตุข้างต้นสามารถสรุปเป็นแนวทางการแก้ไขได้หลายประการ เช่น การปรับปรุงการใช้น้ำในการย้อมและการล้างหม้อย้อม ให้มีประสิทธิภาพ การใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสีย การอบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องจักร การใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อลดการใช้น้ำ เป็นต้น ในการศึกษานี้ได้คัดเลือกแนวทางการแก้ปัญหา 3 แนวทาง ได้แก่ การปรับปรุงการล้างหม้อย้อมโดยใช้กล่องแทนที่น้ำ การใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสีย และการใช้น้ำซ้ำในการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก ซึ่งรายละเอียดกล่าวในหัวข้อถัดไป

3.2 การปรับปรุงการล้างหม้อย้อมโดยใช้กล่องแทนที่น้ำ

การล้างหม้อย้อมเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการย้อม โดยเป็นการล้างสีและคราบสกปรกที่ติดอยู่ในหม้อย้อมเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการย้อม ปกติขั้นตอนนี้มีการใช้น้ำและสารเคมีเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น จากการสำรวจ

FEAT JOURNAL
July - December 2015; 1(2) : 83-93

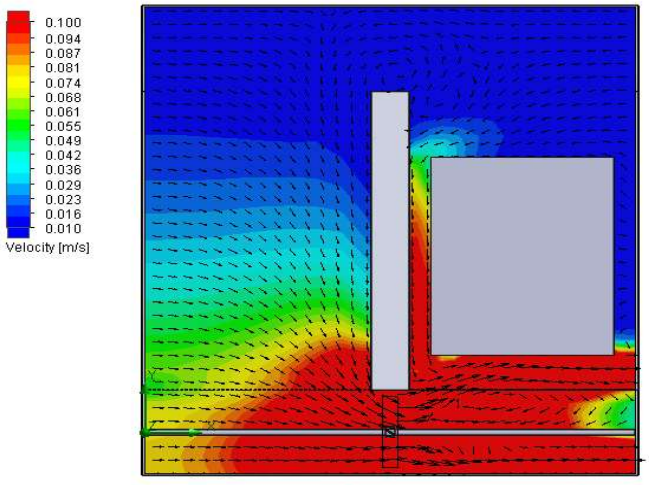
พบว่าหม้อย้อมขนาด 50 กิโลกรัม มีการใช้น้ำประมาณ 1,550 ลิตร และสารเคมีประมาณ 6 กิโลกรัมต่อครั้ง จากเหตุผลข้างต้นจึงเป็นที่มาของการปรับปรุงการล้างหม้อย้อมให้มีประสิทธิภาพเพื่อเป็นการประหยัดการใช้ทรัพยากร โดยได้พิจารณาการติดตั้งกล่องลดปริมาตรช่องว่างในหม้อย้อม (ลักษณะดังรูปที่ 4) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้น้ำและสารเคมีในกระบวนการ



รูปที่ 4 หม้อย้อมที่ติดตั้งกล่องแทนที่น้ำ (ด้านซ้ายเป็นหม้อย้อมปกติ ส่วนด้านขวาเป็นหม้อย้อมที่ติดตั้งกล่อง)

การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคได้จำลองการล้างหม้อย้อมโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2014 จากการจำลองทิศทางและความเร็วของน้ำในหม้อย้อม (หม้อย้อมมีใบพัดกวนน้ำอยู่ด้านล่างของหม้อ) พบว่าทิศทางการไหล มีลักษณะหมุนวนทั่วทั้งหม้อย้อมแสดงดังรูปที่ 5 (ด้านซ้าย)

หลังจากการติดตั้งกล่องแทนที่น้ำพบว่าทิศทางและความเร็วของน้ำไหลทั่วทั้งหม้อย้อมลักษณะคล้ายกันกับกรณีไม่ติดตั้งกล่อง (รูปที่ 5 ด้านขวา) ความเร็วของน้ำเพียงเล็กน้อยสามารถทำให้สีที่ติดอยู่หลุดออกได้เนื่องจากในกระบวนการล้างมีการควบคุมอุณหภูมิสูงและมีการเติมสารเคมี ดังนั้นวิธีการแทนที่น้ำนี้มีความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคสำหรับการลดน้ำและสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการล้างสีที่ติดค้างในหม้อย้อม



รูปที่ 5 ทิศทางและความเร็วของหม้อย้อมที่ติดตั้งกล่องแทนที่น้ำ

สำหรับความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์การติดตั้งกล่องแทนที่น้ำในหม้อย้อมทุกขนาด สามารถลดการใช้น้ำ 246.52 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ลดการใช้สารเคมี 985.2 กิโลกรัมต่อปี และลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย คิดเป็นเงิน 191,234 บาทต่อปี เงินลงทุนในการสร้างกล่องแทนที่น้ำประมาณ 47,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.25 ปี ซึ่งระยะเวลาคืนทุนคิดจากสมการ

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / เงินที่ลดได้ต่อปี (1)

และสามารถลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสียลงได้ปีละ 246.52 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

การนำข้อเสนอการปรับปรุงการล้างหม้อย้อมให้มีประสิทธิภาพโดยการติดตั้งกล่องแทนที่น้ำไปปฏิบัติในหม้อย้อมขนาด 50 กิโลกรัม (รูปที่ 6) ซึ่งผลการดำเนินงานพบว่าการล้างสีและคราบสกปรกที่ติดอยู่ในหม้อย้อมสามารถดำเนินได้ตามปกติ รวมทั้งกล่องที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ดีเช่นเดียวกัน

สำหรับการติดตามผลในเชิงเศรษฐศาสตร์จากการเก็บข้อมูลการล้างหม้อย้อมขนาด 50 กิโลกรัม เป็นเวลา 2 เดือน ระหว่าง มิถุนายน 2558 ถึง กรกฎาคม 2558 พบว่า สามารถลดการใช้น้ำ 75.9 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และลดการใช้สารเคมี 303.58 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นเงิน 58,930 บาทต่อปี

3.2 การใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสีย

การใช้ไอน้ำเพื่อให้ความร้อนในกระบวนการย้อมถือเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการ ซึ่งขั้นตอนเริ่มต้นจากไอน้ำไหลผ่านท่อและส่งความร้อนไปยังน้ำในหม้อย้อม เมื่อสิ้นสุดกระบวนการเกิดการควบแน่นกลับเป็นน้ำแล้วถูกทิ้งเป็นน้ำเสีย

รูปที่ 6 การติดตั้งกล่องแทนที่น้ำ

จากการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำกลั่นตัวดังกล่าวมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับน้ำในบ่อพักน้ำดิบ โดยการตรวจวัดพิจารณาเลือกใช้พารามิเตอร์ที่ส่งผลกระทบ เช่น ค่าเหล็กทำให้หม้อต้มไอน้ำเป็นสนิม หรือความกระด้างทำให้ไม่เกิดฟองในการล้างหม้อย้อม เป็นต้น จากเหตุผลข้างต้นจึงเกิดแนวทางการใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสียโดยการใช้ซ้ำโดยตรงร่วมกับน้ำดิบในบ่อพักน้ำดิบ เนื่องจากน้ำน้ำบาดาลที่ใช้เป็นน้ำดิบมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการใช้งานตลอดทั้งปี ในปัจจุบันโรงงานจำเป็นต้องใช้น้ำประปาเสริมในช่วงที่น้ำบาดาลขาดแคลน ดังนั้นแนวทางการใช้ประโยชน์จากน้ำกลั่นตัวนี้สามารถลดการใช้น้ำประปาได้

การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคเป็นการศึกษาความเหมาะสมของอุปกรณ์และวิธีการ โดยอุปกรณ์ที่ใช้เป็นท่อเหล็กกล้าไร้สนิม 304 มีคุณสมบัติที่ทนต่อความร้อนสูงและไม่เกิดสนิม ติดตั้งไปยังบ่อพักน้ำดิบ ส่วนวิธีการที่ใช้ศึกษาความเป็นไปได้เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำจากน้ำกลั่นตัวบริเวณท่อระบายมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำดิบ (ตารางที่ 1)

FEAT JOURNAL
July - December 2015; 1(2) : 83-93

ตามวิธีการมาตรฐาน [4] โดยในการเก็บตัวอย่างสุ่มทั้งหมด 3 ครั้ง ในช่วงเดือน มีนาคม 2558 ถึงเดือน พฤษภาคม 2558 จากผลการศึกษาในตารางที่ 1 พบว่าโดยภาพรวมน้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสียมีคุณภาพดีกว่าน้ำในบ่อพักน้ำดิบยกเว้นมีค่าปริมาณเหล็กที่สูงกว่าเท่านั้น เนื่องจากปริมาณน้ำกลั่นตัวมีน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำดิบหากพิจารณาด้วยการคำนวณสมดุลมวลแล้วพบว่าการเติมน้ำสูญเสียลงบ่อพักน้ำดิบ ทำให้ปริมาณเหล็กมีค่า 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยจากเดิม 0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นแนวทางนี้จึงมีความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิค

สำหรับความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์การใช้ประโยชน์จากน้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสีย สามารถลดการใช้น้ำประปา 1,438.32 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และลดค่าใช้ในการบำบัดน้ำเสีย คิดเป็นเงิน 46,227 บาทต่อปี เงินลงทุนในการสร้างท่อส่งน้ำไปยังบ่อพักน้ำดิบมีค่าใช้จ่าย 9,500 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.21 ปี และความเป็นไปได้ในเชิงสิ่งแวดล้อม สามารถลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสียลงได้ปีละ 1,438.32 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

การนำข้อเสนอการใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวไปปฏิบัติในเบื้องต้นได้มีการติดตั้งท่อระบายน้ำกลั่นตัวมาบริเวณบ่อพักน้ำดิบแล้วแต่ยังไม่ได้ใช้งานจริง (รูปที่ 7)

รูปที่ 7 ท่อระบายน้ำกลั่นตัว

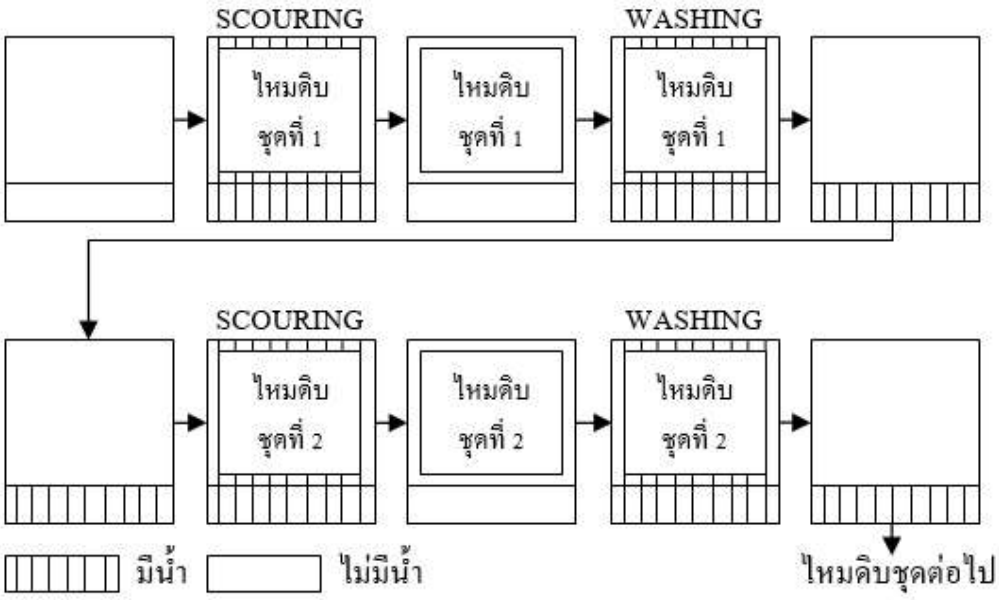
ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสียและน้ำในบ่อพักน้ำดิบ

พารามิเตอร์	น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสีย	คุณภาพน้ำในบ่อพักน้ำดิบ
ความเป็นกรด-ด่าง	6.31	7
สภาพการนำไฟฟ้า ($\mu S/cm^2$)	13.59	2,380
ความขุ่น (NTU)	18.2	-
ความกระด้างทั้งหมด(mg/l as $CaCO_3$)	14	415
ความกระด้างเนื่องจากแคลเซียม (mg/l as $CaCO_3$)	< 4	340
สภาพด่าง (mg/l as $CaCO_3$)	2.67	315
เหล็ก (mg/l)	0.77	0.32
แมงกานีส (mg/l)	0.23	0.33
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (mg/l)	11.5	1,407

3.4 การใช้น้ำซ้ำในการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก

การกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกเป็นขั้นตอนสำคัญของกระบวนการย้อมเพราะไขมันและสิ่งสกปรกมีผลต่อการติดสีของไหมดิบ จากการศึกษาวิธีการดำเนินงานของโรงงานพบว่าโรงงานดำเนินการล้างไหมต่อเนื่อง (สำหรับการย้อมวัตถุดิบบางประเภท) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงวิธีการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกโดยการเหลือน้ำบริเวณด้านล่างของหม้อย้อมเพื่อใช้ซ้ำตามแนวทางดังรูปที่ 8 สามารถลดการใช้น้ำลงได้ 150 และ 350 ลิตรต่อครั้ง สำหรับหม้อย้อมขนาด 15 และ 30 กิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้แนวทางดังกล่าวมิได้ส่งผลต่อคุณภาพการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก

การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคเป็นการเก็บตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบระหว่างน้ำล้างไหมจากการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกและน้ำอ่อนในกระบวนการผลิต ตามวิธีการมาตรฐาน [4] เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ซ้ำ (ตารางที่ 2) โดยในการเก็บตัวอย่างสุ่มทั้งหมด 3 ครั้ง ในช่วงเดือนมีนาคม 2558 ถึงเดือน พฤษภาคม 2558 โดยจากผลการศึกษาในตารางที่ 2 พบว่าคุณภาพน้ำล้างไหมจากการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกและน้ำอ่อนในกระบวนการผลิตมีความใกล้เคียงกันและอยู่ในมาตรฐานของโรงงาน



รูปที่ 8 แผนภาพการปรับเปลี่ยนวิธีการ

FEAT JOURNAL
July - December 2015; 1(2) : 83-93

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำล้างไหมและน้ำอ่อน

พารามิเตอร์	น้ำล้างไหมจากการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก	น้ำอ่อนในกระบวนการผลิต
ความเป็นกรด-ด่าง	9.95	7.04
สภาพการนำไฟฟ้า ($\mu S/cm^2$)	2,010	2,110
ความขุ่น (NTU)	4.88	1.88
ความกระด้างทั้งหมด(mg/l as $CaCO_3$)	13.22	10.56
ความกระด้างเนื่องจากแคลเซียม (mg/l as $CaCO_3$)	3.89	3.67
สภาพด่าง (mg/l as $CaCO_3$)	209.78	196.3

สำหรับความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์การปรับเปลี่ยนวิธีการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก สามารถลดการใช้น้ำอ่อน 44.1 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และลดค่าใช้ในการบำบัดน้ำเสีย คิดเป็นเงิน 1,342 บาทต่อปี ไม่มีระยะเวลาคืนทุนเนื่องจากปฏิบัติได้ทันทีไม่มีการลงทุนและความเป็นไปได้ในเชิงสิ่งแวดล้อมสามารถลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสียลงได้ปีละ 44.1 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

สำหรับการติดตามการดำเนินงานตามแนวทางดังกล่าวพบว่าวิธีการนี้สามารถประยุกต์ ใช้งานได้ดี โดยคุณภาพน้ำล้างไหมใช้ซ้ำมีค่าใกล้เคียงกับน้ำอ่อน และการติดตามผลในเชิงเศรษฐศาสตร์จากการเก็บข้อมูลการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกของหม้อย้อมขนาด 30 และ 50 กิโลกรัม เป็นเวลา 2 เดือน ระหว่าง มิถุนายน 2558 ถึง กรกฎาคม 2558 พบว่าสามารถลดการใช้น้ำ 44.1 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นเงิน 1,342 บาทต่อปี

4. สรุป

ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการประยุกต์ใช้หลักการทางเทคโนโลยีสะอาดมีความเป็นไปได้ในการจัดการการใช้น้ำในกระบวนการย้อมในอุตสาหกรรมการผลิตพรม สำหรับกระบวนการย้อมและหม้อต้มไอน้ำมีการใช้น้ำประมาณ 93.09 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การประยุกต์ใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาดสามารถลดการใช้น้ำและทรัพยากรได้ โดยการปรับปรุงการล้างหม้อย้อมโดยใช้กล่องแทนที่น้ำ การใช้ประโยชน์น้ำกลั่นตัวจากไอน้ำสูญเสียและการใช้น้ำซ้ำในการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรก ผลจากการคาดการณ์ความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ของแนวทางข้างต้นสามารถลดการใช้น้ำและสารเคมีเท่ากับ 1,728.94 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และ 985.2 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ คิดเป็นเงิน 238,803 บาทต่อปี

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนจากโครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (INDUDTRIAL TECHNOLOGY ASSISTANCE PROGRAM: iTAP)

ขอขอบคุณผู้จัดการและพนักงานโรงงานผลิตพรมที่ให้เข้าไปศึกษาเก็บข้อมูล ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินการวิจัย และให้ความร่วมมืออย่างดีในครั้งนี้และขอขอบคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชา

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น รวมถึงผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงอุตสาหกรรม.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพรมทอ. ม.ท.ป.: 2553.

[2] ธเรศ ศรีสถิตย์. เทคโนโลยีสะอาดและการนำไปใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2549.

[3] สิริประภา แพงคำแหง. การลดปริมาณสีย้อมผ้าไหมโดยการประยุกต์ใช้หลักการเทคโนโลยีสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอขนาดเล็ก. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.

[4] ไพศรี วรรณแสงทอง. คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียในปฏิบัติการทางเคมีสำหรับวิศวกรสิ่งแวดล้อม. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2558.