

คู่มือแนวทางการปฏิบัติที่ดี ด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคอุตสาหกรรม

กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี
อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม



วันศุกร์ที่ 17 สิงหาคม 2555
โรงแรมเดอะทวิน ทาวเวอร์ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

“คู่มือแนวทางการปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม”

ฉบับสรุปเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โดยที่ปรึกษา “โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม

เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม”

ออกแบบปก รศ.ดร. อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ

จัดพิมพ์โดย

บริษัท วิสต้า อินเตอร์พรีนท์ จำกัด

๔๒๘/๑๘๑ ถ.กาญจนาภิเษก แขวงดอกไม้ เขตประเวศ กรุงเทพฯ ๑๐๒๕๐

โทร. ๐๒-๑๘๑-๕๕๓๐ , ๐๒-๑๐๑-๙๓๗๙ , ๐๘๙-๖๗๖-๑๖๗๑

จำนวนพิมพ์ ๔๖๕ เล่ม

สิงหาคม ๒๕๕๕

ลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รศ.ดร.สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์

ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สกฤต ห่อวโนทยาน

ผู้จัดการโครงการฯ

นายนิรันดร์ บางท่าไม้

ผู้ช่วยผู้จัดการโครงการฯ

กองบรรณาธิการ

รศ.ดร. อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

รศ.ดร. กอบบุญ หล่อทองคำ

บรรณาธิการ

รศ.ชนิษฐา เจริญลาภ

บรรณาธิการ

ดร.กัณฑ์กนิษฐ์ ขวัญพุกกะ

บรรณาธิการ

อ.อุษะ ศิริแก้ว

บรรณาธิการ

อ.ทรงศิริ พันธธุเสวี

บรรณาธิการ

“คู่มือแนวทางการปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคอุตสาหกรรม
กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรม
อาหารและเครื่องดื่ม” เล่มนี้เป็นสื่อเผยแพร่หนึ่งประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ
ระหว่างคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาดของสถานประกอบการที่ร่วม“โครงการศึกษา
การใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำ
บาดาลในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ
อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม” เมื่อวันศุกร์ที่
๖ กรกฎาคม ๒๕๕๕ และการสัมมนานำเสนอผลการดำเนินงาน เมื่อวันศุกร์ที่ ๑๗
สิงหาคม ๒๕๕๕ ณ โรงแรม เดอะทวิน ทาวเวอร์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

คู่มือนี้สรุปผลการดำเนินงานของโครงการ ด้วยความปรารถนาให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง
และผู้สนใจทั่วไปทราบดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็น KPI หนึ่งที่ใช้วัดสมรรถนะ
ของกระบวนการผลิตและการปฏิบัติงาน เพื่อสามารถวัดและเปรียบเทียบ
(Benchmarking) มาตรฐานกระบวนการและการปฏิบัติงานของตนเองกับอุตสาหกรรม
อื่นที่คล้ายกัน นอกจากนี้ยังได้เห็นกรณีศึกษาของ “แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best
practices)” ของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายสำหรับการลดต้นทุนการผลิตจากการใช้น้ำ
สารเคมี ฯลฯ และเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเชิงอนุรักษ์

ขอขอบคุณกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่สนับสนุนโครงการฯ ผู้บริหารของสถาน
ประกอบการที่ร่วมโครงการและคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาดทุกท่านที่ได้ทุ่มเทความ
พยายามในการดำเนินงานให้บรรลุผลงานตามเป้าหมาย คณะที่ปรึกษาจากสถาบันน้ำ
เพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ทีมนักศึกษาปริญญาเอก
(นางสาวพรรณชนก ประภาสวัสดี นายพิณเทพ เศรษฐโกศล และนายพรพร อภิมาศ)
และนักศึกษาปริญญาโททุกท่านที่ช่วยงานด้านวิชาการและงานธุรการ ที่สำคัญอย่างยิ่ง
ขอขอบพระคุณผู้เขียนเอกสารอ้างอิงทุกท่านที่ให้วิทยาทาน คุณความดีใดที่จะบังเกิด
ขอมอบแด่ผู้มีส่วนร่วมทุกท่าน ด้วยเวลาในการจัดทำที่จำกัดหากรายละเอียดส่วนใดใน
คู่มือนี้มีข้อผิดพลาด กองบรรณาธิการขออภัยมา ณ ที่นี้

รองศาสตราจารย์ ดร. อัญชลีพร วาริธวัสดี หล่อทองคำ
หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ทีมเวิร์คในฝูงนก TEAM: Together Everyone Achieves More

เมื่อนกตัวหนึ่งกระพือปีก แรงลมจากปีกของมันจะช่วยพยุงปีกของนกตัวถัดไปที่บินตามมา และเมื่อนกทั้งฝูงบินไปด้วยกันเป็นรูปตัว “วี” มันจะบินได้ไกลกว่าบินลำพังตัวเดียวถึง ๗๖%

บทเรียนที่หนึ่ง ทีมที่ก้าวไปในทิศทางเดียวกัน จะทำงานสำเร็จบรรลุเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย เพราะต่างก็**เชื่อมั่นและวางใจในตัวเพื่อนร่วมทีมของตน**

เมื่อนกตัวใดตัวหนึ่งบินหลุดออกนอกฝูง มันจะรู้สึกถึงแรงถ่วงและความยากลำบากในการบิน มันจึงเพียรพยายามบินกลับเข้าฝูง เพื่ออาศัยแรงลมพยุงปีกจากเพื่อนนกที่บินอยู่ข้างหน้า

บทเรียนที่สอง ทีมงานควรก้าวเดินไปด้วยกันเพื่อ “ให้” และ “รับ” ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

เมื่อนกหัวหน้าฝูงเหนื่อยล้า มันจะบินวนกลับเข้าท้ายแถว และให้นกตัวถัดไปเลื่อนขึ้นมาแทนที่เพื่อนำฝูงต่อไป

บทเรียนที่สาม ทีมงานควรแบ่งปันความรับผิดชอบและการเป็นผู้นำ รวมทั้งผลัดเปลี่ยนกันในการทำงานหนัก เพราะทุกคนในทีมมีความสำคัญเท่าเทียมกันและต้องพึ่งพาอาศัยกัน

นกที่บินอยู่ข้างหลังจะส่งเสียงให้กำลังใจนกที่บินอยู่ข้างหน้า เพื่อให้รักษาความเร็วในการบิน

บทเรียนที่สี่ ทีมงานควรให้กำลังใจกัน คำพูดชมเชย และกำลังใจจะทำให้ทีมงานมีความมุ่งมั่น สามารถเผชิญความกดดันและความอ่อนล้าในแต่ละวันด้วยกัน

เมื่อนกตัวใดป่วย หรือได้รับบาดเจ็บ หรือถูกยิงตก และไม่สามารถบินร่วมฝูงได้ นกอีกสองตัวจะบินออกจากแถว เพื่อไปช่วยเหลือปกป้องนกตัวที่เจ็บ และจะคอยดูแลจนกว่านกตัวนั้นจะมีอาการดีขึ้น...หรือตายไป แล้วนกสองตัวนั้นจึงจะตามกลับเข้าฝูง

บทเรียนที่ห้า ทีมงานจะยืนอยู่เคียงข้างกัน ทั้งในยามสุขและยามทุกข์

สารบัญ

หน้า

สารจากอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล.....	I
สารจากประธานสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สมาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.....	III
สารจากอธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	IV
สารจากผู้จัดการโครงการ.....	V
รายชื่อที่ปรึกษาโครงการ ที่ปรึกษาจากสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน	
รายชื่อบริษัทที่เข้าร่วมโครงการนำร่อง และคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด	
จากทุกบริษัท	VI
บทที่ 1 ความสำคัญของโครงการและสรุปบทสัมภาษณ์	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 พื้นที่ดำเนินการ.....	2
1.4 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย	2
1.5 ขอบเขตการดำเนินงาน.....	2
1.6 ผลสัมฤทธิ์ของโครงการ	3
1.7 สรุปบทสัมภาษณ์ผู้บริหารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหาร	
จัดการน้ำภาคอุตสาหกรรม	3
1.8 สรุปความคิดเห็นสถานประกอบการที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย.....	7
บทที่ 2 เทคโนโลยีสะอาด และดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์	
2.1 หลักการเทคโนโลยีสะอาด และหลักการ 5 R.....	13
2.2 การใช้น้ำของอุตสาหกรรม	20
2.3 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมต่างๆ	24
2.4 ตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices) ที่พบในกลุ่มอุตสาหกรรม	
เป้าหมาย.....	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ผลการดำเนินการ

3.1 ผลการดำเนินการของบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ	81
3.2 ผลการดำเนินการของบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมเคมี	155
3.3 ผลการดำเนินการของบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ	187
3.4 ผลการดำเนินการของบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม	221
3.5 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของ 13 สถานประกอบการที่ร่วมโครงการ	241
3.6 สรุปและวิเคราะห์การใช้หลักการ 5 R ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย	243

บทที่ 4 การผลิต การปรับปรุง และการใช้น้ำสำหรับอุตสาหกรรม

4.1 การผลิต การปรับปรุง และการใช้น้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม	255
4.2 แหล่งน้ำหลักและสมบัติทั่วไปของน้ำที่ใช้ผลิตน้ำใช้ในอุตสาหกรรม	256
4.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม	262
4.4 หน่วยการผลิต การปรับปรุง และการใช้น้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม	279
1) หน่วยตกตะกอน	279
2) หน่วยกรองน้ำด้วยตัวกลางกรอง	283
3) หน่วยผลิตน้ำอ่อน	287
4) ระบบรีเวิร์สออสโมซิส	291
5) หน่วยผลิตน้ำบริสุทธิ์	296
6) หน่วยบำบัดน้ำด้วยโอโซน	304
7) หม้อไอน้ำ หรือเครื่องกำเนิดไอน้ำ	306
8) หอทำความเย็น หอหล่อเย็น หรือหอผึ่งเย็น	311
อภิธานศัพท์	317
ภาคผนวก	329
ภาคผนวก ก อัตราค่าน้ำประปา หลักเกณฑ์การจ่ายค่าน้ำบาดาล และ	
อัตราค่าใช้น้ำบาดาล	329

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างแผนงานสำหรับการบันทึกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด	19
2.2 ตัวอย่างการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม	20
2.3 ตัวอย่างปริมาณน้ำใช้จำแนกหมวดหมู่ตามประเภทโรงงาน ประเมินปริมาณ การใช้น้ำโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปี 2554	21
2.4 หน่วยการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมแยกประเภท 107 ประเภท	22
2.5 การประเมินความต้องการน้ำตามประเภทของอุตสาหกรรมหลัก	23
2.6 อัตราการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม.....	24
2.7 ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำต่อกิโกรัมผลิตภัณฑ์ในกระบวนการฟอกย้อมพิมพ์ ผ้าฝ้ายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ	26
2.8 รายละเอียดส่วนการผลิตและดัชนีการใช้น้ำของโรงงานสิ่งทอที่เป็นกรณีศึกษา .	27
2.9 อัตราส่วนระหว่างสารละลายสีย้อมต่อกิโกรัมผ้าของเครื่องย้อมแต่ละชนิด	31
2.10 ปริมาณการใช้น้ำต่อกิโกรัมผลิตภัณฑ์ในกระบวนการฟอกย้อมพิมพ์ผ้าฝ้าย ...	32
2.11 รายละเอียดการผลิตและความสนใจทำ CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs	33
2.12 ทางเลือก CT สำหรับกระบวนการต่างๆ ในอุตสาหกรรมฟอกย้อม	35
2.13 ตัวอย่างทางเลือก CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs	37
2.14 ผลสำเร็จของการดำเนินงาน CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs.....	39
2.15 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมฟอกหนัง.....	46
2.16 ประเภทและแหล่งที่มาของน้ำป้อนเข้าโรงกลั่นปิโตรเลียม	49
2.17 ประเภทและแหล่งที่มาของน้ำที่ออกจากโรงกลั่นปิโตรเลียม	49
2.18 สารปนเปื้อนในน้ำและวิธีการกำจัดที่นิยมใช้.....	50
2.19 ตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมกลั่น ปิโตรเลียม.....	51
2.20 ตัวอย่างวิธีการลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมชุบโลหะ	62
2.21 ตัวอย่างวิธีการลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
2.22 ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำในอุตสาหกรรมปลาซาร์ดินในซอสมะเขือเทศบรรจุ กระป๋อง	68
2.23 วิธีลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมปลาซาร์ดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง	69
2.24 ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ (ข้อมูลปี 2548)	71
2.25 ค่าต่ำสุด-สูงสุดของปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (ข้อมูลปี 2551)	73
2.26 ค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (ข้อมูลปี 2551).....	73
2.27 วิธีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านการใช้น้ำและน้ำแข็ง	75
2.28 ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ (ข้อมูลปี 2551)	79
A1 บริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์จำกัด	
A1.1 การใช้ปัจจัยการผลิต	82
A1.2 การบำบัดของเสีย.....	82
A1.3 การปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินในถังกรองชุดที่ 1 และชุดที่ 2.....	86
A1.4 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินในเดือน มีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2555	87
A1.5 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินหลังการติด ตั้งถังกรองชุดใหม่ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555	87
A1.6 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินของถัง กรองชุดใหม่	88
A1.7 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินเมื่อเพิ่ม ความกระด้างของน้ำก่อน การล้างคืนสภาพเรซินจาก 0 ppm เป็น 250 ppm ปริมาตร 110 ลูกบาศก์เมตร	88
A1.8 จำนวนรอบและปริมาณการใช้น้ำต่อกิโลกรัมผ้าที่ Liquor ratio = 1:10	90
A1.9 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการย้อมผ้า Mercerized cotton ด้วยสี Reactive ใน ปี 2554	90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
A1 บริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จำกัด (ต่อ)	
A1.10 จำนวนรอบและปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับการผลิต 100% Polyester ที่ผ่าน Reduction clearing	92
A1.11 เวลาและปริมาณการใช้น้ำที่ใช้เตรียมผ้าในการผลิต Mercerized cotton ปี 2554 ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ.....	94
A1.12 ข้อมูลของบ่อน้ำบาดาลบ่อที่ 1-3 เดือน กรกฎาคม ปี 2554.....	96
A1.13 คุณภาพของน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำอ่อน เดือน มกราคม ปี 2555.....	97
A1.14 คุณภาพน้ำเสียของโรงงาน	97
A1.15 การใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดินในปี 2554-2555.....	98
A1.16 สัดส่วนการใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดิน เดือน มกราคม-พฤษภาคม ในปี 2554 และ ปี 2555.....	98
A1.17 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตผ้าในปี 2554	99
A1.18 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตผ้าในเดือนมกราคม-พฤษภาคม ปี 2555.....	99
A1.19 สัดส่วนการใช้น้ำสำหรับผลิตผ้าลูกไม้ฝ้าย ผ้าลูกไม้ Poly, TC และ CVC ผ้าพิเศษ และผ้าเบาะรถยนต์ในเดือนมกราคม-พฤษภาคม ปี 2554 และ ปี 2555.....	100
A1.20 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าลูกไม้ฝ้ายต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2554- เดือน พฤษภาคม ปี 2555.....	100
A1.21 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าลูกไม้ Polyester, TC และ CVC ต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ปี 2554- เดือนพฤษภาคม ปี 2555	101
A1.22 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าพิเศษต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2554- เดือน พฤษภาคม ปี 2555.....	101
A1.23 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าเบาะรถยนต์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2554- เดือน พฤษภาคม ปี 2555.....	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
A1 บริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จำกัด (ต่อ)	
A1.24 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ในปี 2554 และ ปี 2555.....	102
A2 บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด	
A2.1 ร้อยละผลิตภัณฑ์ของโรงงานต่อปี.....	106
A2.2 ปัจจัยการผลิตของโรงงาน.....	107
A2.3 ประเภทของของเสีย แหล่งกำเนิด และการกำจัด.....	107
A2.4 ปริมาณการใช้น้ำต่อวันในแต่ละจุดของโรงงาน เดือนมิถุนายน ปี 2555	118
A2.5 ความถี่ในการล้างถังกรองทรายและสมบัติของน้ำล้าง	119
A2.6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำล้างถังกรองทรายก่อนและหลังการปรับปรุง.....	120
A2.7 คุณภาพของน้ำบาดาลและน้ำผิวน้ำ ปี 2555.....	123
A2.8 ปริมาณการใช้น้ำบาดาล น้ำประปา และน้ำผิวน้ำตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555.....	124
A2.9 สัดส่วนการใช้น้ำบาดาล น้ำประปา และน้ำผิวน้ำในเดือนมกราคม-มิถุนายน ของปี 2554 และ ปี 2555	124
A2.10 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน ปี 2554.....	125
A2.11 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงานตั้งแต่เดือน มกราคม-มิถุนายน ปี 2555	126
A2.12 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ปี 2554 และ ปี 2555	127
A2.13 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตเส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์ตั้งแต่เดือน มกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555.....	127
A2.14 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตผ้าผืนตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือน มิถุนายน ปี 2555.....	128
A2.15 ดัชนีการใช้น้ำของการผลิตเส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์และผ้าผืน ปี 2554 และ ปี 2555	128
A2.16 คุณภาพของน้ำในหม้อไอน้ำ.....	129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
A3 บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน)	
A3.1 ร้อยละผลิตภัณฑ์ของโรงงานต่อปี.....	131
A3.2 ปัจจัยการผลิตของโรงงาน	132
A3.3 ประเภทของของเสีย แหล่งกำเนิด และการกำจัด.....	132
A3.4 ผลจากการดำเนินโครงการ 3R ในปี พ.ศ. 2551	143
A3.5 คุณภาพน้ำบาดาลของโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555	147
A3.6 คุณภาพน้ำอ่อนของโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555	147
A3.7 คุณภาพน้ำทิ้งหลังการบำบัดตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555	148
A3.8 ปริมาณน้ำทิ้งและค่าใช้จ่ายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555	149
A3.9 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลและน้ำจากระบบรีไซเคิลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555	149
A3.10 สัดส่วนการใช้น้ำบาดาลและน้ำจากระบบรีไซเคิลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555.....	150
A3.11 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน ปี 2554.....	150
A3.12 ปริมาณการใช้น้ำกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงานตั้งแต่เดือน มกราคม-มิถุนายน ปี 2555	150
A3.13 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ปี 2554 และ ปี 2555	151
A3.14 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตในลอนตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555.....	151
A3.15 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตเส้นด้ายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555.....	152

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
A3 บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน) (ต่อ)	
A3.16 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตผ้าตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือน มิถุนายน ปี 2555.....	152
A3.17 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการย้อมแต่งผ้าตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555.....	153
A3.18 ดัชนีการใช้น้ำของการผลิตในล่อน เส้นด้าย ผ้าทอ และการย้อมแต่งผ้า ปี 2554 และ ปี 2555.....	153
B1 บริษัท ท่าไทย จำกัด	
B1.1 ปริมาณการใช้น้ำบาดาล น้ำประปา และน้ำผิวดิน ปี 2554 ในหน่วย ลบ.ม.....	161
B1.2 ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในปี 2554.....	161
B1.3 ดัชนีการใช้น้ำ (ลบ.ม./ตัน).....	161
B2 บริษัท ไทยยูริเทนพลาสติก จำกัด	
B2.1 มาตรการที่ดำเนินการมาก่อน.....	167
B2.2 สรุปผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์	175
B3 บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกร็ดเดอร์ฟาร์ม จำกัด	
B3.1 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์.....	181
B3.2 เปรียบเทียบการใช้น้ำประปาก่อนและหลังการดำเนินงาน	182
B3.3 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์.....	185
C1 บริษัท ไทยสเปเชียลไวร์ จำกัด	
C1.1 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2554 ไม่รวมช่วงประสพเหตุภัยเดือน ตุลาคม – พฤศจิกายน	189
C1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านการใช้งานในกระบวนการ.....	198
C1.3 เปรียบเทียบการใช้น้ำก่อน (ปี 2554) และหลังการดำเนินการ (ปี 2555)	198
C1.4 สัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2554 (ก่อนเข้าร่วมโครงการ).....	199
C1.5 สัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2555 (5 เดือน (หลังเข้าร่วมโครงการ).....	199

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
C1 บริษัท ไทยสะเปเซียลไวร์ จำกัด (ต่อ)	
C1.6 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2555 (5 เดือน) (หลังการดำเนินการ).....	200
C1.7 สรุปผลการคำนวณค่าใช้จ่ายและระยะเวลาการคืนทุน.....	201
C2 บริษัท บีสไพพ์ฟิตติ้งอินดัสตรี จำกัด	
C2.1 แผนการทำงาน.....	206
C2.2 แผนงานที่คาดว่าจะดำเนินการในอนาคตต่อเนื่องจากโครงการนี้	208
C3 บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน)	
C3.1 สรุปผลจากมาตรการนำน้ำจากอ่างล้างลวดแผนกอบอ่อนกลับมาใช้ซ้ำ (ข้อมูล 30 วัน).....	216
C3.2 ผลการดำเนินการนำน้ำทิ้งจากแผนกรีดกลับมาใช้ซ้ำที่แผนกอบอ่อน.....	216
C3.3 สรุปผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์	217
D1 บริษัท ซี.พี. แคปลีกและการตลาด จำกัด	
D1.1 โครงการที่ดำเนินการมาก่อนเข้าร่วมโครงการนี้.....	223
3.1 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของสถานประกอบการที่ร่วมโครงการ 13 บริษัท หลัง การดำเนินการ.....	241
3.2 ประเภทของอุตสาหกรรมที่การใช้น้ำประปามีและไม่มีผลกระทบต่อวัตถุดิบและ กระบวนการผลิต	242
3.3 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรม สิ่งทอ	245
3.4 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรม เคมี.....	247
3.5 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรม โลหะ.....	249
3.6 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรม อาหารและเครื่องดื่ม	251

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.7 สรุปการใช้หลักการ 5R กับกิจกรรมในโครงการฯ ของกลุ่มอุตสาหกรรม	
เป้าหมาย	254
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ค่าความเป็นกรด และค่าความเป็นด่าง.....	258
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต หมู่ซัลเฟต หมู่ฟอสเฟตของแข็งแขวนลอย คลอไรด์ กับสภาพน้ำ	259
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและค่าบีโอดี	260
4.4 อัตราส่วนของค่าบีโอดีและค่าซีโอดีของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	
บางประเภท	260
4.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน.....	263
4.6 มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	265
4.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค.....	268
4.8 มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตาม ASME	270
4.9 พิกัดปริมาณสารทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยในน้ำในหม้อไอน้ำที่ความดันต่าง ๆ	271
4.10 มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำชนิดท่อน้ำตาม British Standard	272
4.11 มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตาม JIS	273
4.12 มาตรฐานน้ำป้อนหม้อไอน้ำชนิดไหลผ่าน (One-through boiler) ตาม JIS	274
4.13 มาตรฐานน้ำป้อนหม้อไอน้ำที่มีความดันระดับต่างๆ.....	275
4.14 ปัญหาที่มักพบเมื่อมีสิ่งปนเปื้อนในน้ำ.....	276
4.15 กระบวนการและสารเคมีที่แนะนำสำหรับการบำบัด	277
4.16 เปรียบเทียบประเภทของมอดูลสำหรับ RO เมมเบรน	294
4.17 เปอร์เซนต์การยอมให้ไอออนผ่านและกำจัดไอออนของ RO เมมเบรน	294
4.18 รายละเอียดการใช้งานของเรซิน SAC	302
4.19 รายละเอียดการใช้งานของเรซิน SBA.....	302

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.20 ข้อมูลใช้ออกแบบระบบเรซินกำจัดไอออนโซเดียม	303
4.21 มาตรฐานคุณภาพของน้ำอ่อนสำหรับป้อนหม้อไอน้ำที่ความดันต่างๆ.....	308
4.22 มาตรฐานคุณภาพของน้ำบริสุทธิ์สำหรับป้อนหม้อไอน้ำที่ความดันต่างๆ.....	308
4.23 ตัวอย่างกระบวนการปรับสภาพน้ำไบลดาวนเป็นน้ำขดเซยของหม้อไอน้ำ.....	309
4.24 ตัวอย่างมาตรฐานคุณภาพของน้ำขดเซย และน้ำหล่อเย็น	311
4.25 ผลของคุณภาพน้ำหล่อเย็นต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบน้ำหล่อเย็น	312
4.26 ผลของการปรับสภาพน้ำหล่อเย็นด้วยสารเคมีต่อการกัดกร่อน การเกิดสเกล การเกิดฟาวลิง และการก่อตัวของจุลชีพ.....	312

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ลักษณะการใช้น้ำของกลุ่มตัวอย่างโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย.....	9
1.2 การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำของกลุ่มตัวอย่างโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรม เป้าหมาย.....	11
1.3 ร้อยละของการใช้เทคโนโลยีสะอาดของกลุ่มตัวอย่างโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรม เป้าหมาย.....	12
2.1 ปัจจัยในการปรับปรุงเพื่อการทำเทคโนโลยีสะอาด	14
2.2 วิธีการหาข้อเสนอของเทคโนโลยีสะอาด	15
2.3 วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด.....	16
2.4 การดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาดตาม UNEP.....	17
2.5 การดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาดตามหลักการบริหารแบบ PDCA.....	17
2.6 กระบวนการฟอกย้อม	29
2.7 กระบวนการเตรียมสิ่งทอ.....	30
2.8 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะอย่างง่าย	42
2.9 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ.....	44
2.10 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมฟอกหนัง.....	45
2.11 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะนิกเกิล	53
2.12 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะนิกเกิล-โครเมียม	54
2.13 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะนิกเกิล-โครเมียมโดยระบบอัตโนมัติ....	55
2.14 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะโครเมียม.....	57
2.15 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะทองแดง-นิกเกิล-โครเมียม.....	58
2.16 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะฮาร์ดโครม.....	60
2.17 การนำน้ำล้างกลับมาใช้ใหม่.....	61
2.18 ตัวอย่างการล้างเส้นลวดโดยใช้ปั้มน้ำและใบพัดกวน.....	62
2.19 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์.....	64
2.20 กระบวนการผลิตปลาขี้ดในขอสระเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....	66

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.21 ตัวอย่างโครงสร้างต้นทุนการใช้น้ำ น้ำเย็น และน้ำแข็ง.....	74
A1 บริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์จำกัด	
A1.1 แผนผังการใช้น้ำในบริษัท	83
A1.2 ภาพรวมกระบวนการผลิตของโรงงาน	84
A1.3 แผนผังกระบวนการผลิต	84
A1.4 ขั้นตอนและกระบวนการผลิตโดยการนำผ้าเข้าเครื่องเตรียมต่อเนื่อง 2 รอบ ก่อน และหลังการปรับปรุง.....	93
A2 บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด	
A2.1 แผนผังเครื่องจักรที่ใช้ในการปั่นด้าย.....	108
A2.2 แผนผังเครื่องจักรที่ใช้ในการทอผ้า	109
A2.3 แผนผังการใช้น้ำ Bangkok domtex.....	110
A2.4 ขั้นตอนการผลิต.....	111
A2.5 ขั้นตอนการผลิต Combed yarn (A) และ Carded yarn (B).....	112
A2.6 ขั้นตอนการผลิตด้าย	113
A2.7 ขั้นตอนการผลิตผ้าดิบ.....	114
A2.8 การติดตั้งมิเตอร์ตามแปลน.....	117
A2.9 หอผึ่งเย็นของทางโรงงาน	121
A2.10 ตะไคร่น้ำที่เกาะแผงไม้และสภาพของแผงเกล็ดกันน้ำปลิว	122
A2.11 หอผึ่งเย็นก่อนหลังการบำรุงรักษา	123
A3 บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน)	
A3.1 แผนผังการใช้น้ำในบริษัท	133
A3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิต.....	134
A3.3 กระบวนการผลิตเม็ดไนลอน.....	135
A3.4 กระบวนการผลิตเส้นใยไนลอนแบบปกติ.....	135
A3.5 กระบวนการผลิตเส้นใยไนลอนแบบผสม (Master batch)	136
A3.6 กระบวนการผลิตเส้นด้ายยี่ด้อย้อมสี	136

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
A3 บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน) (ต่อ)	
A3.7 กระบวนการผลิตเส้นด้าย ATY	137
A3.8 กระบวนการผลิตผ้าทอ	137
A3.9 กระบวนการย้อมแต่งผ้าด้วยเครื่องย้อมผ้า	138
A3.10 ภาพรวมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน	143
A3.11 แผนผังการสมดุลน้ำของโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน ปี 2555	144
B1 บริษัท ท่าไทย จำกัด	
B1.1 กระบวนการผลิตกรดกำมะถัน	155
B1.2 กระบวนการผลิตสารส้มอะลูมินา	157
B1.3 กระบวนการผลิตสารส้มบอไซด์	158
B2 บริษัท ไทยยูริเทนพลาสติก จำกัด	
B2.1 แผนผังกระบวนการผลิตหนังเทียมแบบเปียก	166
B2.2 ดัชนีการใช้น้ำต่อตันผลิตภัณฑ์ก่อนการเข้าร่วมโครงการ	167
B2.3 แผนผังสมดุลน้ำในกระบวนการผลิตของบริษัทและตำแหน่งที่ใช้มาตรการ ลดการใช้น้ำ	168
B2.4 กราฟปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันระหว่างมกราคม-มิถุนายน 2555	173
B2.5 กราฟปริมาณการใช้น้ำประปาเทียบน้ำบาดาลระหว่างมกราคม 2554- พฤษภาคม 2555	174
B2.6 กราฟดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ระหว่างมกราคม-พฤษภาคม 2555	175
B3 บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกร็ดเตอร์ฟาร์มา จำกัด	
B3.1 กระบวนการผลิตยาเม็ด	177
B3.2 กระบวนการผลิตยาแคปซูล	178
B3.3 กระบวนการผลิตยาน้ำ	178
B3.4 กระบวนการผลิตน้ำยาบ้วนปาก	179
B3.5 แผนผังการใช้น้ำก่อนการดำเนินงาน	180
B3.6 แผนผังการใช้น้ำหลังการดำเนินงาน	183

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
C1 บริษัท ไทยสะเปเซียลไวร์ จำกัด	
C1.1 แผนผังกระบวนการผลิตลดเวลาดึงสูงสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง และลดเหล็กกล้าดึงแข็งอย่างง่าย	188
C1.2 กราฟสัดส่วนและดัชนีการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2554 ไม่รวมช่วงประสบ อุทกภัยเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน	189
C1.3 กราฟสัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2554 ก่อนเข้าร่วมโครงการ....	199
C1.4 กราฟสัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2555 หลังเข้าร่วมโครงการ	200
C1.5 กราฟสัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2555 (5 เดือน) (หลังการดำเนินการ)	200
C2 บริษัท บีสไฟฟ์ฟิตติ้งอินดัสตรี จำกัด	
C2.1 แผนผังกระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อ	204
C2.2 แผนผังกระบวนการผลิตอย่างง่ายและขั้นตอนที่มีการใช้น้ำประปา หรือน้ำบาดาล	205
C3 บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน)	
C3.1 แผนผังกระบวนการผลิตลดเหล็กกล้าไร้สนิม	211
C3.2 แนวคิดโครงการ Green factory	212
C3.3 ผลการดำเนินการโครงการ Green factory	213
C3.4 แผนผังการใช้น้ำหลังโครงการ Green factory	213
C3.5 ค่าดัชนีการใช้น้ำปี 2554	214
C3.6 ขั้นตอนการล้างลวดที่แผนกอบอ่อน	215
C3.7 แนวคิดและการปรับปรุงระบบเพื่อนำน้ำจากอ่างล้างลวดกลับไปใช้ซ้ำ.....	215
C3.8 น้ำทิ้งจากแผนกรีดที่ไหลสู่บ่อบำบัด	216
C3.9 แผนผังแนวคิดการนำน้ำทิ้งจากแผนกรีดกลับมาใช้ซ้ำที่อ่างแรกของ แผนกอบอ่อน	217
D1 บริษัท ซี.พี. แคปลีกและการตลาด จำกัด	
D1.1 กระบวนการผลิตอาหารพร้อมรับประทาน	222

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
D1 บริษัท ซี.พี. แคปลิคและการตลาด จำกัด (ต่อ)	
D1.2 ตะกรันที่เกิดขึ้นในเครื่อง Condenser	224
D1.3 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์	225
D1.4 การติดตั้งหัวฉีดน้ำที่สายยางปลายเปิด	225
D2 บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด	
D2.1 กระบวนการผลิตน้ำอัดลม	228
D2.2 การลดการสูญเสียน้ำทรีตในกระบวนการ CIP (ก) ก่อนการปรับปรุง และ (ข) หลังการปรับปรุง	230
D3 บริษัท ไทยยูเนี่ยน ฟีด มิลล์ จำกัด	
D3.1 ขั้นตอนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ	233
D3.2 การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายท่อน้ำล้างพื้นในส่วนโรงมารีนโปรตีน	235
D3.3 ดัชนีการใช้น้ำ/ผลิตภัณฑ์เฉพาะส่วนการผลิต	236
D4 บริษัท ไอศกสสา จำกัด	
D4.1 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มบำรุงกำลัง	238
4.1 หน่วยการผลิต การปรับสภาพ และการใช้น้ำ	278
4.2 ระบบ Mixed bed	299
4.3 ระบบสองถัง SAC และ WBA	300
4.4 ระบบสองถัง SAC และ SBA	300
4.5 ระบบสามถัง SAC, WBA และ SBA	301
4.6 ระบบสามถัง WAC, SAC และ SBA	301

สารจากอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล นายปราณีต ร้อยบาง



โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม
เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิฤตการณ์น้ำบาดาล

กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ หรือ GDP นอกจากนี้ในอีกสามปีข้างหน้าประเทศไทยยังต้องเข้าร่วมการเป็นสมาชิกของกลุ่มประเทศอาเซียน หรือ AEC ซึ่งจะส่งผลให้มีการขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ดังนั้นประเทศไทยจำเป็นต้องจัดสรร ควบคุม กำกับดูแล ทรัพยากรที่มีอยู่ให้มีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเรื่องน้ำต้นทุนของการผลิตในภาคอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นน้ำผิวดิน หรือน้ำบาดาลก็ตาม

ประเทศไทยประกอบด้วยแอ่งน้ำบาดาล 27 แอ่ง มีปริมาณน้ำกักเก็บประมาณ 1.13 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำที่สามารถสูบขึ้นมาใช้อย่างปลอดภัยได้เท่ากับ 102,800 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยน้ำบาดาลที่พบเป็นแหล่งน้ำที่สะอาด แต่การใช้น้ำบาดาลอย่างไม่ถูกวิธี เช่น การใช้น้ำบาดาลในปริมาณที่เกินสมดุลจะส่งผลให้เกิดปัญหาตามมา เช่น ปัญหาแผ่นดินทรุด ปัญหาการรุกคืบของน้ำทะเล และปัญหาการปนเปื้อนของแหล่งน้ำบาดาล

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลซึ่งมีภารกิจหน้าที่ในการควบคุม กำกับดูแล อนุรักษ์ฟื้นฟู ให้มีการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในการผลิตภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และภาคบริการ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสนับสนุนและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตร การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภค บริโภค ในพื้นที่ที่ขาดแคลนแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำอื่นๆ เช่น พื้นที่นอกเขตชลประทาน และบริเวณพื้นที่สูง

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและขีดความสามารถในการใช้น้ำบาดาลของภาคอุตสาหกรรมเพื่อรองรับทิศทางการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้นตามเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้น กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้มอบหมายให้สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระคุณทหารลาดกระบังดำเนินการศึกษา “โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิฤตการณ์น้ำบาดาล กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม” โดยการรวบรวมข้อมูลสถานการณ์ และสภาพปัญหาด้านการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยใช้หลักการเทคโนโลยีสะอาด (Clean technology) และหลักการ 5 R (Reduce, Reuse, Recycle, Reserve, Revisualize)

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จักได้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย เพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการใช้น้ำบาดาล และน้ำประปาของอุตสาหกรรมโดยพิจารณาจากความจำเป็นของการใช้น้ำบาดาลและอัตราส่วนการใช้น้ำบาดาลร่วมกับแหล่งน้ำอื่นๆ

ท้ายที่สุดนี้กระผมขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระคุณทหารลาดกระบัง และผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง 13 แห่ง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยในครั้งนี้และหวังว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านอีกในโอกาสข้างหน้า



นายปรานีต ร้อยบาง
อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

**สารจากรองประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
และประธานคณะกรรมการบริหารสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน
นายเจน นำชัยศิริ**



สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม

เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

“น้ำ” สำหรับภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญหลักของกระบวนการผลิต ในการสร้างมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจให้กับประเทศ โดยทรัพยากรดังกล่าว เพียงร้อยละ 4 สามารถสร้างรายได้ให้ประเทศถึงร้อยละ 39.6 ของรายได้มวลรวมประชาชาติ (GDP) ใน พ.ศ.2550 รวม 8.49 ล้านล้านบาท คิดเป็นมูลค่า 3.36 ล้านล้านบาท ในขณะเดียวกัน ภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากมาตรการในการควบคุมการใช้น้ำบาดาลในเขตพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล และเพิ่มค่าธรรมเนียมการใช้น้ำบาดาลให้มีราคาใกล้เคียงกับค่าน้ำประปา รวมถึงได้กำหนดนโยบายยกเลิกการใช้น้ำบาดาลสำหรับอุปโภคบริโภคในพื้นที่ที่มีน้ำประปาเข้าถึง ซึ่งทำให้การใช้น้ำภาคอุตสาหกรรมมีต้นทุนที่สูงขึ้น แตกต่างจากประเทศคู่แข่งทางการค้า เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย หรือแม้แต่ เวียดนาม ได้จัดให้มีน้ำเพื่อภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ จึงทำให้ได้เปรียบในเรื่องของต้นทุนของการผลิตได้

โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาล ในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ครั้งนี้ ถือเป็นโครงการที่สำคัญโครงการฯ หนึ่งในโครงการในการดำเนินงานโครงการฯ ร่วมกันอย่างบูรณาการและส่งผลให้เกิดการมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานร่วมกันระหว่าง 3 หน่วยงาน คือ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย การดำเนินงานโครงการฯ ดังกล่าวจะไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้หากไม่มีสถานประกอบการจำนวน 13 รายนำร่อง ในการเข้ามามีบทบาทและมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำบาดาลให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

ในนามสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ขอขอบพระคุณทุกหน่วยงาน ในการมีส่วนร่วมจนทำให้โครงการฯ ดังกล่าวบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ และทางสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย จะนำความรู้ที่ได้จากการร่วมดำเนินโครงการฯ ประชาสัมพันธ์ให้สมาชิกสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ร่วมกันใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

นายเจน นำชัยศิริ

รองประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ประธานคณะกรรมการบริหารสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน

สารจากอธิการบดี

ศาสตราจารย์ ดร.ถวิล พึ่งมา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม

เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิฤตการณ์น้ำบาดาล

กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม



โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิฤตการณ์น้ำบาดาล กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ได้มอบหมายให้สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังดำเนินการเป็นโครงการที่ตอบโจทย์การใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพให้เกิดการใช้น้ำอย่างยั่งยืน และลดปัญหาการขาดแคลนน้ำในภาคส่วนต่างๆ ของประเทศ นอกจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและการวางแผนจัดการใช้น้ำเพื่อบรรลुวัตถุประสงค์ของโครงการแล้ว การสร้างความตระหนักให้เห็นความสำคัญของการใช้ทรัพยากรน้ำเชิงอนุรักษ์ และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำเป็นเรื่องที่จะละเลยไม่ได้

ตามที่หน่วยงานสำคัญของชาติ โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ได้ผลักดันและสนับสนุนให้เกิดโครงการที่เป็นประโยชน์แก่ภาคอุตสาหกรรมของประเทศจะส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมเข้มแข็ง และสามารถแข่งขันได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้บริบทของการทำงานในภาคปฏิบัติร่วมกันระหว่างทีมที่ปรึกษากับผู้ประกอบการมีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศสู่ระบบเศรษฐกิจฐานความรู้

ในนามของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผมขอร่วมแสดงความยินดีกับผู้ร่วมโครงการนี้ทุกท่าน ขอขอบพระคุณกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ผู้บริหารและคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาดทุกท่านของสถานประกอบการ คณะทำงาน และที่ปรึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รวมทั้งที่ปรึกษาจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ขอให้องค์ความรู้จากการศึกษาวิจัยนี้เป็นประโยชน์และนำพาความสำเร็จแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประเทศชาติต่อไป

(ศาสตราจารย์ ดร.ถวิล พึ่งมา)

อธิการบดี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารจากผู้จัดการโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม

เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะจำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต อีกทั้งยังเป็นปัจจัยการผลิตทั้งในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และภาคบริการ น้ำที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ คือ น้ำประปา น้ำบาดาล และน้ำผิวดิน แต่ด้วยเหตุที่ปริมาณน้ำผิวดินมีจำกัด และบางส่วนยังปนเปื้อนสารเคมี ชยะมูลฝอย กากของเสีย และสิ่งปนเปื้อนจากการอุปโภคและบริโภค จึงไม่สามารถใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ แหล่งน้ำบาดาลส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้เสริมหรือทดแทนน้ำผิวดินและน้ำประปาโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำผิวดินหรือนอกเขตเทศบาลที่น้ำประปาบริการไม่ถึง

เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำบาดาลที่เพิ่มมากขึ้น และวิกฤตการณ์การขาดแคลนน้ำของประเทศ ปี ๒๕๔๖ ภาครัฐได้เพิ่มเติมแก้ไขกฎหมายว่าด้วยน้ำบาดาล เพื่อจำกัดและควบคุมการใช้น้ำบาดาลในเขตพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล และเพิ่มค่าธรรมเนียมการใช้น้ำบาดาลให้มีราคาใกล้เคียงกับค่าธรรมเนียมการใช้น้ำประปา แต่ด้วยความจำเป็นของภาคอุตสาหกรรมบางประเภทที่จำเป็นต้องใช้น้ำบาดาล เพราะอยู่ในพื้นที่ยังไม่เชื่อมต่อกับน้ำประปา หรือน้ำบาดาลมีความสำคัญต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในบางกลุ่มอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการ “โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ” เพื่อรวบรวมข้อมูลสถานการณ์ และสภาพปัญหาด้านการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาล และศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยใช้หลักการเทคโนโลยีสะอาด (Clean technology) และหลักการ ๕ R (Reduce, Reuse, Recycles, Reserve, Revisualize)

จากการศึกษาวิจัยและองค์ความรู้ที่ได้นี้ คณะผู้ดำเนินการจึงจัดทำเอกสารคู่มือฯ ฉบับนี้ โดยได้รวบรวมข้อมูลสถานการณ์และสภาพปัญหาด้านการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลและประปาของภาคอุตสาหกรรม และดำเนินงานร่วมกับภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มเป้าหมายหามาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ โดยประยุกต์เทคโนโลยีที่เหมาะสม นอกจากนี้ ได้รวบรวมดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ และสรุปตัวอย่างการปฏิบัติที่ดีสุด (Best practices) ในการใช้น้ำของอุตสาหกรรม

ผมขอขอบคุณผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง ๑๓ แห่ง ที่มืองานและที่ปรึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง คาดว่าผลการศึกษานี้จะได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สืบไป

(รองศาสตราจารย์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน)

รายชื่อ ที่ปรึกษาโครงการฯ ที่ปรึกษาจากสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน และคณะทำงาน เทคโนโลยีสะอาดจากสถานประกอบการ

1. รายชื่อที่ปรึกษาโครงการฯ

	ที่ปรึกษา
1. รศ.ดร.สุชัยวีร์ สุวรรณสวัสดิ์	ที่ปรึกษา
2. รศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน	ผู้จัดการโครงการฯ
3. นายนิรันดร์ บางท่าไม้	ผู้ช่วยผู้จัดการโครงการ/ผชช.ด้านการจัดการน้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน
4. อาจารย์อุบะ ศิริแก้ว	ผชช.ด้านทรัพยากรน้ำบาดาล (อุทกธรณีวิทยา)
5. รศ.ชนิษฐา เจริญลาภ	ผชช.ด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอ
6. ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ้มบรรตน์	ผชช.ด้านอุตสาหกรรมเคมี
7. รศ.ดร.กอบบุญ หล่อทองคำ	ผชช.ด้านอุตสาหกรรมโลหะ
8. ดร.กัณฑ์กนิษฐ์ ขวัญพฤษ	ผชช.ด้านอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
9. รศ.พรศักดิ์ อรรถวานิช	ผชช.ด้านสิ่งแวดล้อม
10. รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ	ผชช.ด้านเทคโนโลยีสะอาด
11. อาจารย์ทรงศิริ พันธุเสวี	ผชช.ด้านประชาสัมพันธ์และมวลชนสัมพันธ์
12. ผศ.อภิสิทธิ์ แก้วฉา	ผชช.ด้านเศรษฐศาสตร์

2. รายชื่อที่ปรึกษาจากสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน

1. คุณพรรัตน์ เพชรภักดี	ผู้จัดการโครงการ
2. คุณบุญช่วย กล่อมมานพ	ผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอ
3. คุณสุกัญญา กิจเจริญดำรงค์	ผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรมเคมี
4. คุณสมคิด คัณธมาส	ผู้เชี่ยวชาญด้านโลหะ
5. คุณศิริมา วัฒนชัยมงคล	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารและเครื่องดื่ม
6. คุณสุวิทย์ วิเศษสัมมาพันธ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม
7. คุณมนตรี ศรีโยธี	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสะอาด

3. คณะทำงานเทคโนโลยีสะอาดจากสถานประกอบการ

3.1 กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ

บริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์อินดัสตรีส์ จำกัด

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| 1) คุณสนธิ์ เสถียรสัมฤทธิ์ | ประธาน |
| 2) คุณปิยะฉัตร โชคพิชิต | กรรมการ/ผู้ประสานงาน |
| 3) คุณปรัชญา เสถียรสัมฤทธิ์ | กรรมการ/ผู้ประสานงาน |
| 4) คุณสุชาติ วงศ์สิทธิพิศาล | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 5) คุณจตุรงค์ ตระการรังสี | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 6) คุณรัชชัย อัครเรืองยศ | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 7) คุณวัฒน์ไชย พันธุ์คล้าย | คณะทำงานปฏิบัติการ |

บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1) คุณไพฑูรย์ ศานติวงษ์การ | ประธาน |
| 2) คุณธีติมา นิพาสพงษ์ | ประสานงาน |
| 3) คุณจุมพฏ ยูวะนิยม | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 4) คุณสงวน ปัญญวัฒน์กุล | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 5) คุณไพศาล วรวิสุทธินันท์ | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 6) คุณณทิว ช่วยบำรุง | คณะทำงานปฏิบัติการ |

บริษัท เอเซียไฟเบอร์ จำกัด

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 1) คุณเสถียร เตชะนรราช | ประธาน |
| 2) คุณน้ำทิพย์ เวียงแก้ว | กรรมการ/ผู้ประสานงาน |
| 3) คุณวินัย ภูมิประเสริฐรุ่ง | กรรมการ/ผู้ประสานงาน |
| 4) คุณอดิศักดิ์ มีแสง | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 5) คุณอดิยะ ประคองเกื้อ | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 6) คุณเอกชัย แสงคำไพ | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 7) คุณธนวัฒน์ เกียรติสวา | คณะทำงานปฏิบัติการ |
| 8) คุณเกษสุดา สุขกร | คณะทำงานปฏิบัติการ |

3.2 กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี

บริษัท ท่าไทย จำกัด

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1) คุณทวีศักดิ์ ไชยสวน | ผู้จัดการโรงงาน |
| 2) คุณดิเรก เนวะมาตย์ | ผู้จัดการฝ่ายผลิตและซ่อมบำรุง |
| 3) คุณจักรพงษ์ วงษ์สุวรรณ | รองผู้จัดการฝ่ายผลิตและซ่อมบำรุง |
| 4) คุณสมบุญรณ์ เหมโกษา | หัวหน้าฝ่ายผลิต (โรงสารส้ม) |
| 5) คุณศิริรักษ์ ชาวบ้านไร่ | หัวหน้าฝ่ายสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย |

- | | |
|----------------------------|---|
| 6) คุณกนกวรรณ บุญญบาล | ผู้จัดการสำนักงาน และหัวหน้าฝ่ายบัญชีและการเงิน |
| 7) คุณธนภฤต คชพันธ์ | หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ |
| 8) คุณสมศักดิ์ ทองสัมฤทธิ์ | ผู้จัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย |

บริษัท ไทยยูริเทนพลาสติก จำกัด

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1) คุณวรรณะ ปรีชาธนิษฐ์ | ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน |
| 2) คุณสุวัฒน์ เกื้อสงค์ | ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม |
| 3) คุณอภิชาติ นฤมิตร | หัวหน้าแผนกพลังงานฯ |
| 4) คุณกัมพล ศรีวงษ์ | หัวหน้าฝ่ายผลิตหนังเทียม |
| 5) คุณทัศนัยดี ทศนัยสุวรรณ | หัวหน้าฝ่ายผลิตเรซิน |
| 6) คุณวรรณเพ็ญ กองเทียม | ผช.QMR/EMR |

บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกร็ดเตอร์ฟาร์มา จำกัด

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1) น.ต.ณรงค์ศักดิ์ กาญจนธำนิทร ร.น. | ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม |
| 2) คุณสิทธิพร เคลือบคล้าย | ผู้จัดการแผนกวิศวกรรม |
| 3) คุณทองพล ผาสุกตรี | ผู้ช่วยหัวหน้าส่วนผลิต 1 |
| 4) คุณสุรัชย์ บัวคำ | ผู้ช่วยหัวหน้าส่วนผลิต 2 |
| 5) คุณสุวราณี แก้วปัตตะ | ผช. ผู้จัดการแผนกทรัพยากรบุคคล |
| 6) คุณพิชญ์ บันเทิง | ช่างแผนกวิศวกรรม |

3.3 กลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ

บริษัท บีสไฟฟ์ฟิตติ้ง อินดัสตรี จำกัด

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1) คุณอภิชาติ ประสพรัตน์ | ผู้จัดการทั่วไป |
| 2) คุณปวิภาณ ชูเรือง | วิศวกร |
| 3) คุณสุกิจ อภิญาณสัจจะ | หัวหน้าช่าง |
| 4) คุณเสมียน พึ่งญาติ | หัวหน้าช่าง |
| 5) คุณสมคิด สายไทยสงค์ | เจ้าหน้าที่แรงงานสัมพันธ์ |

บริษัท ไทยสะเปเซียลไวร์ จำกัด

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1) คุณเทวินทร์ เลิศวาสนา | ผู้จัดการฝ่ายโรงงาน |
| 2) คุณนริศ โตเลิศมงคล | ผู้จัดการแผนกผลิต |
| 3) คุณสุทธิศักดิ์ พึ่งจั่น | ผู้จัดการแผนกคุณภาพ |
| 4) คุณทองศักดิ์ เลิศวาสนา | Supervisor แผนกผลิต |
| 5) คุณสังเวียน จูเจ็ก | Supervisor แผนกผลิต |
| 6) คุณอัมพิกา ศศิวิรางกุล | Senior Staff Sale |
| 7) คุณยุทธนา สุทธิแก้ว | Engineering & Maintenance |

บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน)

1) คุณวิชัย แจ่มจันทิก	ผู้อำนวยการโรงงาน/ที่ปรึกษา
2) คุณญาณเดช เครือพิณ	สมาชิก
3) คุณสันติชัย ดวงกันยา	สมาชิก
4) คุณนิตินัย เศษมา	สมาชิก
5) คุณบัญชา รักมณี	สมาชิก
6) คุณปัญญา เกษแก้ว	สมาชิก/ เลขานุการ

3.4 กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม**บริษัท ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด**

1) คุณสราวุธ เกตานนท์	ผู้ช่วยผู้จัดการทั่วไปส่วนธุรกิจและสวัสดิการหอพัก
2) คุณยุทธนา เอียดเกาะสมุย	ผู้จัดการแผนกสาธารณูปโภค
3) คุณดนัย ไหลริน	ผู้จัดการแผนกอนุรักษ์พลังงาน
4) คุณวิภาวิรัตน์ นิมนุช	รองผู้จัดการแผนกธุรการ
5) คุณสุนิสา สายมี	เจ้าหน้าที่ประสานธุรกิจ

บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (ปทุมธานี)

1) คุณเจริญวัฒน์ พุ่มนงมกล	ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง
2) คุณปณรดี สิลตระกูล	ผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ
3) คุณนัยนา ผดุงนทร	หัวหน้าแผนกสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย
4) คุณภูมิสวรรค์ พวงชื่อสัตย์	วิศวกร

บริษัท ไทยยูเนี่ยน ฟีดมิลล์ จำกัด

1) คุณวริศร์ ศุขเกษม	ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม
2) คุณสมบัติ อินตรา	หัวหน้าฝ่ายวางแผนงานวิศวกรรม
3) คุณใหม่ หาญเชิงคำ	เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิศวกรรม
4) คุณกัมปนาท คำโตน	เจ้าหน้าที่วิศวกรรม

บริษัท ไอสถสภา จำกัด

1) คุณธวัชชัย ต้นสนะวาณี	ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายเทคนิคและวิศวกรรม
2) คุณชัยสิทธิ์ สุขสมบัติ	ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายผสมเครื่องดื่ม
3) คุณอภิชัย เมฆศิริน	ผู้จัดการกองโรงงานเครื่องดื่ม 2
4) คุณสกล ผลิกระโทก	ผู้ช่วยผู้จัดการกองซ่อมบำรุง

บทที่ 1 ความสำคัญของโครงการและสรุปบทสัมภาษณ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจำเป็นในการดำรงชีวิตและเป็นปัจจัยการผลิตทั้งในภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และภาคบริการ ประมาณ 10% ของการใช้น้ำในประเทศไทยใช้เพื่ออุปโภคบริโภค สูงกว่า 80% ใช้ในภาคเกษตรกรรม และประมาณ 6 – 7% ใช้ในภาคอุตสาหกรรมและพาณิชย์ แต่ด้วยเหตุที่ปริมาณน้ำผิวดินมีอยู่จำกัด และบางส่วนยังปนเปื้อนสารเคมี ขยะมูลฝอย กากของเสีย และสิ่งปฏิกูลจากการอุปโภคและบริโภค ของครัวเรือนที่อยู่ริมน้ำ ทำให้น้ำเน่าเสียไม่สามารถใช้น้ำผิวดินที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ จึงเป็นเหตุให้เกิด การขาดแคลนน้ำในภาคส่วนต่างๆ จนบางครั้งทำให้มีความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้น้ำอุปโภคบริโภคกับผู้ใช้น้ำในการประกอบ อุตสาหกรรม เนื่องจากความต้องการใช้น้ำในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอัตราการเจริญเติบโตทาง เศรษฐกิจ ทั้งในเขตพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันออก ฯลฯ ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำใช้ให้พอเพียงกับทุกภาคส่วน และการ ใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ทุกฝ่ายต้องตระหนักให้มากขึ้น

จากรายงาน “แนวทางการสำรวจการใช้น้ำและการประมาณความต้องการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม (สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ 2550)” และ “สถานการณ์น้ำในประเทศไทยปี 2550 (สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ 2555)” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 – 2550 การใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มน้ำ อัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.04 ต่อปี แหล่งน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลในธรรมชาติส่วนใหญ่นำมาใช้เสริมหรือทดแทนน้ำผิวดินโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่ สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำผิวดิน หรือนอกเขตเทศบาลที่น้ำประปาบริการไม่ถึง (ปี พ.ศ. 2549 จังหวัดอยุธยา นครปฐม และ สมุทรสาคร เป็นจังหวัดที่มีสัดส่วนของโรงงานที่ยังไม่เชื่อมต่อกับระบบประปามากที่สุด) โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ที่ ยังคงใช้น้ำบาดาลเพราะปัจจัยเรื่องของราคา คุณภาพน้ำ และการเข้าถึงของประปาผิวดิน แต่เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำ บาดาลเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในปี 2546 ภาครัฐเพิ่มเติมแก้ไขกฎหมายว่าด้วยน้ำบาดาล หรือ พ.ร.บ. น้ำบาดาล (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2546 เพื่อจำกัดและควบคุมการใช้น้ำบาดาลในเขตพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล และเพิ่มค่าธรรมเนียมการใช้น้ำ บาดาลให้มีราคาใกล้เคียงกับค่าธรรมเนียมการใช้น้ำประปา รวมถึงได้กำหนดนโยบายยกเลิกการใช้น้ำบาดาลสำหรับ อุปโภคบริโภคในพื้นที่ที่มีน้ำประปาเข้าถึง กฎหมายดังกล่าวได้ส่งผลให้ผู้ประกอบการต้องเปลี่ยนมาใช้น้ำประปาและหา น้ำจากแหล่งอื่นเพิ่มขึ้น จึงพบว่าในปี พ.ศ. 2549 พื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล 7 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสาคร นนทบุรี อยุธยา นครปฐม และปทุมธานี มีการใช้น้ำประปาเฉลี่ยรวมร้อยละ 69 น้ำบาดาลร้อยละ 23 และแหล่งน้ำผิวดินร้อยละ 8 โดยทุกจังหวัดมีการใช้น้ำประปามากที่สุด รองลงมาเป็นการใช้น้ำ บาดาล และน้ำผิวดิน ตามลำดับ สัดส่วนการใช้น้ำบาดาลลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2546 คือ ร้อยละการใช้น้ำ ประปา : น้ำบาดาล : น้ำผิวดินเท่ากับ 36 : 52 : 12 ตามลำดับ

การประกาศใช้พระราชบัญญัติฉบับนี้ ยังส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมกลุ่มที่ใช้น้ำบาดาล เพราะการเปลี่ยน มาใช้น้ำประปาทำให้ต้องรับภาระค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ได้แก่ ค่าวางท่อระยะไกล ค่าติดตั้งปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน ค่าบำบัดน้ำให้มีคุณภาพเหมาะสมกับกระบวนการผลิต (เช่น กรณีที่คลอรีนในน้ำประปามีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต) และราคาต้นทุนค่าน้ำประปาที่สูงกว่าน้ำบาดาล สำหรับอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหารและ เครื่องดื่มที่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ต้องใช้คุณสมบัติเฉพาะของน้ำบาดาล อาจต้องพัฒนาสูตรการผลิตขึ้นใหม่หากต้องใช้ น้ำประปาในกระบวนการผลิตแทนน้ำบาดาล ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้กระทบต่อศักยภาพและขีดความสามารถในการ แข่งขันของอุตสาหกรรมไทยเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งตามข้อเท็จจริงตามที่กล่าวมาการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรมน้อยกว่าการใช้

น้ำทั้งประเทศค่อนข้างมาก แต่กลุ่มอุตสาหกรรมสามารถสร้างรายได้มูลค่า 3.36 ล้านล้านบาท (ร้อยละ 39.6 ของรายได้มวลรวมประชาชาติ (GDP) ของประเทศ ใน พ.ศ. 2550 รวม 8.49 ล้านล้านบาท)

จากวิกฤตการณ์การขาดแคลนน้ำของประเทศและมาตรการจำกัดและควบคุมการใช้น้ำบาดาลของภาครัฐข้างต้น ย่อมกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้น้ำบาดาลเพราะเป็นแหล่งน้ำที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ เคมี โลหะ อาหารและเครื่องดื่ม ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการโครงการนำร่อง “โครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล” เพื่อรวบรวมข้อมูลสถานการณ์ สภาพปัญหาด้านการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาล และศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำบาดาลของอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้ง 4 กลุ่ม โดยใช้หลักการเทคโนโลยีสะอาด (Clean technology) และหลักการ 5 R (Reduce, Reuse, Recycle Reserve, Revisualize) ในการดำเนินงานเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดี (Best practices) ในการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นต้นแบบให้กับโรงงานหรืออุตสาหกรรมอื่นที่ใช้น้ำบาดาลได้ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการใช้น้ำบาดาลเชิงอนุรักษ์ เพื่อให้มีน้ำบาดาลใช้อย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อรวบรวมข้อมูลสถานการณ์ และสภาพปัญหาด้านการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลและน้ำประปาของภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย
- 2) เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย โดยนำเอาหลักการเทคโนโลยีสะอาด (Clean technology) หลักการ 5 R (Reduce, Reuse, Recycle Reserve, Revisualize) รวมถึงเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงาน
- 3) เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดี (Best practices) ในการใช้น้ำบาดาลและน้ำประปาของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) เพื่อศึกษาความจำเป็นของการใช้น้ำบาดาล และอัตราส่วนการใช้น้ำบาดาลร่วมกับแหล่งน้ำอื่นๆ เช่น น้ำประปา น้ำผิวดิน เป็นต้น ที่เหมาะสมในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย
- 5) เพื่อหาปริมาณน้ำใช้ต่อผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดของสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ

1.3 พื้นที่ดำเนินการ

พื้นที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล 7 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพฯ สมุทรปราการ สมุทรสาคร นครปฐม อยุธยา นครปฐม และปทุมธานี

1.4 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย 4 กลุ่ม ได้แก่ อุตสาหกรรมสิ่งทอ เคมี โลหะ อาหารและเครื่องดื่ม ที่อยู่ในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

1.5 ขอบเขตการดำเนินงาน

- 1) การรวบรวมข้อมูล
- 2) การนำร่องการบริหารจัดการน้ำในภาคอุตสาหกรรม
- 3) การจัดทำคู่มือแนวทางการปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคอุตสาหกรรม
- 4) การจัดสัมมนานำเสนอผลการดำเนินงาน
- 5) การเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

1.6 ผลสัมฤทธิ์ของโครงการ

- 1) โรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการเข้าใจเทคนิคการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดการใช้น้ำ รวมถึงสามารถวางแผนการใช้น้ำได้
- 2) คู่มือแนวทางการปฏิบัติที่ดี (Best practices) ในการใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดินอย่างมีประสิทธิภาพในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
- 3) ได้เกณฑ์อัตราการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
- 4) แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับโรงงานต่างๆ ต่อไป

1.7 สรุปบทสัมภาษณ์ผู้บริหารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำภาคอุตสาหกรรม (โดยอาจารย์ทรงศิริ พันธุเสวี)

จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกผู้บริหารของหน่วยงานทั้งภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน รวมทั้งสิ้น 17 หน่วยงาน ได้แก่

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1) กรมทรัพยากรน้ำบาดาล | 10) การประปาส่วนภูมิภาค |
| 2) กรมทรัพยากรน้ำ | 11) การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย |
| 3) กรมทรัพยากรธรณี | 12) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย |
| 4) กรมชลประทาน | 13) สถาบันน้ำภาคอุตสาหกรรม |
| 5) กรมโรงงานอุตสาหกรรม | 14) กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ |
| 6) กรมควบคุมมลพิษ | 15) กลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ |
| 7) กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม | 16) กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี |
| 8) คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ | 17) กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม |
| 9) การประปานครหลวง | |

สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

1.7.1 ภารกิจที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นองค์กรหลักในการบริหารจัดการน้ำบาดาล เสนอแนะในการจัดทำนโยบายแผน และมาตรการที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำบาดาล สำรวจ บริหารจัดการ พัฒนา อนุรักษ์ ปั่นพู่ รวมทั้งควบคุม ดูแล กำกับ ประสาน ติดตามประเมินผล และแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล พัฒนาศักยภาพ กำหนดมาตรฐานและถ่ายทอด เทคโนโลยีด้านทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อการอุปโภค-บริโภคในภาคประชาชน เพื่อการใช้น้ำภาคการเกษตร รวมทั้งการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม

กรมทรัพยากรน้ำ มีภารกิจหลักในการเสนอแนะแผนแม่บทและการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ทำหน้าที่กำกับและนำไปสู่การปฏิบัติกำหนดแนวทางการบริหารจัดการแผนนโยบายและศึกษาวิจัยด้านการอนุรักษ์และ ปั่นพู่ทรัพยากรน้ำ และติดตามประเมินผลการจัดการน้ำตามนโยบายแผนแม่บท

กรมควบคุมมลพิษ ทำหน้าที่นำผลจากการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมไปกำหนดมาตรฐานการควบคุมน้ำทั้งจากภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการพิจารณาแก้ไขและปรับปรุงปัญหาในพื้นที่อุตสาหกรรม เช่น การควบคุมการปล่อยน้ำเสียจากโรงงานสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

การประปานครหลวง เป็นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมที่สำคัญ ทำหน้าที่ผลิตน้ำประปาสนองความต้องการให้แก่พื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ 1) กรุงเทพมหานคร 2) นนทบุรี และ 3) สมุทรปราการ เพื่อเอื้อต่อยุทธศาสตร์ของภาครัฐที่ให้ภาคเอกชนและอุตสาหกรรมต่างๆ ลดการใช้น้ำบาดาลลง จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่าในพื้นที่รับผิดชอบของการประปานครหลวงมีการใช้น้ำบาดาลเป็นปริมาณที่น้อยมาก

การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มีภารกิจหลักในการจัดให้ได้มาซึ่งที่ดิน จัดเตรียมระบบสาธารณูปโภคที่เหมาะสมในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมซึ่งเป็นการกิจหลักตามที่กฎหมายกำหนด และการกำกับดูแลโรงงานภายใต้กฎหมายโรงงาน กฎหมายการนิคมอุตสาหกรรมฯ กฎหมายควบคุมอาคารหรือสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อชุมชน การนิคมอุตสาหกรรมฯ มีภารกิจหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม เช่น การจัดหาให้แก่โรงงานในเขตพื้นที่ รวมทั้งการนำน้ำเสียจากโรงงานไปบำบัดด้วย

1.7.2 บทบาทที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีบทบาทในการอนุมัติและให้ใบอนุญาตในการขุดเจาะบ่อบาดาล และจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้น้ำบาดาล

กรมทรัพยากรน้ำ ซึ่งดำรงตำแหน่งเลขานุการของคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และตำแหน่งกรรมการลุ่มน้ำมีบทบาทในการพิจารณาเพื่อผ่านความเห็นชอบการขอใช้น้ำและประมวลการแก้ไขปัญหา น้ำเสีย

กรมชลประทาน มีหน้าที่ในการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อตอบสนองภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม การพลังงาน การอุปโภค-บริโภค รวมทั้งการรักษาระบบนิเวศน์

กรมควบคุมมลพิษ มีแผนงานที่ช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาพื้นที่วิกฤตด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิกฤตในพื้นที่ลุ่มน้ำ ไม่ว่าจะเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก รวมทั้งทะเลสาบ นอกจากนี้ยังดำเนินการจัดทำความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปัญหาด้านมลพิษที่เกิดขึ้น ได้แก่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงอุตสาหกรรม และกรมชลประทาน

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม มีบทบาทในการแนะนำและแก้ไขปัญหาให้กับผู้ประกอบการโดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรมฟอกย้อม ซึ่งอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้น้ำ และให้คำปรึกษาแนะนำด้านราคา คุณภาพ ปริมาณ รวมถึงการจัดโครงการประหยัดน้ำอย่างไรให้เกิดประสิทธิผล

การประปานครหลวง มีบทบาทในการจัดเตรียมความพร้อมด้านปริมาณและคุณภาพน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานต่างๆ มีการเยี่ยมเยียนลูกค้าซึ่งหมายถึงโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และพบว่าบางแห่งใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำประปา บางแห่งใช้น้ำประปาสำหรับกิจการสำนักงานและในการระบบการผลิต ทั้งนี้การประปานครหลวงมีนโยบายช่วยเหลือผู้ใช้น้ำ ด้วยการส่งเสริมให้เปลี่ยนมาใช้ระบบน้ำประปาให้มากขึ้นกว่าเดิมในอัตราพิเศษ และยังมีการปรับปรุงและดูแลรักษาระบบการจัดส่งน้ำให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้ตลอดเวลา

การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มีบทบาทในการจัดการเพื่อให้ได้มาซึ่งระบบสาธารณูปโภคตามความเหมาะสมของโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นสมาชิก ให้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมตามความเหมาะสม และมีบทบาทในการรณรงค์ให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้หลัก 3R (Reduce – Reuse – Recycle) นอกจากนี้การนิคมอุตสาหกรรมฯ ยังมีนโยบายส่งเสริมการปรับเปลี่ยนการใช้น้ำจากน้ำบาดาลเปลี่ยนเป็นการใช้น้ำผิวดิน ตัวอย่าง

การเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ในเขตนิคมอุตสาหกรรมบริเวณจังหวัดสมุทรปราการและบริเวณใกล้เคียงได้รับเปลี่ยนการใช้น้ำจากน้ำบาดาลไปสู่การใช้น้ำจากแหล่งอื่นๆ

1.7.3 ข้อดี-ข้อเสียของนโยบายการจำกัดการใช้น้ำบาดาล

ข้อดี โดยส่วนรวมทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีความเห็นสอดคล้องเป็นทิศทางเดียวกันด้านข้อดีของการจำกัดการใช้น้ำบาดาล โดยหน่วยงานภาครัฐฯ ได้แก่ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรธรณี กรมชลประทาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ และกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม พิจารณาเห็นว่าเป็นข้อดีเนื่องจากเป็นการกำกับ ควบคุม การบริหารจัดการการใช้น้ำบาดาลที่มีคุณภาพและเกิดความสมดุลในการบริหารจัดการน้ำบาดาลได้เป็นอย่างดี สามารถควบคุมการใช้น้ำได้อย่างสมดุลและเกิดประโยชน์สูงสุด **การจำกัดการใช้น้ำบาดาลอย่างมีเหตุผลเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่ง แต่ควรพิจารณาตามความเหมาะสมและความจำเป็น** นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างจิตสำนึกให้ตระหนักและเห็นความสำคัญของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เพื่อสามารถดำเนินได้ตามกฎระเบียบหรือกฎหมายที่ได้กำหนดไว้เรื่องการใช้น้ำบาดาล

ข้อเสีย การกำหนดนโยบายและการจำกัดการใช้น้ำบาดาลนั้น จะได้ผลดีเมื่อใช้กฎหมายเป็นเกณฑ์ควบคุม แต่บางหน่วยงานไม่เห็นด้วยกับนโยบายนี้ เนื่องจากหากเป็นนโยบายเฉพาะพื้นที่ ซึ่งมีข้อมูลว่าหากใช้แล้วจะเกิดปัญหาวิกฤตในอนาคตและมีข้อจำกัดทั่วประเทศ ในกรณีที่น้ำผิวดินมีปริมาณน้อยไม่สามารถสนับสนุนได้เพียงพอ การจำกัดการใช้น้ำบาดาลจะเป็นการลดการพัฒนาให้ต่ำลง ทำให้ประสิทธิภาพหรือผลสำเร็จในการพัฒนาอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจต่ำลง นอกจากนี้ผู้ประกอบการบางแห่ง เช่น อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มที่อาจมีความจำเป็นต้องใช้น้ำบาดาลไม่สะดวกหรือไม่สามารถจัดหาจากแหล่งอื่นๆ มาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตจึงอาจทำให้เกิดความเสียหายอย่างชัดเจน

1.7.4 นโยบายและแผนดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ให้ความสำคัญกับการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นได้จากที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ให้การสนับสนุนการศึกษาทำโครงการลักษณะเช่นนี้หลาย ๆ โครงการ ซึ่งมีโครงการที่อยู่ระหว่างการดำเนินงานเช่น “โครงการศึกษาความต้องการการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการจัดสรรเรื่องน้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรม”

กรมชลประทาน ดำเนินการจัดทำแผนบริหารจัดการน้ำ สามารถส่งน้ำให้มีใช้ได้ตลอดระยะเวลาของการเพาะปลูก เพื่อการอุปโภค-บริโภค และส่งน้ำเพื่อภาคอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่ชลประทาน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม มีนโยบายสำคัญในด้านการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรม โดยให้โรงงานมีน้ำใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หมายถึง การนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ในกระบวนการได้ตามความเป็นจริงที่ระบบควรจะได้ แต่ไม่ควรเกินความสามารถในการให้น้ำ (Safe yield) ของชั้นให้น้ำใต้ดิน และการดูแลควรพิจารณาเรื่องของ Benchmark ประกอบด้วย

กรมควบคุมมลพิษ มีภารกิจดำเนินการเชื่อมโยงด้วยการส่งเสริมให้มีการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า และหากน้ำทิ้งนั้นไม่สามารถบำบัดได้ตามมาตรฐานจะจัดโครงการมารองรับ เพื่อให้การสนับสนุนโดยใช้วิธีการและเทคโนโลยีช่วยในการบำบัดให้เหมาะสม เช่น การนำน้ำทิ้งมาพัฒนา บำบัด และหมุนเวียนให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก

สถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์หลายประการ มีวิสัยทัศน์ “เป็นสถาบันหลักในการส่งเสริม สนับสนุน และการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการให้ภาคอุตสาหกรรมใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการพัฒนาประเทศที่ยั่งยืน” มีพันธกิจ “ส่งเสริม สนับสนุน

ถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรม ตระหนักถึงความสำคัญในการนำทรัพยากรมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งเป็นสถาบันที่ให้บริการข้อมูลข่าวสารพร้อมทั้งคำปรึกษาเกี่ยวกับวิธีการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอุตสาหกรรม รวมทั้งทำการศึกษา วิจัย ที่เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ตลอดจนสถาบันการศึกษา เข้าใจและให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดหาทรัพยากรน้ำเพื่ออุตสาหกรรม” เป้าหมายที่สำคัญ คือ การให้ภาคอุตสาหกรรมได้นำน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า เพื่อสามารถอยู่ร่วมกันได้กับชุมชน โดยใช้หลัก 3R ขณะเดียวกันได้ให้ความคิดเห็นว่าควรเพิ่มเติม 2R ที่สามารถเข้าไปเกี่ยวข้องได้ ได้แก่ Reserve และ Revisualize พร้อมทั้งการให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ประกอบการโดยการใช้เทคโนโลยีสะอาด (Clean technology) สำหรับความเห็นต่อกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมเคมี และ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มนั้น มีความเห็นว่า หากสามารถมีนิคมอุตสาหกรรมเฉพาะกลุ่มก็จะเป็นการง่ายต่อการบริหารจัดการและการให้บริการที่ดี และไม่เกิดความคิดแปลกแยกเรื่องการเอารัดเอาเปรียบกัน

1.7.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้น้ำอุตสาหกรรม

หน่วยงานภาครัฐและรัฐวิสาหกิจ ไม่ประสบปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากมีบทบาทและภารกิจด้านการจัดหาปริมาณน้ำมากกว่าเป็นผู้ใช้น้ำในปริมาณมากเมื่อเทียบกับภาคเอกชน โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำมาก

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ไม่ประสบปัญหาและอุปสรรคใดๆ เนื่องจากใช้วิธีประนีประนอมและถ้อยทีถ้อยอาศัยต่อกัน

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ได้ให้ข้อคิดเห็นที่ควรนำมาพิจารณาว่า ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้น้ำอุตสาหกรรม ควรหาหนทางแก้ไขและช่วยเหลือ โดยอาจจัดการสัมมนาเชิญชวนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ารับฟังนโยบายของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม แลกเปลี่ยนแนวคิดกับภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม พิจารณาแนวโน้มและทิศทางของอุตสาหกรรม โดยการพิจารณาอย่างเป็นระบบ

หน่วยงานภาคเอกชน ประสบกับปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานบ้าง โดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ ควรเน้นการรณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการลดการใช้น้ำโดยใช้หลัก 3R ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ควรเน้นให้ความรู้เรื่องการอนุญาตสูบน้ำบาดาลที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้น้ำ (Safe yield) ของชั้นให้น้ำใต้ดิน และการเก็บเงินเข้าสู่กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล

1.7.6 อัตราค่าใช้น้ำปัจจุบันมีความเหมาะสมหรือไม่

หน่วยงานภาครัฐและรัฐวิสาหกิจ ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าเป็นเรื่องที่เหมาะสมแล้วสำหรับอัตราค่าใช้น้ำในปัจจุบัน เนื่องจากต้องการให้ประชาชนรู้คุณค่า และตระหนักในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยการประหยัดและคุ้มค่ามากที่สุด ควรพิจารณากลุ่มเป้าหมายให้ถูกต้องและเรียกเก็บค่าใช้จ่ายตามความเหมาะสม ซึ่งควรมีความแตกต่างระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคอุตสาหกรรม ต้องชี้แจงวัตถุประสงค์ในการเก็บค่าน้ำบาดาลในอัตราที่แตกต่างกัน โดยแจ้งต่อสาธารณะถึงความจำเป็นที่เกิดขึ้น ควรนำรายได้จากการเก็บค่าน้ำบาดาลนี้ไปใช้เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตซึ่งเป็นแหล่งเติมน้ำต้นทุนให้กับน้ำบาดาลด้วย

สำหรับหน่วยงานภาคอุตสาหกรรม ได้ให้ความคิดเห็นว่าควรกำหนดอัตราค่าน้ำตามอัตราที่เป็นมาตรฐานและเป็นสัดส่วนตามที่แท้จริง รวมถึงการให้ความสำคัญกับระบบการกระจายน้ำและการดูแลรักษาให้มีสภาพดีอยู่เสมอ

กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มให้ความคิดเห็นว่า อัตราค่าน้ำบาดาลนี้เหมาะสมแล้ว แต่อัตราค่าอนุรักษ์น้ำที่กำหนดไว้ยังคงอยู่ในอัตราที่สูงเกินไป

1.7.7 การพิจารณาแก้ไขกฎหมายเกี่ยวกับการใช้น้ำบาดาลภาคอุตสาหกรรม

หน่วยงานภาครัฐและรัฐวิสาหกิจ ให้ความคิดเห็นว่า ในปัจจุบันใช้กฎหมายที่กำหนดแน่นอนอยู่แล้ว แต่ควรมีการกำหนดกฎหมายเพื่อลงโทษผู้ประกอบการที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน โดยกฎกระทรวงอุตสาหกรรมถือว่าเกณฑ์การใช้น้ำบาดาลที่มีอยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้ว แต่ควรมีการปรับปรุงแก้ไขบ้างตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบันและมุ่งเน้นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอนาคต นอกเหนือจากเขตอนุรักษ์ 7 จังหวัดนี้ ควรมีกฎหมายเดียวกันที่ประกาศในเขตอนุรักษ์หรือวิกฤตอื่นๆ โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้น้ำเพื่อการอนุรักษ์ค่อนข้างสูง

หน่วยงานภาคเอกชน เน้นเรื่องความเสมอภาคของรัฐในการให้ความเป็นธรรม โดยรัฐจะต้องไม่แสวงกำไรหรือผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับสาธารณูปโภคแก่ประชาชน บางหน่วยงานภาคเอกชนมั่นใจว่าภาคธุรกิจอุตสาหกรรมจะไม่เป็นผู้ที่ทำน้ำเสียหรือสร้างปัญหาเรื่องน้ำอีกต่อไป

1.8 สรุปความคิดเห็นสถานประกอบการที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย (โดยอาจารย์อุษะ ศิริแก้ว)

1.8.1 กล่าวนำ

คณะที่ปรึกษาได้ดำเนินการสัมภาษณ์และสอบถามตัวแทนกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายของโครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพฯ โดยการสุ่มตัวอย่างโรงงานซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสาคร นนทบุรี อยุธยา นครปฐม และปทุมธานี เป็นอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ดังนี้ อุตสาหกรรมสิ่งทอมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 โรงงาน อุตสาหกรรมเคมีมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 56 โรงงาน อุตสาหกรรมโลหะมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 56 โรงงาน และอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มมีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 โรงงาน รวมทั้งสิ้นจำนวน 222 โรงงาน จากจำนวนประมาณ 4,263 โรงงานที่ได้รับอนุญาตให้เปิดกิจการกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม คณะที่ปรึกษาได้เก็บข้อมูล 2 ช่วง โดยช่วงที่ 1 ดำเนินการในเดือนกันยายน 2554 โดยได้ส่งแบบถามทางไปรษณีย์จำนวน 800 ชุด และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ ซึ่งได้รับข้อมูลตอบกลับเพียงจำนวน 70 ชุดแบบสอบถาม ซึ่งผลสำรวจส่วนหนึ่งมาจากหลายๆ โรงงานในพื้นที่ศึกษาเตรียมการรับมือกับอุทกภัย และประสบกับปัญหาอุทกภัยซึ่งเกิดในพื้นที่ศึกษา คณะที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลหลังจากน้ำท่วมในช่วงที่ 2 คือ ระหว่างเดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์ 2555 จำนวน 152 โรงงาน โดยสัมภาษณ์ผู้จัดการโรงงาน เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม วิศวกรประจำโรงงาน เจ้าหน้าที่สายการผลิต เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน เจ้าหน้าที่ส่วนวิศวกรรมงานซ่อมบำรุงอาคารสถานที่ เลขานุการผู้จัดการ และเจ้าหน้าที่ผู้ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารโรงงาน สำหรับโรงงานขนาดใหญ่และโรงงานขนาดกลางจะมีองค์กรที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรื่องการใช้ น้ำและ/หรือพลังงานในโรงงาน ส่วนโรงงานขนาดเล็กโดยส่วนใหญ่ไม่มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรื่องการใช้ น้ำโดยตรงเหมือนกับโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่ จากการเก็บข้อมูลพบว่าผู้บริหารทุกโรงงานที่ให้ข้อมูล เห็นความสำคัญของการประหยัดน้ำในโรงงานเพื่อลดต้นทุนการผลิต มีนโยบายการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน มีการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต พัฒนานวัตกรรม และเห็นความสำคัญของการเป็นโรงงานที่ปลอดภัยมีอาชีวอนามัยที่ดีและรักษาสีสิ่งแวดล้อม บทสัมภาษณ์แบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย เป็นการสรุปข้อคิดเห็นเรื่อง ลักษณะการใช้น้ำ ความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของน้ำใช้ในอุตสาหกรรมเป้าหมาย การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ และแผนการใช้เทคโนโลยีสะอาด

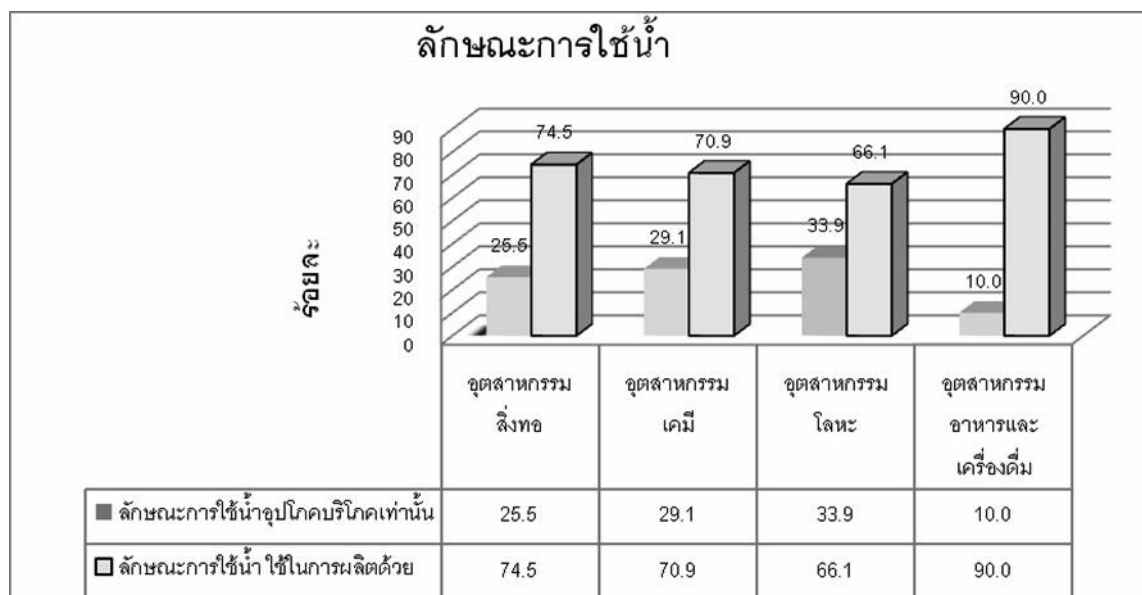
1.8.2 ลักษณะการใช้น้ำในกลุ่มตัวอย่างโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนโรงงานกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย มีการใช้น้ำประปา น้ำบาดาล และน้ำผิวดิน โรงงานที่ใช้น้ำประปาเป็นสัดส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม มีจำนวนร้อยละ 70 ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้น้ำประปาเป็นหลัก และโดยส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมีบ่อบาดาลเป็นแหล่งน้ำสำรอง ซึ่งโรงงานที่มีบ่อบาดาลจะมีโปรแกรมการสูบน้ำและใช้น้ำบาดาลเพื่อบำรุงรักษาบ่อบาดาลและระบบท่อส่งน้ำ อีกประมาณร้อยละ 20 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำประปาโดยมีอัตราส่วนโดยเฉลี่ยของการใช้น้ำประปาต่อน้ำบาดาลเฉลี่ยเป็นร้อยละ 85 ถึง 50 ต่อ ร้อยละ 15 ถึง 50 ที่เหลืออีกร้อยละ 5 ของกลุ่มตัวอย่างใช้น้ำบาดาลเป็นหลักเนื่องจากต่อนกตั้งโรงงานยังไม่มีกรให้บริการน้ำประปา จึงพัฒนาบ่อบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรม และยังคงใช้น้ำบาดาลโดยได้รับการอนุญาตจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ทั้งนี้อุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอมีการใช้น้ำบาดาลเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากไม่มีคลอรีนรบกวนกระบวนการผลิตน้ำเพื่อการฟอกย้อม กลุ่มโรงงานที่ใช้น้ำบาดาลเป็นหลัก ส่วนใหญ่โรงงานจะตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร ออยุธยา และปทุมธานี ส่วนโรงงานที่ใช้น้ำผิวดินจะมีอ่างเก็บน้ำหรือบ่อน้ำดิบซึ่งเป็นน้ำฝนหรือสูบน้ำจากแหล่งน้ำใกล้เคียง ซึ่งมีเพียงจำนวนร้อยละ 5 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

โรงงานอุตสาหกรรมนำน้ำดิบจากแหล่งต่างๆ มาใช้ 2 ลักษณะ คือ ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และใช้ในกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่น้ำดิบจะถูกนำมาปรับปรุงคุณภาพก่อนส่งเข้ากระบวนการผลิต บางโรงงานอาจใช้น้ำที่ได้ปรับปรุงคุณภาพเพื่อการอุปโภคหรือบริโภค หากมีการใช้น้ำดังกล่าวในปริมาณน้อยและตามการออกแบบระบบน้ำใช้ของโรงงาน แต่โดยส่วนใหญ่โรงงานจะนิยมนำน้ำดิบมาใช้เพื่อการอุปโภคโดยตรง ลักษณะการใช้น้ำที่แตกต่างกันของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมแสดงในรูปที่ 1.1 โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอมีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคคิดเป็นร้อยละ 25 ส่วนโรงงานที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคและเพื่อการผลิตด้วยคิดเป็นร้อยละ 75 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง โรงงานตัดเย็บเสื้อผ้า โรงงานการพิมพ์ ไม่ใช้น้ำในกระบวนการผลิต แต่ใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภค บางโรงงานมีจำนวนพนักงานมาก การใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคจึงมีปริมาณสูง โรงงานอุตสาหกรรมเคมีทั้งหมดมีโรงงานที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคคิดเป็นร้อยละ 29 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างของโรงงานอุตสาหกรรมเคมี และมีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคและเพื่อการผลิตด้วยคิดเป็นร้อยละ 71 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ชนิดของผลิตภัณฑ์ทางเคมีที่ใช้น้ำในส่วนของการกระบวนการผลิต ได้แก่ วัคซีน สี เลนส์ ทินเนอร์ น้ำกรด เป็นต้น สำหรับลักษณะการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ มีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคอย่างเดียวคิดเป็นร้อยละ 34 ของกลุ่มตัวอย่างของโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ และมีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคและเพื่อการผลิตด้วยคิดเป็นร้อยละ 66 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง โรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มโลหะที่ใช้น้ำในกระบวนการผลิตน้อย ได้แก่ การผลิตนอต สกรู อะไหล่ประกอบรถยนต์ เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตร่วมกับการอุปโภคและบริโภคมากถึงร้อยละ 90 โดยเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ น้ำจึงเป็นหัวใจหลักของการผลิต มีเพียงร้อยละ 10 ของกลุ่มตัวอย่างเท่านั้นที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค กลุ่มการผลิตอาหารที่ใช้น้ำในกระบวนการผลิตน้อย ได้แก่ กลุ่มผลไม้อบแห้ง อาหารทะเลตากแห้ง กลุ่มบรรจุหีบห่อขนม เป็นต้น

สรุปได้ว่ากลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายมีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตโดยตรง หรืออาจใช้ร่วมกับการอุปโภคและบริโภค น้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับทั้ง 4 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ถึงแม้ว่าจะมีบริการน้ำประปาในพื้นที่ตั้งของกลุ่มอุตสาหกรรมดังกล่าว แต่การมีน้ำสำรองไว้เพื่อใช้งานซึ่งอาจจะเป็นน้ำบาดาลหรือน้ำผิวดินนั้น เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของกลุ่มอุตสาหกรรมดังกล่าวเพื่อหลีกเลี่ยงการหยุดกระบวนการผลิตเนื่องจากขาดน้ำเพื่อการผลิต ดังนั้นการศึกษา “การใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม” ที่

เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต กรรมวิธีของการผลิต ชนิดของผลิตภัณฑ์ จึงสะท้อนต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ การมีส่วนร่วมในการประหยัดน้ำและใช้น้ำอย่างมีคุณค่าของบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมและผู้บริหารระดับนโยบาย ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญอย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาล และประปาผิวดินซึ่งเป็นแหล่งเติมน้ำต้นทุนให้กับน้ำบาดาล



รูปที่ 1.1 ลักษณะการใช้น้ำของกลุ่มตัวอย่างโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

1.8.3 ความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของน้ำที่ใช้ในโรงงาน

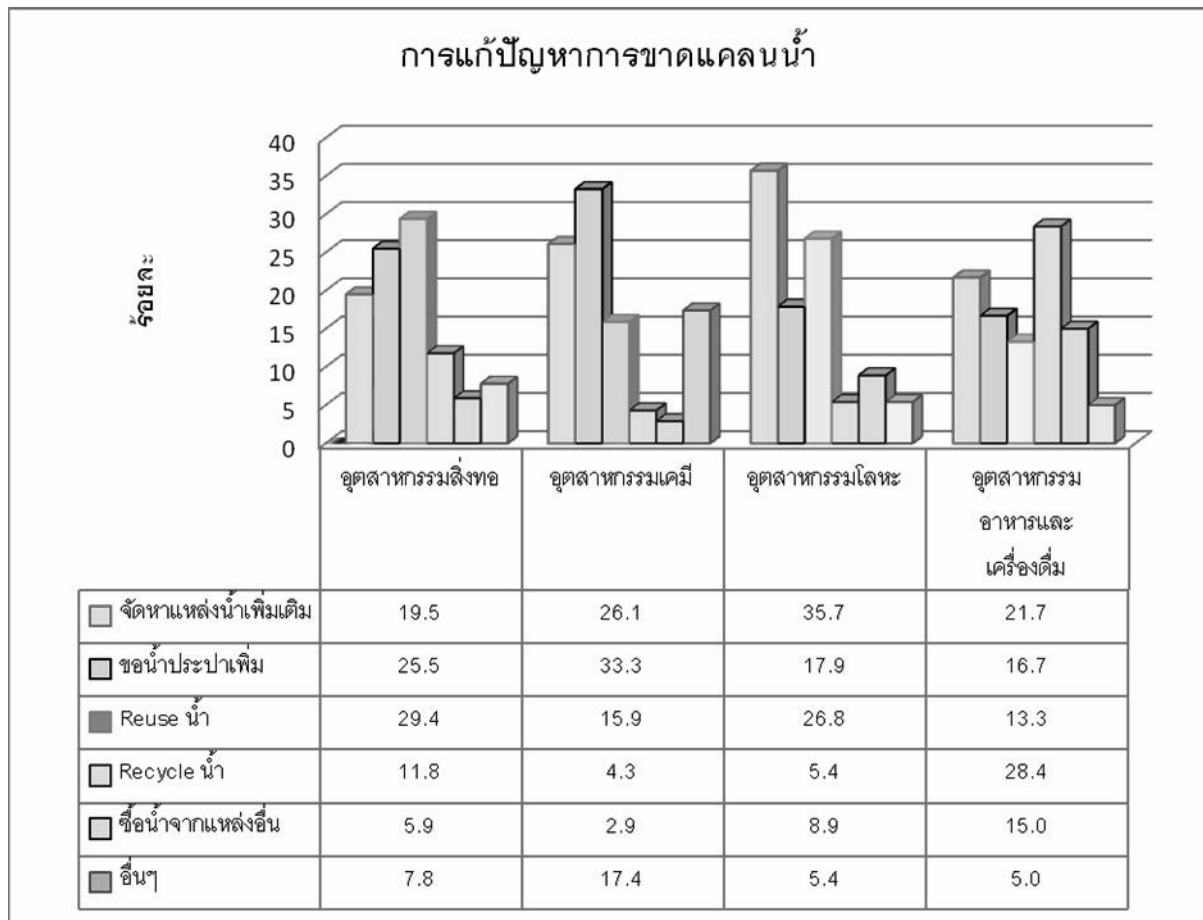
พื้นที่ดำเนินการที่เป็นกรณีศึกษาโดยส่วนใหญ่มีน้ำประปาบริการเข้าถึง และมีข้อจำกัดการห้ามสูบน้ำบาดาลในเนื่องจากอยู่ในพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล ดังนั้นโรงงานจึงเลือกใช้น้ำประปาก่อนได้รับอนุญาตให้ใช้น้ำบาดาล เพราะมีอัตราค่าน้ำใกล้เคียงกัน (อัตราค่าน้ำบาดาล (รวมค่านูรักษฯ 17 บาทต่อลบ.ม.) อัตราค่าน้ำประปาในพื้นที่เขตการประปานครหลวงประมาณ 17 บาทต่อลบ.ม. สำหรับอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำเกินกว่า 200 ลบ.ม.ต่อเดือน รายละเอียดอัตราค่าน้ำประปาและค่าใช้น้ำบาดาล สํารวจเมื่อกุมภาพันธ์ 2555 แสดงในภาคผนวก ก) ผลการสำรวจข้อคิดเห็นเรื่องคุณภาพและปริมาณของน้ำประปาและน้ำบาดาลที่ใช้ในโรงงาน รวมทั้งเรื่องอัตราค่าใช้น้ำ พบว่าโดยส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 85 ของกลุ่มตัวอย่างโรงงานทั้งหมดมีความพึงพอใจระดับดีต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำที่ใช้ในโรงงาน ร้อยละ 10 ของกลุ่มตัวอย่างเห็นสมควรให้ปรับปรุงการให้บริการน้ำประปา โดยมีข้อเสนอแนะให้เพิ่มแรงดันของการส่งน้ำประปา และการแก้ไขปัญหาการหยุดไหลของน้ำประปาอย่างเร่งด่วน ซึ่งโดยส่วนใหญ่เกิดจากอุบัติเหตุท่อแตก ราคาน้ำประปาในพื้นที่เอกชนร่วมทุนกับการประปาภูมิภาค เช่น พื้นที่จังหวัดปทุมธานี อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร เมื่อใช้น้ำประปาปริมาณมากกว่า 200 ลบ.ม.ต่อเดือน อัตราค่าน้ำประปาแพงมากกว่าราคาน้ำบาดาลและบางครั้งไหลอ่อนมาก นอกจากนี้มีกลุ่มตัวอย่างโรงงาน เช่น โรงงานฟอกย้อม โรงงานผลิตเครื่องดื่ม ที่ใช้น้ำมาก ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร และนนทบุรีให้ข้อคิดเห็นเช่นเดียวกันว่าน้ำประปามีราคาแพง และเสนอแนะขอให้ปรับลดราคาทั้งน้ำประปาและน้ำบาดาล มีข้อคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างโรงงานที่ใช้น้ำบาดาล เสนอแนะให้อนุญาตเพิ่มค่าการสูบน้ำในปริมาณที่สอดคล้องกับความจำเป็นเนื่องจากได้รับอนุญาตให้สูบน้ำไม่เพียงพอกับความต้องการของการใช้น้ำในโรงงาน กลุ่มตัวอย่างที่เหลืออีกร้อยละ 5 ไม่มีข้อคิดเห็นในประเด็นนี้

ผลสำรวจความคิดเห็นสถานประกอบการแสดงให้เห็นว่าการให้บริการน้ำประปาเพื่อการอุตสาหกรรมในกลุ่มเป้าหมายยังไม่ทั่วถึง และยืนยันความจำเป็นของกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่ต้องใช้น้ำบาดาลเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบของปริมาณคลอรีนในน้ำประปาต่อกระบวนการผลิต และกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มเพื่อรักษารสชาติของผลิตภัณฑ์ สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ และโรงงานยาแม้ว่าส่วนใหญ่การใช้น้ำประปาไม่มีผลต่อกระบวนการผลิต แต่บางครั้งต้องหยุดผลิตเพราะน้ำประปาไม่ไหลเนื่องจากท่อประปาแตก จึงจำเป็นต้องมีบ่อบาดาลและบำรุงรักษาระบบน้ำบาดาลสำหรับเป็นน้ำสำรองเพื่อการผลิต บางโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม และโรงงานยาไม่ใช้น้ำบาดาลเนื่องจากไม่มั่นใจคุณภาพทางเคมีและชีวภาพของน้ำบาดาล

1.8.4 การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในกลุ่มตัวอย่าง

ข้อคิดเห็นเรื่องการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำของโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งส่วนใหญ่ใช้น้ำประปา ร้อยละ 65 ของกลุ่มตัวอย่างข้อมูลทั้งหมด มีวิธีแก้ปัญหาโดยการบริหารจัดการแบบพึ่งพาตนเอง ได้แก่ การจัดหาแหล่งกักเก็บน้ำเพิ่ม การหาซื้อจากแหล่งอื่นเพิ่มเติม การใช้น้ำซ้ำ และการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ที่เหลือร้อยละ 35 ยังคงต้องพึ่งบริการจัดหาจากหน่วยงานรัฐ

รูปที่ 1.2 แสดงร้อยละของจำนวนโรงงานในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายที่แก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำด้วยวิธีการต่าง ๆ ร้อยละ 20-36 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความสามารถที่จะจัดหาแหล่งน้ำเพิ่มเติมได้เอง ซึ่งจากการสำรวจพบว่าโรงงานมีแท็งก์เก็บน้ำ สระน้ำ บ่อขุด รวมทั้งมีระบบน้ำบาดาล และถังสูง และพื้นที่เก็บน้ำสำรองเมื่อไม่มีการบริการน้ำประปา การสำรองดังกล่าวของบางโรงงานสามารถรองรับได้เพียงชั่วคราว ไม่เกิน 24 ชั่วโมง แต่บางโรงงานที่มีการสำรองได้ระดับหนึ่ง และยังใช้น้ำในกระบวนการผลิตและน้ำอุปโภคบริโภคน้อย อาจจะสามารถสำรองน้ำได้ถึง 1 เดือน ร้อยละ 13-30 ของกลุ่มตัวอย่างมีการใช้น้ำซ้ำ (Reuse) พบการใช้น้ำซ้ำมากในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอและอุตสาหกรรมโลหะ สำหรับการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ส่วนใหญ่พบในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ร้อยละ 28 ของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมอื่น ๆ มีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่เพียง ร้อยละ 4-12 ของกลุ่มตัวอย่าง มีกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 3-15 ที่มีความสามารถซื้อและจัดหาจากแหล่งอื่นได้ และร้อยละ 5-17 ของกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการอื่นๆ แก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ เช่น การปรับปรุงระบบการผลิตเพื่อลดการใช้น้ำ การลดการใช้น้ำในวัตถุดิบ การกระจายภาระการใช้น้ำให้กับกลุ่มโรงงานเล็กที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันซึ่งมีโรงงานกระจายอยู่ต่างพื้นที่ เป็นต้น สำหรับการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำโดยขอรับบริการเพิ่มจากการประปา มีจำนวนโรงงานร้อยละ 17-33 ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่า โรงงานยังเห็นความสำคัญและเชื่อมั่นในการให้บริการของการประปาว่าสามารถให้บริการได้ในปัจจุบันมีโรงงานขนาดใหญ่ที่มีระบบการจัดการน้ำแบบไม่ปล่อยน้ำทิ้งสู่สาธารณะ (Zero discharge) ได้แก่ ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด และ บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน) เป็นต้น

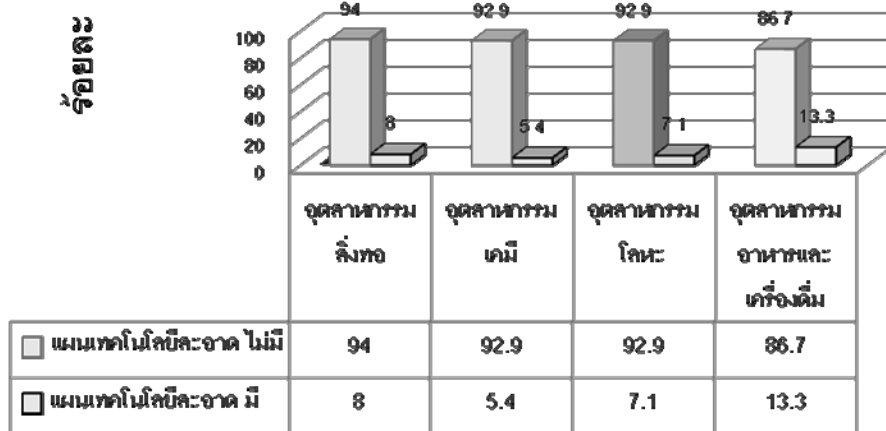


รูปที่ 1.2 การแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำของกลุ่มตัวอย่างโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

1.8.5 แผนการใช้เทคโนโลยีสะอาดของกลุ่มตัวอย่าง

จากการสัมภาษณ์ผู้แทนโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย พบว่าบางโรงงานเคยมีการใช้เทคโนโลยีสะอาด ตั้งแต่ พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ.2544 แต่ไม่มีการทำอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีโครงการต่างๆ ที่ดำเนินการ อาทิ โครงการโรงงานสีขาว(ปลอดยาเสพติด) โครงการอนุรักษ์พลังงาน และ ซีเอสอาร์ Corporate Social Responsibility (CSR) คือการดำเนินกิจกรรมภายในและภายนอกองค์กรที่อยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างเป็นปกติสุข ส่วนเรื่องข้อคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างในเรื่องแผนการมีเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานนั้น พบว่าร้อยละ 5-13 ของกลุ่มตัวอย่างมีแผนเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานและมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดใหญ่และมีนโยบายเรื่องเทคโนโลยีสะอาดที่ชัดเจน มีการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ มีมาตรฐานระดับสากล ที่เหลือร้อยละ 87-95 ของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่แจ้งว่าเคยมีเทคโนโลยีสะอาด แต่ได้ดำเนินการช่วงระยะสั้น ๆ เมื่อประมาณ พ.ศ. 2538-2544 และในปัจจุบันและในอนาคตไม่มีแผนเทคโนโลยีสะอาด โดยส่วนใหญ่โรงงานแสดงความเห็นว่าเทคโนโลยีสะอาดเป็นเรื่องดีและสมควรทำอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้จะทำให้หน่วยงานที่รับผิดชอบในเรื่องดังกล่าวแบกรับงานเพิ่มขึ้นก็ตาม รูปที่1.3 แสดงให้เห็นถึง ร้อยละ 86-94 ของตัวอย่างกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายไม่มีแผนการใช้เทคโนโลยีสะอาด บอกถึงจุดอ่อนของการรณรงค์ในเรื่องดังกล่าว ซึ่งหากมีการใช้เทคโนโลยีสะอาดเพิ่มมากขึ้นของหลายๆโรงงานจะช่วยทำให้เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในภาพรวมของประเทศดีขึ้น ดังนั้นภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีนโยบายและกองทุนสนับสนุนและส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาดของโรงงานอุตสาหกรรม

แผนเทคโนโลยีสะอาด



รูปที่ 1.3 ร้อยละของการใช้เทคโนโลยีสะอาดของกลุ่มตัวอย่างโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

บทที่ 2 เทคโนโลยีสะอาด และดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์

(รศ.ดร. กอบบุญ หล่อทองคำ รศ.ดร. อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ
และนางสาวพรรณนก ประภาสสวัสดิ์)

โครงร่างของหัวข้อ 2.1 ผู้เขียนใช้จากเอกสารที่เคยเขียนให้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เพื่อการฝึกอบรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมฝึกงานเทคโนโลยีสะอาด เรื่อง “เทคนิคการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด” ปี 2543-2544 ในโครงการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สำหรับหัวข้อ 2.2 การใช้น้ำของอุตสาหกรรม และหัวข้อ 2.3 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ สืบค้นจากเอกสารอ้างอิงตามที่ได้นำมาใช้

2.1 หลักการของเทคโนโลยีสะอาด และหลักการ 1A 5 R

เทคโนโลยีสะอาด (Clean technology หรือ Cleaner technology: CT) เป็นวิธีการหนึ่งของการจัดการสิ่งแวดล้อมในการพัฒนา ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง เพื่อการใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดผลกระทบ ความเสี่ยงต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การเปลี่ยนใช้วัตถุดิบที่ทำให้เกิดผลพลอยได้ที่ไม่เป็นอันตราย รวมทั้งการลดปริมาณและความเข้มข้นขององค์ประกอบในของเสียด้วยการนำไปใช้ซ้ำ (Reuse) หรือการนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) จนไม่สามารถนำของเสียนั้นไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ก็จะนำไปบำบัดตามหลักการต่อไป บางครั้งเรียกการป้องกันมลพิษ (Pollution prevention: P2) หรือการผลิตที่สะอาด (Cleaner production: CP) หรือการผลิตเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green productivity) หรือการลดของเสีย (Waste minimization) เพราะเป็นการป้องกันการเกิดของเสียที่แหล่งกำเนิดแทนการบำบัดที่ปลายทาง และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

แนวทางในการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Source reduction)

1) เปลี่ยน/ปรับปรุงกระบวนการผลิต (Process change) เช่น

- เปลี่ยน/ปรับปรุงวัตถุดิบ (Raw material change) เช่น การใช้วัตถุดิบที่สะอาดมีคุณภาพสูง การใช้วัตถุดิบทดแทน การยกเลิกใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย การใช้วัตถุดิบที่ใช้พลังงานต่ำ การใช้วัสดุที่กำหนดให้หมดได้ หรือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

- เปลี่ยน/ปรับปรุงเทคโนโลยี/อุปกรณ์ (Technology change) โดยการปรับปรุงเล็กน้อย ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำ หรือการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ลงทุนสูง เช่น การดัดแปลงอุปกรณ์ การใช้ระบบอัตโนมัติ การปรับปรุงระบบท่อ ฯลฯ

2) เปลี่ยน/ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Product change) เป็นการปรับปรุงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียที่ไม่จำเป็นหรือลดการเกิดมลพิษ เช่น การทำผลิตภัณฑ์ทดแทน การเปลี่ยนองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ การทำให้อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นเพื่อลดจำนวนบรรจุภัณฑ์ หรือทำให้เป็นผงของสารละลายเพื่อเพิ่มอายุของผลิตภัณฑ์ การยกเลิกหีบห่อบรรจุที่ไม่จำเป็น การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถแยกส่วนได้ ติดตั้งและประกอบง่าย และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย การปรับเปลี่ยนสูตรของผลิตภัณฑ์เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อผู้บริโภคนำไปใช้

3) การเปลี่ยน/ปรับปรุงการดำเนินการ (Work practices) / การจัดการ (Housekeeping) ในกระบวนการผลิต เพื่อกำหนดวิธีการปฏิบัติงานที่ดี ซึ่งอาจทำได้โดยไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนเพียงเล็กน้อย เช่น การแยกประเภทของเสียเพื่อพิจารณาความสามารถในการนำไปใช้ซ้ำ การใช้ระบบ First in - First out การวางแผนการผลิตที่เหมาะสม การปรับปรุงระบบขนย้ายวัสดุ การฝึกอบรมพนักงาน

หลักการสำคัญที่ใช้ ได้แก่ 1A 5R คือ Avoid, Reduce, Reuse, Recycle และ Revisualize

1) Avoid คือ การหลีกเลี่ยงใช้ หลีกเลี่ยงพฤติกรรมหรือการบริโภคทรัพยากรที่สิ้นเปลืองเกินความจำเป็น และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2) Reduce คือ การลดการใช้ หรือลดการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่จำเป็นลง หรือเลือกใช้เท่าที่จำเป็น และใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) Reuse คือ การใช้ซ้ำโดยไม่มีกระบวนการแปรรูป ไม่ต้องปรับปรุงคุณภาพของสารนั้นก่อนนำกลับมาใช้ ซึ่งจะช่วยลดวัตถุดิบ พลังงานที่ใช้ในการผลิต และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัด เช่น

- การนำไปใช้ซ้ำในกระบวนการเดิม เช่น น้ำหล่อเย็น ขวดเปล่า
- การนำไปใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในกระบวนการอื่น เช่น การนำเศษผ้าจากการตัดเย็บไปใส่ที่นอนแทนนุ่น

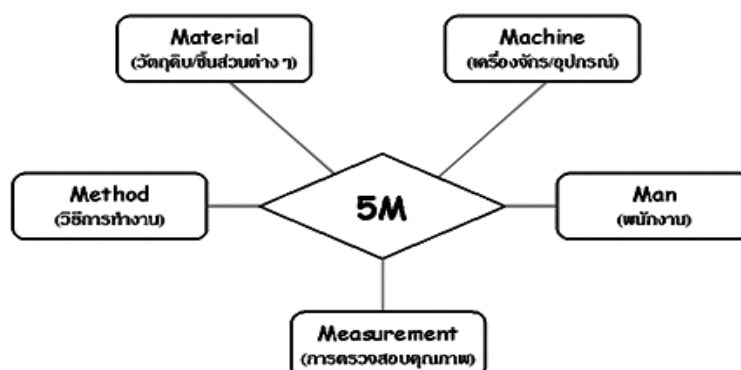
4) Recycle คือ การนำกลับมาใช้ใหม่ การใช้หมุนเวียน ได้แก่ การหมุนเวียนใช้ใหม่ภายในกระบวนการ (In-process recycle) การหมุนเวียนใช้ใหม่ภายในโรงงาน (On-site recycle) หรือการหมุนเวียนใช้ภายนอกโรงงาน (Off-site recycle) โดยต้องปรับปรุงคุณภาพหรือแปรรูปของสารนั้นก่อนนำกลับมาใช้ เช่น พลาสติก กระดาษ และโลหะ ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายและลดของเสียได้อย่างมาก หรือเกิดภาวะของเสียเป็นศูนย์ (Zero discharge) ประเมินแล้วว่าการบวนการรีไซเคิลใช้พลังงานในการผลิตน้อยกว่าการผลิตใหม่เลยทั้งหมด และยังช่วยลดปริมาณขยะ

5) Revisualize คือ การทบทวนและบูรณาการระบบทั้งหมดเพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ทั้งหลักการ Reduce, Reuse, Recycle และ Reserve รวมถึงการสร้างตระหนักและเปลี่ยนทัศนคติของผู้บริโภคให้เห็นความสำคัญของการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

อย่างไรก็ดีการนำของเสียไปใช้ (Waste utilization) นั้น ควรคำนึงถึง “NICE” criteria (ปราวณี, 2542) คือ

- N = ของเสียนั้นไม่ใช่ของเสียอันตราย (Non-hazardous waste)
- I = ของเสียนั้นจะสามารถปรับปรุงสมบัติของผลผลิตขั้นสุดท้ายให้ดีขึ้น (Improvability)
- C = ของเสียนั้นมีสมบัติที่สม่ำเสมอ (Consistency) และสามารถหาของอื่นมาทดแทนได้ (Interchangeability) โดยมีสมบัติที่คล้ายกัน (Compatibility)
- E = ของเสียนั้นจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย (Economic)

รูปที่ 2.1 แสดงปัจจัย 5 ประการ (5 M) ที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเพื่อการทำเทคโนโลยีสะอาด



รูปที่ 2.1 ปัจจัยในการปรับปรุงเพื่อการทำเทคโนโลยีสะอาด (กลุ่มความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาเอกชนและกลุ่มอุตสาหกรรมไทยเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2541)

ประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีสะอาด

- ลดการใช้น้ำ วัสดุดิบ และพลังงาน ซึ่งนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต ช่วยเพิ่มกำไรและความสามารถในการแข่งขัน

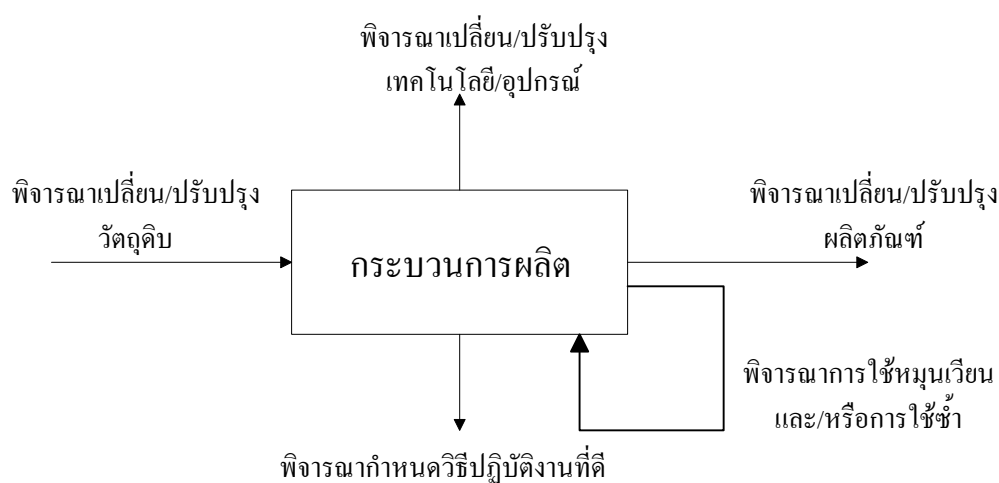
- มีสภาพแวดล้อมดี ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ มลพิษที่ปล่อยสู่ธรรมชาติและตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยลง

- การปรับปรุงคุณภาพสินค้า การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดทำให้คุณภาพสินค้าดีขึ้น

- ทำให้เกิดของเสียน้อยลง สะดวกในการจัดการ และต้นทุนการบำบัดของเสียลดลง

- เทคโนโลยีสะอาดทำให้โรงงานสะอาด เกิดภาพพจน์ที่ดีต่อสาธารณะ

จากวิธีการของเทคโนโลยีสะอาดดังที่กล่าวมานี้ แสดงภาพโดยรวมสำหรับการหาแนวทางหรือข้อเสนอในการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีสะอาดดังรูปที่ 2.2 และตัวอย่างในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 วิธีการหาข้อเสนอของเทคโนโลยีสะอาด



รูปที่ 2.3 วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2541)

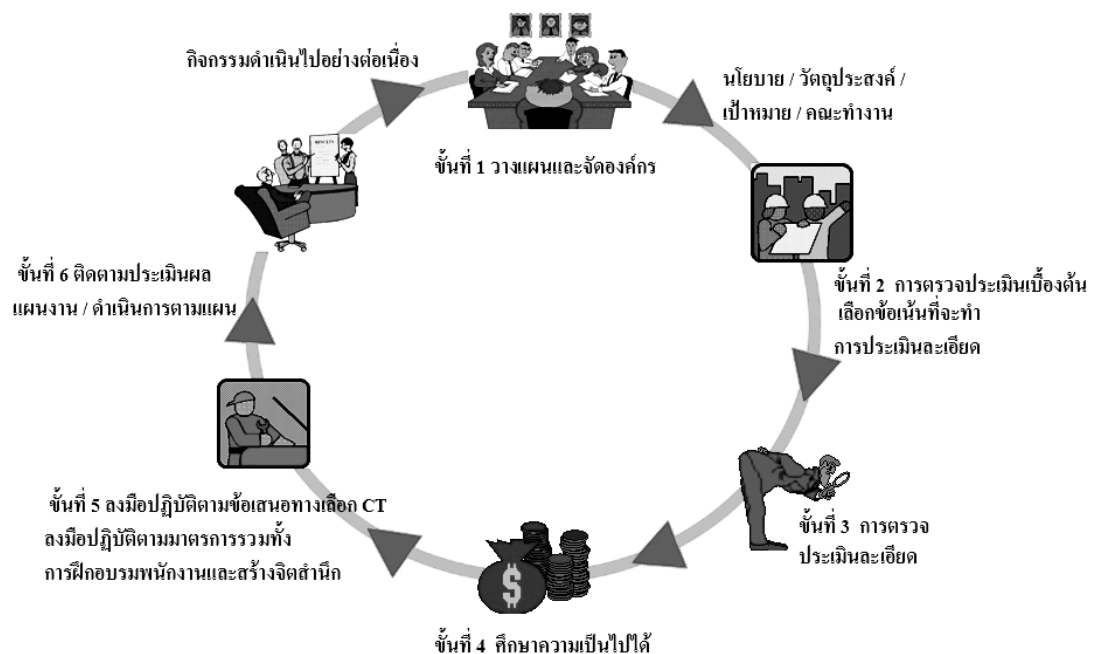
การดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาด

องค์การสหประชาชาติภายใต้โปรแกรมสิ่งแวดล้อม (United Nations Environmental Program: UNEP) แบ่งการดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาดเป็น 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาดตาม UNEP

เพื่อให้เกิดการดำเนินการและการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ตามหลักการบริหารแบบ PDCA จะต้องรวมขั้นตอนการตรวจสอบและติดตามประเมินผล ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาดตามหลักการบริหารแบบ PDCA

1. การวางแผนและการจัดตั้งทีมงาน (Planning and organization) เพื่อให้ผู้บริหารและพนักงานของบริษัทตระหนักถึงความจำเป็นของกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาด

* ฝ่ายบริหารมีบทบาทสำคัญยิ่งในการผลักดันกิจกรรม CT หากปราศจากความร่วมมือและการสนับสนุนจากฝ่ายบริหาร กิจกรรม CT จะดำเนินไม่ได้และไม่ประสบผลสำเร็จ

เพื่อให้ได้รับความสนับสนุนจากผู้บริหาร ทีมงาน CT ควร

- เน้นแสดงผลประโยชน์ของ CT เชิงเศรษฐกิจศาสตร์ (ผลกำไร)
- เน้นแสดงผลประโยชน์ของ CT เชิงสิ่งแวดล้อม

* การตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดในลำดับต่อไป เกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงานในบริษัท จึงควรจัดตั้งทีมงานจากตัวแทนทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่เข้าใจทุกส่วนของบริษัทและกระบวนการผลิต และอาจมีที่ปรึกษาจากภายนอกด้วย

หัวหน้าทีม CT ควรมีอำนาจหน้าที่เพียงพอที่จะดำเนินงาน CT ให้สำเร็จได้ ทีมงาน CT จัดทำแผนงานพร้อมระยะเวลาดำเนินการ แบ่งความรับผิดชอบ วิเคราะห์และทบทวนวิธีดำเนินงานปัจจุบัน และตั้งเป้าหมายรวมของการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดเชิงปริมาณ เพื่อวัดและประเมินผลได้ โดยใช้หลัก SMART

- S (Specific) เฉพาะเจาะจง ชัดเจน
- M (Motivation) สร้างแรงจูงใจ หรือ M (Measurable) สามารถวัดได้
- A (Achievable) หรือ A (Attainable) สามารถทำให้สำเร็จได้ตามเป้าหมาย หรือเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
- R (Recordable) ตรวจวัดค่าได้ หรือ R (Relevant) มีความสอดคล้อง สัมพันธ์ตรงกับประเด็นปัญหา
- T (Time) มีกำหนดเวลาเสร็จสิ้นที่ชัดเจน หรือ T (Tractable) สามารถติดตามการดำเนินงานตามแผนได้ หรือ T (Traceability) สามารถตรวจสอบได้

2. การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre-assessment) ประเมินการใช้พลังงาน วัตถุดิบ น้ำ ฯลฯ และปัจจัยหลักต่อการผลิตต่อเนื่อง (Key factor) จากแผนภาพกระบวนการผลิต เพื่อหาผลกระทบ ความสูญเสีย และสรุปข้อเสนอที่มีศักยภาพในการทำ CT โดยรวม ที่เห็นชัดเจนประเภทไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนต่ำ (No or low cost CT-options) ซึ่งสามารถปฏิบัติได้ทันทีสำหรับขั้นตอนการตรวจประเมินละเอียด

วิธีการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม จะพิจารณาเกณฑ์ ปริมาณ (Quantity: Q) ผลกระทบ (Effect: E) และการแพร่กระจาย (Distribution: D)

3. การตรวจประเมินละเอียด (Detailed assessment) ทำสมมูลมวลสารและพลังงาน เพื่อหาตัวเลขวปัจจัยหลักของกระบวนการผลิตที่จะนำไปเปรียบเทียบกับ Benchmarking ของอุตสาหกรรมลักษณะและขนาดเดียวกัน (ถ้ามี) จากนั้นสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT-options) เรียงตามลำดับความสำคัญที่ปฏิบัติได้ทันที และมีความเป็นไปได้เชิงเศรษฐกิจศาสตร์ ประเภทไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนต่ำ และข้อเสนอที่ต้องศึกษารายละเอียดและคำนวณเพิ่มเติม การตรวจประเมินหาสาเหตุของของเสีย และข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดจาก 5 แหล่งหลัก ที่กล่าวแล้วในรูปที่ 2.2 อาจใช้แผนงานช่วยบันทึกในตารางที่ 2.1-2.2

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างแผนงานสำหรับการบันทึกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด		
หน่วยปฏิบัติการ :		วันที่ :
ข้อเสนอ	สามารถใช้เพื่อ	โดยวิธี
เปลี่ยน/ปรับปรุงวัตถุดิบ 1. 2. 3. เปลี่ยน/ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ 1. 2. 3. เปลี่ยน/ปรับปรุงเทคโนโลยี/อุปกรณ์ 1. 2. 3. การใช้หมุนเวียน/การใช้ซ้ำ 1. 2. 3. วิธีปฏิบัติงานที่ดี 1. 2. 3.		

ในการตรวจประเมินเบื้องต้นและละเอียด การเลือกใช้เครื่องมือวัดและวิธีการวัดที่ถูกต้องเหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเก็บข้อมูล

4. การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility study) ประเมินผลกระทบต่อกระบวนการ ผลิตภัณฑ์ อัตราการผลิต ความปลอดภัย ฯลฯ เพื่อเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่เป็นไปได้ทางเทคนิค และเศรษฐศาสตร์ สำหรับการลงมือปฏิบัติ

- ข้อเสนอ CT ที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ ไม่แน่ใจทางด้านเทคนิค หรือไม่คุ้มค่าการลงทุนจะตัดทิ้งไป
- ข้อเสนอ CT ที่ต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมจะเป็นหัวข้องานวิจัยและพัฒนาต่อไป (Research &

development)

การวิเคราะห์ผลกำไร วิเคราะห์จากระยะเวลาคืนทุน (Payback period) มูลค่าเงินปัจจุบัน (Net present value: NPV) และอัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal rate of return: IRR) ข้อเสนอ CT ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนต่ำ ค่า NPV และ ค่า IRR สูง จะเป็นข้อเสนอ CT ที่น่าลงทุน เหมาะสมที่จะนำไปปฏิบัติ

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม

การเลือกข้อเสนอ CT ที่เหมาะสม											
ข้อเสนอ CT	ความเป็นไปได้ทาง เทคนิค			ความเป็นไปได้ทาง เศรษฐศาสตร์			ความเป็นไปได้ด้าน สิ่งแวดล้อม			เหมาะสม หรือไม่	
	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	ต่ำ	กลาง	สูง	ใช่	ไม่ใช่

5. การลงมือปฏิบัติ (Implementation) เพื่อปฏิบัติตามข้อเสนอ CT ที่ได้เลือกไว้ และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2.2 การใช้น้ำของอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2.3-2.4 แสดงตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำตามประเภทของอุตสาหกรรมในหน่วย ลบ.ม./วัน และ ลบ.ม./วัน-แรมน้ำ ตามลำดับ (สืบค้นจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551 watertech.diw.go.th/sum-water.php) ที่ได้รวบรวมไว้จากประเภทโรงงานจำนวน 107 (ทั้งนี้จำนวนโรงงานที่รายงานไว้ในแต่ละประเภทโรงงาน มาจากจำนวนโรงงานที่จดทะเบียนจริงและมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องครบถ้วนสมบูรณ์ ณ เวลาที่วิเคราะห์ข้อมูล) ในที่นี้ยกตัวอย่าง อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ และอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

อุตสาหกรรมสิ่งทอ เมื่อดูจากการจำแนก “บัญชีประเภทโรงงานอุตสาหกรรม” จำแนกตามกฎหมายกระทรวง (2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535s ดังนี้

- ประเภทโรงงานหลัก 022 ลำดับที่ 22 จำนวน 1,509 โรงงาน ในกลุ่มนี้เป็นโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยที่ไม่ใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

02201 (1) การหมัก คาร์บอนไนซ์ สาง หวีรีด บั่น เอม ควน บิดเกลียว กรอ เท็กเจอร์ไรซ์ ฟอก หรือ ย้อมสีเส้นใย

02202 (2) การทอหรือการเตรียมเส้นด้ายขึ้นสำหรับการทอ

02203 (3) การฟอกย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้ายหรือสิ่งทอ

02204 (4) การพิมพ์สิ่งทอ

- ประเภทโรงงานหลัก 023 ลำดับที่ 23 จำนวน 393 โรงงาน ในกลุ่มนี้เป็นโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับโรงงานผลิตสิ่งทอที่ไม่ใช่เครื่องนุ่งห่ม อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

02301 (1) การทำผลิตภัณฑ์จากสิ่งทอ เป็นเครื่องใช้ในบ้าน

02302 (2) การทำถุงหรือกระสอบซึ่งมีใยหรือกระสอบพลาสติก

02303 (3) การทำผลิตภัณฑ์จากผ้าใบ

02304 (4) การตกแต่งหรือเย็บปักถักร้อยสิ่งทอ

- ประเภทโรงงานหลัก 024 ลำดับที่ 24 จำนวน 715 โรงงาน ในกลุ่มนี้เป็นโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับโรงงานถัก ฟอกย้อมสี หรือแต่งสำเร็จผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มด้วยด้ายหรือเส้นใย

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างปริมาณน้ำใช้จำแนกหมวดหมู่ตามประเภทโรงงาน ประเมินปริมาณการใช้น้ำโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ปี 2554 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551 และสำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน, 2554)

ประเภทของอุตสาหกรรม/ชนิดของโรงงาน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
1. อุตสาหกรรมสิ่งทอ ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยที่ไม่ใช่ใยหิน (Asbestos) จำนวนโรงงานที่รายงาน 1,509 โรงงาน - โรงงานผลิตสิ่งทอที่ไม่ใช่เครื่องนุ่งห่ม จำนวนโรงงานที่รายงาน 393 โรงงาน - โรงงานถัก ฟอกย้อมสี หรือแต่งสำเร็จผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มด้วยด้ายหรือเส้นใย จำนวนโรงงานที่รายงาน 715 โรงงาน	1,072,640 103,382 234,263
2. อุตสาหกรรมเคมี ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งไม่ใช่ปุ๋ย จำนวนโรงงานที่รายงาน 544 โรงงาน - โรงงานผลิตยางเรซิน ยางสังเคราะห์ ยางอิลาสโตเมอร์ พลาสติก หรือเส้นใยที่ไม่ใช่ใยแก้ว จำนวนโรงงานที่รายงาน 89 โรงงาน - โรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์ทางยา จำนวนโรงงานที่รายงาน 355 โรงงาน - โรงงานที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เคมี เช่น ยาฆ่าเชื้อโรค ยาขัดเครื่องเรือน/โลหะ วัตถุระเบิด เป็นต้น จำนวนโรงงานที่รายงาน 405 โรงงาน	355,367 100,933 75,906 225,108
3. อุตสาหกรรมโลหะ ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานที่เกี่ยวกับการถลุง หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตเหล็ก หรือเหล็กกล้าขั้นต้น (Iron and steel basic industries) จำนวนโรงงานที่รายงาน 489 โรงงาน - โรงงานที่เกี่ยวกับการถลุง ผสม การทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตโลหะในขั้นต้นที่ไม่ใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า (Non-ferrous metal basic industries) จำนวนโรงงานที่รายงาน 656 โรงงาน - โรงงานผลิต ตบแต่ง ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องมือ หรือเครื่องใช้ที่ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้า รวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์เครื่องมือหรือเครื่องใช้ดังกล่าว จำนวนโรงงานที่รายงาน 321 โรงงาน	92,345 137,321 28,732
4. อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานที่เกี่ยวกับอาหารสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การป่นหรือบด ฟีช เมล็ดฟิช กากฟิช เนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ขนสัตว์ หรือเปลือกหอยสำหรับทำหรือผสมเป็นอาหารสัตว์ จำนวนโรงงานที่รายงาน 728 โรงงาน - โรงงานที่เกี่ยวกับน้ำดื่ม เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ น้ำอัดลม หรือน้ำแร่ จำนวนโรงงานที่รายงาน 392 โรงงาน - โรงงานที่เกี่ยวกับสัตว์ที่ไม่ใช่สัตว์น้ำ เช่น การทำผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปจากเนื้อสัตว์ การสกัดน้ำมันหรือไขมันที่เป็นอาหารจากสัตว์ จำนวนโรงงานที่รายงาน 1,087 โรงงาน	91,166 66,374 1,068,709

ตารางที่ 2.4 หน่วยการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมแยกประเภท 107 ประเภท (ดัดแปลงจากภาคผนวก ข อัตราการใช้น้ำในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป สุจริต คุณธนกุลวงศ์และคณะ, 2555)

ประเภทของอุตสาหกรรม/ชนิดของโรงงาน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน-แรมน้ำ)
1. อุตสาหกรรมสิ่งทอ ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยที่ไม่ใช่ใยหิน (Asbestos) - โรงงานผลิตสิ่งทอที่ไม่ใช่เครื่องนุ่งห่ม - โรงงานถัก ฟอกย้อมสี หรือแต่งสำเร็จผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มด้วยด้ายหรือเส้นใย	0.0957 0.0421 0.1752hp+0.4714
2. อุตสาหกรรมเคมี ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานผลิตเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งไม่ใช่ปุ๋ย - โรงงานผลิตยางเรซิน ยางสังเคราะห์ ยางอิลาสโตเมอร์ พลาสติก หรือเส้นใยที่ไม่ใช่ใยแก้ว - โรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์ทางยา - โรงงานที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เคมี เช่น ยาฆ่าเชื้อโรค ยาขัดเครื่องเรือน/โลหะ วัตถุระเบิด เป็นต้น	0.1722 0.3217 0.1148 0.0229
3. อุตสาหกรรมโลหะ ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานที่เกี่ยวกับการถลุง หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตเหล็ก หรือเหล็กกล้าขั้นต้น (Iron and steel basic industries) - โรงงานที่เกี่ยวกับการถลุง ผสม การทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตโลหะในขั้นต้นที่ไม่ใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า (Non-ferrous metal basic industries) - โรงงานผลิต ตบแต่ง ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องมือ หรือเครื่องใช้ที่ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้า รวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์เครื่องมือหรือเครื่องใช้ดังกล่าว	0.0113 0.1354 0.0219
4. อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ประกอบกิจการเกี่ยวกับ - โรงงานที่เกี่ยวกับอาหารสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การป่นหรือบด ฟีช เมล็ดฟิช กากฟิช เนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ขนสัตว์ หรือเปลือกหอยสำหรับทำหรือผสมเป็นอาหารสัตว์ - โรงงานที่เกี่ยวกับน้ำดื่ม เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ น้ำอัดลม หรือน้ำแร่ - โรงงานที่เกี่ยวกับสัตว์ที่ไม่ใช่สัตว์น้ำ เช่น การทำผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปจากเนื้อสัตว์ การสกัดน้ำมันหรือไขมันที่เป็นอาหารจากสัตว์	0.0121 0.0966 0.1378

ตารางที่ 2.5 แสดงปริมาณการใช้น้ำตามประเภทของอุตสาหกรรมในหน่วย ลบ.ม./ไร่/วัน และตารางที่ 2.6 แสดงดัชนีการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมต่างๆ ตารางที่ 2.7 แสดงตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในกระบวนการต่างๆ ของกระบวนการฟอกย้อมพิมพ์ผ้าฝ้ายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำหรับดัชนีการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมสิ่งทอในตารางที่ 2.8 ผู้เขียนคำนวณจากปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน) และผลผลิตในตารางเดิม โดยตั้งสมมติฐานกำลังการผลิตคงที่ และผลิต 30 วัน/เดือน

ตารางที่ 2.5 การประเมินความต้องการน้ำตามประเภทของอุตสาหกรรมหลัก (สำนักนโยบายสาธารณะ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547)

รหัส	ประเภท	รายละเอียดประเภทอุตสาหกรรมหลัก	ปริมาณความต้องการน้ำ (ลบ.ม./ไร่/วัน)
1	Accessory	อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน อุปกรณ์ต่างๆ	6
2	Chemical	อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์	8
3	Food	อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม	12
4	Metal	อุตสาหกรรมถลุง หล่อ โลหะ	5
5	Other	อุตสาหกรรมทั่วไป	7
6	Outside	อุตสาหกรรมกลางแจ้ง เช่น ไม้-บดหิน ดูดทราย เมาถ่าน หีบ ฝ้าย อบเมล็ดพืช ฯลฯ	4
7	Paper	อุตสาหกรรมกระดาษ เช่น ผลิตเยื่อกระดาษ ภาชนะจากกระดาษ ฯลฯ	4
8	Textile	อุตสาหกรรมสิ่งทอ ฟอกหนัง ย้อมสี	5
9	Un-metal	ผลิตภัณฑ์โลหะ เช่น แก้ว กระเบื้องเคลือบ ปูน ฯลฯ	8
10	Wood	ผลิตภัณฑ์ไม้ เครื่องเรือน	3

2.3 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2.6 อัตราการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2540 และธรรมพงศ์ เนาวนบุตร, 2547)

กิจการ	อัตราการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
ไถ่สัดแช่แข็ง	17.73 ลบ.ม./ตัน
ฆ่าโค กระบือ	0.96 ลบ.ม./ตัว
ไส้กรอง เนื้อปลาบดรมควัน	157 ลบ.ม./ตัน
กุนเชียง แหนม ไส้กรอง หมูยอ ลูกชิ้น	16.75 ลบ.ม./ตัน
แยม มักกะโรนี ซอส มاکารีน น้ำสลัด	4.76 ลบ.ม./ตัน
ผักหรือผลไม้กระป๋องปิดสนิท	19.46 ลบ.ม./ตัน
ผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่ม	3.38 ลบ.ม./ตัน
UHT	0.016 ลบ.ม./โหล
ผลิตภัณฑ์นมผง	9.87 ลบ.ม./ตัน
ไอศกรีมที่เกี่ยวข้องกับนมหรือน้ำนม	46.95 ลบ.ม./ตัน
ผัก ผลไม้แช่แข็ง	28.95 ลบ.ม./ตัน
ผลิตน้ำมันพืช (สกัดน้ำมันจากพืช)	1.00 ลบ.ม./ตัน
ผลิตน้ำมันพืช (ทำน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์)	0.68 ลบ.ม./ตัน
ผัก ผลไม้กระป๋อง	5.98 ลบ.ม./ตัน
ผัก ผลไม้แช่แข็ง อบแห้ง	5.56 ลบ.ม./ตัน
ผัก ผลไม้ดอง	3.49 ลบ.ม./ตัน
ผลิตแป้งมันสำปะหลัง	15.81 ลบ.ม./ตัน
แป้งข้าวโพด ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว	1.19 ลบ.ม./ตัน
ผลิตวุ้นเส้น แป้งถั่วเขียว	36.19 ลบ.ม./ตัน
ข้าวเกรียบ	33.33 ลบ.ม./ตัน
ขนมปังเวเฟอร์ ลูกกวาด	7.13 ลบ.ม./ตัน
ขนมปังปิ้ง ขนมปังกล่อง	2.23 ลบ.ม./ตัน
ขนมปังกรอบ	11.89 ลบ.ม./ตัน
เส้นก๋วยเตี๋ยว บะหมี่ เส้นหมี่ วุ้นเส้น	29.74 ลบ.ม./ตัน
น้ำตาลทราย	8.65 ลบ.ม./ตัน
กาแฟ	1.25 ลบ.ม./ตัน
ผลิตเครื่องดื่ม (ชา กาแฟ น้ำบ๊วย น้ำกระเจียบ น้ำมะขาม)	0.52 ลบ.ม./ตัน
ผลไม้อบแห้ง	1.87 ลบ.ม./ตัน
ไอศกรีมทั่วไป	7.43 ลบ.ม./ตัน
ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว ซอสปรุงรส	1.69 ลบ.ม./ตัน
ผงชูรส	134.2 ลบ.ม./ตัน

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) อัตราการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม

กิจการ	อัตราการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	
น้ำปลา	1.56	ลบ.ม./ตัน
น้ำส้มสายชู	0.04	ลบ.ม./โหล (ขวด)
	2.08	ลบ.ม./ตัน
อาหารสัตว์	27.5	ลบ.ม./ตัน
กระดุกป่น ปลาป่น	1.25	ลบ.ม./ตัน
ผลิตสุราจากผลไม้ (องุ่น)	3.75	ลบ.ม./ตัน
ผลิตสุราจากกากน้ำตาล	21.20	ลบ.ม./ลบ.ม.
	12.00	ลบ.ม./ตัน
ผลิตเบียร์	3.33	ลบ.ม./ตัน
ผลิตเบียร์ โชดา น้ำดื่ม	4.92	ลบ.ม./ตัน
เครื่องดื่มบรรจุขวด	6.99	ลบ.ม./ตัน
น้ำอัดลม	6.86	ลบ.ม./ตัน
แป้งเปียก	6.67	ลบ.ม./ตัน
ฟอกย้อม	10.97	ลบ.ม./ตัน
ย้อมเส้นไหม	16.25	ลบ.ม./ตัน
พิมพ์ ย้อม	55.52	ลบ.ม./ตัน
ถัก ทอผ้า	0.09	ลบ.ม./ตัน
ทอแห อวน	1.25	ลบ.ม./ตัน
ทอผ้าขนสัตว์	1.76	ลิตร/หลา
ฟอกหนัง	15.75	ลบ.ม./ตัน
ผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาว	18.04	ลบ.ม./ตัน
กระดาษกล่อง	15.43	ลบ.ม./ตัน
กระดาษชำระ	10.18	ลบ.ม./ตัน
กระดาษคราฟท์	20.76	ลบ.ม./ตัน
กระดาษพิมพ์เขียน	64.51	ลบ.ม./ตัน
กระดาษน้ำตาล	11.67	ลบ.ม./ตัน
กระดาษเหนียว กระดาษลูกฟูก	8.33	ลบ.ม./ตัน
เส้นใยสังเคราะห์	3.33	ลบ.ม./ตัน
ผลิตสีต่างๆ	0.16	ลบ.ม./ตัน
ผลิตยา	0.26	ลบ.ม./ตัน
	12.84	ลิตร/1,000 เม็ด
สบู่ เครื่องสำอาง	10.00	ลบ.ม./ตัน
ผงซักฟอก ยาสีฟัน	4.89	ลบ.ม./ตัน

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) อัตราการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรม

กิจการ	อัตราการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด	534.67 ลบ.ม./ตัน
ยางแท่ง ยางแผ่นรมควัน	6.86 ลบ.ม./ตัน
ผลิตน้ำยางข้น	3.93 ลบ.ม./ตัน
ยางรัดของ ถุงมือยาง	4.90 ลบ.ม./ตัน
ถุงมือยาง	14.37 ลิตร/1,000 ชิ้น
แก้ว หลอดแก้ว กระຈก	0.83 ลบ.ม./ตัน
กระเบื้องเคลือบดินเผา เซรามิก	11.82 ลบ.ม./ตัน
คอนกรีต	0.04 ลบ.ม./ตร.ม.
	0.083 ลบ.ม./ตัน
ผลิตภัณฑ์เหล็ก	0.03 ลบ.ม./ตัน
รีด หล่อ หลอม โลหะ	3.63 ลบ.ม./ตัน
เหล็กแผ่นม้วนรีดร้อน (BlueScope Steel)*	0.261-0.618 ลบ.ม./ตัน
เครื่องใช้ไฟฟ้า	5.42 ลบ.ม./ตัน

หมายเหตุ * ผู้เขียนอ้างอิง “Every Drop Counts” at BlueScope Steel จาก The conserver issue 10 May 2006 หน้า 6-7 (ทั้งนี้อัตราการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่แสดงในตาราง ผู้เขียนอนุมานว่าเป็นค่าเฉลี่ยของหลายกระบวนการที่มาจากกรณีศึกษา แต่ถ้าจะให้สื่อความหมาย เพื่อการเปรียบเทียบได้ จะต้องกำกับรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ การผลิต หรือกระบวนการที่ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของการผลิตยาเม็ด ในที่นี้ได้ระบุ 12.84 ลิตร/1,000 เม็ด หรือการผลิตยาน้ำ xx มล./ขวด ขนาด 60 มล. หรือ xx มล./ขวด ขนาด 250 มล. เป็นต้น)

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ในกระบวนการฟอกย้อมพิมพ์ผ้าฝ้ายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (N. Manivasakam, 1995)

ขั้นตอนการผลิต	ปริมาณน้ำใช้ (ลิตร/กิโลกรัมของผลิตภัณฑ์)
การลงแป้ง (Sizing)	0.500 – 8.2
การลอกแป้ง (Desizing)	2.5 – 21
การทำความสะอาด (Scouring)	20 – 45
การฟอกขาว (Bleaching)	2.5 – 25
การฟอกขาว (Bleaching) ในการผลิตแบบต่อเนื่องและใช้น้ำเสียจากกระบวนการซ้ำ *	ลดการใช้น้ำจาก 43 เป็น 12 ลิตร/กิโลกรัมของผลิตภัณฑ์
การชุบมัน (Mercerizing)	17– 32
การย้อม (Dyeing)	10 – 300
การพิมพ์ (Printing)	8 – 16

หมายเหตุ * อ้างอิง “Chesty Bonds gets water smart” จาก The conserver issue 12 March 2007 หน้า 14-15

ตารางที่ 2.8 รายละเอียดส่วนการผลิตและดัชนีการใช้น้ำของโรงงานสิ่งทอที่เป็นกรณีศึกษา (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2547)

โรงงาน ที่	ประเภทการผลิต	คนงาน	ชนิดของเครื่องจักร ที่ใช้	ปริมาณการใช้น้ำ ลบ.ม./วัน	ความสนใจในการทำ CT	ผลผลิต	ดัชนีการใช้น้ำต่อ ผลิตภัณฑ์ *
1	- ผ้าทอฝ้าย 100 % - ฝ้ายผสมฝ้าย	400	- เครื่องย้อมระบบ ต่อเนื่อง - เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	2,400	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	280,000 หลา/เดือน	0.257 ลบ.ม./หลา
2	- ผ้าทอโพลีเอสเตอร์ 100% - ฝ้ายผสมฝ้าย	200	- เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	1,000	- ลดต้นทุนการผลิต	800,000 หลา/เดือน	0.0375 ลบ.ม./หลา
3	- ผ้าสักฝ้าย 100 % - ฝ้ายผสมฝ้าย	500	- เครื่องวินช์ - เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	3,000	- ลดปริมาณการใช้น้ำ	20,000-35,000 กก./วัน	0.0857-0.15 ลบ.ม./กก.
4	- ผ้าสักฝ้าย 100 % - เส้นด้ายฝ้าย 100% - ไหม	20	- เครื่องจิกเกอร์ - เครื่องย้อมเส้นด้าย ลำเรจรูป	10	- ลดต้นทุนในระบบบำบัด - ลดปริมาณการใช้น้ำ สารเคมี และพลังงาน	20,000-30,000 หลา/เดือน	0.01-0.015 ลบ.ม./หลา
5	- ผ้าทอโพลีเอสเตอร์ 100% - ฝ้ายผสมฝ้าย - ฝ้าย 100%	120	- เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง - เครื่องจิกเกอร์ (Opened jitter)	1,000	- ลดต้นทุนการผลิต	140,000 หลา/เดือน	0.214 ลบ.ม./หลา
6	- ผ้าสักฝ้าย 100% - ฝ้ายผสมฝ้าย		- เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง เครื่องวินช์	800-1,000	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	3,500 กก./วัน	0.228-0.29 ลบ.ม./กก.
7	- ผ้าทอในลอน 100% - ผ้าทอโพลีเอสเตอร์ฝ้าย - ฝ้าย 100% - ผ้า CVC และอื่นๆ		- เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	3,500	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	3,000 ตัน/ปี	425.83 ลบ.ม./ตัน
8	- เส้นใยสังเคราะห์ทอ - ฟอกย้อมผ้าทอในลอน 100% - โพลีเอสเตอร์ 100%	1,300 (เฉพาะฟอก ย้อม 200)	- เครื่องจิกเกอร์ - เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	800-1,000	- ลดต้นทุนการผลิต	1 ล้าน หลา/เดือน	0.024-0.03 ลบ.ม./หลา

ตารางที่ 2.8 (ต่อ) รายละเอียดส่วนการผลิตและดัชนีการใช้น้ำของโรงงานสิ่งทอที่เป็นกรณีศึกษา

โรงงาน ที่	ประเภทการผลิต	คนงาน	ชนิดของเครื่องจักร ที่ใช้	ปริมาณการใช้น้ำ ลบ.ม./วัน	ความสนใจในการทำ CT	ผลผลิต	ดัชนีการใช้น้ำต่อ ผลิตภัณฑ์ *
9	- ผ้าทอและย้อมพอลิเอสเตอร์ 100% - เรยอน - พอลิเอสเตอร์/เรยอน	30	- เครื่องเจ็ตดูลูทอสูง - เครื่องจิกเกอร์	3,500	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	400,000 หลา/เดือน	0.2625 ลบ.ม./หลา
10	- ผ้าสักฟ้าย 100% - ผ้าใยผสมพอลิเอสเตอร์/ ผ้าฝ้าย		- เครื่องเจ็ตดูลูทอสูง - เครื่องวินช์	1,200	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	10 ตัน/วัน	120 ลบ.ม./ตัน
11	เส้นไหม 100%	-	-	1	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	2,500 หลา/เดือน	0.012 ลบ.ม./หลา
12	ผ้าฝ้าย 100%	15	เครื่องจิกเกอร์	8	- ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	20,000-30,000 หลา/เดือน	0.008-0.012 ลบ.ม./หลา
13	- ผ้าสักพอลิเอสเตอร์ 100% - ผ้าใยผสมฝ้าย	180	เครื่องเจ็ตดูลูทอสูง	800-900	- ลดพลังงาน	1.4 ล้าน หลา/เดือน	0.0172-0.0193 ลบ.ม./หลา
14	- ผ้าลูกไม้ลอน 100% - ผ้าลูกไม้ฝ้าย 100% - ยางยืด	90	- เครื่องเจ็ตดูลูทอสูง - เครื่องวินช์	500	- ลดปริมาณได้น้ำ	12,000 กก./วัน	0.042 ลบ.ม./กก.
15	ผ้าทอพอลิเอสเตอร์ 100%	160	- เครื่องเจ็ตดูลูทอสูง - เครื่องวินช์	900	- ลดปริมาณการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน	800,000-1,000,000 หลา/เดือน	0.027-0.0338 ลบ.ม./หลา
16	ผ้าทอฝ้าย 100%			400	- ลดปริมาณการใช้น้ำ สี และสารเคมี	90,000 ปอนด์/เดือน	0.1333 ลบ.ม./ปอนด์

หมายเหตุ * ผู้เขียนคำนวณดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์จากปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน) และผลผลิตในตารางเดิม โดยจะผลผลิตที่ได้อ้างอิงมาจากการผลิตครั้งที่ และผลิต 30 วัน/เดือน

อย่างไรก็ดี ดัชนีการใช้น้ำแสดงต่อความยาวของผ้า ไม่สะท้อนน้ำที่ใช้สำหรับซักผ้า จึงไม่สะท้อนน้ำที่ใช้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

2.4 ตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices) ที่พบในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

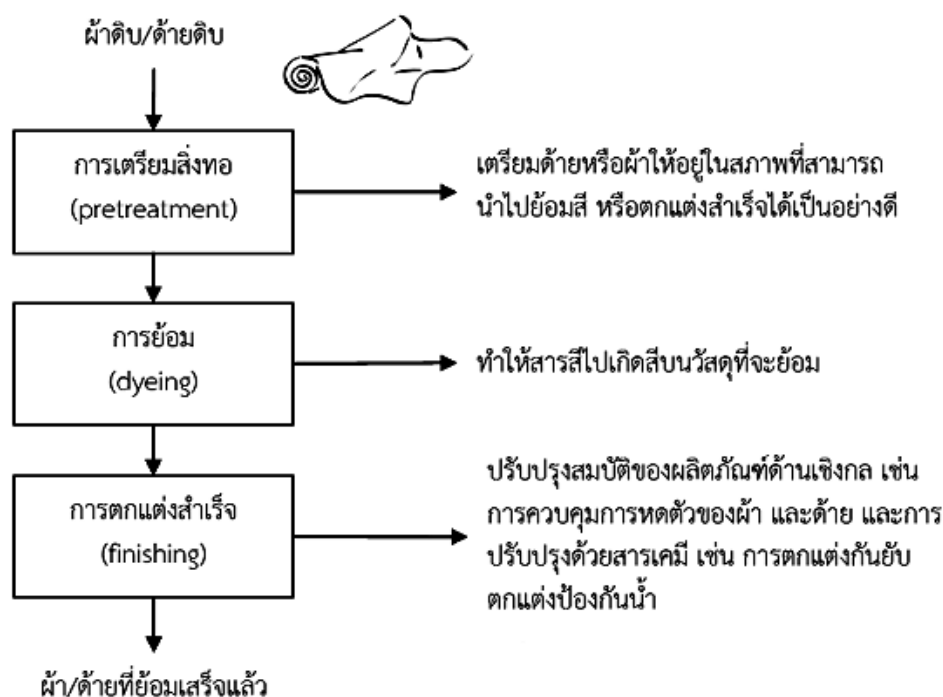
(รศ.ดร. กอบบุญ หล่อทองคำ รศ.ดร. อัญชลีพร วาริตทวัชต์ หล่อทองคำ นายพิณเทพ เศรษฐโกธิน นางสาวทวรรณก ประภาสวัสดิ์)

กรณีศึกษาที่แสดงตัวอย่างแนวปฏิบัติการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ ต่อไปนี้ แม้ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมที่ต่างกัน แต่คาดว่าจะเกิดประโยชน์ในมุมมองของการปฏิบัติที่ดีทั่วไป (Common good practices)

2.4.1 อุตสาหกรรมกลุ่มสิ่งทอและฟอกย้อม (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2547)

กระบวนการฟอกย้อมโดยย่อ

กระบวนการฟอกย้อมเป็นขั้นตอนสำคัญของอุตสาหกรรมสิ่งทอ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผ้าหรือเส้นด้ายมีสีสันสวยงาม คงทนต่อภาวะแวดล้อม กระบวนการฟอกย้อมประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังรูปที่ 2.6



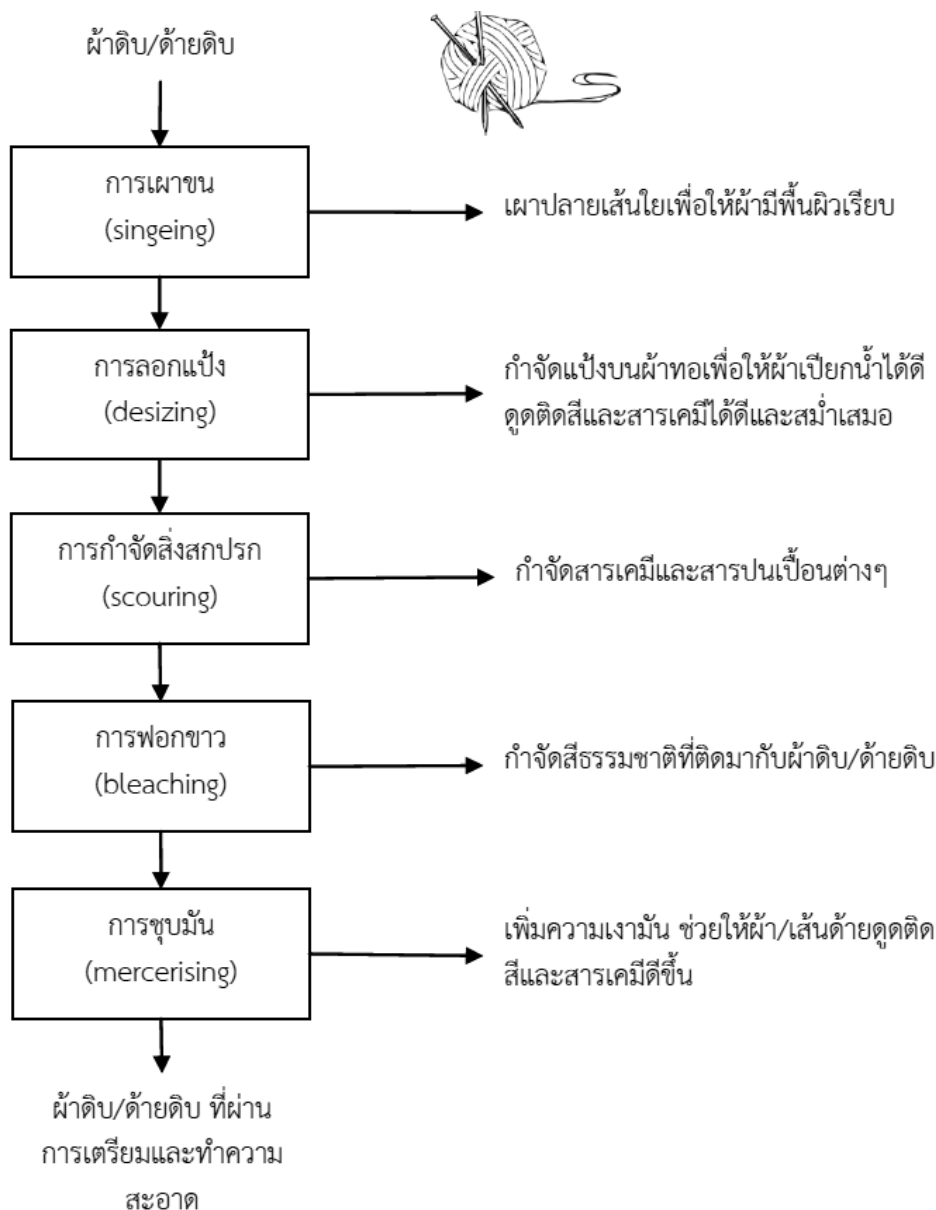
รูปที่ 2.6 กระบวนการฟอกย้อม

1) การเตรียมสิ่งทอ (Pretreatment)

กระบวนการเตรียมสิ่งทอเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นการนำด้ายหรือผ้าดิบที่ออกจากโรงปั่นหรือโรงทอ มาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อเตรียมให้อยู่ในสภาพที่นำไปให้สีหรือตกแต่งสำเร็จได้ดี เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีจุดมุ่งหมายดังนี้

- กำจัดสิ่งสกปรกเจือปนในเส้นใย เพื่อให้เส้นใยขาวสะอาด ดูดติดสีย้อม และสารเคมีต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ
- ทำให้เส้นใยดูดซึมน้ำ สี และสารเคมีได้ดี เพื่อการย้อม การพิมพ์ และการตกแต่งสำเร็จในขั้นต่อไป
- ทำให้เส้นใยดูดติดสี และสารเคมีได้มากขึ้น
- ทำให้เส้นใยคงรูป ไม่เสียรูปไปในระหว่างขั้นตอนอื่นๆ

การเตรียมสิ่งทอประกอบด้วยกระบวนการเผาลายเส้นใย (Singeing) การลอกแป้ง (Desizing) การกำจัดสิ่งสกปรก (Scouring) การฟอกขาว (Bleaching) และการชุบมัน (Mercerising) ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 กระบวนการเตรียมสิ่งทอ

2) การย้อม (Dyeing process) และการพิมพ์ผ้า (Printing process)

การให้สีกับวัสดุสิ่งทอทางอุตสาหกรรมทำได้ 2 วิธี คือ การย้อม และการพิมพ์ หลักการย้อม คือ การใช้วิธีการที่เหมาะสมทำให้สีที่ละลายหรือกระจายอยู่ในสารละลายเกิดสับบนเส้นใย เส้นด้าย ผ้า หรือเสื้อผ้า การเกิดสับบนวัสดุที่จะย้อมไม่ได้เกิดเฉพาะบนผิวหน้าเท่านั้น แต่แทรกซึมเข้าไปภายในวัสดุด้วย เป้าหมายการย้อมต้องได้สีที่สม่ำเสมอ คงทนสำหรับการใช้งาน วัสดุที่ถูกย้อมมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตขั้นต่อไป ส่วนการพิมพ์ คือ การทำให้เกิดสีเป็นลวดลายตามที่ต้องการ หรืออาจพิจารณาได้ว่าเป็นการย้อมเฉพาะแห่ง

กลไกของการดูดซึมสีย้อมและการเกาะติดแน่นของสับบนเส้นใยมีความซับซ้อนมาก สีย้อมจะถูกทำให้อยู่ในรูปสารละลาย และจุ่มเส้นใยในอ่างย้อม (Dye bath) ให้เกิดการดูดซึมสารละลายสีย้อม พันธะที่ทำให้โมเลกุลสีย้อมถูกดูดซึมและเกาะติดบนเส้นใยอาจเป็นพันธะเคมี เช่น พันธะโคเวเลนต์ พันธะไฮโดรเจน หรือแรงดึงดูดทางกายภาพ เช่น

แรงแวนเดอร์วาลส์ ดังนั้น ระยะเวลาในการย้อม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส (pH) ชนิดสารเคมีช่วยย้อมต่างๆ ตัวทำละลาย (Solvents) และสารลดแรงตึงผิว (Surface active agents) จะมีผลต่อประสิทธิภาพความสม่ำเสมอของสีย้อมและการย้อมติดตลอดผิวหน้าของวัสดุ การเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายสีย้อมจะเพิ่มอัตราการแพร่กระจายของโมเลกุลสีย้อมไปยังเส้นใยและการแพร่กระจายบนผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอ

3) การตกแต่งสำเร็จ (Finishing)

เป็นขั้นตอนการปรับปรุงสมบัติของผลิตภัณฑ์ด้านเชิงกล เช่น การควบคุมการหดตัวของผ้าและด้าย และการปรับปรุงด้วยสารเคมี เช่น การตกแต่งกันยับ การตกแต่งป้องกันน้ำ

ตัวอย่างเครื่องย้อมสี

(1) เครื่องจิกเกอร์ (Jigger) เป็นเครื่องย้อมที่เหมาะสมสำหรับผ้าทอ ผ้าจากม้วนหลักจะเคลื่อนที่ผ่านสารละลายสีย้อมแล้วถูกม้วนเก็บ

(2) เครื่องจุ่มอัดน้ำสี (Padding mangle) หลังจากผ่านสารละลายสีย้อมแล้วผ้าย้อมจะถูกบีบอัดด้วยลูกกลิ้งยาว 2 ลูก ด้วยแรงที่สม่ำเสมอตลอดแนวลูกกลิ้ง เพื่อบีบอัดให้สารละลายสีย้อมสม่ำเสมอทั่วผิวหน้า

(3) เครื่องย้อมเจ็ต (Jet dyeing machine) เป็นเครื่องย้อมผืนผ้าระบบปิด ใช้ย้อมผ้าที่เย็บต่อกันเป็นวงกลม (Rope form) ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

(4) เครื่องวินช์ (Dyeing winch) เป็นเครื่องย้อมผ้าแบบเก่า ลักษณะการย้อมคล้ายกับเครื่องจิกเกอร์ ใช้น้ำปริมาณมาก

(5) เครื่องย้อมบี้ม (Beam dyeing machine) ผ้าที่ย้อมจะพันอยู่บนแกน (Beam) ที่มีรูพรุน ขณะย้อมเครื่องจะฉีดน้ำย้อมจากภายในแกนที่มีรูพรุนออกมาที่ผ้า ใช้อัตราส่วนของน้ำย้อมต่อกิโลกรัมผ้าน้อย

(6) เครื่องย้อมสีแบบต่อเนื่อง (Continuous dyeing range: CDR) เป็นเครื่องย้อมสีที่ประกอบด้วยเครื่องจุ่มอัดสี เครื่องอบแห้ง เครื่องจุ่มอัดสารเคมี เครื่องอบไอน้ำ เครื่องซักล้างและเครื่องทำแห้ง แต่ละเครื่องทำหน้าที่ต่อเนื่องกัน ให้ผลผลิตสูง ใช้แรงงานน้อย ย้อมได้ครั้งละมาก ๆ

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำคืออัตราส่วนระหว่างสารละลายสีย้อมต่อกิโลกรัมผ้า (Liquor ratio, L:R) ของเครื่องย้อมแต่ละชนิดซึ่งมีค่า L:R ต่างกัน ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 อัตราส่วนระหว่างสารละลายสีย้อมต่อกิโลกรัมผ้าของเครื่องย้อมแต่ละชนิด (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2547)

ชนิดของเครื่องย้อม	อัตราส่วน (ลิตร/กิโลกรัม)
เครื่องวินช์	20-30
เครื่องย้อมเจ็ต	7-10
เครื่องจุ่มอัดน้ำสี	5

ที่มา: EPA, 1998.

อุตสาหกรรมฟอกย้อมใช้น้ำเป็นตัวกลาง ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมสิ่งทอ การย้อม การตกแต่งสำเร็จ การชำระล้าง ทำความสะอาดผ้า/ด้าย เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ นอกจากนี้ใช้น้ำผลิตไอน้ำโดยหม้อไอน้ำ และใช้น้ำทำน้ำหล่อเย็น เนื่องจากน้ำมีบทบาทสำคัญเกือบทุกขั้นตอน อุตสาหกรรมฟอกย้อมจึงใช้น้ำปริมาณมาก

กรณีศึกษา

การดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาด (Clean technology: CT) ในโรงงานจะช่วยลดปริมาณการใช้วัตถุดิบพลังงาน และน้ำ ลดปริมาณและความเป็นพิษของของเสียที่เกิดขึ้น ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตและค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำทิ้ง ในบางกรณีการปรับเปลี่ยนสารเคมี สีบางชนิด หรือวิธีการทำงาน ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น แต่ผลที่เกิดขึ้นอาจวัดออกมาเป็นความคุ้มค่าได้ยาก เนื่องจากเป็นผลกระทบเชิงบวกต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมของโรงงานหรือสภาพการทำงานของพนักงานที่ดีขึ้น ตารางที่ 2.10 แสดงตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำต่อกิโกรัมผลิตภัณฑ์ในกระบวนการต่างๆ ของกระบวนการฟอกย้อมพิมพ์ผ้าฝ้าย

ตารางที่ 2.10 ปริมาณการใช้น้ำต่อกิโกรัมผลิตภัณฑ์ในกระบวนการฟอกย้อมพิมพ์ผ้าฝ้าย (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2547)

ขั้นตอนการผลิต	ปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร/กิโกรัมผลิตภัณฑ์)
การลงแป้ง (Sizing)	0.500 – 8.2
การลอกแป้ง (Desizing)	2.5 – 21
การทำความสะอาด (Scouring)	20 – 45
การฟอกขาว (Bleaching)	2.5 – 25
การชุบมัน (Mercerizing)	17– 32
การย้อม (Dyeing)	10 – 300
การพิมพ์ (Printing)	8 – 16

การดำเนินการ CT ทำได้ง่ายโดยสำรวจการทำงานแต่ละกระบวนการผลิต แล้วบันทึกข้อมูลที่สนใจต่างๆ เช่น ข้อมูลการใช้น้ำ รอยรั่วซึมที่เกิดขึ้น หรือตำแหน่งที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน แล้วนำมาพิจารณาว่าสามารถปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นได้อย่างไร ต้องมีค่าใช้จ่ายมากน้อยเพียงใด คุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ แล้วจึงตัดสินใจดำเนินการหลังจากดำเนินการแล้วจึงเก็บข้อมูลเพื่อประเมินผลอีกครั้ง

กรณีศึกษาการทำเทคโนโลยีสะอาดในโรงงาน 16 โรงงาน ที่เข้าร่วมโครงการ "Promotion of Cleaner Technology to SMEs" (PCTSMEs) ระหว่าง พ.ศ. 2543-2546 มีดังนี้

1) กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอที่เข้าร่วมโครงการ

โรงงานที่เข้าร่วมโครงการมีความหลากหลายของชนิดผลิตภัณฑ์ ปริมาณผลผลิต ชนิดของเครื่องจักร ปริมาณการใช้น้ำและพลังงานจากหลายแหล่ง เรื่องที่สนใจในการทำ CT ฯลฯ ดังตารางที่ 2.11

2) ทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดสำหรับกระบวนการต่างๆ ในอุตสาหกรรมฟอกย้อม

เกือบทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิตจะเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ และสารเคมี ถ้าพิจารณารายละเอียดในกระบวนการจะพบว่ายังมีโอกาสดูแลใช้ซ้ำทรัพยากรต่างๆ โดยเฉพาะน้ำ หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หากวางแผนการผลิตดี หรือใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรที่เหมาะสม ตารางที่ 2.12 แสดงทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด สำหรับแต่ละกระบวนการในอุตสาหกรรมฟอกย้อม

ตารางที่ 2.11 รายละเอียดการผลิตและความสนใจทำ CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMES (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2547)

โรงงานที่	ประเภทการผลิต	ผลผลิต	คนงาน	ชนิดของเครื่องจักร	ปริมาณการใช้ ลบ.ม./วัน	ความสนใจในการทำ CT
1	- ผ้าทอผ้า 100 % - ผ้าใยผสมฝ้าย	280,000 หลา/เดือน	400	- เครื่องย้อมระบบต่อเนื่อง - เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	2,400	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้ น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน
2	- ผ้าทอพลีเอสเตอร์ 100% - ผ้าใยผสมฝ้าย	800,000 หลา/เดือน	200	เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	1,000	ลดต้นทุนการผลิต
3	- ผ้าสักผ้า 100 % - ผ้าใยผสมฝ้าย	20,000-35,000 กก./วัน	500	- เครื่องวินท์ - เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	3,000	ลดปริมาณการใช้ น้ำ
4	- ผ้าสักผ้า 100 % - เส้นด้ายฝ้าย 100% - ไหม	20,000-30,000 หลา/เดือน	20	- เครื่องจิกเกอร์ - เครื่องย้อมเส้นผ้า ลำเรจรูป	10	- ลดต้นทุนในระบบบำบัด - ลดปริมาณการใช้ น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน
5	- ผ้าทอพลีเอสเตอร์ 100% - ผ้าใยผสมฝ้าย - ผ้าฝ้าย 100%	140,000 หลา/เดือน	120	- เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง - เครื่องจิกเกอร์ (Opened jigger)	1,000	ลดต้นทุนการผลิต
6	- ผ้าสักผ้า 100% - ผ้าใยผสมฝ้าย	3,500 กก./วัน		- เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง - เครื่องวินท์	800-1,000	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้ น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน
7	- ผ้าทอในลอน 100% - ผ้าทอพลีเอสเตอร์ผ้าฝ้าย - ผ้าฝ้าย 100% - ผ้า CVC และอื่นๆ	3,000 ตัน/ปี		เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	3,500	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้ น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน
8	- เส้นใยสังเคราะห์ - พกย้อมผ้าทอในลอน 100% - พอลิเอสเตอร์ 100%	1 ล้าน หลา/เดือน	1,300 (เฉพาะฟอก ย้อม 200)	- เครื่องจิกเกอร์ - เครื่องเจ็ดอุณหภูมิสูง	800-1,000	- ลดต้นทุนการผลิต

ตารางที่ 2.11 (ต่อ) รายละเอียดการผลิตและความสนใจในการทำ CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMES

โรงงานที่	ประเภทการผลิต	ผลผลิต	คนงาน	ชนิดของเครื่องจักร	ปริมาณการใช้ ลป.ม./วัน	ความสนใจในการทำ CT
9	- ผ้าทอและย้อมพอลิเอสเตอร์ 100% - เรยอน - พอลิเอสเตอร์/เรยอน	400,000 หลา/เดือน	30	- เครื่องเจตคุณภาพสูง - เครื่องจักริกเกอร์	3,500	- ลดต้นทุนการผลิต
10	- ผ้าสักฟ้าย 100% - ผ้าเยผสมพอลิเอสเตอร์/ผ้าฝ้าย	10 ตัน/วัน	-	- เครื่องเจตคุณภาพสูง - เครื่องวินช์	1,200	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้ผ้า สี สารเคมี และพลังงาน
11	เส้นไหม 100%	2,500 หลา/เดือน	-	-	1	- ลดต้นทุนการผลิต - ลดปริมาณการใช้ผ้า สี สารเคมี และพลังงาน
12	ผ้าฝ้าย 100%	20,000-30,000 หลา/เดือน	15	เครื่องจักริกเกอร์	8	- ลดปริมาณการใช้ผ้า สี สารเคมี และพลังงาน
13	- ผ้าสักพอลิเอสเตอร์ 100% - ผ้าเยผสมฝ้าย	1.4 ล้าน หลา/เดือน	180	เครื่องเจตคุณภาพสูง	800-900	- ลดพลังงาน
14	- ผ้าลูกไม้เรยอน 100% - ผ้าลูกไม้ฝ้าย 100% - ยางยืด	12,000 กก./วัน	90	- เครื่องเจตคุณภาพสูง - เครื่องวินช์	500	- ลดปริมาณไอน้ำ
15	ผ้าทอพอลิเอสเตอร์ 100%	800,000-1,000,000 หลา/เดือน	160	- เครื่องเจตคุณภาพสูง - เครื่องวินช์	900	- ลดปริมาณการใช้ผ้า สี สารเคมี และพลังงาน
16	ผ้าทอฝ้าย 100%	90,000 ปอนด์/เดือน	-	-	400	- ลดปริมาณการใช้ผ้า สี และสารเคมี

ตารางที่ 2.12 ทางเลือก CT สำหรับกระบวนการต่างๆ ในอุตสาหกรรมฟอกย้อม (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2547)

กระบวนการ	ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด
1. การลงแป้ง	- การใช้แป้งที่เหลือในอ่างสำหรับการลงแป้งครั้ง (ชุด) ต่อไป - การแยกน้ำบัดน้ำทิ้งจากอ่างลงแป้งเนื่องจากเป็นกระบวนการที่ค่าบีโอดีสูง
2. การลอกแป้ง	- การลอกแป้งด้วยเอนไซม์แทนการใช้สารลอกแป้งประเภทสารออกซิไดส์ - การลอกแป้งโดยวิธีจุ่ม-อัด-หมัก จะช่วยลดการใช้พลังงาน - การกรองด้วยเมมเบรนและการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ - การนำแป้งสังเคราะห์กลับมาใช้ใหม่โดยวิธีการกรองแบบอัลตราฟิวเตรชัน
3. การทำความสะอาด	- ควรหลีกเลี่ยงการใช้ระบบน้ำล้น (Overflow) แต่ใช้การเติมและทิ้งน้ำเป็นชุดๆแทน - ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารลดแรงตึงผิวประเภท APEO และ LAS รวมถึงสารลดแรงตึงผิวที่มีตัวทำละลายอินทรีย์ เนื่องจากย่อยสลายตามธรรมชาติได้ยากและใช้สารพวกอัลคิลซัลโฟเนต อัลคิลซัลเฟต หรืออนุพันธ์กรดไขมันพวกเอทอกซิเลตแทน - ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารจับความกระด้างประเภท EDTA, NTA และอนุมูลฟอสเฟตและใช้สารฟอสฟอเนตแทน
4. การฟอกขาว	- ควรหลีกเลี่ยงการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โซเดียมคลอไรต์ และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หรือกรดเปอร์อะซิติกแทน - การฟอกขาวโดยวิธีจุ่ม-อัด-หมัก จะช่วยลดการใช้พลังงานในการต้มฟอกได้
5. การทำเมอร์เซอร์ไรเซชัน	- การนำสารละลายที่ใช้ในการทำเมอร์เซอร์ไรเซชัน (ซึ่งมีความเป็นเบสสูง) กลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการทำความสะอาด - กระบวนการเมอร์เซอร์ไรเซชันเมื่อสารละลายดังกล่าวผ่านการกรองด้วยเมมเบรนหรือระเหยน้ำออกเพื่อเพิ่มความเข้มข้นแล้ว (หมายเหตุ : ถ้าการนำกลับมาใช้ใหม่มาสามารถทำได้ควรจะมีการสะเทินน้ำทิ้งในระบบบำบัดก่อนปล่อยทิ้ง)
6. การย้อม	- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สีอะโซซึ่งสามารถแตกตัวให้สารเอมีนที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง - ควรหลีกเลี่ยงการใช้สีเมทัลคอมเพลกซ์และใช้สีแอซิดแทนในการย้อมเส้นใยขนสัตว์และเส้นใยไนลอน และหลีกเลี่ยงการย้อมทับด้วยสารประกอบโครเมียม - ควรหลีกเลี่ยงการใช้สีที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ - ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารช่วยกระจายสี พวกตัวทำละลายในกลุ่มแฮโลเจนและพวก APEO - การเลือกใช้สีที่มีความสามารถในการย้อมติดสูง - การศึกษาความเป็นไปได้ในการแยกสีออกจากสารละลายสีที่ใช้แล้วในอ่างย้อม เช่น โดยวิธีการกรองด้วยเมมเบรน และ/หรือการใช้คาร์บอนกัมมันต์เพื่อนำน้ำพลังงาน และสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ - ในการย้อมแบบจุ่มอัดควรศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำย้อมที่เหลือกลับมาใช้ใหม่ - การติดตั้งระบบเพื่อนำเอาความร้อนจากน้ำร้อนกลับมาใช้ใหม่

ตารางที่ 2.12 (ต่อ) ทางเลือก CT สำหรับกระบวนการต่างๆ ในอุตสาหกรรมฟอกย้อม

กระบวนการ	ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด
7. การพิมพ์	- การหลีกเลี่ยงการใช้สารสีที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ - การเลือกใช้สารสีที่ละลายในน้ำ แทนการใช้สารสีที่อยู่ในรูปอิมัลชันของน้ำและน้ำมัน หากไม่สามารถทำได้ ให้แยกบำบัดน้ำทิ้งจากขั้นตอนนี้ - หากเป็นไปได้การนำแป้งพิมพ์ที่เหลือจากการพิมพ์กลับมาใช้ใหม่ (โดยใช้ระบบเครื่องวัดสีด้วยคอมพิวเตอร์) - การลดปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างสายพาน สกรีน ตัวปาดสกรีน และถัง และพยายามนำน้ำล้างดังกล่าวมาใช้ใหม่โดยผ่านหรือไม่ผ่านกรรมวิธีการทำน้ำให้บริสุทธิ์
8. การล้างผ้าภายหลังการย้อมหรือพิมพ์	- การปรับปริมาณน้ำและจำนวนครั้งที่ใช้ในการล้างให้เหมาะสม - การนำน้ำล้างที่สะอาดที่สุดกลับมาใช้ใหม่ - ควรหลีกเลี่ยงการใช้ระบบน้ำล้น อาจลดปริมาณน้ำล้นหรือเปลี่ยนมาใช้ระบบการล้างแบบเป็นขั้นตอน - ในระบบการล้างผ้าแบบต่อเนื่องให้ใช้ระบบการล้างที่ผ้าวิ่งทวนกระแสน้ำแทนระบบการล้างแบบเดิม - ควรหลีกเลี่ยงหรือลดปริมาณการใช้สารทำความสะอาดในขั้นตอนการกำจัดสีส่วนเกินหลังการย้อมสี โดยใช้การล้างด้วยน้ำร้อนหรือน้ำอุ่นแทนการใช้สารเคมี - ควรหลีกเลี่ยงปรับความเป็นกรด-เบสให้เป็นกลางด้วยกรดภายหลังการย้อมสีโดยใช้การล้างด้วยน้ำแทน หากไม่สามารถทำได้ให้ใช้กรดฟอร์มิกหรือกรดอื่นแทนกรดอะซิติกเพื่อลดปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total organic carbon: TOC) ในน้ำทิ้ง - การนำความร้อนจากน้ำทิ้งที่มีอุณหภูมิสูงกลับมาใช้ใหม่
9. การตกแต่งสำเร็จ	- ควรทำการตกแต่งนุ่มในอ่างเฉพาะ เช่น ในอ่างจุ่มอัด แทนการตกแต่งนุ่มโดยการเติมสารตกแต่งนุ่มในน้ำล้างสุดท้าย - ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารตกแต่งสำเร็จที่มีฟอर्मัลดีไฮด์เป็นส่วนประกอบหรือสารที่สามารถปลดปล่อยฟอर्मัลดีไฮด์ออกมา - การใช้สารเร่งปฏิกิริยาประเภทสารประกอบแมกนีเซียมแทนสารประกอบสังกะสี - ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารตกแต่งป้องกันจุลินทรีย์ที่มีปรอท ทองแดง อาร์ซีนิก หรือสารพวกคลอโรฟีนอลเป็นส่วนประกอบ - ควรปรับปรุงกระบวนการอบแห้งและผนึกด้วยความร้อนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น หลีกเลี่ยงการอบแห้งที่มากเกินไป ใช้ปริมาณอากาศที่เหมาะสม และการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่ - การใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแทนการใช้น้ำหล่อเย็น

หมายเหตุ ตัวเข้มแสดงทางเลือก CT สำหรับการลด และใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

3) ผลการดำเนินงานของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs

ตารางที่ 2.13 แสดงตัวอย่างทางเลือก CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs ตารางที่ 2.14 แสดงตัวอย่างผลสำเร็จของการดำเนินงาน CT ของบางโรงงาน

ตารางที่ 2.13 ตัวอย่างทางเลือก CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2547)

แนวปฏิบัติเรื่อง	เทคโนโลยีสะอาด
การประหยัดน้ำ	
- ติดตั้งมาตรวัดน้ำและตัวควบคุมระดับน้ำในบริเวณหรือตำแหน่งที่ต้องใช้น้ำ - อุดรอยรั่วหรือเปลี่ยนท่อที่รั่ว - ปรับ-ตั้งตัวควบคุมระดับน้ำ (Water level) ของเครื่องย้อมให้ทำงานถูกต้อง - ระบุท่อน้ำและท่อน้ำทิ้งโดยการใช้สีที่แตกต่าง - นำน้ำล้างจากอ่างที่สะอาดที่สุดมาใช้ใหม่ - หลีกเลี่ยงไม่ให้น้ำล้นโดยเฉพาะน้ำล้าง	- การดูแลจัดการภายในที่ดี (Good housekeeping) - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน (Better operating procedures) - การใช้ซ้ำ/การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse/Recycle) - การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน
การใช้สารเคมีที่เหมาะสม	
- ศึกษาขั้นตอนการผลิตต่างๆ อย่างละเอียดเพื่อให้สามารถใช้สารเคมีในแต่ละสูตรในปริมาณที่น้อยที่สุด - ติดตั้งตัวควบคุมการไหล (Flow meter) ของสารเคมีเข้าเครื่องฟอกย้อม - นำสารเคมีที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ - ใช้สารเคมีที่ทำให้ค่าบีโอดีต่ำแทนสารเคมีเดิม - เลือกใช้ชนิดของสีและสารเคมีที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณสีและสารเคมีให้น้อยลง	- การดูแลจัดการภายในที่ดี - ปรับปรุงเทคโนโลยี/อุปกรณ์ - การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ
การประหยัดพลังงาน	
- นำพลังงานความร้อนจากของเสียกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน - นำน้ำทิ้งที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำมาใช้เป็นน้ำสำหรับผลิตไอน้ำ - ตรวจสอบการทำงานของก๊าดไอน้ำและเปลี่ยนส่วนที่ชำรุดด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม - เปลี่ยนท่อและฉนวนท่อน้ำร้อนแทนของที่ชำรุด - ใช้ฉนวนหุ้ม ถัง กะป๋าดมเป็นแหล่งเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเตา - ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไอน้ำ	- การใช้ซ้ำ/การนำกลับมาใช้ใหม่ - การใช้ซ้ำ/การนำกลับมาใช้ใหม่ - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การใช้ซ้ำ/การนำกลับมาใช้ใหม่ - การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ - การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน

ตารางที่ 2.13 (ต่อ) ทางเลือก CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs

แนวปฏิบัติเรื่อง	เทคโนโลยีสะอาด
สุขภาพและความปลอดภัยของพนักงาน	
- ติดตั้งอุปกรณ์แสดงใบสั่งงานลูกค้านำผ้าให้เห็นชัดเจน เพื่อช่วยให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกมากขึ้น - ติดตั้งเครื่องหมายเตือนอันตรายในบริเวณที่เป็นอันตราย - ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันพนักงานจากการสัมผัสโดนน้ำร้อน ไอน้ำ และสารเคมีในตำแหน่ง/บริเวณที่มีการกระเด็นหรือรั่ว - รักษาความสะอาดเพื่อให้บริเวณต่างๆ ปราศจากน้ำมัน น้ำมันหล่อลื่น สารซักฟอก ผุ่นละออง สิ่งสกปรก และน้ำ - ติดตั้งฝาครอบมอเตอร์ สายพาน และโซ่ เพื่อป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำงาน - ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ท่อ ข้อต่อ ที่ขึ้นสนิมด้วยวัสดุที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิมแทน - ให้เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของวัสดุ (MSDS) ให้เห็นประโยชน์ในการใช้งานและจัดการสารเคมีต่างๆ	- การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การดูแลจัดการภายในที่ดี - การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน
การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย	
- ใช้ตะกอน (สลัดจ์) ที่ได้จากการบำบัดน้ำทิ้ง - ควบคุมปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัด - เปลี่ยนวิธีการบำบัดน้ำทิ้งจากการใช้สารเคมีไม่เหมาะสมในการตกตะกอนและการทิ้งตะกอน	- การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน - การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน - การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน
การฝึกอบรม	
- ฝึกอบรมเพื่อปรับปรุงวิธีการปฏิบัติการและเพื่อสร้างความตระหนักในเรื่องสิ่งแวดล้อม	- การปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน

ตารางที่ 2.14 ผลสำเร็จของการดำเนินงาน CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMEs (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2547)

โรงงาน ที่	ทางเลือก CT	กระบวนการ	การลงทุน (บาท)	ประโยชน์	ค่าใช้จ่ายที่ ประหยัดได้	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
A	- ลดการใช้สารลดแรงตึงผิว - เปลี่ยนชนิดของสีย้อม - เปลี่ยนการใช้น้ำมาต้มมาใช้ที่เดือด - เปลี่ยนการใช้น้ำมาต้มมาใช้แกลบ - ปรับปรุงวิธีการควบคุมการส่งผ้าเข้าเครื่อง	- การเตรียมและการซัก - ย้อมสี - การผลิตไอน้ำ - การผลิตไอน้ำ - การเตรียมย้อมและ - ตักแต่งสำเร็จ	- - 15 ล้าน 5 ล้าน -	- สามารถลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการต่าง ๆ - ลดทำให้จำนวนเคมีชนิดเดียวกันมีน้อยลง - ลดค่าใช้จ่ายของสีย้อมและการเก็บรักษา - ลดปริมาณการใช้น้ำมาต้ม - ลดปริมาณการใช้น้ำมาต้ม - ทำให้ผ้าเรียบมากขึ้น - คุณภาพผ้าดีขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดน้อยลง - พนักงานมีความปลอดภัยมากขึ้น	4.8 ล้านบาท/ปี 7.5 ล้านบาท/ปี 5 ล้านบาท/ปี 5 ล้านบาท/ปี -	- ทันที - ทันที 3 1 -
B	- เลือกใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม - ใช้น้ำมันทอดไอน้ำ - ปรับความดันไอน้ำ - การใช้ Inverter ในการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ - การตรวจดูรอยรั่วซึมต่างๆ ของน้ำ ไอน้ำ และ - กับดักไอน้ำ - การนำน้ำล้างกลับมาใช้ซ้ำในกระบวนการซัก - ล้าง - การนำโซดาไฟกลับมาใช้ซ้ำ - นำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้ซ้ำในกระบวนการผลิต	- ทอดไอน้ำต่างๆ - ทุกกระบวนการผลิตที่ใช้มอเตอร์ - ทุกกระบวนการ - ย้อมสี - ล้างหน้าผ้า - ย้อมสี	112,000 17,500 10,000 100,000 10,000 200,000 15,000 29,000	- ลดการสูญเสียไอน้ำ ทำให้สภาวะแวดล้อมเย็นลง - ลดการสูญเสียไอน้ำส่วนเกิน - ลดการใช้ไฟฟ้า - ลดการสูญเสียไอน้ำและพลังงาน - ลดการใช้น้ำ - ลดการใช้สารเคมี และลดการบำบัดน้ำเสีย - ลดการใช้น้ำ	322,000 บาท/ปี 175,500 บาท/ปี 30,000 บาท/ปี 90,000 บาท/ปี 25,000 บาท/ปี 251,000 บาท/ปี 35,000 บาท/ปี 182,000 บาท/ปี	0.35 0.1 0.33 1.11 0.4 0.8 0.43 0.16

ตารางที่ 2.14 (ต่อ) ผลสำเร็จของการดำเนินงาน CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMES

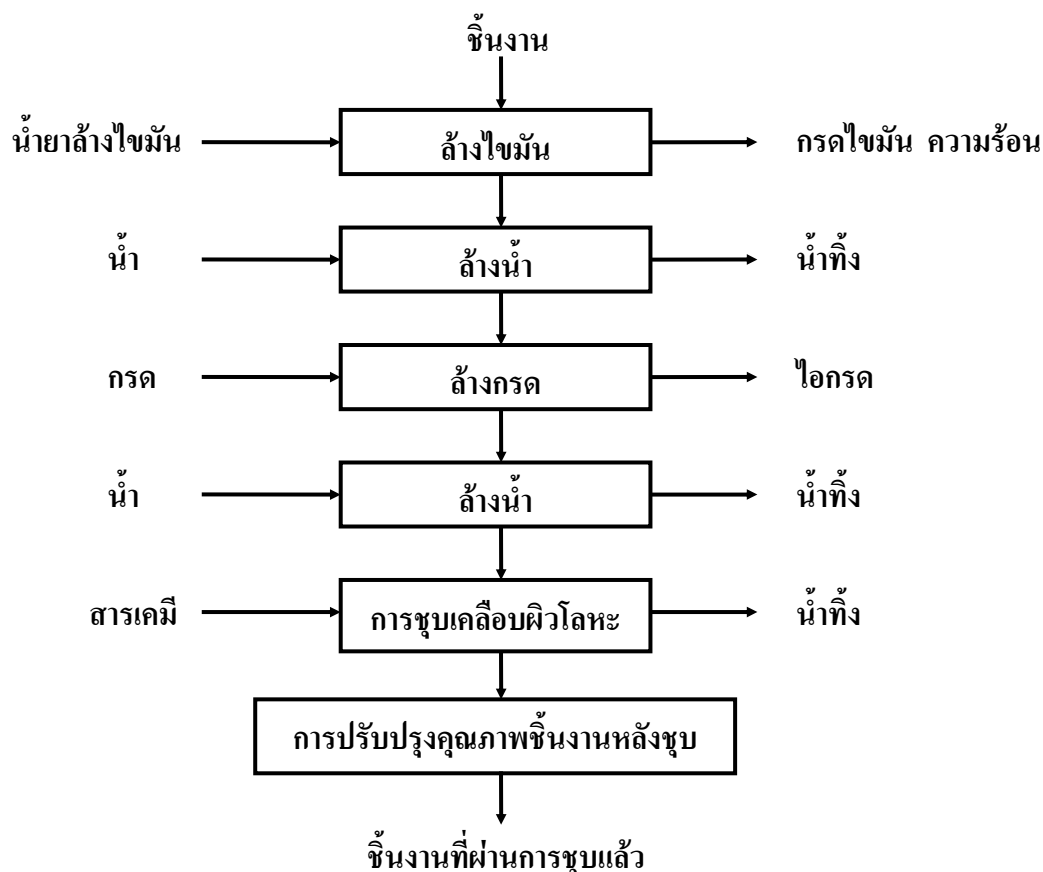
โรงงาน ที่	ทางเลือก CT	กระบวนการ	การลงทุน (บาท)	ประโยชน์	ค่าใช้จ่ายที่ ประหยัดได้	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
C	- ปรับเปลี่ยนวิธีการบำบัดน้ำทิ้ง	- บำบัดน้ำทิ้ง	20,000	- ลดปริมาณการใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำจากเดิม 2,000 บาท/วัน เป็น 150 บาท/วัน	577,200 บาท/ปี	10 วัน
D	- ควบคุมวิธีการให้ความร้อนด้วยไอน้ำตรงและไอน้ำทางอ้อม - การใช้ Inverter ในการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ - การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ไอน้ำ และก๊าดไอน้ำ - การนำน้ำล้างกลับมาใช้ในกระบวนการซักล้าง - การลดปริมาณไฟฟ้า	- การเตรียมผ้าและย้อมสี - ทุกกระบวนการผลิตที่ใช้มอเตอร์ - ทุกกระบวนการ - ย้อมสี - ทำความสะอาดผ้า		- ลดการสูญเสียไอน้ำส่วนเกิน ลดปัญหาอัตราส่วนผสมของน้ำต่อผ้าไม่คงที่ - ลดการใช้ไฟฟ้า - ลดการสูญเสียไอน้ำและพลังงาน - การลดการใช้ - ลดการใช้สารเคมี - ลดการบำบัดน้ำเสีย	10-15% 10-15%	ทันที
E	- เปลี่ยนการใช้สีและสารเคมี - หุ้มฉนวนท่อน้ำ - ปรับปรุงสถานการณ์ผลิตความดันไอน้ำ - ความเร็วรอบการอบ - ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต - ตรวจสอบคุณภาพสินค้าก่อนส่งมอบ - น้ำ Backwash กลับมาใช้ซ้ำ	- พอกย้อม - ท่อส่งไอน้ำ - พอกย้อม - พอกย้อม - ผลิตภัณฑ์สำเร็จก่อนส่งมอบ - ทำความสะอาดเครื่องกรองน้ำ	- 2,000 - - - - 4,000	- ลดปริมาณการใช้สีและสารเคมี - ลดการสูญเสียไอน้ำและความร้อน - ลดการใช้ไอน้ำและไฟฟ้าสิ้นเปลือง - เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยประหยัดเวลาได้ ~ 10% - ลดการส่งคืนสินค้าได้ ~ 2% - ลดการนำเข้าความสะอาด	200,000 บาท/ปี 11,000 บาท/ปี 84,000 บาท/ปี - - 7,800 บาท/ปี	ทันที 0.17 ทันที - - 0.51

ตารางที่ 2.14 (ต่อ) ผลสำเร็จของการดำเนินงาน CT ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ PCTSMES

โรงงาน ที่	ทางเลือก CT	กระบวนการ	การลงทุน (บาท)	ประโยชน์	ค่าใช้จ่ายที่ ประหยัดได้	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
E (ต่อ)	- ติดตั้งอุปกรณ์และการเปลี่ยนความร้อน - ลดการปนเปื้อนของน้ำ Condensate จาก น้ำหล่อเย็น	- ฟอกย้อม - ฟอกย้อม	8,000 54,000	- นำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์ - เพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำ	45,000 บาท/ปี 66,000 บาท/ปี	0.18 0.82
F	- ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตโดย - ลดการใช้น้ำสูง - ลดการใช้น้ำสาร Fixing - ปรับเปลี่ยนเครื่องจักร - เปลี่ยนชนิดของสีย้อม	- ชักล้าง - ย้อมสี - ฟอกย้อม - ย้อมสี	- - 40 ล้าน ลงทุนเพิ่ม 3-5%	- ประหยัดค่าสารเคมี - ประหยัดค่าสารช่วยย้อม - เพิ่มกำลังการผลิตได้ 3 เท่า จากเดิม - ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งดีขึ้น บำบัดได้ง่ายและ ปลอดภัย	54,000 บาท/ปี 54,000 บาท/ปี - -	ทันที ทันที - -

2.4.2 อุตสาหกรรมกลุ่มเคมี

1) อุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะ และการชุบเคลือบผิวโลหะประเภทเครื่องประดับ มักพบปัญหาด้านการใช้น้ำ สารเคมี สิ่งแวดล้อม และการสูญเสียพลังงาน เช่น ใช้น้ำปริมาณมากในการทำความสะดวกขึ้นงาน (นอกจากต้องเสียค่าน้ำ ยังเสียเงินค่าบำบัดน้ำสูง) การปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิต ไอระเหยจากสารเคมีที่ใช้ รวมถึงอากาศเสียที่เกิดจากขั้นตอนการผลิตต่างๆ รูปที่ 2.8 แสดงแผนภาพแสดงกระบวนการอย่างง่าย



รูปที่ 2.8 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะอย่างง่าย

การปฏิบัติที่ดีทั่วไป เช่น

- ตรวจสอบการรั่วไหล และติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำในแต่ละกระบวนการเพื่อตรวจสอบการใช้น้ำ
- การนำน้ำล้างที่ยังสะอาดกลับมาใช้ใหม่ เพราะในการล้างหลายน้ำ น้ำสุดท้ายสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เพราะเป็นน้ำที่มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด
- หลีกเลี่ยงการล้างที่ใช้ระบบน้ำล้น
- ปรับปริมาณน้ำและจำนวนครั้งที่ล้างชิ้นงานให้เหมาะสม โดยตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของน้ำล้าง

แนวทางเทคโนโลยีสะอาดสำหรับกระบวนการนี้ เช่น

การเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุงวัตถุดิบ

- ใช้สารเคมีที่มีอันตรายน้อยทดแทนสารเคมีที่มีอันตรายมาก

การปรับปรุงเทคโนโลยี

- ใช้ถังน้ำล้างแบบน้ำนิ่งหลังซบทุก ๆ ถัง และใช้น้ำนี้เป็นถังจุ่ม
- ควบคุมการไหลของน้ำล้างให้เป็นแบบอัตโนมัติ และปรับอัตราการไหลของน้ำให้เหมาะสมเพื่อลด

การสูญเสียน้ำ

- ใช้ระบบน้ำล้างแบบวังสวนทาง หรือชนิดสเปรย์เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำล้าง
- ใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิในถังซบที่สำคัญ

การใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ใหม่

- ใช้ระบบแลกเปลี่ยนประจุ (Ion exchange) / ระบบรีเวอร์สออสโมซิส เพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่
- นำน้ำที่สกปรกน้อยไปใช้ซ้ำ
- ใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัด เป็นน้ำล้างในกระบวนการเตรียมผิวชิ้นงาน
- การใช้ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนและการนำความร้อนกลับมาใช้ใหม่

การจัดการและการปฏิบัติงานที่ดี

- การจัดการการผลิต เพื่อลดการใช้น้ำล้างเครื่องจักรให้น้อยที่สุด
- จัดระบบการล้างชิ้นงานที่มีอยู่ให้เหมาะสม เพื่อประหยัดน้ำและลดการสูญเสียสารเคมี
- ตรวจสอบการรั่วไหล
- การปรับปรุงวิธีการควบคุมสินค้า วัตถุดิบคงคลัง
- การหามาตรการป้องกันการหกหล่นของสารเคมีในระหว่างการเคลื่อนย้าย

2) อุตสาหกรรมเคมีเกษตร

แนวทางเทคโนโลยีสะอาดสำหรับกระบวนการนี้ เช่น

การเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุงวัตถุดิบ

- เปลี่ยนใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดีขึ้น แดกเสียหายยาก ดังนั้นจึงไม่สูญเสียน้ำและสารเคมีที่บรรจุแล้ว

การปรับปรุงเทคโนโลยี

- ติดตั้งวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสม
- ใช้น้ำความดันสูงล้างพื้น เพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้ล้าง
- การใช้น้ำรีไซเคิลสำหรับการล้างครั้งแรกมาทำความสะอาดพื้นที่การผลิต ส่วนน้ำครั้งสุดท้ายที่

สะอาดจะนำเข้าไปในกระบวนการผลิต

- นำน้ำที่ผ่านการบำบัด และวิเคราะห์คุณสมบัติแล้วมาล้างพื้นโรงงาน
- การปรับปรุงเครื่องบรรจุเพื่อลดการหกหล่นที่เครื่องบรรจุ

การใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ใหม่

- นำน้ำล้างที่มีสารเคมีปนกลับไปที่ใหม่ในขั้นตอนการผลิตที่สารเคมีไม่มีผลกระทบ ทำให้การใช้น้ำ

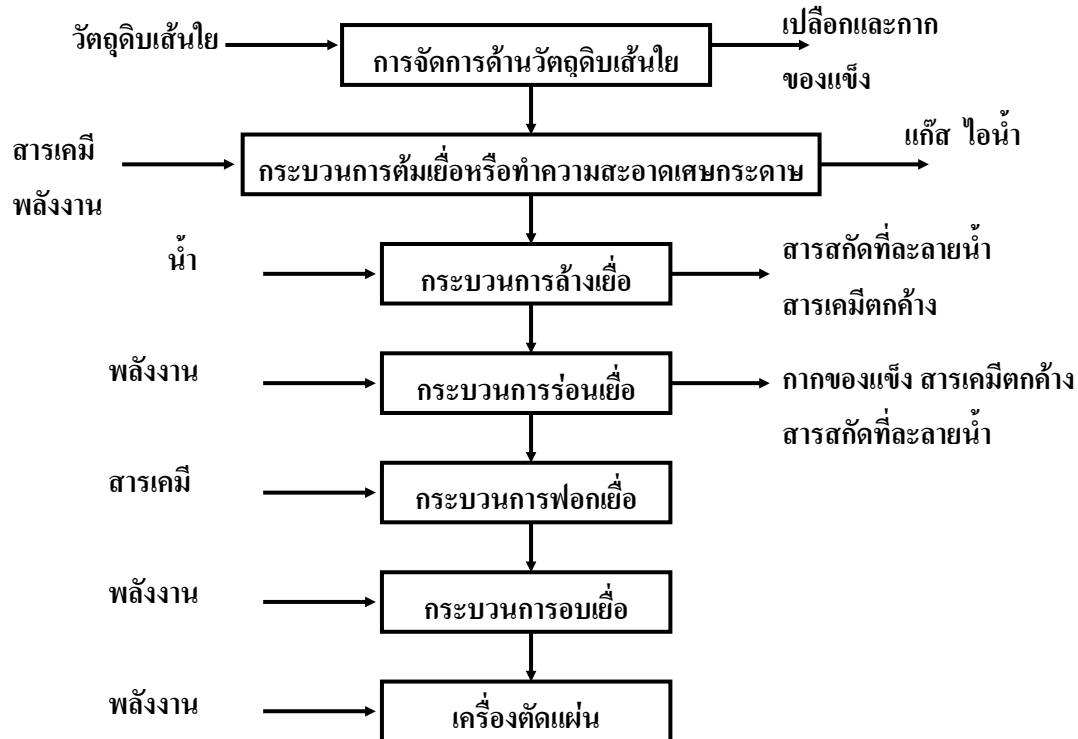
คุ้มค่า และลดค่าบำบัดน้ำเสีย

การจัดการและการปฏิบัติงานที่ดี

- แยกชนิดของน้ำล้าง เพื่อการใช้ซ้ำ การนำกลับมาใหม่ได้อย่างเหมาะสม

- วางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว (เกรดเดียว) ให้นานที่สุด เพื่อลดการใช้น้ำล้างอุปกรณ์ เครื่องผสม และเครื่องจักรให้ใช้น้อยที่สุด และยังลดการสูญเสียสารเคมีไปกับน้ำล้างอุปกรณ์ เครื่องจักร

3) อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ



รูปที่ 2.9 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ

แนวทางเทคโนโลยีสะอาดสำหรับกระบวนการนี้ เช่น

การเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุงวัตถุดิบ

- คัดขนาดของวัตถุดิบที่เป็นไม้เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมคุณภาพ
- ลดปริมาณการใช้คลอรีนที่ใช้ฟอกเยื่อมาเป็นสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า

การปรับปรุงเทคโนโลยี

- หุ้มฉนวนท่อไอน้ำและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
- การแยกสายงานในการป้อนเยื่อใยยาวและสั้นเข้าเครื่อง

การใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ใหม่

- หมุนเวียนน้ำเลี้ยง Mechanical seal ของปั๊ม กลับมาใช้งานใหม่
- นำน้ำโบลดาวน์ (Blowdown) จากหม้อไอน้ำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำมันเตาที่ใช้ป้อน

หม้อไอน้ำ

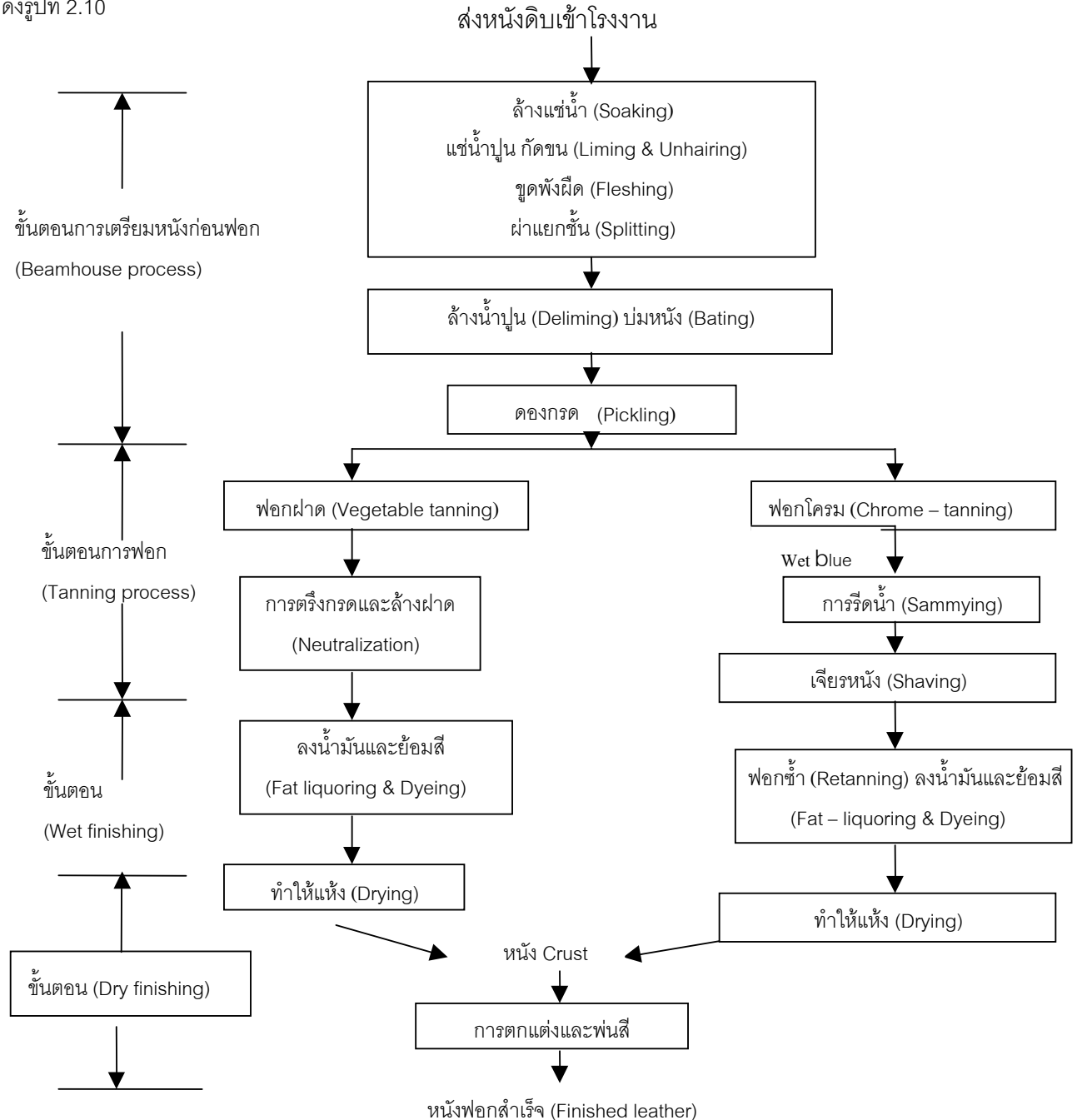
- นำน้ำจาก Centricleaner ในส่วนที่เป็น Reject กลับมาใช้งาน
- นำน้ำจากเครื่องระเหย (Evaporator) กลับมาใช้ใหม่

การจัดการและการปฏิบัติงานที่ดี

- จัดเก็บวัตถุดิบทั้งกระดาษและสารเคมีอย่างเป็นระบบ

- การควบคุมผ้าพลาสติกวัตถุติดและการใช้ระบบ First in First out

4) **อุตสาหกรรมฟอกหนัง** กระบวนการผลิตฟอกหนังประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ การเตรียมหนังก่อนฟอก (Beamhouse process) การฟอก (Tanning process) และการตกแต่งหนัง (Finishing process) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมฟอกหนัง

1. **กรรมวิธีเตรียมหนังก่อนฟอก** คือ การกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการ เช่น ขน เศษหนัง และเตรียมหนังให้พร้อมที่จะฟอก โดยการแช่น้ำปูนขาว กัดขนออกด้วยซัลไฟด์ สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ ปูนขาว สารพวกสบู่ กลีเซอแลมโมเนีย อัลคาลไลน์ ซัลไฟด์ และยาฆ่าเชื้อ น้ำเสียที่เกิดจากกรรมวิธีในขั้นตอนนี้มีฤทธิ์เป็นด่างอย่างแรง

2. การฟอก คือ การเปลี่ยนสภาพหนังสัตว์ดิบซึ่งเน่าเปื่อยได้ ไปเป็นหนังสำเร็จ ซึ่งคงตัวกว่า ไม่เน่าเปื่อย มีความทนทานต่อสภาพอากาศและน้ำร้อน นิยมใช้ 2 วิธี คือ

- การฟอกโครม จะใช้สารเคมีประเภทเบสิกโครเมียมซัลเฟต (Cr^{3+}) เป็นสารฟอก โดยทั่วไปแล้วประมาณร้อยละ 70 ของโครเมียมที่เติมลงไปจะทำปฏิกิริยากับหนัง โครเมียมที่เหลืออีกร้อยละ 30 จะถูกปล่อยทิ้งไปกับน้ำเสีย

- การฟอกฟาด จะใช้แทนนินซึ่งสกัดจากเปลือกไม้พวยกยูคาลิปตัส ต้นควีนราโค และอื่นๆ เป็นสารฟอก ทั้งนี้ น้ำฟอกที่ใช้แล้วจะนำมาใช้ได้อีก

การฟอกโครมเป็นที่นิยมกว่า เนื่องจากใช้เวลาน้อย สารเคมีราคาถูก หนังที่ฟอกแล้วทนต่อความร้อนและความชื้นดีกว่า

3. การตกแต่งหนัง มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพหนังให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด เช่น การฟอกซ้ำ การย้อมสี การทาน้ำมันเพื่อให้มีความอ่อนนุ่มและอยู่ตัว

เนื่องจากการฟอกหนังเป็นกระบวนการแปรรูปหนังสัตว์ โดยอาศัยน้ำ สารเคมี และกระบวนการทางกล ดังนั้น น้ำเสียจากการฟอกหนังจึงมีสารมลพิษเจือปนอยู่สูง ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมสรุปได้ ดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมฟอกหนัง

ขั้นตอนการผลิต	มลพิษที่เกิด
1. การเก็บรักษาหนัง	กากของเสีย - เกลือ
2. การล้างและการแช่น้ำหนัง	น้ำเสียประกอบด้วยบีโอดี ซีโอดี เกลือ ยาฆ่าแมลง และยาระงับเชื้อ เชื้อเนื้อ ขน หนัง และตะกอนดิน
3. การแช่น้ำปูนขาวและกัดขน	น้ำเสียมีค่าความเป็นกรด - เบส บีโอดี และซีโอดี สูง มีเกลือซัลไฟด์ ยาฆ่าแมลง ยาระงับเชื้อ แอมโมเนีย ต่าง สารแขวนลอย กากของเสีย ได้แก่ ขน ปูนขาว และตะกอนดิน รวมทั้งแก๊สเสีย คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์
4. การขูดฟัด (Fleshing) และการผ่าแยกชั้น (Splitting)	กากของเสีย คือ เศษหนัง และฟัดฟัด น้ำเสียมีลักษณะเหมือนน้ำเสียจากขั้นตอนการแช่น้ำปูนขาว แต่มีความเข้มข้นต่ำกว่า
5. การล้างปูนขาวของหนังส่วนล่าง (Deliming of splittings)	น้ำเสียประกอบด้วยบีโอดี ซีโอดี เกลือซัลเฟต แอมโมเนีย ต่าง สารแขวนลอย คลอไรด์
6. การล้างทำลายฤทธิ์ปูนและการบ่มหนัง (Pelt deliming and bating)	น้ำเสียประกอบด้วยบีโอดี ซีโอดี เกลือซัลเฟต แอมโมเนีย ต่าง สารแขวนลอย คลอไรด์ แก๊สเสีย แก๊สแอมโมเนีย
7. การดองกรดและการฟอกโครม (Pickling and chrome tanning)	น้ำเสียประกอบด้วยบีโอดี ซีโอดี กรด เกลือ สารแขวนลอย โครเมียม และเศษตะกอนลอยซึ่งมีโครเมียมปนอยู่
8. การรีดน้ำและการเจียรหนัง (Sammying and shaving)	น้ำเสียมีลักษณะเหมือนการฟอกโครม เศษหนังเจียรมีโครเมียมปน
9. การปรับสภาพ การฟอกซ้ำและการย้อมสี สำหรับหนังฟอกโครม	น้ำเสียประกอบด้วยบีโอดี ซีโอดี แอมโมเนีย เศษตะกอน กรดฟอร์มิก ชินแทน (น้ำยาฟอกสังเคราะห์)

แนวทางเทคโนโลยีสะอาดสำหรับกระบวนการนี้ เช่น

การเปลี่ยนแปลง/ ปรับปรุงวัตถุดิบ

- การใช้เอนไซม์แทนสารเคมีซัลไฟต์ในขั้นตอนการแช่น้ำปูนขาว และกัดขน
- การล้างปูนขาวด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ แทนการใช้เกลือแอมโมเนีย และกรดอินทรีย์เจือจาง
- การลดโครเมียมในน้ำทิ้ง โดยใช้สารอื่นแทนโครเมียม เช่น ใช้อะลูมิเนียม ไฮโครเนียม ไทเทเนียม และเกลือของเหล็กเฟอร์ริก (III)
- การทำให้โครเมียมจับกับหนังดีขึ้น โดยใช้สารช่วยฟอก หรือสารช่วยตรึงโครเมียม

การเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุงผลิตภัณฑ์

- ยังไม่มีข้อเสนอในแนวทางเลือกนี้

การปรับปรุงเทคโนโลยี

- การลดปริมาณน้ำใช้โดยติดตั้งการใช้น้ำในทุกขั้นตอน และบันทึกการใช้น้ำในแต่ละวัน
- ใช้ระบบการเติมน้ำ และสารเคมีแบบอัตโนมัติ
- การแช่เย็นโดยใช้อุณหภูมิต่ำ เช่น แช่ด้วยน้ำแข็งแห้งกันไม่ให้หนังเน่า เพื่อลดการสูญเสีย
- หุ้มฉนวนท่อส่งน้ำร้อน เพื่อลดความร้อนสูญเสีย
- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
- ปรับอุณหภูมิและความเป็นกรดของสารละลายโครเมียมเป็น 40 °C และ pH = 3.8 จะช่วยลดความเข้มข้นของโครเมียมที่ต้องใช้ลงเหลือ 5% ได้

การรีไซเคิล การนำกลับมาใช้ใหม่

- ใช้การล้างแบบสวนทาง และนำน้ำมาใช้ซ้ำ
- ใช้ระบบการล้างหนังในน้ำนานๆ และใช้น้ำซ้ำจนกว่าจะสกปรกมากจึงถ่ายทิ้ง
- นำสารละลายปูนขาวกลับมาใช้ใหม่ โดยกรองแยกสารแขวนลอย (ขนและเศษหนัง) ออก และสร้างบ่อพักสารละลายปูนขาว
- การใช้น้ำยาฟอกซ้ำอีก และเติมสารฟอกหนัง (โครเมียมซัลเฟต) ลงไปให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการจะสามารถประหยัดน้ำใช้ได้ แต่ต้องวิเคราะห์น้ำในถังฟอกอย่างดี และต้องระบายน้ำทิ้ง เมื่อมีเกลือของสารอินทรีย์มากเกินไป
- การนำโครเมียมกลับมาใช้ใหม่ โดยแยกโครเมียมออกจากน้ำเสียจากขั้นตอนการฟอกโครม และตกตะกอนผลึกโครเมียมด้วยสารละลายต่างแมกนีเซียมคลอไรด์
- การแยกเกลือกลับมาใช้ใหม่ ในขั้นตอนการแช่หนัง การผ่าแยกชิ้น การดองกรด และการรักษาหนัง โดยกวาดรวบรวมเม็ดเกลือ ผสมกับสารละลายเกลืออิ่มตัว และตกผลึกของเม็ดเกลือที่สะอาด
- การนำโครเมียมกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้สารละลายแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ตกตะกอนโครเมียมในน้ำทิ้ง และละลายตะกอนด้วยกรดซัลฟิวริก สารละลายที่ได้นำไปใช้ฟอกหนังได้ และยังช่วยลดความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำทิ้งด้วย
- การนำน้ำจากขั้นตอนการล้างหนังแช่ปูนขาวกลับมาใช้ซ้ำในขั้นตอนการล้างเกลือ
- การนำน้ำจากขั้นตอนการฟอกกลับมาใช้ซ้ำในขั้นตอนการดองกรด โดยกรองของแข็ง เช่น เศษหนังออก

- นำน้ำทิ้งจากขั้นตอนการล้างหนังต้องเกลือในขั้นที่ 2 หรือ 3 กลับมาใช้ซ้ำในขั้นตอนการล้างหนังครั้งแรก

- นำของเสีย เช่น เศษหนังชิ้นเล็ก ๆ ที่ใช้งานไม่ได้ และเศษขาหรือกีบเท้าสัตว์ มาทำเป็นของขบเคี้ยวสำหรับสุนัข หรือทำเป็นเจลาคติน สำหรับทำต่อเป็นแคปซูลยา หรือยาไล่กรรอก หรือทำเป็นกาวหนัง หรือสกัดเอาไขมันมาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเครื่องสำอางหรือสบู่

- นำเศษหนังจากการตัดเจียรหนังหลังการฟอกโครม (จากขั้นตอน Finishing shaving และ Cutting) มาสกัดโปรตีนและโครเมียมไปใช้ประโยชน์ได้อีก หรือนำไปผลิตเป็นหนังสืออัดแผ่น

การจัดการและการปฏิบัติงานที่ดี

- การใช้ภาชนะบรรจุให้ได้ขนาดเหมาะสม เพื่อลดการหกหล่นของน้ำออกนอกภาชนะ

- วางแผนงานและการจัดการที่มีประสิทธิภาพ โดยให้ขนส่งหนังดิบไปถึงโรงงานภายใน 24 ชั่วโมง และส่งเข้ากระบวนการเตรียมหนังโดยตรง

- นำเศษหนังจากการตกแต่งหนังที่มีโครเมียมและสีย้อมไปขายถ้ามีขนาดใหญ่ แต่ถ้ามีขนาดเล็กจะใช้เป็นวัสดุบุเฟอร์นิเจอร์ และวัสดุขัดผิวของภาชนะอะลูมิเนียมในโรงผลิต

- เศษขยะจากขั้นตอนการสเปรย์หรือลงแล็กเกอร์ ต้องเผาที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 600°C

- การแยกราบระบายน้ำเสียจากส่วนต่างๆ ของการผลิต โดยแยกราบระบายน้ำเสียจากส่วนฟอกโครมออกจากส่วนอื่นๆ

5) อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม

ส่วนนี้แสดงตัวอย่างการบริหารจัดการน้ำและน้ำเสียในอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม (IPIECA, Petroleum refining water/waste water use and management, Operations Best Practice Series 2010, www.ipieca.org) ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดพอสังเขป

กระบวนการในโรงกลั่นปิโตรเลียมค่อนข้างซับซ้อน มีความแตกต่างกันบ้าง ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ความต้องการใช้น้ำอาจมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณน้ำมันดิบ ความซับซ้อนของขั้นตอนการผลิต กำลังการผลิต และปริมาณผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2.16 และ 2.17 แสดงประเภทและน้ำป้อนเข้า และน้ำออกจากโรงกลั่นปิโตรเลียม น้ำป้อนเข้าต้องได้รับการบำบัดให้เหมาะสมกับการใช้งาน และเนื่องจากมีการใช้น้ำมาก น้ำจากบ่อบาดาลจึงอาจใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค หรือใช้เป็นเพียงแหล่งน้ำสำรองสำหรับกระบวนการผลิต

ตารางที่ 2.18 แสดงสารปนเปื้อนในน้ำป้อนและวิธีการกำจัดที่นิยมใช้กัน เพื่อป้องกันการเกิดตะกอน การกัดกร่อน และการเจริญเติบโตของสาหร่าย แบคทีเรีย น้ำป้อนหม้อไอน้ำอาจใช้น้ำอ่อนหรือน้ำ RO ขึ้นอยู่กับความดันไอน้ำที่ต้องการผลิต หม้อไอน้ำที่มีความดันสูงต้องใช้น้ำที่มีความสะอาดมากเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น การเกิดตะกอน การเกิดน้ำปะทุ การเกิดน้ำเป็นฟอง และแครีโอเวอร์ ความรุนแรงของปัญหาจะเพิ่มขึ้นตามความดันของหม้อไอน้ำ สำหรับหอทำความเย็นอาจใช้น้ำอ่อน ส่วนน้ำอาบ น้ำบริโภค และน้ำใช้ที่ต้องการคุณภาพสูงควรใช้น้ำประปาหรือน้ำที่ผ่านการปรับปรุงสภาพอย่างดี น้ำดับเพลิงไม่ต้องการใช้น้ำที่คุณภาพสูง ส่วนใหญ่ใช้น้ำผิวดิน น้ำทะเล หรือน้ำกร่อยขึ้นอยู่ กับพื้นที่ น้ำใช้ส่วนอื่น ๆ เช่น น้ำล้าง ควรเป็นน้ำที่ไม่มีตะกอน อาจไม่จำเป็นต้องเป็นน้ำที่ผ่านการปรับปรุงสภาพที่ดีมากนัก

ตารางที่ 2.16 ประเภทและแหล่งที่มาของน้ำป้อนเข้าโรงกลั่นปิโตรเลียม (www.ipieca.org)

ประเภทน้ำ	แหล่งที่มา
น้ำผิวดิน	แม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ ทะเล น้ำกร่อย น้ำบาดาลใช้เป็นแหล่งเสริม น้ำผิวดินเหล่านี้ต้องควบคุมปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมด (TDS) สารอินทรีย์ละลายน้ำได้ และความขุ่น (Turbidity) ตามการใช้งาน
น้ำประปา หรือน้ำจากผู้จัดจำหน่ายอื่นในพื้นที่	เทศบาล การประปาภูมิภาค ใช้สำหรับดื่ม และระบบสุขภัณฑ์
น้ำที่แยกออกจากน้ำมันดิบ	น้ำที่แยกออกจากน้ำมันดิบส่วนใหญ่จะมีความเค็ม ต้องส่งเข้าระบบบำบัดก่อน
น้ำฝน	บางโรงงานที่มีการจัดการที่ดีจะใช้น้ำฝนที่ตกในบริเวณโรงงาน ในกระบวนการผลิต แทนที่จะบำบัดก่อนทิ้ง หรือปล่อยทิ้งโดยตรง

ตารางที่ 2.17 ประเภทและแหล่งที่มาของน้ำที่ออกจากโรงกลั่นปิโตรเลียม (www.ipieca.org)

ประเภทน้ำ	แหล่งที่มา
น้ำเสีย	น้ำเสียส่วนใหญ่ปนเปื้อนสารไฮโดรคาร์บอนจึงต้องส่งเข้าบำบัด อาจมาจากหม้อไอน้ำ หอทำความเย็น ฯลฯ น้ำเสียนี้อาจนำกลับมาใช้ได้หลังผ่านการบำบัด
ไอน้ำรั่ว	ไอน้ำส่วนเกินที่มีความดันต่ำมักถูกปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ การทำสมดุลการใช้ไอน้ำจะช่วยลดการใช้น้ำได้ เพราะบางตำแหน่งในกระบวนการผลิตจะมีการปล่อยไอน้ำออก
น้ำจากหอทำความเย็น	หอทำความเย็นประเภทหมุนเวียนด้วยอากาศสูญเสียน้ำจากการระเหย ไปกับอากาศ
น้ำในผลิตภัณฑ์	น้ำบางส่วนติดไปกับผลิตภัณฑ์ แม้ว่าจะมีปริมาณเล็กน้อยตามมาตรฐาน

อุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียมเป็นธุรกิจที่มีสัดส่วนกำไรต่อยอดขายต่ำ ดังนั้นต้องบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดค่าการกลั่น การลดการใช้น้ำจึงเป็นแนวทางหนึ่งของการลดต้นทุนที่จะลดค่าการกลั่นได้ แนวปฏิบัติที่ดีที่สุดของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียมอาจเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้ ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ใกล้เคียงกับที่อุตสาหกรรมเป้าหมายจะนำไปประยุกต์ได้ ดังตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.18 สารปนเปื้อนในน้ำและวิธีการกำจัดที่นิยมใช้ (www.ipieca.org)

สารปนเปื้อน	ปัญหาที่เกิด	วิธีการกำจัด
ความขุ่น	ทำให้น้ำขุ่น และตกตะกอน	โคแอกกูเลชัน การตกตะกอน และการกรอง
ความกระด้าง	ทำให้เกิดตะกอนอุดตันอุปกรณ์ หรือท่อ	การกำจัดไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมทำให้น้ำอ่อน การให้สารลดแรงตึงผิว
ความเมเป็นต่าง	ทำให้เกิดฟองในระบบไอน้ำ และกัดกร่อนหม้อไอน้ำ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในไอน้ำและกัดกร่อนเหล็ก	การทำน้ำอ่อนด้วยกระบวนการปูน – โซดา หรือใช้โซไดต์ หรือการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินชนิดประจุลบ
ซัลเฟต	รวมตัวกับแคลเซียมกลายเป็นแคลเซียมซัลเฟต	Demineralization (การลดปริมาณแร่ธาตุทั้งไอออนประจุบวกและลบด้วยวิธีทางกายภาพ ทางเคมี หรือทางชีวภาพ) การกลั่น
คลอไรด์	กัดกร่อนเหล็ก	Demineralization การกลั่น Desalination (การกำจัดของแข็งอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำออก)
ซิลิกา	เกิดสเกลในอุปกรณ์ให้ความร้อนหรือทำความเย็น	การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินชนิดประจุลบ การกลั่น
เหล็กและแมกนีเซียม	ทำให้เกิดสีและตกตะกอน	การใช้ออกาสปัว โคแอกกูเลชัน และการกรอง การทำน้ำอ่อนด้วยกระบวนการปูน – โซดา การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินชนิดประจุบวก
น้ำมัน	ทำให้เกิดสเกล สลัดจ์ และฟองในหม้อไอน้ำ	การใช้ตะแกรงแยกน้ำมันและน้ำ โคแอกกูเลชัน และการกรอง
ออกซิเจน	กัดกร่อนเหล็ก	การดึงอากาศออก การใช้ไฮเดียมซัลไฟด์ การเติมสารยับยั้งการกัดกร่อน
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	กัดกร่อน เป็นพิษ และกลิ่นเหม็น	การใช้ออกาสปัว การใช้คลอรีน การใช้เรซินชนิดประจุลบที่มีความเป็นเบสแก่
สภาพน้ำไฟฟ้า	ค่าการนำไฟฟ้าสูงจะทำให้มีสภาพการกัดกร่อนสูงขึ้น	การทำน้ำอ่อนด้วยกระบวนการปูน – โซดา Demineralization
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	ทำให้เกิดฟองในหม้อไอน้ำ	กระบวนการทำน้ำอ่อนทุกวิธี Demineralization การกลั่น
ของแข็งแขวนลอย	ทำให้เกิดตะกอนอุดตันอุปกรณ์ หรือท่อ	โคแอกกูเลชัน การตกตะกอน และการกรอง

ตารางที่ 2.19 ตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมกลั่นปิโตรเลียม

(www.ipieca.org)

หน่วยผลิต/เรื่อง	แนวปฏิบัติ
หน่วยแยกเกลือออกจากน้ำ (Desalter)	- ควรใช้น้ำล้างที่เหมาะสม เช่น น้ำที่ไม่มีสารประกอบซัลเฟอร์ฟีนอลิก น้ำจากการกลั่นสุญญากาศ หลีกเลี่ยงการใช้ fresh water เป็นน้ำล้าง - การปฏิบัติการใช้ค่าความเป็นกรด-เบส ประมาณ 6-7
การปล่อยแยกน้ำออกจากร้าน้ำมันในถัง (Tank bottom draws)	- ต่อท่อและวาล์วให้เพียงพอต่อการปล่อยน้ำออกจากถัง - ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระดับของน้ำและน้ำมัน - ต้องมีพนักงานอยู่ควบคุมการปฏิบัติงานตลอดเวลา และทำตามตรงตามวิธีปฏิบัติงานที่กำหนด
การโบลดาวน์ที่หอทำความเย็น (Cooling tower blowdown)	- ตรวจวัดปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนในระบบหอทำความเย็น ถ้าพบสารไฮโดรคาร์บอนให้รีบแยกออกจากระบบ - ควบคุมช่วงห่างของการโบลดาวน์ - ส่งน้ำโบลดาวน์จากหอทำความเย็นไปหน่วยบำบัดน้ำเสียโดยตรง หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนในท่อระบายน้ำปกติ
การโบลดาวน์น้ำควบแน่นของไอน้ำ (Condensate blowdown)	- ทำสมดุลน้ำควบแน่นทั้งหมดในโรงงานเพื่อเตรียมนำกลับมาใช้ให้มากที่สุด - ปริมาณรวมของน้ำควบแน่นที่โบลดาวน์ต้องน้อยกว่า 10% ของน้ำเสียทั้งหมดของทั้งโรงงาน - ตรวจวัดปริมาณการโบลดาวน์น้ำคอนเดนเสทจากหม้อไอน้ำ และควบคุมให้มีปริมาณน้อยที่สุด - รวบรวมน้ำคอนเดนเสทจากทุกตำแหน่ง และส่งไปยังหน่วยแยกแบบแฟลช
น้ำป้อนหรือน้ำดิบเข้าโรงกลั่น (Raw water treatment)	- ใช้การทำน้ำอ่อนด้วยกระบวนการปูน – โซดา หรือหน่วยผลิตน้ำอ่อน - หรือระบบ RO ในการเตรียมน้ำป้อนเข้าโรงกลั่นแล้วแต่คุณภาพน้ำที่ต้องการ
การควบคุมการปล่อยน้ำ (Miscellaneous discharges)	- ใช้ระบบปิด (Closed-loop) ในการเก็บตัวอย่างเพื่อป้องกันสารไฮโดรคาร์บอนปนเปื้อนในท่อระบายน้ำ - พยายามใช้อุปกรณ์อื่นที่ไม่ใช่น้ำในการทำมาสะอาด ถ้าต้องใช้ น้ำล้างพื้นที่หรืออุปกรณ์ ปิดวาล์วทุกครั้งหลังการใช้ - อบรมพนักงานและรณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัด - ตรวจสอบและแก้ไขรอยรั่วอย่างสม่ำเสมอ

สำหรับตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ ส่วนใหญ่เป็นการปฏิบัติในอุตสาหกรรมชุบโลหะ แต่คาดว่ากลุ่มอุตสาหกรรมโลหะในโครงการนี้ คือ โรงงานหล่อข้อต่อเหล็กหล่อ รีดลวดสปริง รีดลวดตีเกลียว รีดลวดสำหรับคอนกรีตเสริมแรง และรีดลวดสแตนเลส (เหล็กกล้าไร้สนิม) คงได้ประโยชน์จากกรณีศึกษาต่อไปนี้บ้างในประเด็นของการปฏิบัติทั่วไป (Common practices)

2.4.3 อุตสาหกรรมชุบโลหะ

กระบวนการผลิตอุตสาหกรรมชุบโลหะ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2548)

1) การเตรียมผิวชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผิวชิ้นงานเรียบไม่ขรุขระ และทำความสะอาดกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น ไขมัน น้ำมัน หรือออกไซด์ต่างๆ ออกจากผิวหน้าของชิ้นงานก่อนส่งเข้าขั้นตอนการชุบ ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน มีดังนี้

(1) การขัดผิวชิ้นงาน ที่หยาบ ขรุขระ มีรอยขีดข่วน หรือเป็นสนิม ให้น้ำเรียบ จะทำให้คุณภาพชิ้นงานหลังการชุบมีความเรียบสม่ำเสมอ และการเกาะติดของโลหะแน่น การขัดผิวชิ้นงานจะเกิดฝุ่นละอองซึ่งกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

(2) การล้างไขมันด้วยด่าง เป็นการทำความสะอาดชิ้นงานด้วยสารละลายด่างโดยการจุ่ม หรือสเปรย์

(3) การกำจัดสนิมหรือฟิล์มออกไซด์ด้วยกรด ส่วนใหญ่ใช้กรดเกลือ หรือกรดไฮโดรคลอริก

2) การชุบโลหะ

เป็นขั้นตอนชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะ เช่น นิกเกิล โครเมียม และทองแดง โดยใช้ไฟฟ้า การชุบผิวโลหะมีหลายแบบ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.11-2.16

3) การล้าง

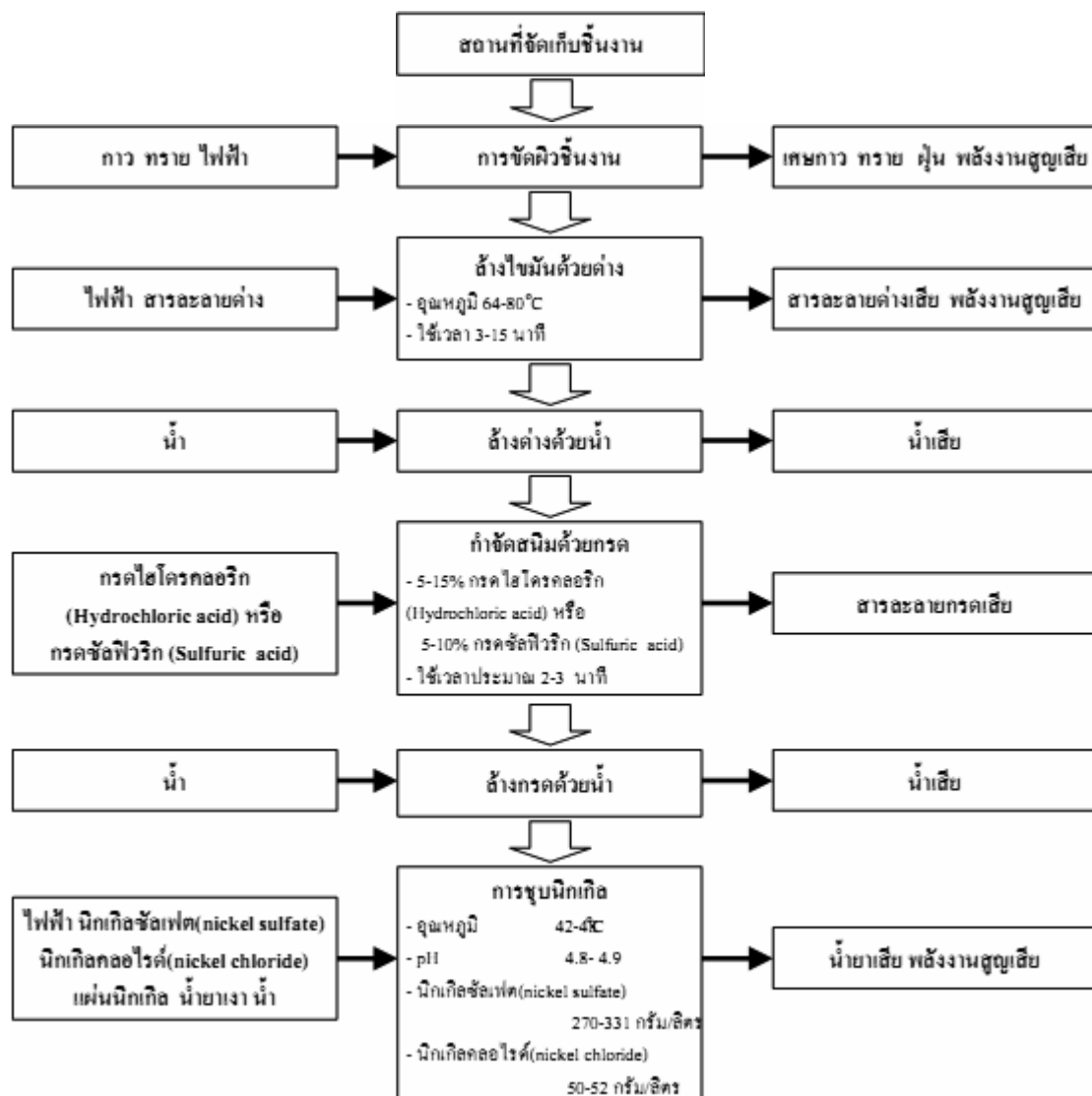
เป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการชุบโลหะโดยต้องใช้น้ำสะอาดล้างในปริมาณมากเพื่อให้ชิ้นงานสะอาด การล้างอยู่ในทุกขั้นตอนของการชุบโลหะ เช่น การล้างหลังจากการขัด การล้างไขมันด้วยด่าง การล้างหลังจากการกำจัดสนิมด้วยกรด การล้างสารเคมีหลังจากการชุบโลหะ

4) การอบแห้ง

หลังจากผ่านขั้นตอนการชุบโลหะและขั้นตอนการล้าง ชิ้นงานจะถูกอบแห้งด้วยเตาอบแบบใช้ลมร้อนโดยใช้พลังงานจากแก๊สหุงต้ม หรือเตาอบแบบใช้ความร้อนโดยใช้พลังงานไฟฟ้า บางแห่งใช้การผึ่งแดด

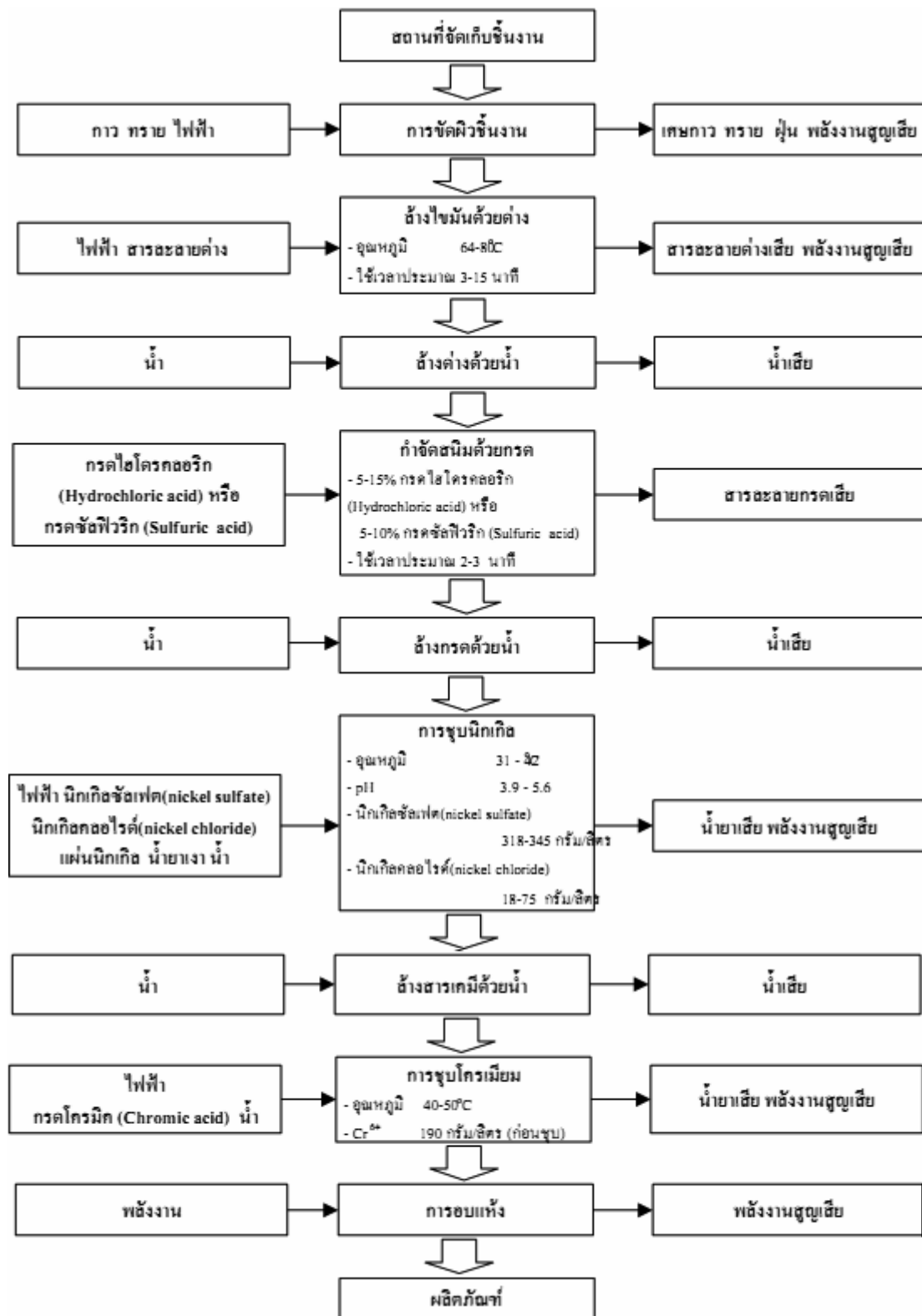
ขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมชุบโลหะ 6 กลุ่ม

1) การชุบโลหะนิกเกิล



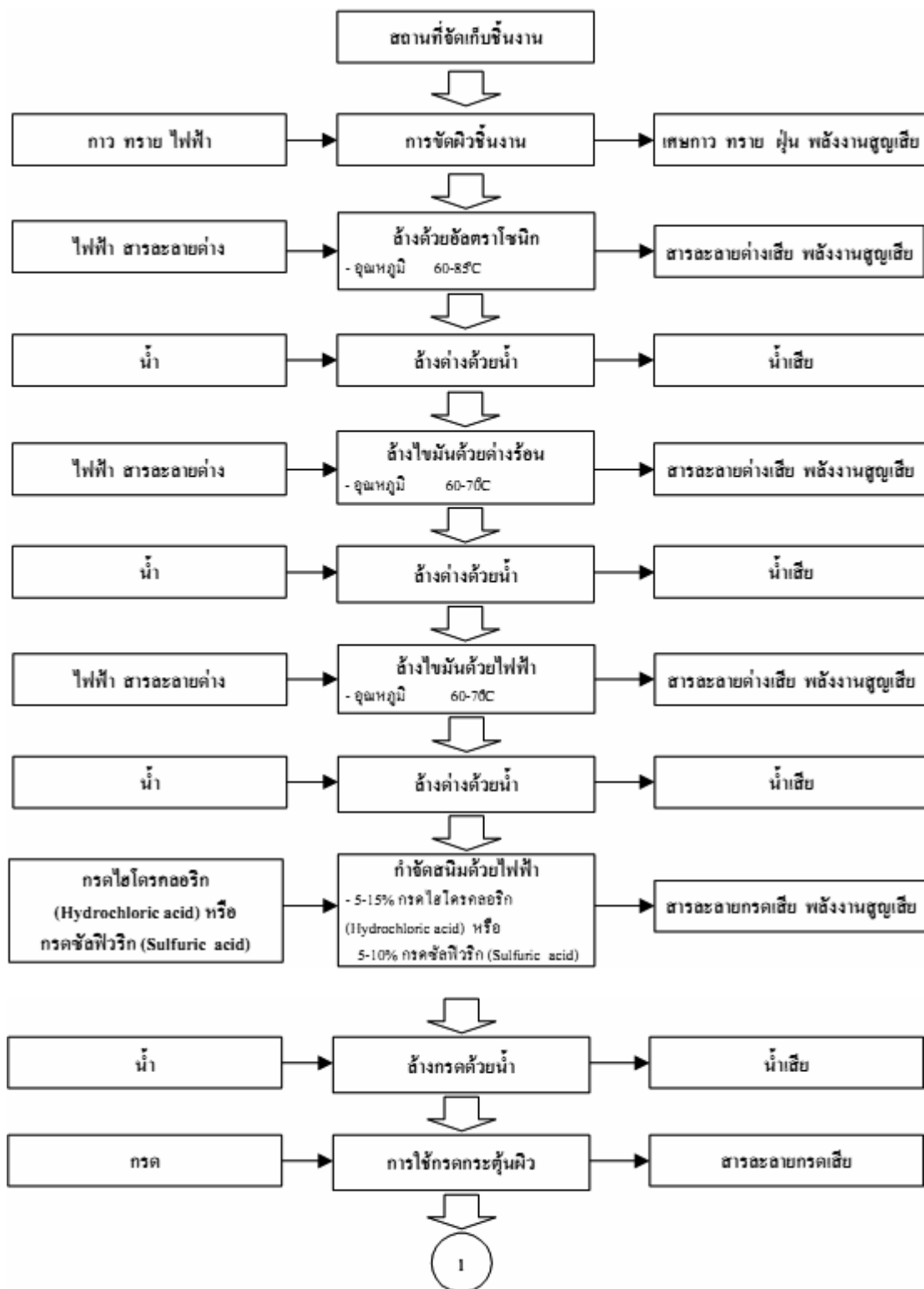
รูปที่ 2.11 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะนิกเกิล

2) การชุบโลหะนิกเกิล-โครเมียม

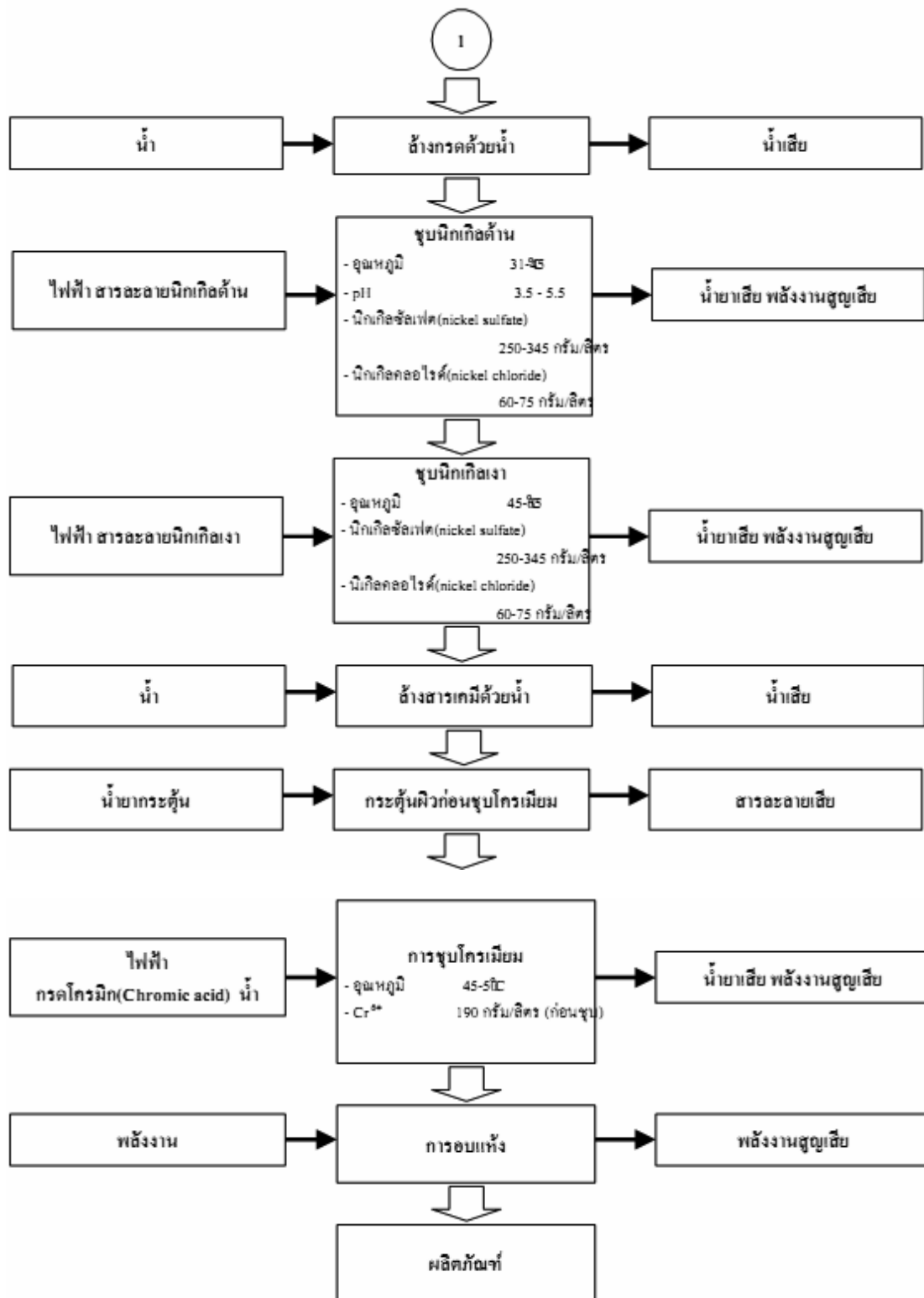


รูปที่ 2.12 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะนิกเกิล-โครเมียม

3) การชุบโลหะนิกเกิล-โครเมียม โดยระบบอัตโนมัติ

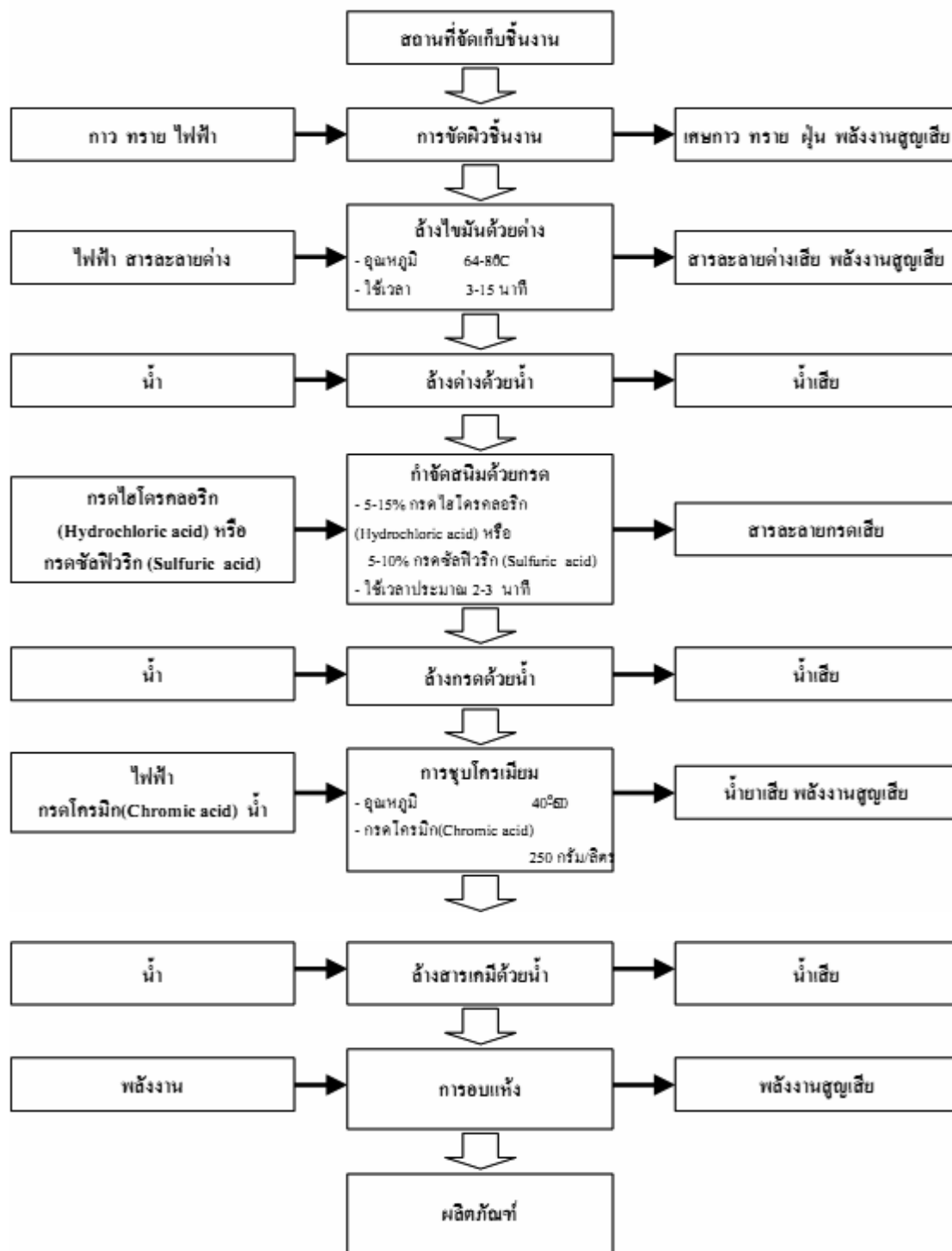


รูปที่ 2.13 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะนิกเกิล-โครเมียมโดยระบบอัตโนมัติ



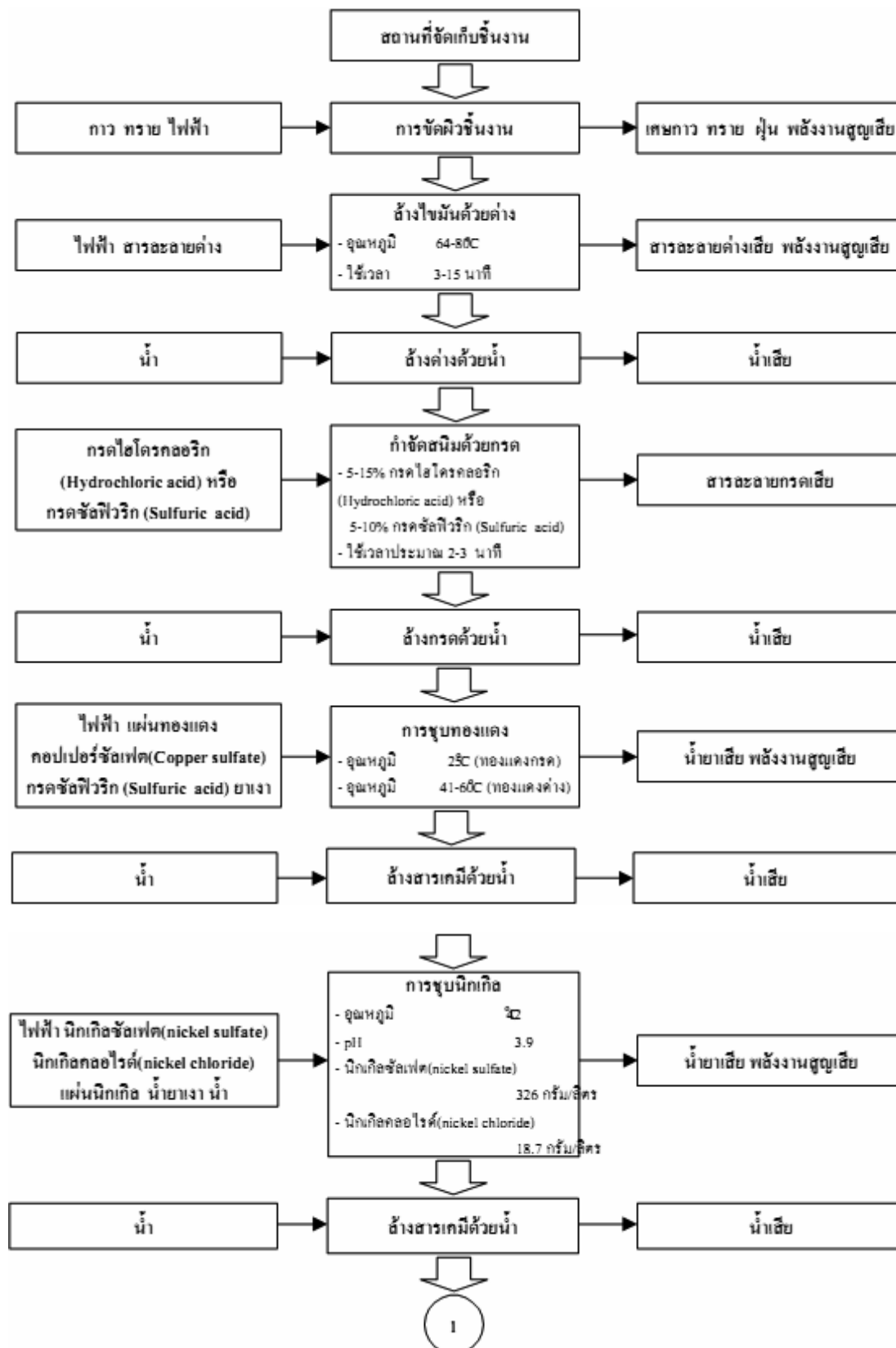
รูปที่ 2.13 (ต่อ) แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะนิกเกิล-โครเมียมโดยระบบอัตโนมัติ

4) การชุบโลหะโครเมียม

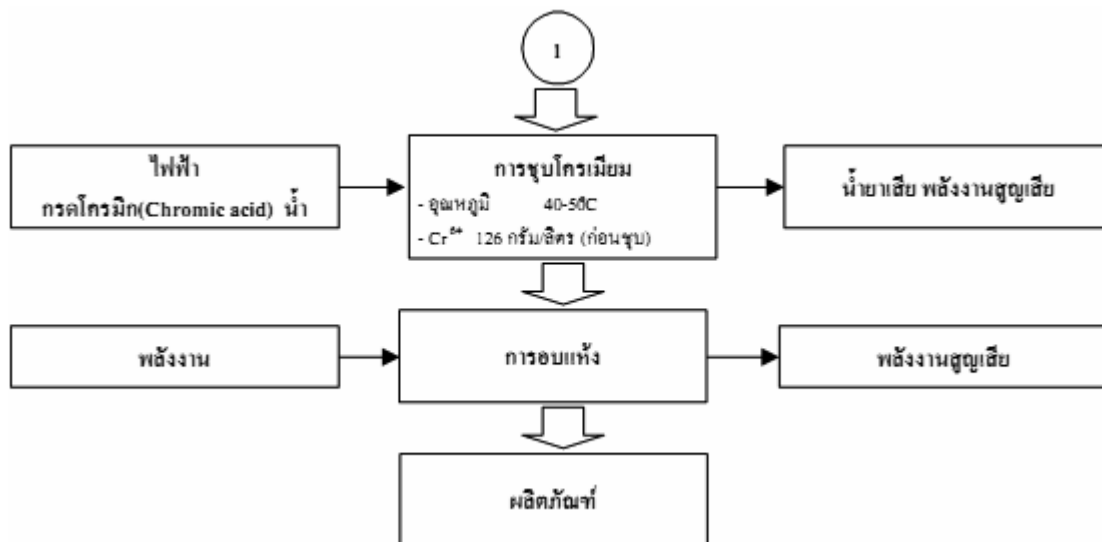


รูปที่ 2.14 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะโครเมียม

5) การชุบโลหะทองแดง-นิกเกิล-โครเมียม

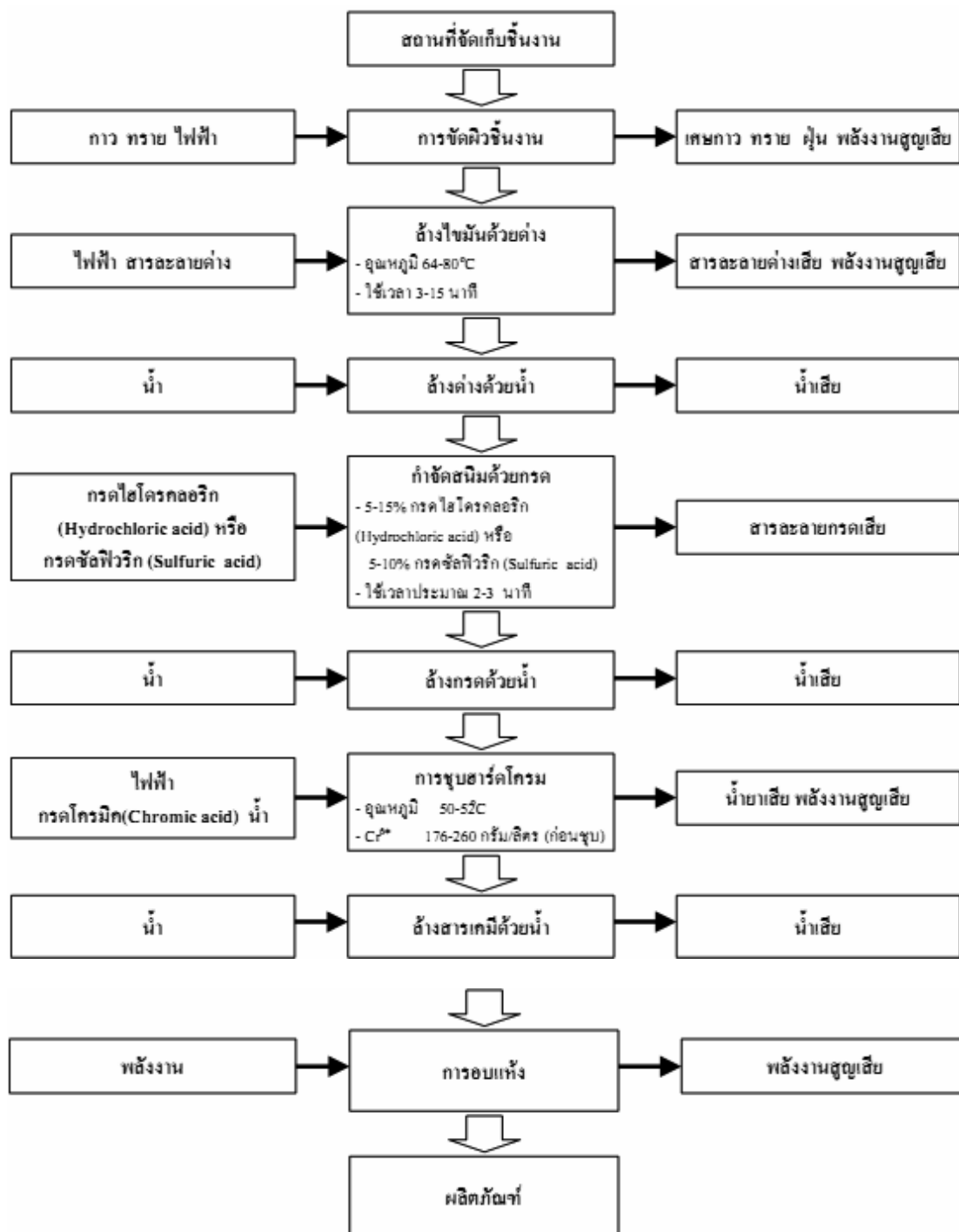


รูปที่ 2.15 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะทองแดง-นิกเกิล-โครเมียม



รูปที่ 2.15 (ต่อ) แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะทองแดง-นิกเกิล-โครเมียม

6) การชุบโลหะสาร์โคโครม



รูปที่ 2.16 แผนผังขั้นตอนการผลิตของการชุบโลหะสาร์โคโครม

การลดปริมาณการใช้น้ำ

1) ข้อมูลพื้นฐาน

แหล่งน้ำที่ใช้อาจเป็นน้ำประปา น้ำบาดาล หรือน้ำบริสุทธิ์ (Deionized water: DI) แบ่งลักษณะการใช้น้ำตามกระบวนการผลิตดังนี้

(1) ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน เป็นการกำจัดไขมันโดยล้างในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อน และกำจัดสนิมโดยจุ่มลงในถังน้ำกรดไฮโดรคลอริก น้ำที่ใช้ในกระบวนการนี้ส่วนใหญ่คือน้ำประปา น้ำเสียที่เกิดขึ้นจะปนเปื้อนด้วยสารเคมีที่เป็นกรดและด่างเป็นส่วนใหญ่

(2) ขั้นตอนการชุบ ใช้น้ำที่มีความสะอาดสูงไม่มีไอออนที่เป็นส่วนผสมของน้ำยาชุบโลหะ

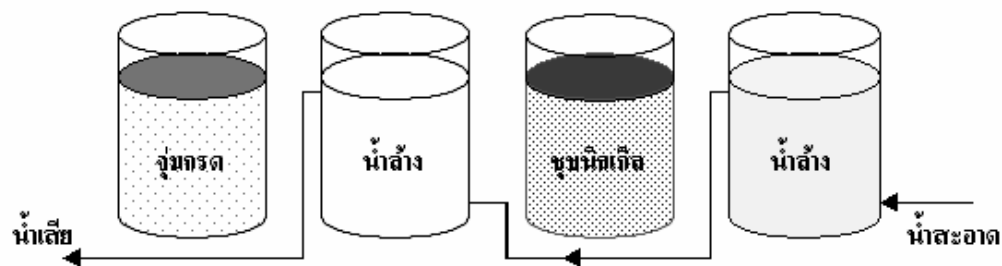
(3) ขั้นตอนการล้าง มีการใช้น้ำมากที่สุด ทั้งน้ำประปาและน้ำบริสุทธิ์ ขึ้นกับมาตรฐานและความสะอาดที่ต้องการของแต่ละโรงงาน น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีความเป็นอันตรายสูงเนื่องจากเจือปนด้วยโลหะหนัก

2) วิธีลดปริมาณการใช้น้ำ

(1) การใช้น้ำล้างอย่างมีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพการล้างทำความสะอาดสูงขึ้น เมื่อจำนวนครั้งในการล้างมากขึ้น การล้างเพียงครั้งเดียวมีประสิทธิภาพต่ำ ส่วนใหญ่ใช้น้ำล้างประมาณ 2-3 ครั้ง

(2) การนำน้ำล้างกลับมาใช้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงในรูปที่ 2.17



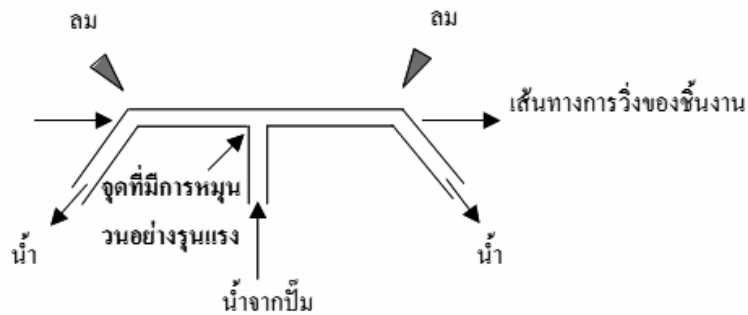
รูปที่ 2.17 การนำน้ำล้างกลับมาใช้ใหม่

(3) วิธีการล้างที่ถูกต้อง

การล้างชิ้นงานที่ถูกต้องไม่ใช่เพียงจุ่มชิ้นงานลงไปใบบ่อน้ำแล้วยกขึ้น หลักการล้างที่ถูกต้องประกอบด้วยลักษณะการเคลื่อนที่ระหว่างชิ้นงานและน้ำ ระยะเวลาที่ชิ้นงานสัมผัสกับน้ำอย่างเหมาะสม และมีน้ำปริมาณพอเพียง

ลักษณะการเคลื่อนที่ระหว่างชิ้นงานและน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพการล้างและการใช้น้ำ เช่น ใ้การไหลของน้ำในลักษณะหมุนวน การปล่อยให้น้ำไหลผ่านชิ้นงาน การเป่ากวนด้วยอากาศ (ฟองอากาศจะช่วยไล่น้ำยาชุบออกจากผิวของชิ้นงาน) การใช้ปั้มน้ำและใบพัดกวนจะใช้เฉพาะกรณีการใช้อากาศเป่ากวนอย่างเดียวไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ การล้างโดยใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิก การสเปรย์น้ำด้วยความเร็วสูงผ่านชิ้นงานเป็นวิธีที่ประหยัดการใช้น้ำ แต่มีประสิทธิภาพไม่สูง ถ้าชิ้นงานมีจุดอับ หรือมีพื้นที่ที่ซับซ้อน

รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่างการล้างเส้นลวดโดยใช้ปั้มน้ำและใบพัดกวน



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการล้างเส้นลวดโดยใช้ปั้มน้ำและใบพัดกวน

การล้างโดยใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกช่วยทำลายฟิล์มที่เคลือบผิวชิ้นงานโดยตรง เหมาะสำหรับใช้ล้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กและต้องการความสะอาดสูง

ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมชุบโลหะและการประเมิณทางเศรษฐศาสตร์ แสดงในตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมชุบโลหะ (ข้อมูลปี 2548)

ที่	วิธีการ	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง (บาท)	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท/เดือน)	ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน)
1	การเปลี่ยนระบบการล้างน้ำเป็นแบบจุ่มล้างในถัง	10,000	6,500	2
2	การเปลี่ยนน้ำล้างตามคุณภาพของน้ำ แทนการเปลี่ยนน้ำทุกวัน	2,000	1,400	1.5
3	การติดตั้งระบบบ่อน้ำล้างแบบ 2 บ่อ	10,000	7,700	1.5
4	การเพิ่มประสิทธิภาพการล้างชิ้นงานด้วยน้ำโดยการใช้ลมเป่าหรือใช้ปั้มน้ำร่วมกับใบพัดกวน	5,500	13,500	0.4
5	การเพิ่มบ่อรองรับน้ำทิ้งจากการล้างเพื่อนำน้ำที่ยังมีคุณภาพดีกลับไปใช้ใหม่	10,000	4,000	2.5

2.4.4 อุตสาหกรรมกลุ่มอาหาร

1) อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (กรมควบคุมมลพิษ. 2548)

กระบวนการผลิต แสดงดังรูปที่ 2.19

(1) การรับวัตถุดิบ

การผลิตอาหารสัตว์ใช้วัตถุดิบทั้งที่แปรรูปแล้วและยังไม่ได้แปรรูป สิ่งสำคัญคือการรับและจัดเก็บวัตถุดิบระหว่างรอการผลิต วัตถุดิบที่ยังไม่ผ่านการแปรรูป เช่น ปลาป่น เปลือกกุ้ง สามารถเก็บได้เพียงช่วงระยะเวลาสั้น หากเก็บไว้นานจะเกิดเชื้อราและแบคทีเรีย และการย่อยสลาย ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และต่อสัตว์ที่บริโภค โรงงานที่ใช้

วัตถุดิบสดในการผลิตจะมีกิจกรรมการล้างวัตถุดิบที่มักมีสิ่งเจือปนสูง รวมถึงการล้างรถขนส่งวัตถุดิบ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการใช้น้ำสูงและก่อให้เกิดน้ำเสีย

(2) การทำให้สุกด้วยความร้อน เพื่อให้ง่ายต่อการบดให้ละเอียด ซึ่งอาจใช้น้ำให้ความร้อน

(3) การร่อนผ่านตะแกรง

วัตถุดิบที่ผ่านการอบแล้วจะถูกนำมาร่อน เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่ และส่วนที่ไม่สามารถบดได้ออก เช่น กระดูกปลาชิ้นใหญ่ อาจเกิดฝุ่นละอองจากการฟุ้งกระจายของวัตถุดิบและกากของเสียระหว่างการร่อน

(4) การบดวัตถุดิบให้ละเอียด เพื่อสะดวกต่อการผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น

(5) การลดอุณหภูมิ อาจใช้น้ำสะอาดในการหล่อเย็น วัตถุดิบที่ถูกบดละเอียดแล้วควรมีอุณหภูมิไม่เกิน 40 °C

(6) การบรรจุขึ้นตัน

บรรจุวัตถุดิบเพื่อส่งมอบให้ลูกค้า หรือส่งไปกระบวนการผสมกับวัตถุดิบอื่นต่อไป

(7) การผสม

ผสมวัตถุดิบต่างๆ เข้าด้วยกันตามสูตรเฉพาะของแต่ละโรงงานด้วยเครื่องจักร

(8) การอัดเม็ด

วัตถุดิบที่ผ่านการผสมแล้วจะถูกนำมาอัดเม็ดเพื่อให้มีคุณภาพคงที่ โดยใช้ความชื้นจากไอน้ำร้อนทำให้วัตถุดิบจับตัวและอัดผ่าน Extruder เม็ดอาหารสัตว์ที่อัดออกมาจะนุ่มและมีอุณหภูมิสูง

(9) การปรับสภาพและอบแห้ง

อาหารสัตว์ที่ผ่านการอัดเม็ดแล้ว ต้องปรับสภาพให้ส่วนผสมในอาหารสัตว์สุก และเหมาะสมกับสัตว์นั้นๆ จากนั้นจึงลดความชื้นเหลือร้อยละ 8 – 15 ขั้นตอนนี้จะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น

(10) การทำให้เย็น

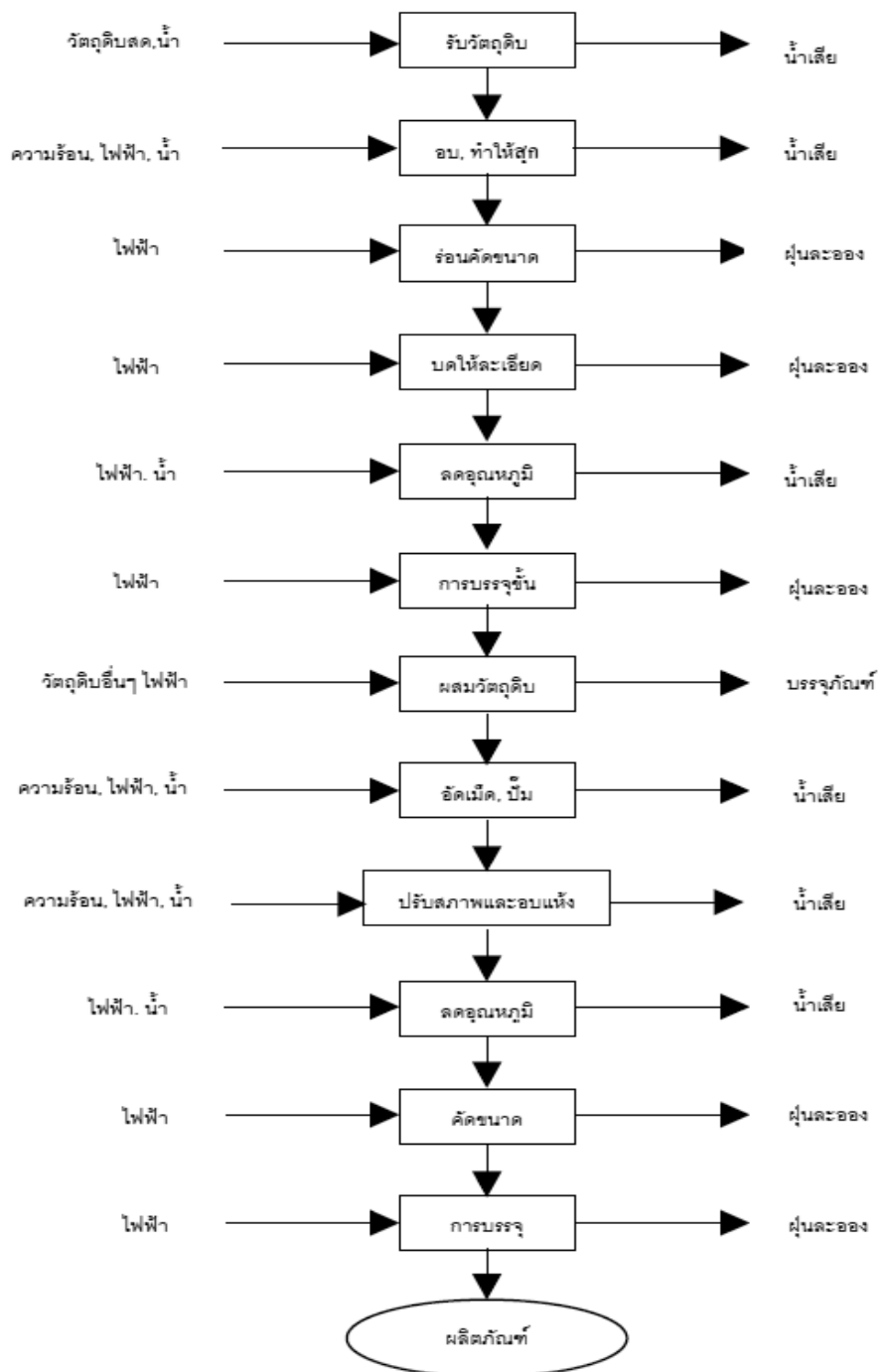
วัตถุดิบที่ผ่านการปรับสภาพและอบแห้งที่ยังมีอุณหภูมิสูง ต้องผ่านการทำให้เย็นเพื่อความสะดวกในการบรรจุ โดยใช้น้ำสะอาดปริมาณมากหมุนเวียนในระบบเพื่อระบายความร้อนให้เท่ากับอุณหภูมิบรรยากาศ

(11) การคัดขนาด

คัดขนาดอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยตะแกรงร่อนตามขนาดที่ต้องการ

(12) การบรรจุและการส่งมอบ

บรรจุผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ในไซโล ต้องตรวจสอบคุณภาพ สี กลิ่น ธาตุอาหาร โดยเฉพาะความชื้น เพื่อป้องกันการเหม็นหืนของอาหารสัตว์ที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ และป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อโรค



รูปที่ 2.19 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์

การใช้น้ำในกระบวนการผลิต

การผลิตอาหารสัตว์ไม่มีการใช้น้ำโดยตรงในกระบวนการผลิต แต่มีการใช้น้ำของหม้อไอน้ำ ระบบบำบัดกลิ่น และน้ำที่ใช้ในการทำความสะดวกสถานที่และสายการผลิต จำแนกการใช้น้ำในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ได้ดังนี้

1) **น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาด** ส่วนใหญ่ใช้น้ำล้างทำความสะอาดปริมาณมาก กิจกรรมที่ใช้น้ำปริมาณมาก คือ การล้างพื้นและสายการผลิต ซึ่งมีความจำเป็นมาก เนื่องจากกระบวนการผลิตถูกควบคุมด้วยมาตรฐาน GMP นอกจากนี้การล้างวัตถุดิบและรถขนส่งวัตถุดิบก็ใช้น้ำปริมาณสูง

2) **น้ำป้อนหม้อไอน้ำ** เพื่อผลิตไอน้ำใช้ในกระบวนการต่างๆ เช่น การอบ การอัดเม็ด เป็นต้น น้ำป้อนหม้อไอน้ำ ต้องมีความสะอาดสูงเพื่อลดปัญหาการเกิดตะกรัน

3) **น้ำที่ใช้สำหรับหอทำความเย็น** ใช้น้ำสะอาดในระบบหอทำความเย็น

4) **น้ำที่ใช้ในระบบบำบัดกลิ่น** ส่วนใหญ่ใช้น้ำสะอาดที่หมุนเวียนในระบบดูดซับกลิ่น น้ำที่ใช้ดูดซับกลิ่นนี้จะมี เศษวัตถุติดปนสะสมเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดน้ำเสียและกลิ่นเหม็น

การลดการใช้น้ำ

1) **การลดการใช้น้ำและลดปริมาณน้ำเสียจากการทำความสะอาดพื้น สายการผลิต** มีแนวทางดังนี้

- การแก้ไขรอยรั่ว การชำระชุดของท่อ น้ำ และตรวจสอบสภาพการใช้งานของวาล์ว น้ำและท่อน้ำอยู่เสมอ
- กำจัดเศษของแข็งและคราบติดแน่นก่อนล้างทำความสะอาด
- ผู้ปฏิบัติงานควรปิดวาล์วน้ำหรือก๊อกน้ำให้สนิททุกครั้งหลังจากการใช้งาน
- ติดตั้งหัวฉีดน้ำแรงดันสูงที่ปลายสายยางเพื่อการใช้ล้าง
- นำน้ำฝนมาใช้เสริมในการล้างเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ
- ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐาน และนำน้ำหลังการบำบัดแล้วมาใช้ในการล้างรถ และใช้ต่อไปในการล้างพื้น แล้วใช้น้ำสะอาดล้างตาม
- ใช้ตะแกรงดักเศษวัตถุที่ติดมากับน้ำเสีย ก่อนระบายลงบ่อบำบัดน้ำเสียรวม

2) **การลดการใช้น้ำและน้ำเสียจากการทำความสะอาดส่วนบุคคลของพนักงาน** มีแนวทางดังนี้

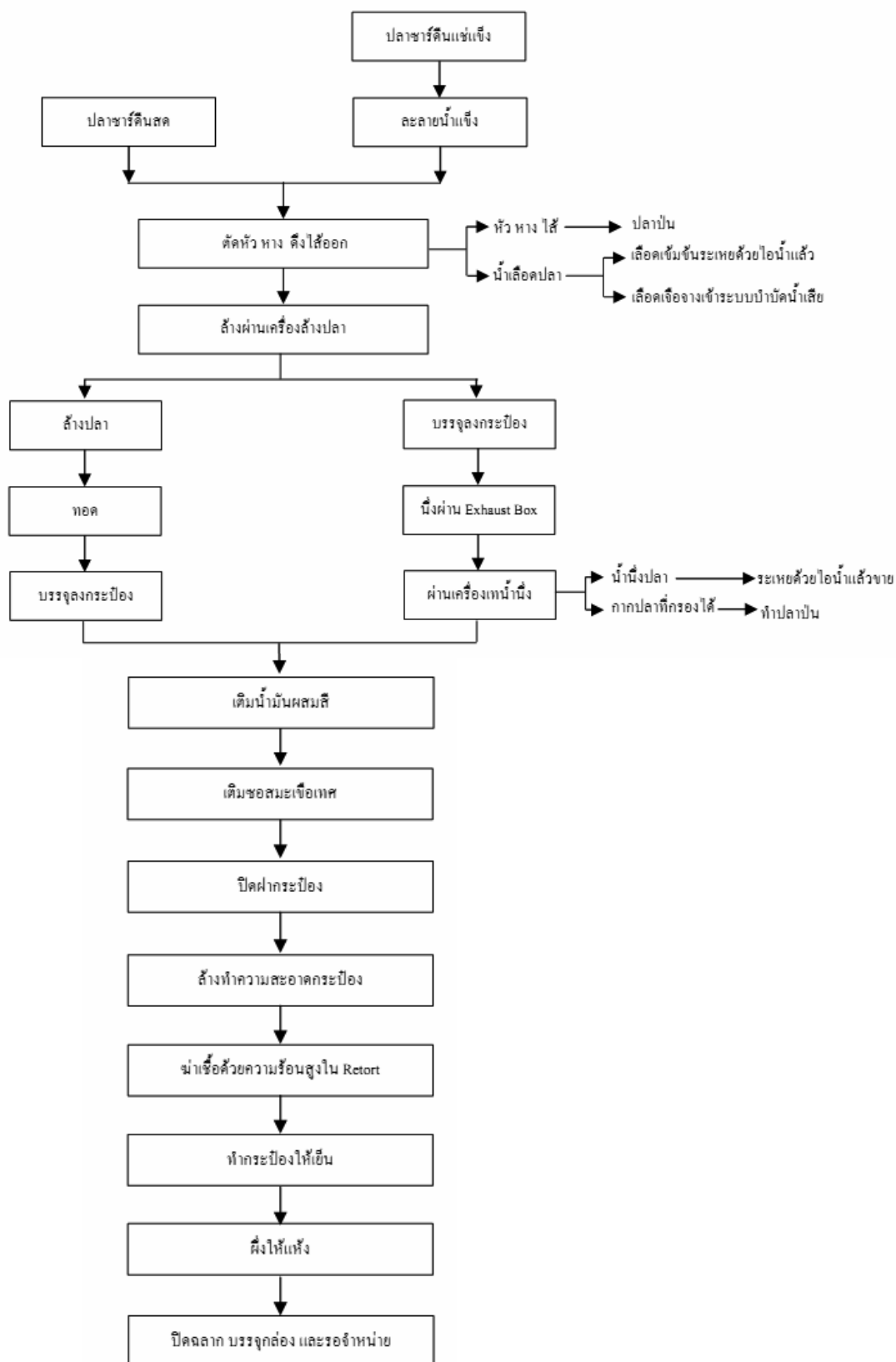
- สร้างจิตสำนึกและอบรมวิธีการใช้น้ำที่เหมาะสมให้แก่พนักงาน เพื่อลดพฤติกรรมการใช้น้ำอย่างสิ้นเปลือง
- ตรวจสอบสภาพการใช้งานของอุปกรณ์ที่ใช้น้ำอย่างสม่ำเสมอ และแก้ไขทันทีเมื่อพบความผิดปกติ
- ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่ช่วยประหยัดน้ำ

ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์แสดงดังตารางที่ 2.21

ตารางที่ 2.21 ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ (ข้อมูลปี 2548)

เรื่อง	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ค่าน้ำ + ค่าบำบัดน้ำเสีย (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงที่ปลายสายยางล้างพื้นและรถขนส่งวัตถุ	800	$600 + 5,700 = 6,300$	0.13
การนำน้ำจากระบบหล่อเย็นกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดกลิ่น	16,000	$3,500 + 16,800 = 20,300$	0.39
การเปลี่ยนก๊อกน้ำที่อ่างล้างมือจากการใช้มือหมุนเป็นการใช้เท้าเหยียบ	5,500	945 (+0)	5.82

2) อุตสาหกรรมพลาสติกในโซลมะเชื้อเตบรจระป่อง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2548)



รูปที่ 2.20 กระบวนการผลิตพลาสติกในโซลมะเชื้อเตบรจระป่อง

ปลาจารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องเป็นสินค้าบริโภคที่มีตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตปลาจารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่สำคัญ เพราะสามารถหาวัตถุดิบคุณภาพดีได้จากทรัพยากรภายในประเทศและแหล่งใกล้เคียง ทำให้มีโรงงานผลิตปลาจารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องกระจายอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศ กระบวนการผลิตปลาจารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นภายในประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 2.20

การใช้น้ำในกระบวนการผลิตมีดังนี้

1) บริเวณนำเข้าวัตถุดิบ

ปลาจารดินที่รับเข้าจะเป็นปลาจารดินสดแช่ในน้ำแข็ง โรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงจะมีการผลิตต่อเนื่องตลอดทั้งปี จึงต้องเก็บปลาแช่แข็งไว้เพื่อการผลิตในช่วงที่ขาดแคลนปลา บริเวณนี้ต้องใช้น้ำแข็งปริมาณมาก บางโรงงานจะผลิตน้ำแข็งใช้เอง ซึ่งต้องใช้ไฟฟ้าและน้ำสะอาดปริมาณมาก

2) บริเวณที่มีกิจกรรมกระบวนการผลิต

(1) บริเวณที่มีการลดความเย็นปลาจารดินแช่แข็ง

วิธีลดความเย็นปลาจารดินแช่แข็งที่นิยม คือ การแช่ปลาไว้ในน้ำเพื่อให้อุณหภูมิของปลาสูงขึ้นอย่างช้าๆ การลดความเย็นปลาเป็นขั้นตอนที่ใช้น้ำค่อนข้างมาก อาจถึง 50% ของปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมดในกระบวนการผลิต

(2) บริเวณที่มีการละลายน้ำแข็ง

โรงงานที่รับปลาจารดินสดเข้ามา จะแช่ปลาไว้ในน้ำแข็งก่อนเพื่อป้องกันปลาเสื่อมคุณภาพ น้ำแข็งส่วนนี้จะละลายเป็นน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยสิ่งสกปรกที่ติดมากับตัวปลา ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ และน้ำทะเลที่ค้างอยู่ในตัวปลา และมีค่าบีโอดีสูง

(3) บริเวณที่มีการตัดหัวและหางปลา

การตัดหัวและหางปลาเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับการทำปลาจารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง เพราะเป็นขั้นตอนที่เกิดการสูญเสียมากที่สุด และมีการใช้น้ำล้างในปริมาณค่อนข้างมาก น้ำเสียมีค่าบีโอดีสูงมาก

(4) บริเวณที่มีการล้างปลา

การล้างปลาที่ตัดหัวและหางแล้วใช้น้ำปริมาณค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่จะล้างในอ่างน้ำขนาดใหญ่หลายอ่าง หรือล้างด้วยหัวฉีดน้ำแรงดันต่ำ หลังจากล้างทำความสะอาดแล้วตัวปลาควรมีอุณหภูมิไม่เกิน 10°C เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

(5) บริเวณที่มีการทอดปลา

โรงงานที่ผลิตปลาจารดินทอดในซอสปรุงรส จะพบการปนเปื้อนของน้ำมันที่ใช้ทอดปลาในน้ำทิ้งที่ส่งเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

(6) บริเวณที่มีการบรรจุปลาลงกระป๋อง บริเวณนี้เกือบจะไม่มีภาชนะใช้น้ำ หรือมีการใช้น้ำน้อยมาก

(7) บริเวณที่มีการนึ่งปลาด้วยไอน้ำและการเทน้ำออกจากกระป๋อง

ในกรณีที่ทำให้ปลาจารดินบรรจุในกระป๋องสุกโดยการนึ่ง จะใช้ไอน้ำจากหม้อหนึ่งให้ความร้อนกับตัวปลา ทำให้น้ำและน้ำมันในตัวปลาบางส่วนถูกขับออกมา (ประมาณ 15-20% ของน้ำหนักปลา) เมื่อปลาผ่านออกจากหม้อหนึ่งจะต้องเทน้ำส่วนนี้ออกเพื่อไม่ให้ปนทำลายรสชาติซอสปรุงรส น้ำส่วนนี้จะรวมกับน้ำควบแน่น (Condensate) เป็นน้ำเสีย

(8) บริเวณที่มีการบรรจุขวด การไล่อากาศ การปิดฝากระป๋อง และการล้างกระป๋อง
 ลำเลียงปลาที่ผ่านการนึ่งแล้วมาที่เครื่องเติมซอส เครื่องปิดฝากระป๋อง และอุโมงค์ล้างกระป๋อง
 ตามลำดับ การปิดฝากระป๋องจะใช้ไอน้ำช่วยไล่อากาศออกเพื่อให้เกิดสุญญากาศ หลังจากนั้นใช้น้ำสะอาดและน้ำยาล้าง
 กระป๋อง

(9) บริเวณที่มีการนึ่งฆ่าเชื้อ
 ใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในปลาซาร์ดีนและซอสที่บรรจุอยู่ในกระป๋องที่ปิดผนึกสนิท โดยใช้หม้อ
 ฆ่าเชื้อ (Retort) ซึ่งให้ความร้อนโดยผ่านตัวกลางไอน้ำหรือน้ำร้อน ขั้นตอนนี้ใช้ไอน้ำปริมาณมาก นอกจากนี้จะใช้น้ำ
 ปริมาณมากเพื่อเป็นน้ำหล่อเย็น

(10) บริเวณที่ทำให้อุณหภูมิกระป๋องเย็นตัวลง
 เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณค่าของอาหารในกระป๋องเนื่องจากความร้อนส่วนเกินจึงใช้น้ำเย็นลดอุณหภูมิ

กรณีศึกษา

1) ปริมาณการใช้น้ำ

ตารางที่ 2.22 แสดงตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำ และดัชนีการใช้น้ำในแต่ละขั้นตอนการผลิตปลาซาร์ดีนในซอส
 มะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ตารางที่ 2.22 ตัวอย่างปริมาณการใช้น้ำในอุตสาหกรรมปลาซาร์ดีนในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง (กรมโรงงาน
 อุตสาหกรรม. 2548)

ขั้นตอน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	ดัชนีการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันปลาสด)
การรับปลาและการล้างปลา	29.8	1.99
การบรรจุปลาลงกระป๋องและการ ปิดฝากระป๋อง	0.7	0.05
การล้างกระป๋อง	5.1	0.34
กิจกรรมอื่นๆ เช่น น้ำสำหรับ หม้อไอน้ำ การเตรียมซอส การล้าง ถังกรอง เป็นต้น	56.2	3.75
กระบวนการผลิตปลาซาร์ดีน กระป๋อง	91.8	6.12

หมายเหตุ น้ำที่ใช้ทั้งหมดในกระบวนการผลิตของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาคือน้ำประปา

2) ทางเลือกวิธีการเทคโนโลยีสะอาดเรื่องการใช้น้ำ

ตารางที่ 2.23 แสดงวิธีการเทคโนโลยีสะอาดสำหรับลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมปลาซาร์ดีนในซอสมะเขือเทศ
 บรรจุกระป๋อง

ตารางที่ 2.23 วิธีลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมปลาขารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

พื้นที่	หน่วยการผลิต/ กิจกรรม	สาเหตุ	วิธีลดการใช้น้ำ
รับวัตถุดิบ	รับ/ตรวจสอบ/ คัดเลือก	ก๊อกรเปิด-ปิดน้ำอยู่ห่างจาก ปลายสายยาง พนักงานเปิด น้ำใช้ตลอดและไม่ค่อยเดิน ไปปิดก๊อกรน้ำหลังการเลิกใช้	เพิ่มการติดตั้งหัวฉีดน้ำ (Spray gun) ที่ปลาย สายยางเพื่อเปิด-ปิดน้ำ
กระบวนการผลิต	ดองปลา	พนักงานปล่อยน้ำเกลือที่ ถ่ายทิ้งลงบนพื้นด้านล่าง ทำให้ต้องใช้น้ำฉีดล้าง ทำความสะอาดด้านล่างอีก	ต่อท่อจากถังน้ำเกลือไปที่ทางระบายน้ำ เพื่อ ไม่ให้น้ำนองที่พื้น และไม่ต้องใช้น้ำฉีดล้างอีก
		พนักงานเปิดน้ำล้างถังใส่ ปลาตลอดเวลา	ติดตั้งหัวฉีดแรงดันสูงแบบเปิด-ปิดได้ที่ปลาย สายยาง หรือใช้การล้างแบบอ่างต่อเนื่อง
		มีการเทน้ำล้างถัง/ภาชนะ ใส่ปลาทิ้งโดยเปล่า ประโยชน์	นำน้ำสุดท้ายที่ใช้ล้างถัง/ภาชนะใส่ปลาซึ่ง ยังคงสะอาดอยู่มาใช้น้ำล้างพื้นต่อ
		มีน้ำติดออกมาจากตะกร้า ซ้อนปลา และทำให้น้ำในถัง ล้างถัดไปสกปรก	ควรใช้ตะกร้าซ้อนปลาที่มีความห่างระหว่างรู ตะแกรงมากขึ้น เพื่อระบายน้ำออกให้มากขึ้น
	ละลายน้ำแข็ง	มีการทิ้งน้ำที่ใช้ในการ ละลายน้ำแข็ง	ใช้ระบบการละลายน้ำแข็ง และล้างปลาแบบ หลายอ่างต่อเนื่อง
	ล้างปลา	การล้างแบบอ่างเดียว ทำให้การใช้ประโยชน์ของ น้ำน้อยเกินไป	ควรใช้การล้างแบบหลายอ่างต่อเนื่อง
		น้ำรั่วบริเวณรอยต่อของสาย ยางและอ่างล้างปลา	ตรวจสอบการรั่วไหลทุกจุดอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะระบบท่อน้ำและสายยาง เมื่อพบว่า มีการรั่วให้รีบแก้ไขทันที
		ใช้สายยางยาว ในการทำ ความสะอาดพื้นเครื่องจักร และอุปกรณ์ โดยที่ปลาย สายยางอยู่ห่างจากก๊อกรน้ำ พนักงานเปิดน้ำใช้ตลอด และไม่ค่อยเดินไปปิดก๊อกร น้ำหลังการเลิกใช้	ติดหัวฉีดน้ำที่ปลายสายยางให้ครบทุกจุด

ตารางที่ 2.23 (ต่อ) วิธีลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมปลาจารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

พื้นที่	หน่วยการผลิต/ กิจกรรม	สาเหตุ	วิธีลดการใช้น้ำ
กระบวนการผลิต (ต่อ)	เทน้ำนิ่งปลา	การเทน้ำนิ่งปลาลงบนพื้นโดยตรง ทำให้ต้องใช้น้ำปริมาณมากทำความสะอาดพื้น	หาภาชนะรองรับน้ำนิ่งปลาด้านล่าง เพื่อรวบรวมไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ผสมทำน้ำปลา เป็นต้น
	ล้างกระป๋อง	ไม่มีการนำน้ำควบแน่นกลับมาใช้ประโยชน์	นำน้ำควบแน่นกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ล้างกระป๋อง
		ต้องเติมน้ำในถังล้างกระป๋องด้วยพนักงานตลอดเวลา เพราะมีน้ำหกออกมาปริมาณมาก	ออกแบบถังล้างกระป๋องเป็นแบบหลายอ่างต่อเนื่อง
		ใช้น้ำยาล้างกระป๋องที่มีฟองมาก ทำให้ต้องใช้น้ำล้างต่อในปริมาณมาก	เลือกใช้น้ำยาล้างกระป๋องที่เกิดฟองน้อยและล้างออกง่าย
		มีการเติมน้ำใหม่ตลอดเวลาในถังน้ำล้างกระป๋องน้ำสุดท้าย และปล่อยให้ น้ำไหลลงพื้น	ใช้การล้างแบบหลายอ่างต่อเนื่อง และนำน้ำล้างครั้งสุดท้ายกลับไปใช้ประโยชน์
		มีน้ำหกออกจากเครื่องล้างกระป๋องในปริมาณมาก	นำภาชนะมารองรับด้านล่างของเครื่องล้างกระป๋องและนำน้ำกลับมาใช้ล้างกระป๋อง
		ฝาปิดเครื่องล้างกระป๋องชำรุด ทำให้มีน้ำไหลออกมาตลอดเวลา จึงต้องเปิดน้ำเดิมอย่างต่อเนื่อง	ตรวจสอบสภาพเครื่องล้างกระป๋องให้อยู่ในสภาพดี และก่อนที่จะแก้ไขการรั่วได้ จัดภาชนะมารองบริเวณที่มีการรั่วก่อน แล้วนำน้ำนั้นกลับมาใช้ล้างกระป๋องอีก
		พนักงานเปิดน้ำที่เครื่องล้างกระป๋องตลอดเวลา ทั้งในช่วงที่ไม่มีกระป๋องเข้า ทำให้สูญเสีย น้ำ	พนักงานต้องควบคุมการใช้น้ำที่เครื่องล้างกระป๋องเฉพาะช่วงที่มีกระป๋องเข้า
	ฆ่าเชื้อ	มีการปล่อยทิ้งน้ำหล่อเย็น	นำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใช้ล้างพื้น

ตารางที่ 2.23 (ต่อ) วิธีลดการใช้น้ำในอุตสาหกรรมปลาจารดินในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

พื้นที่	หน่วยการผลิต/ กิจกรรม	สาเหตุ	วิธีลดการใช้น้ำ
ระบบ สาธารณูปโภค หน่วยการล้างมือ และเท้า	หน่วยการผลิต น้ำดิบ และ น้ำหล่อเย็น	มีการปล่อยน้ำล้างถังกรอง ลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	ควรสร้างระบบตกตะกอนเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ ใหม่
		บางกิจกรรมใช้น้ำที่มี คุณภาพดีเกินความ จำเป็น เช่น ใช้น้ำประปา ที่นำมาผ่านการกรองใน การล้างพื้น	กำหนดการใช้น้ำในแต่ละกลุ่มกิจกรรมตาม ความจำเป็น เช่น น้ำล้างพื้น ควรใช้น้ำประปา ที่ไม่ต้องผ่านการกรอง
		มีการปล่อยทิ้งน้ำหล่อเย็น ลงระบบบำบัดน้ำเสีย	ควรมีระบบบ่อกักน้ำหล่อเย็น เพื่อให้สามารถ นำกลับมาใช้ใหม่ได้
	การล้างมือและ เท้า	พนักงานปิดก๊อกน้ำไม่สนิท มีน้ำหยดจากก๊อก ตลอดเวลา	หมั่นตรวจสอบระบบท่อน้ำ วาล์วน้ำ และก๊อก น้ำให้อยู่ในสภาพดี เมื่อพบรอยรั่วต้อง ซ่อมแซมทันที
บริเวณล้าง กระป๋องเปล่า ก่อนส่งเข้า กระบวนการผลิต	การล้างกระป๋อง เปล่า	ใช้น้ำล้างกระป๋องแบบ ระบบถังรวม ทำให้มีน้ำทิ้ง มาก และกระป๋องไม่สะอาด	ใช้การล้างด้วยระบบสายพาน และใช้หัวฉีด น้ำร้อนแบบพ่นฝอย

ตัวอย่างวิธีการลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ แสดงในตารางที่ 2.24

ตารางที่ 2.24 ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ (ข้อมูลปี 2548)

เรื่อง	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท/เดือน)	ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน)
การติดตั้งหัวฉีดน้ำแรงดัน สูงที่ปลายสายยาง	2,100	1,270	2
การล้างปลาโดยใช้ระบบน้ำ ล้างแบบหลายถัง	1,600	900	2
การล้างปลาโดยใช้เครื่อง ล้างปลา	150,000	64,000 บาท/ปี	2 ปี 4 เดือน
การใช้น้ำแยกตาม คุณภาพที่ควรใช้	-	5,300	-
การนำน้ำควบแน่นกลับมา ใช้ใหม่	100,000	30,000	3 ปี 4 เดือน

3) **อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง** (กลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อม โรงงาน. 2551)

ประสิทธิภาพการผลิต

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาดที่สำคัญ 6 ด้าน ได้แก่

- ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้เทียบกับวัตถุดิบหรือผลผลิต (%Yield)
- การใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตันผลิตภัณฑ์, kWh/ton)
- การใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลิตภัณฑ์, m³/ton)
- การใช้น้ำแข็ง (ตันต่อตันผลิตภัณฑ์, ton/ton)
- การใช้คลอรีน (กิโลกรัมต่อตันผลิตภัณฑ์, kg/ton)
- ของเสียซึ่งพิจารณาจากภาระบีโอดี (กิโลกรัมบีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์, kg/ton) และภาระซีโอดี (กิโลกรัมซีโอดีต่อตันผลิตภัณฑ์, kg/ton) ของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตก่อนการบำบัด

ในส่วนนี้จะเน้นเฉพาะการใช้น้ำ และการใช้น้ำแข็ง

ตารางที่ 2.25 แสดงค่าต่ำสุด-สูงสุดของปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตทั้ง 6 ด้านของกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งในปี 2551 ตารางที่ 2.26 แสดงค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตในปี 2551 ซึ่งครอบคลุมตามชนิดของวัตถุดิบหลักและขนาดของสถานประกอบการ ทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ค่าปัจจัยหลักๆ เหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ คือ

- กำหนดเป้าหมายในการทำงาน
- ควบคุมประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต
- ควบคุมต้นทุนการผลิต
- ติดตามผลการดำเนินการปรับปรุง
- เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ
- สร้างพัฒนาการแบบก้าวกระโดด

ทั้งนี้การรวบรวมค่าปัจจัยหลักๆ ยังมีข้อจำกัดทั้งจากสภาพการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และระยะเวลาในการดำเนินการ ดังนั้นการนำค่าปัจจัยหลักๆ ไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ข้างต้น ผู้ประกอบการต้องใช้ดุลยพินิจในการพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ในการเทียบเคียงสมรรถนะกับสภาพของสถานประกอบการของตนเองเพื่อสามารถใช้ค่าปัจจัยหลักๆ เหล่านี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ตารางที่ 2.25 ค่าต่ำสุด-สูงสุดของปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (ข้อมูลปี 2551)

ประเด็น	หน่วย	ค่าต่ำสุด-สูงสุดของแต่ละกลุ่มสถานประกอบการ				
		กุ้ง	ปลา		ปลาหมึก	สุริมิ
			ปลาแล้	ปลาทูน่า		
ผลผลิต	%	41.62-73.58	46.29-55.82	47.54-53.02	51.49-91.52	23.15-36.65
การใช้ไฟฟ้า	kWh/ton	862.34-1,511.30	1,017.98-1,546.12	682.92-1,051.43	827.49-1,220.60	727.36-1,114.28
การใช้น้ำ	m ³ /ton	28.51-51.06	25.78-29.27	16.49-28.28	25.45-40.09	26.18-53.50
การใช้ น้ำแข็ง	ton/ton	0.86-3.56	0.64-3.33	0.00-1.92	0.95-3.04	1.28-3.33
การใช้คลอรีน	kg/ton	0.20-0.91	0.20-1.24	0.79-0.95	0.14-0.42	0.02-0.51
ภาวะบีโอดี	kg/ton	47.46-72.23	47.51-105.73	2.69-4.71	23.46-92.11	69.05-216.97
ภาวะซีโอดี	kg/ton	56.89-246.04	82.55-134.92	11.04-21.50	39.10-129.95	144.97-280.56
จำนวนสถาน ประกอบการ	แห่ง	5	2	2	5	4

ตารางที่ 2.26 ค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (ข้อมูลปี 2551)

ประเด็น	หน่วย	ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มสถานประกอบการ					
		กุ้ง		ปลาหมึก		สุริมิ	
		ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน
การใช้ไฟฟ้า	kWh/ton	1,315.61 ^a	1,302.59 ^a	952.13	916.38	925.87	930.92
การใช้น้ำ	m ³ /ton	44.46	48.62	31.05	30.75	41.07	42.30
การใช้น้ำแข็ง	ton/ton	2.46	2.35	1.99	2.16	2.17	2.04
การใช้คลอรีน	kg/ton	0.73 ^b	0.66 ^b	0.30	0.34	- ^c	- ^c
ภาวะบีโอดี	kg/ton	76.17	51.34	64.50	70.67	127.11	111.21
ภาวะซีโอดี	kg/ton	115.04	94.03	87.29	86.70	193.24	173.72
จำนวนสถาน ประกอบการ	แห่ง	5		5		4	

หมายเหตุ: เก็บข้อมูลไตรมาส – มีนาคม 2551, การใช้คลอรีนคิดเฉพาะสถานประกอบการที่ใช้คลอรีนน้ำอย่างเดียว

a ค่าจากสถานประกอบการที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบหมุนเวียนสารทำความเย็น (แอมโมเนีย) เพียงอย่างเดียว 3 แห่ง (ระบบที่ไม่หมุนเวียนสารทำความเย็น (คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน) ไม่ต้องเสียพลังงานไฟฟ้าในการอัดสารทำความเย็น) และข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่นำมาคำนวณค่าปัจจัยหลักฯ เป็นผลิตภัณฑ์รวม ไม่ได้แยกตามลักษณะการแช่เยือกแข็ง

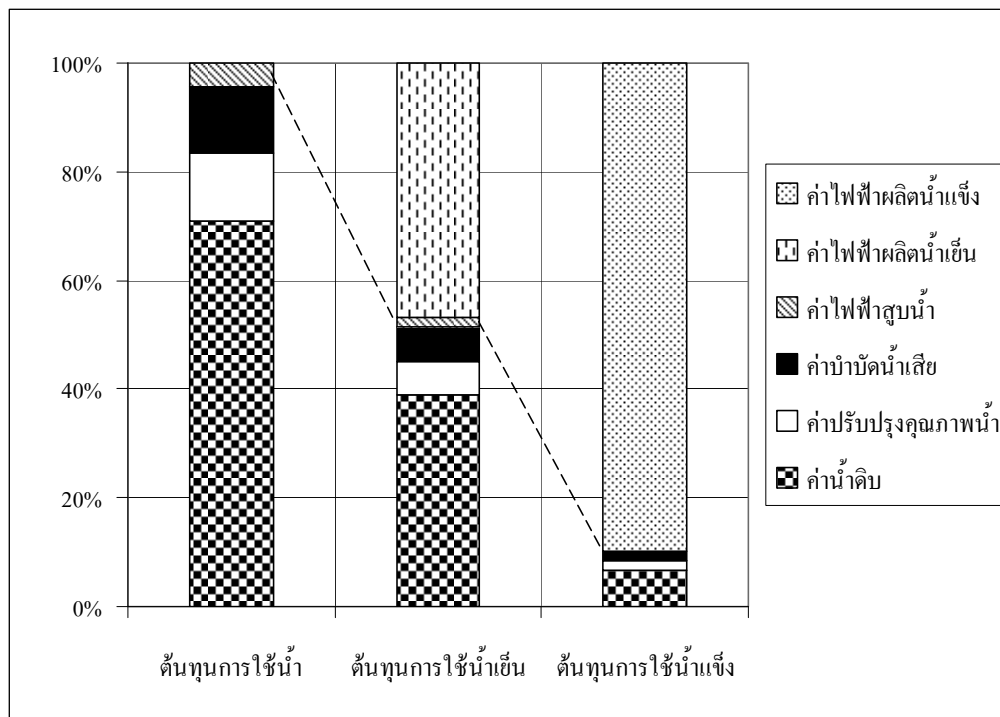
b ค่าจากสถานประกอบการที่ใช้คลอรีนน้ำ 3 แห่ง แต่ในช่วงที่ทำการตรวจวัดมีสถานประกอบการหนึ่งแห่งเพิ่งเปิดทำการผลิต หลังจากหยุดหลายวัน ทำให้ใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าปกติ

c ไม่สามารถหาค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานได้เนื่องจากมีสถานประกอบการที่ไม่ทราบปริมาณคลอรีนน้ำที่ใช้ทั้งหมด ดังนั้นจำนวนข้อมูลไม่เพียงพอ

การใช้น้ำและน้ำแข็ง

1) ข้อมูลพื้นฐาน

อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก ทั้งการล้างวัตถุดิบ การล้างภาชนะ เครื่องจักร และอุปกรณ์ การล้างผลิตภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการผลิต การทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ทำงาน และการลำเลียงเศษซาก นอกจากนี้ น้ำบางส่วนยังถูกนำไปผลิตน้ำเย็นและน้ำแข็ง เพื่อใช้ในกระบวนการผลิต น้ำแข็งส่วนใหญ่ใช้รักษาอุณหภูมิของวัตถุดิบ และลดอุณหภูมิน้ำเย็นให้ได้ตามต้องการ นอกจากค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำ การผลิตและ/หรือซื้อน้ำแข็ง สถานประกอบการยังมีค่าใช้จ่ายส่วนอื่นๆ ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการใช้งาน การพิจารณาโครงสร้างต้นทุนของการใช้น้ำ น้ำเย็น และน้ำแข็ง เพื่อประกอบการหามูลค่าที่ประหยัดได้ แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างโครงสร้างต้นทุนการใช้น้ำ น้ำเย็น และน้ำแข็ง

หากสามารถปรับปรุงลักษณะการใช้น้ำและน้ำแข็งให้คุ้มค่าที่สุด จะสามารถลดต้นทุนทั้งทางตรงและทางอ้อมได้แก่ ค่าน้ำ ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ค่าไฟฟ้าในการผลิตน้ำเย็นและน้ำแข็ง ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย อย่างไรก็ตามการใช้น้ำและน้ำแข็งอย่างมีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ

การดำเนินงานเพื่อการใช้น้ำและน้ำแข็งอย่างมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) เก็บข้อมูลการใช้น้ำและน้ำแข็งตามจุดต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา และวิเคราะห์ทั้งระบบ ข้อมูลการใช้น้ำและน้ำแข็งเปรียบเสมือนแผนที่แสดงภาพรวมเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมมาดำเนินการ ข้อมูลการใช้น้ำและน้ำแข็งเหล่านี้ได้จากการจดบันทึกปริมาณการใช้ตามจุดต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีความสมบูรณ์มากขึ้น หากการใช้น้ำและน้ำแข็งในแต่ละจุดใช้เฉพาะกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง เช่น จุดรับวัตถุดิบ เป็นต้น และค่าที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาเมื่อนำมาสัมพันธ์กับลำดับในกระบวนการผลิต จะทำให้ทราบวัตถุประสงค์การใช้น้ำและน้ำแข็งในช่วงนั้นๆ เช่น ช่วงทำความสะอาดเตรียมสายการผลิตในช่วงเช้า ช่วงดำเนินการผลิต และช่วงทำความสะอาดตอนพักเที่ยง เป็นต้น

(2) วิเคราะห์รูปแบบและสัดส่วนของการใช้น้ำและน้ำแข็ง ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์สัดส่วนการใช้น้ำและน้ำแข็งตามลำดับความจำเป็น เพื่อให้เกิดการใช้น้ำและน้ำแข็งอย่างมีประสิทธิภาพ

(3) วิเคราะห์หาจุดสมดุลระหว่างปริมาณการใช้น้ำ การใช้น้ำแข็ง และคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับการใช้น้ำและน้ำแข็งอย่างมีประสิทธิภาพในเชิงปฏิบัติ เพื่อกำจัดการใช้น้ำและน้ำแข็งในส่วนที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ หรือการใช้มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น

เมื่อเริ่มเดินสายการผลิตครั้งแรก การใช้น้ำและน้ำแข็งในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตอาจได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีและเหมาะสม แต่เมื่อสถานการณ์ประกอบการมีการขยายการผลิตหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต อาจทำให้ปริมาณการใช้น้ำและน้ำแข็งที่เคยเหมาะสมเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้พฤติกรรมการทำงานของพนักงานเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่น่าจะทำให้เกิดการใช้น้ำและน้ำแข็งอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพได้ การวิเคราะห์หาจุดสมดุลนี้ต้องใช้ความร่วมมือจากหลายฝ่าย ทั้งฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และฝ่ายวิศวกรรม เพื่อทราบจุดสมดุลที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านปริมาณการใช้น้ำ การใช้น้ำแข็ง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

(4) นำเทคนิคการใช้น้ำและน้ำแข็งให้เกิดประโยชน์สูงสุดมาประยุกต์ใช้ เมื่อได้ปรับปริมาณการใช้น้ำและน้ำแข็งในแต่ละขั้นตอนให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุดแล้ว เทคนิคการใช้น้ำและน้ำแข็งอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด เช่น

- การล้างแบบสวนกระแส (Counter-current) / ป้องกันการไหลลัดวงจร (Short circuit)
 - การใช้น้ำซ้ำ / การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ โดยต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะนำกลับมาใช้งานให้เหมาะสมกับจุดที่จะนำน้ำกลับมาใช้ เพื่อควบคุมผลของการใช้งานให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้
 - การวางแผนการผลิตที่ดี และความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต
- (5) ติดตามและควบคุมปริมาณการใช้น้ำและน้ำแข็งให้เป็นตามที่ต้องการตลอดเวลา

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้น้ำและน้ำแข็ง

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้น้ำและน้ำแข็ง แสดงดังตารางที่ 2.27 ตัวอย่างวิธีลดการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ดังตารางที่ 2.28

ตารางที่ 2.27 วิธีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านการใช้น้ำและน้ำแข็ง

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	หมายเหตุ
1. การพัฒนาบุคลากร สร้างความมีส่วนร่วมของพนักงาน พฤติกรรมในการทำงานของพนักงานเป็นกลไกสำคัญที่จะทำให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมเพื่อพัฒนาบุคลากร เช่น - กำหนดให้เรื่องการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพเป็นนโยบายของบริษัทและประกาศให้ทราบโดยทั่วถึง - จัดการฝึกอบรมให้พนักงานมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ - จัดกิจกรรมเพื่อจูงใจให้พนักงานใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การให้รางวัลสำหรับพนักงานที่เสนอแนวทางในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น	- ความร่วมมือของพนักงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการนำแนวคิดด้านเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ ในสถานประกอบการ ผู้บริหารต้องสร้างความเข้าใจกับพนักงานโดยชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่พนักงานและสถานประกอบการจะได้รับ พร้อมทั้งแสดงความจริงจังและจริงใจในการดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ตารางที่ 2.27 (ต่อ) วิธีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านการใช้น้ำและน้ำแข็ง

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	หมายเหตุ
2. การตรวจสอบหาจุดที่มีการสูญเสีย - ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำบริเวณวาล์วและรอยต่อ หากพบการรั่วซึม ต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ทันที - ตรวจสอบสภาพของหัวฉีดสเปรย์ (Spray nozzle) ว่าเสื่อมสภาพจนปล่อยน้ำออกมามากเกินไปหรือไม่ - ตรวจสอบการรั่วซึมของท่อน้ำด้วยตาเปล่า และจากตัวเลขของมิเตอร์น้ำหากในเวลาที่ไม่มีการใช้น้ำ แต่มิเตอร์น้ำยังคงเดินอยู่แสดงว่ามีน้ำรั่ว - ก๊อกน้ำที่ไม่ได้ใช้งาน ควรถอดออกแล้วปิดด้วยหน้าแปลน - จุดที่ต้องการการฉีดล้างแบบทั่วถึง (ทั้งส่วนที่ใช้พนักงานและเครื่องจักร เช่น บนสายพาน เป็นต้น) ควรใช้การฉีดน้ำแบบหัวฉีดสเปรย์ เพื่อให้น้ำกระจายอย่างทั่วถึง - ติดตั้งวาล์วเปิด-ปิด หรือหัวฉีดน้ำที่ปลายสายยางเมื่อต้องใช้งานในบริเวณที่ไกลจากวาล์วเปิด-ปิด - ติดมิเตอร์น้ำในจุดสำคัญ เพื่อใช้เก็บข้อมูลการปรับปรุงและตรวจติดตามการใช้น้ำ - ป้องกันการไหลล้นของน้ำจากถังโดยติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำและตัดน้ำอัตโนมัติ 3. ปรับลดปริมาณการใช้น้ำในจุดต่างๆ - ตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำหล่อเย็นของเครื่องจักรแต่ละเครื่องกับข้อกำหนดในคู่มือเครื่องจักรและปรับใช้ให้ถูกต้อง - เพิ่มประสิทธิภาพการละลายวัตถุดิบ (Thawing) โดยเพิ่มการหมุนเคลื่อนที่ของน้ำ หรือติดหัวฉีด - ปรับปริมาณน้ำจากหัวฉีดสเปรย์ของเครื่องจักรต่างๆ ให้เหมาะสม เช่น สายพาน ลำเลียงวัตถุดิบ และเครื่องคัดขนาด เป็นต้น โดยทดลองปรับลดทีละน้อย - ติดเซ็นเซอร์ควบคุมการฉีดน้ำของหัวฉีดน้ำบนสายพานลำเลียงและในเครื่องจักรต่างๆ - ลดอัตราการไหลที่มากเกินไปจนความจำเป็นด้วย Flow regulator - ลดขั้นตอนใช้น้ำที่ไม่จำเป็น เช่น การขอดเกล็ดปลา หากมีกระบวนการลอกหนังปลาอยู่แล้ว - กำหนดปริมาณน้ำในถังที่ใช้ล้างมือและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสม เพราะน้ำใช้เหล่านี้ต้องมีการถ่ายทิ้งเมื่อถึงเวลาที่กำหนด หากเผื่อไว้มากเกินไปจะสิ้นเปลืองน้ำและเกิดน้ำเสียเพิ่มขึ้น	- การปรับลดปริมาณการใช้น้ำต้องคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ วิธีการที่ดีที่สุดในการหาจุดเหมาะสม คือ การทดลองปรับลดปริมาณการใช้น้ำ และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด - ทดลองปรับลดปริมาณน้ำในปัจจุบันลงทีละน้อย และอาจลดขนาดภาชนะ

ตารางที่ 2.27 (ต่อ) วิธีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านการใช้น้ำและน้ำแข็ง

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	หมายเหตุ
- ปรับอัตราการไหลของน้ำ ทิศทางการฉีดน้ำ ความเร็วรอบของเครื่องขุดเกล็ด รวมถึงลดการไหลล้นดวงจรระหว่างจุดเติมน้ำและจุดน้ำล้น - ตรวจสอบปริมาณน้ำเริ่มต้นในการล้างวัตถุดิบ ไม่ควรเติมน้ำจนเต็มถัง แต่ควรเผื่อปริมาตรไว้สำหรับวัตถุดิบที่ต้องเติมลงไป ซึ่งรวมถึงการเผื่อปริมาตรสำหรับน้ำแข็งที่ต้องเติมเพื่อรักษาอุณหภูมิด้วย - พิจารณาการใช้เครื่องล้างภาชนะอัตโนมัติ	- ลดปริมาณน้ำใช้และเวลาในการทำงาน
4. การทำความสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ - ให้นักงานทำความสะอาดแบบแห้ง โดยการกวาดเศษวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากบริเวณที่จะทำความสะอาดก่อน แล้วจึงฉีดล้างด้วยน้ำเท่าที่จำเป็น - เลือกสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อที่ล้างออกได้ง่าย - ใช้การฉีดล้างแบบความดันสูง (อาจต่อจากเครื่องสูบน้ำความดันสูงหรือใช้เครื่องฉีดล้างแบบความดันสูง) เพราะจะช่วยให้ประหยัดน้ำได้มากกว่า 50% ใช้นักงานและเวลาในการทำความสะอาดน้อยกว่า	
5. ใช้การล้างแบบสวนกระแส (Counter-current) - ปรับตำแหน่งท่อน้ำเข้าและน้ำออก (หรือน้ำล้น) ของถังล้างต่างๆ เป็นการล้างแบบสวนกระแส และเกิดการไหลล้นดวงจรน้อยที่สุด - น้ำสุดท้ายของน้ำล้างภาชนะและอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการล้างหลายน้ำสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เพราะเป็นน้ำที่มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด	- การล้างแบบ Counter-current เป็นวิธีการล้างที่ใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การล้างสะอาดขึ้น เพราะวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์จะสัมผัสกับน้ำที่สะอาดกว่าเสมอ และสามารถนำไปสู่การลดปริมาณการใช้น้ำลง
6. การนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ/ใช้ใหม่ - แยกรางน้ำฝนออกจากรางน้ำเสีย และสำรองน้ำฝนไว้ใช้ประโยชน์ - นำน้ำแข็งที่เหลือจากการใช้งานไปใช้ประโยชน์ เช่น นำไปละลายรวมกับน้ำเพื่อผ่าน Plate heat exchanger เป็นต้น - สามารถใช้น้ำที่ใช้งานแล้วในกระบวนการผลิตบางจุด ที่มีความสะอาดเพียงพอที่จะนำไปใช้กับกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องการใช้น้ำที่มีความสะอาดน้อยกว่า เช่น น้ำในถังล้างในส่วนที่ติดกับสายพานลำเลียงที่มีการฉีดน้ำทำความสะอาดวัตถุดิบจะมีความสะอาดมากกว่าน้ำในส่วนต้นทางของถัง อาจพิจารณานำน้ำมาหมุนเวียนเติมให้กับกระบวนการก่อนถึงถัง หรือใช้ล้างวัตถุดิบก่อนลงถังล้าง เป็นต้น	- การนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ/ใช้ใหม่ต้องคำนึงถึงคุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ แต่เนื่องจากในกระบวนการผลิตจุดต่างๆ มีความต้องการใช้น้ำที่คุณภาพแตกต่างกัน การตรวจสอบ ความเข้าใจระดับคุณภาพของน้ำที่ต้องการใช้ จะช่วยเพิ่มโอกาสในการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ/ใช้ใหม่ได้

ตารางที่ 2.27 (ต่อ) วิธีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านการใช้น้ำและน้ำแข็ง

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต	หมายเหตุ
- น้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ หากไม่ใช้สัมผัสกับวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ 7. เลือกแหล่งน้ำใช้ที่เหมาะสมระหว่างน้ำบาดาลและน้ำประปา - พิจารณาดัชนีทุนการผลิตน้ำทั้งหมด และปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำบาดาล (TDS) และน้ำประปา เพราะมีผลต่อ TDS ในน้ำทิ้ง 8. การควบคุมค่าความกระด้างในน้ำ และการปรับปรุงการล้างฟื้นฟูสภาพเรซิน (Regeneration) - ติดตั้งมิเตอร์น้ำที่ท่อน้ำเข้าหน่วยผลิตน้ำอ่อน - ใช้วิธีการล้างฟื้นฟูสภาพเรซินที่ถูกต้อง - ความกระด้างมีผลต่อคุณภาพของซูริมิ จึงต้องใช้น้ำที่มีความกระด้างอยู่ในระดับที่ควบคุม โดยติดตั้งมิเตอร์เพื่อผสมน้ำอ่อนและน้ำที่ผ่านถึงกรองทรายมาผสมกันให้ได้ความกระด้างที่ต้องการ	- การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาปรับปรุงคุณภาพ เพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำ ต้องระวังการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2.28 ตัวอย่างวิธีการใช้น้ำและการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ (ข้อมูลปี 2551)

วิธีการ	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท/เดือน)	ระยะเวลาคืนทุน (เดือน)
การเลือกใช้น้ำประปาเป็นแหล่งน้ำดิบแทนน้ำบาดาล	ค่าใช้จ่ายน้ำดิบสูงขึ้น ตามส่วนต่างของค่าน้ำดิบ (ค่าน้ำดิบของน้ำประปาและน้ำบาดาลประมาณ 20 และ 17 บาทต่อลบ.ม. ตามลำดับ)	ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียลดลง เนื่องจากน้ำประปามี TDS น้อยกว่าน้ำบาดาลประมาณ 2 เท่า	ขึ้นกับปริมาณน้ำดิบที่ใช้ ส่วนต่างของค่าน้ำดิบ และความกระด้างของน้ำดิบ
ควบคุมความกระด้างของน้ำในขั้นตอนการล้างและการบีบเนื้อปลาโดย 1. แบ่งน้ำหลังจากผ่านชุดกรองทรายออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งนำไปผลิตน้ำอ่อนโดยผ่านหน่วยผลิตน้ำอ่อนให้มีความกระด้างในรูป CaCO_3 ไกล่เพียงศูนย์ มก./ล. 2. นำน้ำอ่อนและน้ำส่วนที่ไม่ได้บำบัดด้วยระบบแลกเปลี่ยนไอออนมาผสมกันให้ได้ค่าความกระด้างในน้ำที่ต้องการ 3. ปรับปรุงการล้างพื้นฟูสภาพของเรซินในระบบแลกเปลี่ยนไอออนโดย - เตรียมปริมาณเกลือที่ใช้ในการล้างเรซิน 120 กรัม/ลิตรเรซิน (คำนวณจากปริมาณเกลือที่ใช้ในการล้างต่อลิตรเรซิน) - ตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายเกลือเมื่อเข้าสัมผัสเรซินในถังให้อยู่ที่ 10% ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด	ขึ้นกับรูปแบบการจัดการและประสิทธิภาพการทำงานของถังเรซินก่อนปรับปรุง	-	-
การลดปริมาณการใช้น้ำด้วยหัวฉีดน้ำความดันสูง	17,635	1,700	10.5

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาซูบลูหะ” กรุงเทพฯ. 2548

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาปลากระป๋อง” กรุงเทพฯ. 2548

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดการน้ำอุตสาหกรรม พ.ศ. 2551” 2551 (ดาวน์โหลดได้จาก <http://www.watertech.diw.go.th/sum-water.php>)

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “รายงานการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” กรุงเทพฯ. 2540

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ
อุตสาหกรรมอาหารสัตว์” กรุงเทพฯ. 2548

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมสิ่งทอ” กรุงเทพฯ : โพรเซสคัลเลอร์ ดีไซน์
แอนด์ พรินติ้ง. 2547

กลุ่มความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาเอกชนและกลุ่มอุตสาหกรรมไทยเพื่อสิ่งแวดล้อม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับ
ประชาชน” กรุงเทพฯ. 2541

กลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน. “หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
(การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง” เชียงใหม่ : สุเทพการ
พิมพ์. 2551

ธรรมพงษ์ เนาวบุตร “การประเมินความต้องการน้ำอุปโภค บริโภคและอุตสาหกรรม” ส่วนจัดสรรน้ำ สำนักบริหารจัดการ
น้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547 (ดาวน์โหลดได้จาก [http://
202.129.59.73/wm/Water/water%20demand%201.pdf](http://202.129.59.73/wm/Water/water%20demand%201.pdf))

ปราณี พันธุมสินชัย “มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมและกฎหมายสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับผู้บริหาร” โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ กระทรวงอุตสาหกรรม. “คู่มือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001” กรุงเทพฯ. 2541

สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. “รายงานสรุปปริมาณน้ำใช้
จำแนกหมวดหมู่ตามประเภทโรงงานประเมินปริมาณการใช้น้ำโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ปี 2554” 2554

สำนักนโยบายสาธารณะ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. “โครงการศึกษาการบริหารจัดการ
ทรัพยากรน้ำของชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดการ 25 ลุ่มน้ำสำคัญของประเทศ” 2547 (ดาวน์โหลดได้
จาก <http://202.129.59.73/wm/Water/water%20demand%201.pdf>)

สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. “เอกสารประกอบการฝึกอบรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมฝึกงานเทคโนโลยี
สะอาดประจำปี 2543 เรื่อง เทคนิคการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด” โครงการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
สิ่งแวดล้อม. 2543

สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. “เอกสารประกอบการฝึกอบรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมฝึกงานเทคโนโลยี
สะอาดประจำปี 2544 เรื่อง เทคนิคการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด” โครงการศูนย์เทคโนโลยีพลังงานและ
เทคโนโลยีสะอาด. 2544

สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ. “สถานการณ์น้ำในประเทศไทยปี 2550” โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2555
(ดาวน์โหลดได้จาก www.watercu.eng.cu.ac.th)

Environmental Protection Authority (EPA). “Environmental Guidelines for the Textile Dyeing and Finishing
Industry” Environmental Protection Authority State Government of Victoria, 1998. (as of August
2012 ดาวน์โหลดได้จาก <http://www.epa.vic.gov.au>.)

IPIECA, “Petroleum Refining Water/Waste Water Use and Management : Operations Best Practice Series
2010” (as of August 2012 ดาวน์โหลดได้จาก www.ipieca.org)

N. Manivasakam, “Water used in textile processing” Coimbatore : Scroll EPD, 1995

The conserver, “Chesty Bonds gets water smart” Issue 12, March, pp. 14-15, 2007

กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ

(รศ.ชนิษฐา เจริญลาภ)

บริษัทเชียงใหม่เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรียส์จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อโรงงาน	บริษัทเชียงใหม่เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรียส์จำกัด
ชื่อนิติบุคคล	บริษัทเชียงใหม่เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรียส์จำกัด
เลขทะเบียนบริษัท	0745538001869
ทุนจดทะเบียน	30 ล้านบาท
โรงงาน	261 หมู่ 2 ถ.สุขาภิบาล 1 ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74130
ปีที่ก่อตั้งโรงงาน	พ.ศ. 2528 (ค.ศ. 1985)

2. ข้อมูลทั่วไป

ประเภทกิจการ	ฟอกย้อม
จำนวนพนักงานรวม	101 คน
เวลาทำงาน	6 วัน/สัปดาห์ ทำงาน 2 กะ/วัน กะละ 8 ชั่วโมง
ปริมาณการผลิต	

ผลิตภัณฑ์	ร้อยละของผลิตภัณฑ์รวม	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)
1) ย้อมผ้าลูกไม้ฝ้าย	46.74%	550.65
2) ย้อมผ้าลูกไม้ Polyester, TC และ CVC	41.41%	487.8
3) ย้อมผ้าพิเศษด้วยเครื่องปั๊ม	1.33%	15.68
4) ย้อมผ้าเบาะรถยนต์	10.53%	124.09

วัตถุดิบ	สี	831	กิโลกรัม/เดือน
	สีขาว	291	กิโลกรัม/เดือน
	เอนไซม์	315	กิโลกรัม/เดือน

สารเคมีเสริม	เกลือ	24,754	กิโลกรัม/เดือน
	โซดาไฟ	13,087	กิโลกรัม/เดือน
	โซดาแอช	1,375	กิโลกรัม/เดือน
	กรดฟอร์มิก	1,066	กิโลกรัม/เดือน
	น้ำสบู	1,068	กิโลกรัม/เดือน

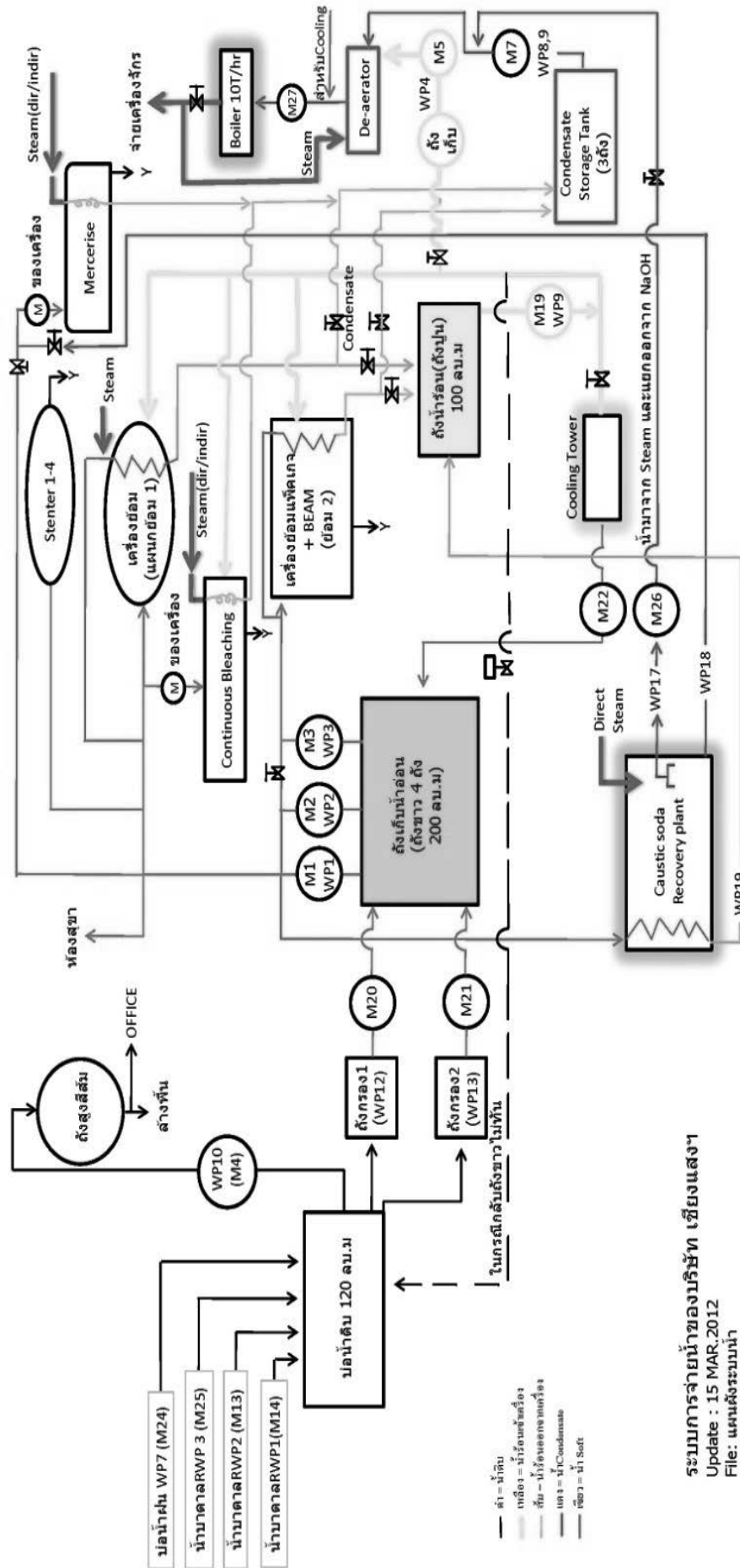
ตารางที่ A1.1 การใช้ปัจจัยการผลิต

ทรัพยากรและสาธารณูปโภค		ปริมาณการใช้	วัตถุประสงค์การใช้	ราคา/หน่วย
น้ำ	แหล่งที่มา	12,518 m ³ /เดือน	ใช้ในกระบวนการผลิต	21 บาท/หน่วย
	น้ำบาดาล			
	วิธีการเตรียม	กรองทรายและเรซิน		
	น้ำผิวดิน เริ่ม มีนาคม ปี 2555			
วิธีการเตรียม	กรองแอกติเวตคาร์บอน กรองทราย และเรซิน	1,653 m ³ /เดือน		
เชื้อเพลิง				
	ถ่านหิน	8,031,840.53 MJ/เดือน		
	กะลาปาล์ม	1,930,111.73 MJ/เดือน		
	แก๊ส LPG	396,990.94 MJ/เดือน		
	น้ำมันเตา C	92,522.82 MJ/เดือน		
ไฟฟ้า		923,598.00 MJ/เดือน		

ตารางที่ A1.2 การบำบัดของเสีย

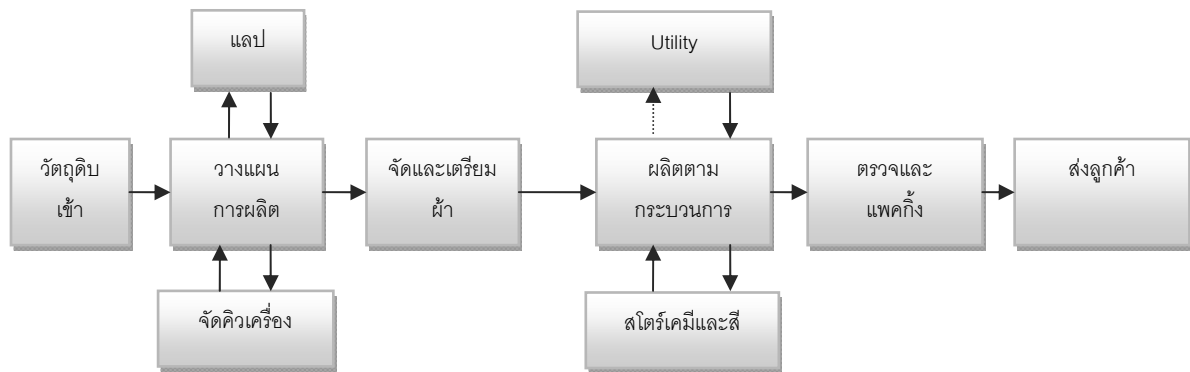
ประเภทของเสีย	แหล่งกำเนิด	ปริมาณ/วัน	วิธีการบำบัด
น้ำทิ้ง	การฟอกย้อม ย้อม การเมอร์เซอไรซ์และการทำ คอสติกโซลฟ์มายด์	500 -700 m ³ /วัน	Oxidation pond + SBR (Sequencing batch reactor)

ภาพรวมแผนผังน้ำที่ใช้ในบริษัท

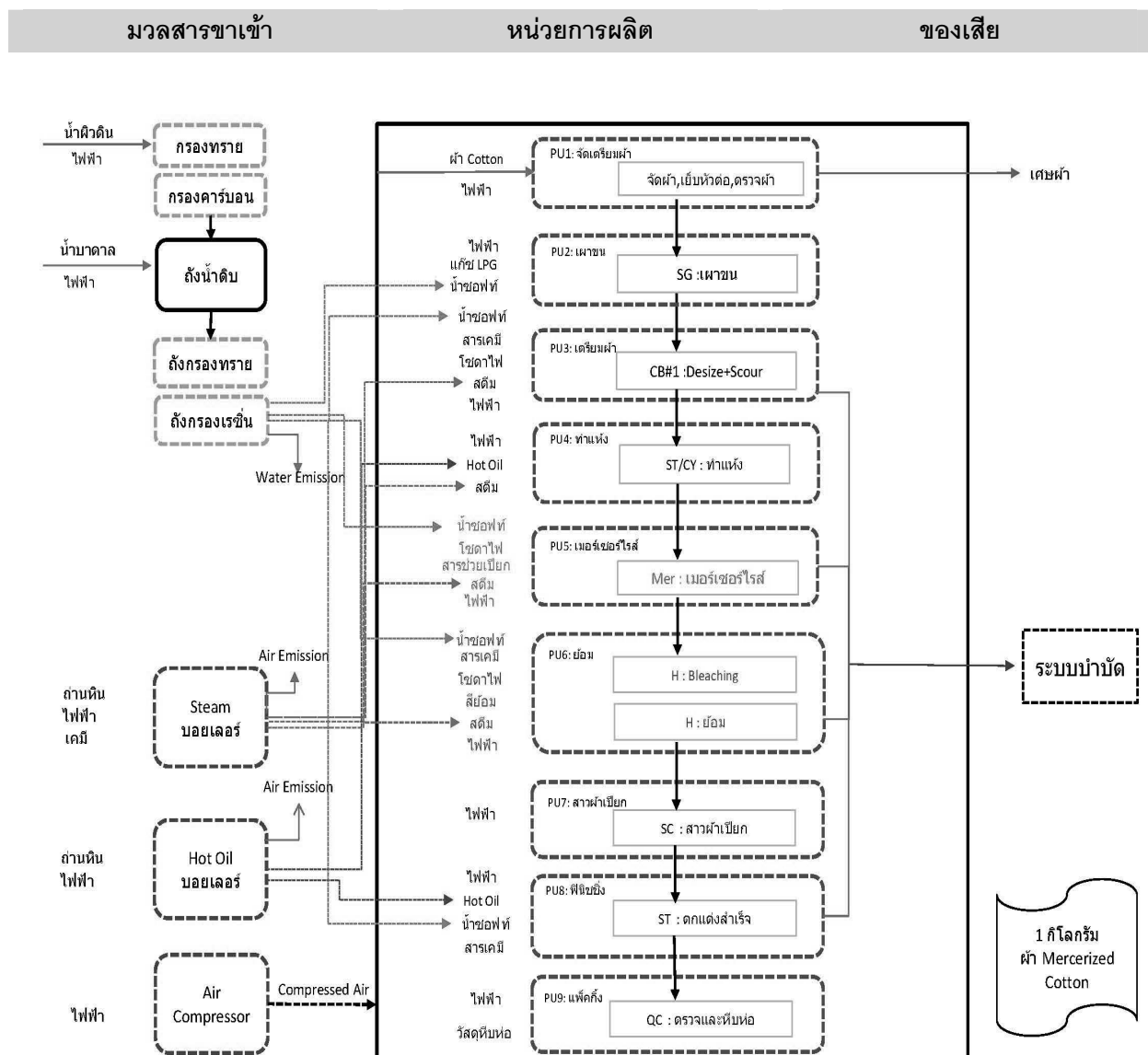


รูปที่ A1.1 แผนผังการใช้น้ำในบริษัท

3. แผนผังกระบวนการผลิต



รูปที่ A1.2 ภาพรวมกระบวนการผลิตของโรงงาน



รูปที่ A1.3 แผนผังกระบวนการผลิต

4. โครงการกิจกรรมการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพที่ทำมาก่อนของโรงงาน

การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ของโรงงาน

ระบบหล่อเย็น (Cooling water)

นำน้ำที่ใช้เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อน ให้เครื่องฟอก, เครื่องย้อมกลับมาใช้ใหม่

ระบบน้ำคอนเดนเสท (Condensate return)

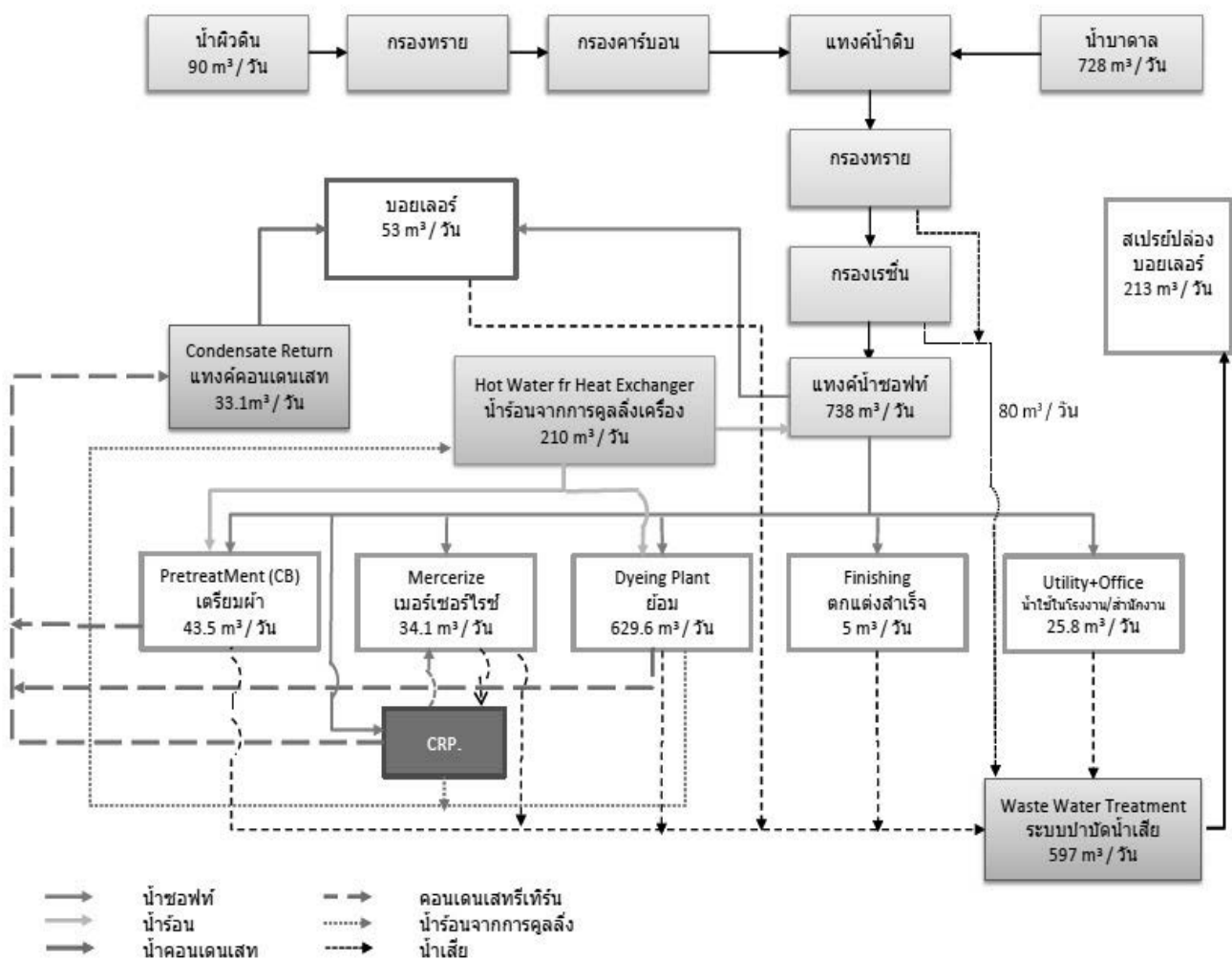
นำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ที่หม้อไอน้ำ

ระบบน้ำวิ่งสวนทางกับผ้าของเครื่องฟอก CB (Counter-flow system)

ใช้ระบบน้ำล้างย้อนนำน้ำที่จากอ่างด้านหลังที่สะอาดกว่าวิ่งย้อนขึ้นมาล้างผ้าในอ่างแรกๆ ที่สกปรกกว่า

5. โครงการ/มาตรการที่ได้ดำเนินการในโครงการนี้

จัดทำสมดุลน้ำของโรงงาน



มาตรการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรการที่ 1 ปรับปรุงกระบวนการล้างเรซิน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

บริษัทเชียงแสงเท็กซ์ไทล์ เป็นโรงงานฟอกย้อม และตกแต่งสำเร็จผ้าลูกไม้ปักประเภทผ้าฝ้าย พอลิเอสเตอร์ ผ้า TC ผ้าห่มเบาะรถยนต์ โดยในกระบวนการผลิตใช้น้ำบาดาลเฉลี่ย 10,736 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน (100%)

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

- ถังกรองทรายและถังกรองเรซินชุดเดิมมีปัญหาทรายตัน และเรซินเสื่อมสภาพทำให้เวลาของการล้างคืนสภาพเรซินสั้นลง จึงต้องล้างคืนสภาพเรซินบ่อยขึ้น ทำให้ต้องทิ้งเกลือลงในระบบบำบัดมากขึ้น เป็นปัญหาต่อค่า TDS ของน้ำทิ้ง
- พนักงานเตรียมน้ำก่อนโดยให้ความกระด้างเป็นศูนย์ ซึ่งในการย้อมปกติความกระด้างไม่ควรเกิน 20-25 มิลลิกรัม/ลิตรของ CaCO_3

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

เปลี่ยนถังกรองชุดใหม่ ทั้งทรายและเรซิน ปรับการล้างเรซินเมื่อความกระด้างที่ถังกรองประมาณ 200-250 มิลลิกรัม/ลิตรของ CaCO_3 สรุปได้ดังตารางที่ A1.3

ตารางที่ A1.3 การปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินในถังกรองชุดที่ 1 และชุดที่ 2

รายการ	ถังกรองชุดที่ 1	ถังกรองชุดที่ 2
ระบบ	Co-Current	Counter Current
ปริมาณเกลือสำหรับการล้างคืนสภาพ (กรัมต่อลิตรของเรซิน)	240	150
ปริมาณเรซินในถัง (ลิตร)	2,700	3,665
ปริมาณเกลือตามทฤษฎี (กิโลกรัม)	648	550
ปริมาณเกลือที่ใช้จริง(ผลทดลองสถาบันน้ำ) (กิโลกรัม)	850	700
น้ำสำหรับเตรียมละลายเกลือ (ลิตร)	2,950	2,500
ระดับน้ำในถังบั่นเกลือ (เซนติเมตร)	130	110
ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (กรัมต่อลิตร)	288	300
Flow rate (ตามข้อกำหนด) (ลูกบาศก์เมตร/Hr.)	45	50
Flow rate (ที่ตรวจสอบได้ในปัจจุบัน) (ลูกบาศก์เมตร/Hr.)	13	22
Flow rate drop (%)	71	56
ปริมาตรน้ำที่สามารถทำได้/รอบ (ลูกบาศก์เมตร)	1,000	900
ปริมาตรน้ำที่สามารถทำได้/รอบ (ลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ยปัจจุบัน	1,000	450

ปริมาณน้ำบาดาลที่ผ่านถังกรองเฉลี่ยต่อวัน	715	ลูกบาศก์เมตร
คิดที่ทำงานเดือนละ 25 วัน น้ำใช้ต่อเดือน	17,875	ลูกบาศก์เมตร
จำนวนครั้งของการล้างคืนสภาพเรซิน (ตามคำนวณ)	18	
เกลือที่ต้องใช้ (คิดจากสลับล้างที่ถังกรอง)	13950	กิโลกรัม
จำนวนครั้งของการล้างคืนสภาพเรซิน (ตามจริง)	28	
เกลือที่ต้องใช้ (ตามจริง) กิโลกรัม	20,280	
คิดเป็นจำนวนครั้งที่ต้องล้างเพิ่มขึ้น ต่อเดือน	10	
คิดเป็นปริมาณเกลือที่ใช้ทิ้งมากขึ้น ต่อเดือน	6,330	

จากรายงานการล้างคืนสภาพเรซินพบว่าถังกรองชุดที่ 1 ต้องใช้น้ำถึง 1,000 ลูกบาศก์เมตร สำหรับบำบัดในแต่ละรอบ แต่อัตราการไหลลดลงเหลือ (70%) -->ถังทรายไม่สามารถทำงานได้ ส่วนถังกรองชุดที่ 2 ใช้น้ำลดลง เหลือเพียงประมาณ 450 ลูกบาศก์เมตร ในแต่ละรอบ และอัตราการไหลก็ลดลง 56%

ปกติการทำงานจะใช้ถังกรองสลับกันที่ละชุดแต่ปัจจุบันต้องใช้พร้อมกัน เมื่อต้องล้างถังกรองชุดใดชุดหนึ่ง ปริมาณน้ำที่มีอยู่จะไม่พอใช้

อัตราการไหลปัจจุบัน = $13+22 = 45$ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ใช้น้ำวันละ 715 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำทำงานอย่างน้อย = $715/45 = 16$ ชั่วโมง / วัน

ตารางที่ A1.4 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินในเดือนมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2555

เดือน	รายการ	ถังกรอง		น้ำใช้	
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	รวมทั้งเดือน	เฉลี่ยวันละ
มีนาคม (27วัน)	ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัด (ลูกบาศก์เมตร)	5,684	11,218	16,902	626
	จำนวนครั้งที่ล้าง (ครั้ง)	6	21	27	1.00
	เกลือ (กิโลกรัม)	5,100	15,750	20,250	750.00
	น้ำละลายเกลือ (ลูกบาศก์เมตร)	17.70	52.50	70.2	2.60
	น้ำล้างถังทราย (ลูกบาศก์เมตร)	180.0	630.00	810	30.00
	น้ำล้างกลับ (back wash) ของถังเรซิน (ลูกบาศก์เมตร)	120.0	420.00	540	20.00
	น้ำล้างลง (ใช้น้ำอ่อน) (ลูกบาศก์เมตร)	150.0	168.00	318	11.78
	น้ำดิบ (ลูกบาศก์เมตร)	300.0	1,050.00	1,350.0	50.00
	น้ำอ่อน (ลูกบาศก์เมตร)	167.70	220.50	388.2	14.38
	น้ำที่ใช้ทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร)	317.70	1,270.50	1,738.2	64.38
เมษายน (20วัน)	ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัด (ลูกบาศก์เมตร)	5,403	8,028	13,431	671.55
	จำนวนครั้งที่ล้าง (ครั้ง)	5	14	19	0.95
	เกลือ (กิโลกรัม)	4,250	9,800	14,050	702.50
	น้ำละลายเกลือ (ลูกบาศก์เมตร)	14.75	35.00	49.75	2.49
	น้ำล้างถังทราย (ลูกบาศก์เมตร)	150.00	420.00	570	28.50
	น้ำล้างกลับของถังเรซิน (ลูกบาศก์เมตร)	100.00	280.00	380	19.00
	น้ำล้างลง (ใช้น้ำอ่อน) (ลูกบาศก์เมตร)	125.00	112.00	237	111.85
	น้ำดิบ (ลูกบาศก์เมตร)	250.00	700.00	950	47.50
	น้ำอ่อน (ลูกบาศก์เมตร)	139.75	147.00	287	14.34
	น้ำที่ใช้ทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร)	389.75	847.00	1,237	61.84

ติดตั้งถังกรองชุดใหม่ เริ่มทดลองใช้ 11 พฤษภาคม 2555

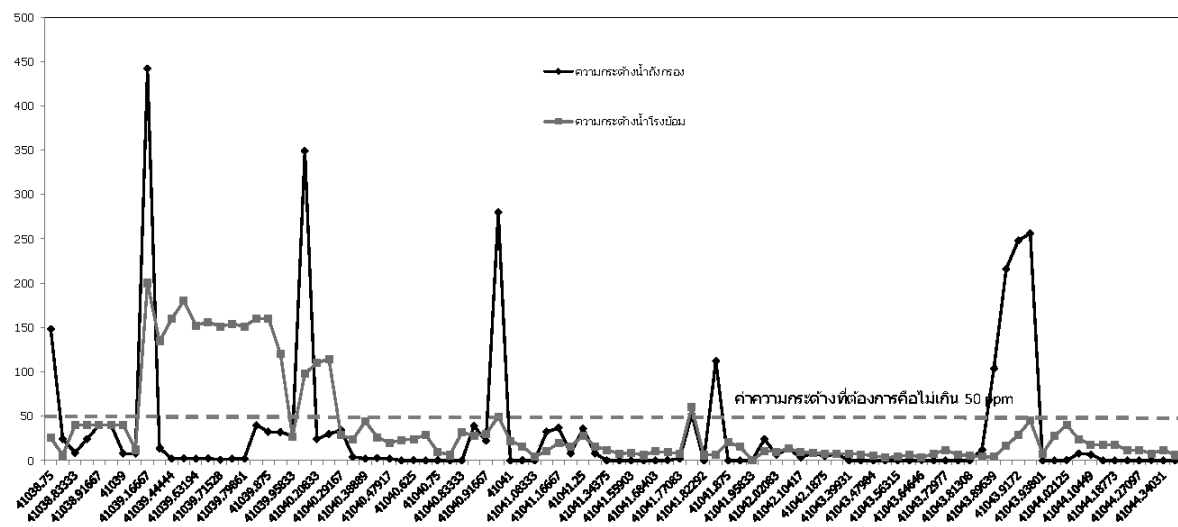
ตารางที่ A1.5 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินหลังการติดตั้งถังกรองชุดใหม่ ประจำเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555

คิรรอบของการล้างที่ 700 ลูกบาศก์เมตร	ถังกรองชุดใหม่ต่อครั้ง	รวมทั้งเดือน	เฉลี่ยวันละ
ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัด (ลูกบาศก์เมตร)	700	17,550	650
จำนวนครั้งที่ล้าง (ครั้ง)	1	25.07	1.08
เกลือ (กิโลกรัม)	550	13,789	511
น้ำละลายเกลือ (ลูกบาศก์เมตร)	2.2	55	2.03
น้ำล้างถังทราย (ลูกบาศก์เมตร) (ครั้งละ 75ลูกบาศก์เมตร)	75	1,880	16.67
น้ำที่ใช้ทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร)	77.2	1,935	71.68

การเพิ่มความกระด้างของน้ำก่อนการล้างคืนสภาพเรซินจาก 0 ppm เป็น 250 ppm ปริมาตร 110 ลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ A1.6 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินของถังกรองชุดใหม่

คิดรอบของการล้างที่ 700 ลูกบาศก์เมตร +110ลูกบาศก์เมตร	ถังกรองชุดใหม่ต่อครั้ง	รวมทั้งเดือน	เฉลี่ยวันละ
ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัด (ลูกบาศก์เมตร)	810	17,550	650
จำนวนครั้งที่ล้าง (ครั้ง)	1	21.6	0.08
เกลือ (กิโลกรัม)	550	11,880	440
น้ำละลายเกลือ (ลูกบาศก์เมตร)	2.2	48	1.76
น้ำล้างถังทราย (ลูกบาศก์เมตร) (ครั้งละ 75ลูกบาศก์เมตร)	75	1,620	60.0
น้ำที่ใช้ทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร)	77.2	1,668	61.76



ตารางที่ A1.7 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสำหรับการปรับปรุงกระบวนการล้างเรซินเมื่อเพิ่มความกระด้างของน้ำก่อนการล้างคืนสภาพเรซินจาก 0 ppm เป็น 250 ppm ปริมาตร 110 ลูกบาศก์เมตร

รายการ	ถังชุดเดิม	ถังชุดใหม่	ถังชุดใหม่ (250 ppm)
ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัด (ลูกบาศก์เมตร)	17,550	17,550	17,550
จำนวนครั้งที่ล้าง (ครั้ง)	26.61	25.07	21.60
เกลือ (กิโลกรัม)	19,845.22	13,789	11,880.00
น้ำละลายเกลือ (ลูกบาศก์เมตร)	69.40	55	48.00
น้ำที่ใช้ทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร)	1,721.00	1,935	1,668.00

สามารถเพิ่มปริมาณของน้ำใน 1 รอบ ประมาณ

80-110

ลูกบาศก์เมตร

จำนวนครั้งในการล้างลดลงต่อเดือน

5.01

ครั้ง/เดือน

ปริมาณเกลือลดลง 7,965.22 กิโลกรัม/เดือน/กิโลกรัมผ้า ทำให้ลดภาระของระบบบำบัดในเรื่องของ TDS

น้ำล้างถังกรอง 53 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งถังกรองชุดใหม่

ถังเหล็กขนาด 18 ลูกบาศก์เมตร x 3 ใบ (รวมค่าประกอบ ติดตั้ง)

469,800.00

บาท

ท่อ+หน้าแปลน+วาล์ว

284,947.00

บาท

อุปกรณ์ต่อพ่วง (หัวกรองเรซิน, มาตรฐาน้ำ)

58,700.00

บาท

ค่าเดินท่อ	125,000.00	บาท
เรซิน+ทราย	436,453.00	บาท
รวมทั้งหมด	1,374,900.00	บาท

สรุป

ระยะเวลาดำเนินการ	3	เดือน
ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้	636	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ปริมาณเกลือที่ประหยัดได้	95,580	กิโลกรัมต่อปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	266,649.36	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	5.15	ปี

มาตรการที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

บริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์ เป็นโรงงานฟอกย้อม และตกแต่งสำเร็จโดยใช้เครื่องย้อมอัตโนมัติ ซึ่งทำงานโดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งให้กับเครื่องย้อม

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

พบว่าโปรแกรมคำสั่งของเครื่องย้อม กับใบคำสั่งป้อนโปรแกรม (ใบสี) ไม่ตรงกัน มีผลให้สิ้นเปลืองน้ำและสารเคมี

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

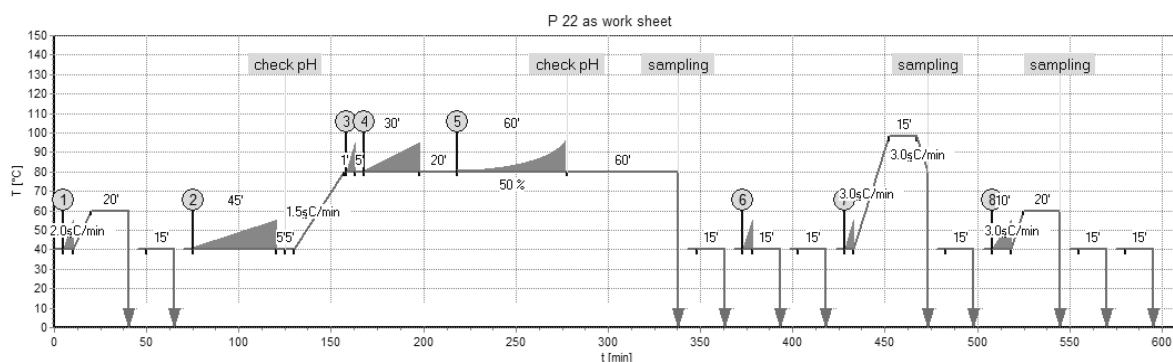
- แก้ไขกระบวนการในโปรแกรมควบคุมของเครื่องย้อมกับคำสั่งในใบสีให้ตรงกัน
- ตัดขั้นตอนการล้างที่ไม่จำเป็น
- เลือกใช้สารเคมี ทำให้ลดขั้นตอนล้าง (ใช้น้ำ) ลงได้
 - Sirrix NE ซึ่งเป็น New neutralizing agent ที่ไม่มี Blocking effect ระหว่างย้อม
 - Catalase enzyme ซึ่งสามารถย้อมได้ในน้ำเดียวกัน โดยไม่ต้องทิ้งหรือล้าง

ผลการดำเนินงาน

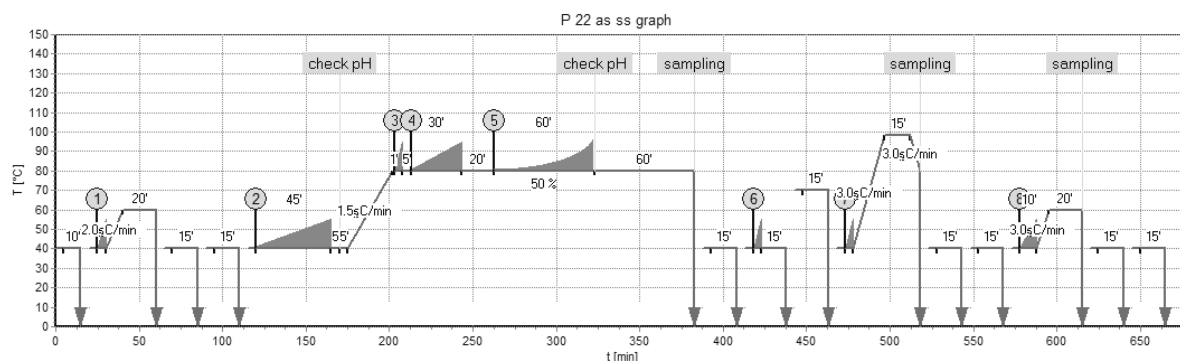
พบว่าส่วนใหญ่โปรแกรมที่เขียนจะมีการล้างน้ำเปล่า 1 รอบก่อนขั้นตอน (เช่น นำผ้าเข้าแล้วล้างน้ำ 1 รอบ ทำให้การใช้น้ำเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น 1 เทียวต่อ 1 ชุดผ้า

ขั้นตอนการล้างสำหรับผ้า 100% Mercerized cotton ที่ย้อมด้วยสี Reactive

กระบวนการตามใบสี ผ้าเมอร์เซอร์ไรซ์ ล้าง กำจัด H_2O_2 แล้วย้อมสีพิเศษที่ $80^\circ C$ 60 นาที มี FIX

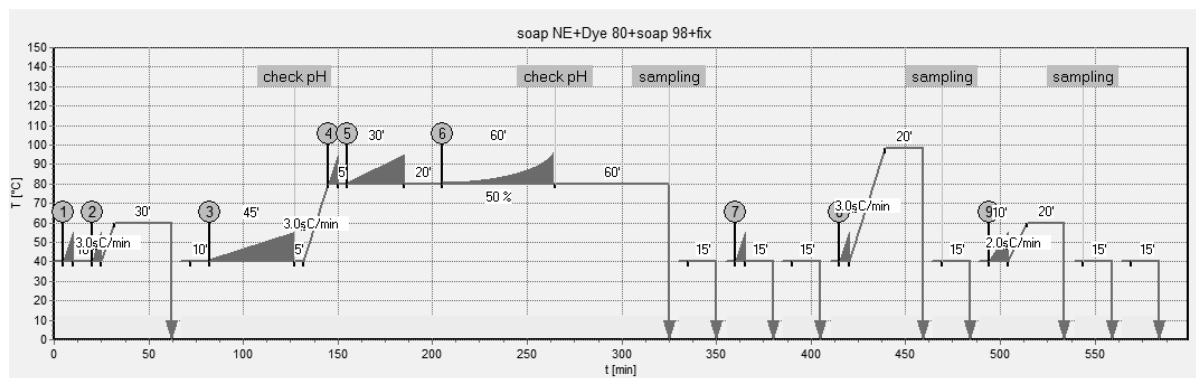


กระบวนการตามโปรแกรมของเครื่องย้อม ผ้าเมอร์เซอร์ไรซ์ ล้าง กำจัด H₂O₂ แล้วย้อมสีพิเศษที่ 80 °C 60 นาที มี FIX



ใช้เวลาทั้งหมด ประมาณ 660 นาที ใช้ น้ำ 14 เทียว

กระบวนการตามใบสั่งที่ทำการปรับปรุงใหม่ ผ้าเมอร์เซอร์ไรซ์ ล้าง กำจัด H₂O₂ แล้วย้อมสีพิเศษที่ 80 °C 60 นาที มี FIX แสดงในตารางที่ A1.8-A1.9



ใช้เวลาทั้งหมด ประมาณ 570 นาที ใช้ น้ำ 10 เทียว

ตารางที่ A1.8 จำนวนรอบและปริมาณการใช้น้ำต่อกิโลกรัมผ้าที่ Liquor ratio = 1:10

กระบวนการที่ใช้	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำ (จำนวนรอบ)	น้ำ (ลิตรต่อกิโลกรัมผ้า) ที่ L:R=1:10
1. ตามใบสั่ง	600	11	110
2. ตามโปรแกรม	660	14	140
3. ปรับปรุงใหม่	570	10	100

ตารางที่ A1.9 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการย้อมผ้า Mercerized cotton ด้วยสี Reactive ในปี 2554

กระบวนการที่ใช้	ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อกิโลกรัมผ้า)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร) สำหรับผลิต Mercerized cotton สี Reactive 76.9 ตัน ปี 2554
1. ตามโปรแกรมที่เขียน	140	10,766.5
2. ปรับปรุงใหม่	100	7,690.4

*** ปี 2554 ผลิตผ้า Mercerized cotton ทั้งสิ้น 416,152 kg. เป็นการย้อมผ้าด้วยสี Reactive ซึ่งต้องมีการกำจัดไฮโดรเจนเฉลี่ยที่ 18.48% = 76,904 kg.

จะลดการใช้น้ำจากการล้างผ้าที่ไม่จำเป็นลงประมาณ 3,076 ลูกบาศก์เมตร/ปี

ปี 2554 ใช้น้ำ	150,220.55	ลูกบาศก์เมตร
จะประหยัดน้ำได้	2.11	%
คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้	64,596	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

มาตรการที่ 3 ปรับเปลี่ยนกระบวนการทำ Reduction clearing

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ในการย้อมเส้นใย Polyester โดยเฉพาะสีเข้ม ต้องมีกระบวนการ Reduction clearing เพื่อกำจัดสีส่วนเกิน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

โดยทั่วไปทำการ Reduction clearing ด้วย Sodium hydrosulphite ในสถานะต่าง ทำให้ต้องมีการทำ Neutralize ด้วยกรด และล้างจนสะอาดจึงเสียเวลา และเปลืองน้ำ

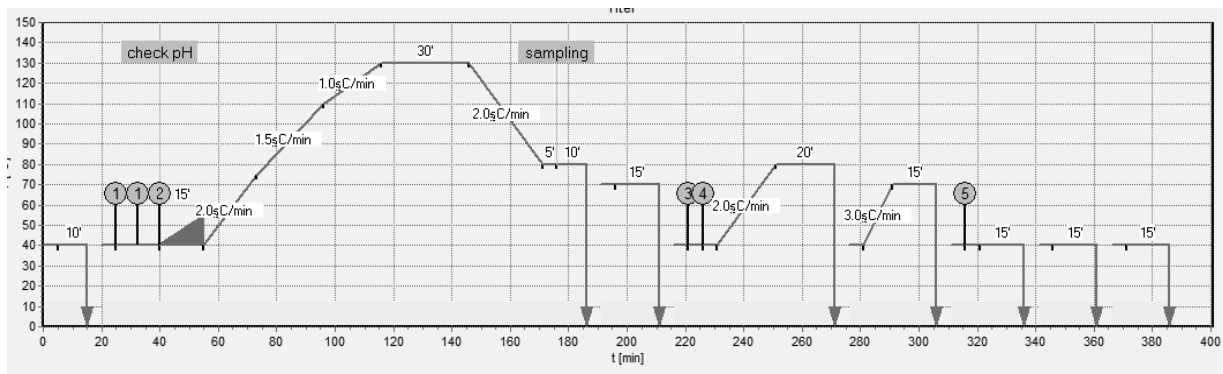
แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

- ยกเลิกการล้างน้ำก่อนย้อม
- เปลี่ยนไปใช้เคมีที่ทำการ Clearing สีส่วนเกินในสถานะที่เป็นกรด

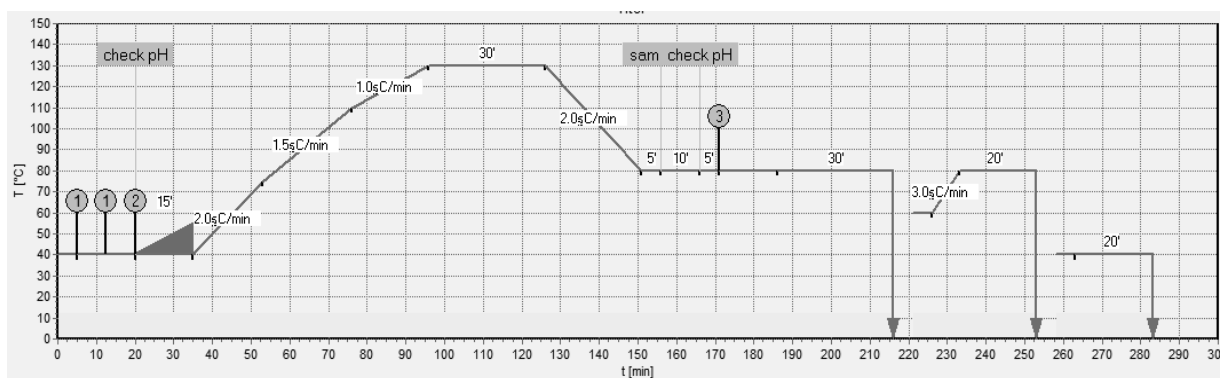
ผลการดำเนินการ

ในขั้นตอนการย้อมผ้า 100% Polyester สีเข้ม ปรับเปลี่ยนการทำ Reduction clearing

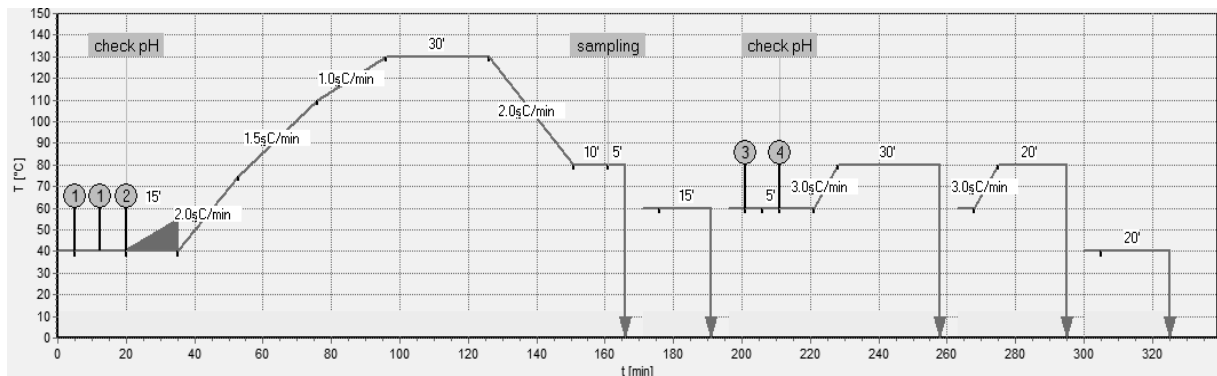
ปรับเปลี่ยนกระบวนการ Reduction clearing เดิม ย้อม 130x30 min ทำ Reduction clearing ด้วย Hydros ใช้น้ำ 8 เทียว เวลา 385 นาที



- เครื่องย้อม HT ย้อม 130x30 ทำ Reduction clearing ด้วย Cyclanon C-ECO ไม่ต้องทิ้งน้ำใช้น้ำ 3 เทียว เวลา 285 นาที



- สำหรับเครื่องย้อม Package ,Beam ย้อม 130x30 ทำ Reduction clearing ด้วย Cyclanon C-ECO ใช้น้ำ และ ล้างน้ำ 1 รอบก่อน RC ECO ใช้น้ำ 5 เทียว เวลา 325 นาที



ตารางที่ A1.10 จำนวนรอบและปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับการผลิต 100% Polyester ที่ผ่าน Reduction clearing

กระบวนการที่ใช้	เวลาที่ใช้ (นาที)	จำนวนรอบของการใช้น้ำ	ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อกิโลกรัมผ้า) ที่ L:R =1:10	ปริมาณการใช้น้ำสำหรับผลิต 100 % Polyester ที่ผ่าน Reduction clearing (ลูกบาศก์เมตร) ปี 2554
ใช้ Hydros สำหรับ Reduction clearing	385	8	80	899.75
ใช้การ Clearing ในสภาวะกรด	285	3	30	337.4

*** ปี 2554 ผลิตผ้า 100% Polyester ทั้งสิ้น 66,158.48 kg. เป็น Polyester ที่ผ่าน Reduction clearing โดยเฉลี่ยเท่ากับ 17 % หรือ 11,246.9 kg.

สามารถลดน้ำจากขั้นตอนย้อมและ Reduction clearing จาก 80 ลิตร/กิโลกรัมผ้า เหลือ 30 ลิตร/กิโลกรัมผ้า

ปี 2554 ย้อมผ้า Polyester สีเข้มที่	=	11,246.9	กิโลกรัม
ประหยัดน้ำไป	=	11,246.9 x 50 = 562,345	ลิตร
	=	7,126.2	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ระยะเวลาดำเนินการ	3	เดือน (พฤษภาคม-กรกฎาคม 2555)	
เงินลงทุน	0	บาท	
ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้	562.3	ลูกบาศก์เมตรต่อปี	
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	11,809.2	บาทต่อปี	
ระยะเวลาคืนทุน	ทันที	ปี	

มาตรการที่ 4 ปรับปรุงกระบวนการเตรียมผ้า (Pretreatment) สำหรับผ้า 100% Mercerized cotton

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

การเตรียมผ้าฝ้าย 100% Cotton ซึ่งเป็นงานหลักของบริษัทฯ ใช้น้ำเป็นจำนวนมากในการเตรียม

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

บริษัทใช้เครื่องเตรียมผ้าแบบต่อเนื่อง ซึ่งจะประหยัดน้ำและพลังงานมากกว่า แต่ไม่สามารถเตรียมให้สะอาด เบ็ดเสร็จได้ เนื่องจากผ้าจากลูกค้าน้ำมัน และเปื้อนสิ่งสกปรก รวมทั้งโลหะมาด้วย ทำให้ผ้าเปื้อนขาด เกิดความเสียหาย จึงต้องนำผ้ามาฟอกขาว (Bleaching) ข้างที่เครื่องย้อม

FACILITIES and TECHNOLOGIES CONTINUOUS PRE-TREATMENT



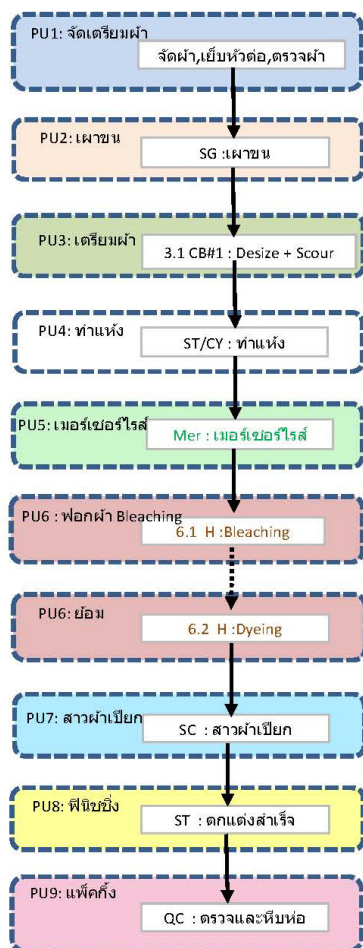
FACILITIES and TECHNOLOGIES CONTINUOUS PRE-TREATMENT



แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

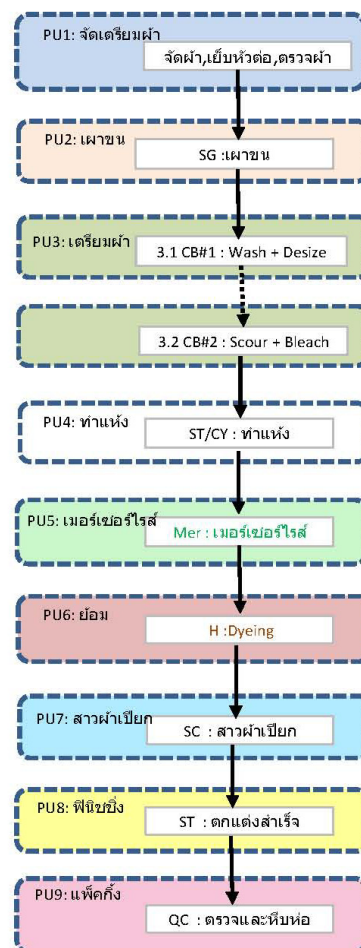
ปรับเปลี่ยนขั้นตอนและกระบวนการโดยการนำผ้าเข้าเครื่องเตรียมต่อเนื่อง 2 รอบ ดังรูปที่ A1.4

ผลการดำเนินงาน



กีดแบ่ง+ฟอก
15-20 ลิตร/กิโลผ้า

ฟอกเครื่องย้อม
50 ลิตร/กิโลผ้า



กีดแบ่ง+ทำความสะอาด
15-20 ลิตร/กิโลผ้า

ฟอกครั้งที่ 2
15-20 ลิตร/กิโลผ้า

ก่อนปรับปรุง
ใช้น้ำในการเตรียมผ้าก่อนย้อม 65-70 ลิตร/กิโลผ้า

หลังปรับปรุง
ใช้น้ำในการเตรียมผ้าก่อนย้อม 30-40 ลิตร/กิโลผ้า

รูปที่ A1.4 ขั้นตอนและกระบวนการผลิตโดยการนำผ้าเข้าเครื่องเตรียมต่อเนื่อง 2 รอบ ก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ A1.11 เวลาและปริมาณการใช้น้ำที่ใช้เตรียมผ้าในการผลิต Mercerized cotton ปี 2554 ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

กระบวนการที่ใช้	ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อกิโลกรัมผ้า)	เวลาที่ใช้เตรียมผ้า (นาทิต่อผ้า 100 กิโลกรัม)	ปริมาณการใช้น้ำสำหรับผลิต Mercerized cotton 416.152 ตัน (ลูกบาศก์เมตร) ปี 2554
1. ก่อนปรับปรุง - รอบที่ 1 เครื่องฟอกต่อเนื่อง - รอบที่ 2 เครื่องย้อม	65-70	240-245	27,049-29,130
2. หลังปรับปรุง - รอบที่ 1 เครื่องฟอกต่อเนื่อง - รอบที่ 2 เครื่องฟอกต่อเนื่อง	30-40	20-30	12,484-16,646

สามารถลดน้ำจากขั้นตอนย้อมและ เตรียมผ้าจาก 65-75 ลิตร/กิโลกรัมผ้า ลงเหลือ 30-40 ลิตร/กิโลกรัมผ้า

ปี 2554 ย้อมผ้า Mercerized cotton ทั้งสิ้น 416,152 กิโลกรัม 2,588,217 หลา

ระยะเวลาดำเนินการ 3 เดือน (เมษายน-มิถุนายน 2555)

เงินลงทุน 0 บาท

ปริมาณน้ำที่จะประหยัดได้ 12,484 -14,565 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

ประหยัดน้ำลงได้ = 8.3 - 9.7 %

คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้ 262,164 - 305,865 บาทต่อปี

ระยะเวลาคืนทุน ทันที ปี

มาตรการที่ 5 การปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดิน เพื่อใช้ทดแทนน้ำบาดาล

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ปัจจุบันโรงงานใช้น้ำผิวดิน เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำบาดาล โดยนำน้ำผิวดินมาผ่านกระบวนการกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์ แล้วนำน้ำมารวมกับน้ำบาดาลผ่านถังกรองเรซินเพื่อผลิตน้ำอ่อน

ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนการปรับปรุง

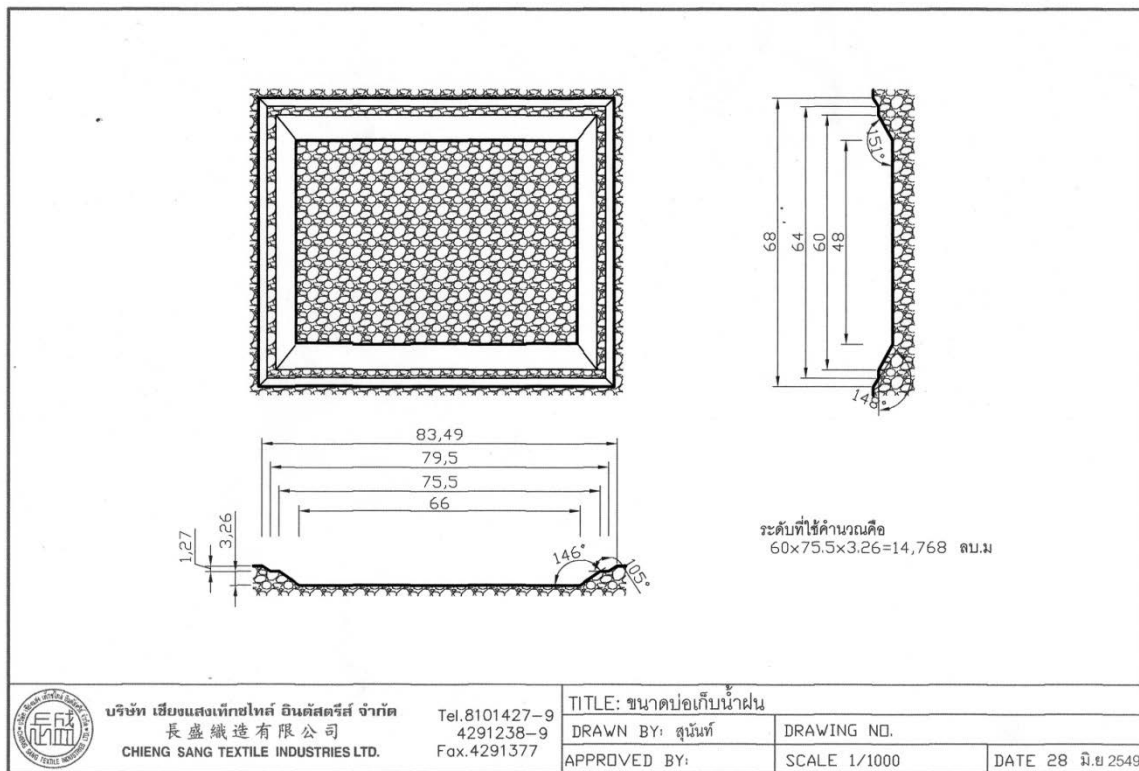
การผสมน้ำผิวดิน มีผลต่อคุณภาพน้ำอ่อน โดยเฉพาะเรื่องสี ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินด้วยวิธีธรรมชาติ

- บริเวณรอบสระปลูกหญ้าแฝก กก พุทธรักษา
- บริเวณกลางสระ ทำฟันท่อนปลูกผักตบชวา ประมาณ 30% ของพื้นที่สระ

ผลการดำเนินงาน



พื้นที่บ่อเก็บน้ำฝน (น้ำผิวดิน) ของเชียงแสงเท็กซ์ไทล์ อินดัสตรียส์ $66 \times 48 = 3,168$ ตร.ม

ใช้ผักตบชวาในพื้นที่ของท่อ PVC ขนาด $12 \times 16 = 192$ ตร.ม

ทำแพแฝก



บ่อเก็บน้ำฝน

วง PVC ขนาด $12 \times 16 = 192$ ตร.ม เพาะผักตบชวา



ทำแพหญ้าแฝก



คุณภาพน้ำของโรงงาน

ข้อมูลบ่อบาดาล แสดงในตารางที่ A1.12

ตารางที่ A1.12 ข้อมูลของบ่อน้ำบาดาลบ่อที่ 1-3 เดือน กรกฎาคม ปี 2554

ข้อมูล (เป็นข้อมูลเก่า เดือน ก.ค. ปี 2554)	บ่อที่ 1 RWP#1 (M14)	บ่อที่ 2 RWP#2 (M13)	บ่อที่ 3 RWP#3 (M25)
เลขบ่อ	903-033	7510-0044	-----
ความลึกบ่อ (เมตร)	360	320	320
ปริมาณน้ำ (ลบ.ซม./ชม.)	18	30	43
สภาพน้ำ (กร่อยหรือไม่)	กร่อย	ไม่	ไม่
ชนิดของเครื่องสูบน้ำ	Submersible pump	Submersible pump	Submersible pump
ท่อดูด (เมตร)	90	90	90
คุณภาพน้ำ			
พีเอช	7.18	7.53	7.36
ความกระด้าง (ppm)	548	204	268
M-alkalinity (ppm)	420	236	232
คลอไรด์ (ppm)	4,748	40	115
ความนำไฟฟ้า (ms/cm)	17,640	606	726
เหล็ก (ppm as Fe)	0.08	1.08	2.08
TDS (ppm)			
หมายเหตุ	ยกเลิกการใช้งาน ชั่วคราว		

ข้อมูลสระน้ำ (น้ำผิวดิน เป็นสระขุด)

ขนาดกว้าง x ยาว x ลึก 60 x 75.5 x 3.26 เมตร ปริมาตร 14,787 ลูกบาศก์เมตร

คุณภาพของน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำอ่อน แสดงดังตารางที่ A1.13

ตารางที่ A1.13 คุณภาพของน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำอ่อน เดือน มกราคม ปี 2555

ข้อมูลเดือน ม.ค. ปี 2555	น้ำบาดาล	น้ำผิวดิน	น้ำอ่อน
พีเอช	8.37	8.11	8.39
ความกระด้าง (ppm)	100	200	20
M-alkalinity (ppm)	232	260	212
คลอไรด์ (ppm)	120	210	240
ความนำไฟฟ้า (ms/cm)	937	1,668	767
เหล็ก (ppm as Fe)	0.09	1.13	0.08

คุณภาพน้ำเสีย (ดังตารางที่ A1.14)

ตารางที่ A1.14 คุณภาพน้ำเสียของโรงงาน

ค่าน้ำเสีย	pH	BOD	COD	SS	TDS
STD	5.5-9.0	≤60	≤400	≤50	≤3000
ค่าน้ำทิ้ง	8.2	29	178	26	3,095

การคำนวณหาประสิทธิภาพของการผลิตน้ำอ่อนเชิงแสงเท็กซไทลอินดัสตรีส์

ความกระด้างของน้ำดิบ (รวม)	295	มิลลิกรัม/ลิตร
ปริมาณน้ำอ่อนต่อรอบ	800	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาตรของเรซิน	3,000	ลิตร
ปริมาณน้ำในการล้างถังเรซิน	70 – 85	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณเกลือที่ใช้ต่อรอบ	550	กิโลกรัม

กิจกรรม			เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	จุดสังเกต
ป้อนเกลือ	1	ใช้เกลือ 550 กิโลกรัม น้ำป้อนเกลือ		2	***น้ำที่ออกจากท่อมีลักษณะใส ไม่ขุ่น ***น้ำที่ออกจากท่อมีลักษณะใส ไม่ขุ่น ***เรซินจมลง ไม่ลอยฟุ้ง ล้างคราบเกลือ ***น้ำไม่กร่อย น้ำไม่มีความกระด้าง
ถังทราย	1	ล้างย้อนถังทราย 10 นาที	10	20	
ถังเรซิน	1	ล้างย้อนถังเรซิน 10 นาที	10	20	
	2	รอให้เรซินเซตตัว 5 นาที	5		
	3	ฟื้นฟูสภาพเรซินด้วยน้ำเกลือ	60 -70	12 - 15	
	4	ล้างช้า Slow rinse	30	7 - 10	
	5	ล้างเร็ว Fast rinse	30	30 - 40	
		เวลาที่ใช้ (นาที)	145 - 175		
		ปริมาณน้ำที่ใช้		89 - 105	

$$\begin{aligned}
 \text{Net capacity of resin} &= \frac{[\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)} \times \text{ปริมาณน้ำอ่อนต่อรอบ (m}^3\text{)}]}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}} \\
 &= (295 \times 800)/3,000 = 78.67
 \end{aligned}$$

$$\text{Basic capacity of resin} = \frac{[\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)} \times (\text{ปริมาณน้ำอ่อนต่อรอบ} + \text{น้ำล้างเกลือ}) (\text{m}^3)]}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}}$$

$$= \frac{[295 \times (800+80)]}{3,000} = 86.53$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณเกลือต่อความกระด้าง} &= \frac{\text{ปริมาณเกลือที่ใช้ต่อรอบ (kg)}}{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)}} \\ &= \frac{550}{3,000} = 0.183 \end{aligned}$$

เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้น้ำบาดาล และน้ำผิวดินก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ

การใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดินในปี 2554-2555 แสดงดังตารางที่ A1.15

ตารางที่ A1.15 การใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดินในปี 2554-2555

เดือน	พ.ศ. 2554			พ.ศ. 2555		
	น้ำบาดาล (m ³)	น้ำผิวดิน (m ³)	ปริมาณน้ำรวม (m ³)	น้ำบาดาล (m ³)	น้ำผิวดิน (m ³)	ปริมาณน้ำรวม (m ³)
มกราคม	12,031	-	12,031	12,308.77	894.9	13,203.67
กุมภาพันธ์	11,055	-	11,055	14,219.76	450.91	14,670.67
มีนาคม	12,472	-	12,472	16,085.91	2,333.98	18,419.89
เมษายน	8,906	-	8,906	9,094.61	2,130.79	11,225.40
พฤษภาคม	9,216	-	9,216	11,393.03	2,456.15	13,849.19
มิถุนายน	7,455	-	7,455			
กรกฎาคม	12,206	-	12,206			
สิงหาคม	18,292	-	18,292			
กันยายน	17,617	-	17,617			
ตุลาคม	16,579	-	16,579			
พฤศจิกายน	9,368	-	9,368			
ธันวาคม	15,021	-	15,021			
รวม	150,218	0	150,218	63,102	8,267	71,369
เฉลี่ยทั้งปี	12,518	0	12,518			
เฉลี่ย 5 เดือน	10,736	0	10,736	12,620	1,653	14,274

สัดส่วนการใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดิน (แสดงในตารางที่ A1.16)

ตารางที่ A1.16 สัดส่วนการใช้น้ำบาดาลและน้ำผิวดิน เดือน มกราคม-พฤษภาคม ในปี 2554 และ ปี 2555

ประเภทของน้ำ	พ.ศ. 2554		พ.ศ. 2555		สัดส่วนการใช้น้ำ บาดาลลดลง (%)
	ปริมาณน้ำใช้ (ม.ค.- พ.ค.2554)	สัดส่วนการใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ (ม.ค.-พ.ค.2555)	สัดส่วนการใช้น้ำ (%)	
น้ำบาดาล	53,680	100	63,102	88.42	11.58
น้ำผิวดิน	0	0	8,267	11.58	
รวมการใช้น้ำทั้งสิ้น	53,680	100	71,369	100	

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์

ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตผ้าลูกไม้ฝ้าย ผ้าลูกไม้ Poly, TC และ CVC ผ้าพิเศษ และผ้าเบาะรถยนต์ ผลิต ในปี 2554 แสดงดังตารางที่ A1.17

ตารางที่ A1.17 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตผ้าในปี 2554

เดือน	ผ้าลูกไม้ฝ้าย	ผ้าลูกไม้ POLY,TC,CVC	ผ้าพิเศษ	ผ้าเบาะรถยนต์	รวม
มกราคม	5,067.84	3,281.76	1,087.66	821.02	10,258.28
กุมภาพันธ์	5,140.89	3,203.14	381.61	590.35	9,315.99
มีนาคม***	7,293.45	4,836.63	1,014.57	947.88	14,092.53
เมษายน***	5,153.80	2,358.25	444.87	316.82	8,273.74
พฤษภาคม***	7,528.56	2,201.97	1,429.50	435.34	11,595.37
มิถุนายน***	5,772.55	2,532.12	1,798.18	882.49	10,985.34
กรกฎาคม***	6,815.25	2,796.92	1,355.69	830.2	11,798.06
สิงหาคม	7,324.21	3,659.11	1,156.02	1,263.33	13,402.67
กันยายน	9,563.09	2,891.16	974.06	581.57	14,009.88
ตุลาคม	6,476.77	3,797.12	1,025.18	492.79	11,791.86
พฤศจิกายน	4,322.04	1,386.48	1,041.04	78.35	6,827.91
ธันวาคม	6,483.67	3,245.01	1,094.44	205.31	11,028.43
รวม (m ³)	76,942.12	36,189.67	12,802.82	7,445.45	133,380.06
เฉลี่ยทั้งปี	6,411.84	3,015.81	1,066.90	620.45	11,115.01
เฉลี่ย 5 เดือน	6,036.91	3,176.35	871.64	622.28	10,707.18

การใช้น้ำในกระบวนการผลิตในรอบ 5 เดือนแรกของปี 2555 (ดังตารางที่ A1.18)

ตารางที่ A1.18 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตผ้าในเดือนมกราคม-พฤษภาคม ปี 2555

เดือน	ผ้าลูกไม้ฝ้าย	ผ้าลูกไม้ POLY, TC, CVC	ผ้าพิเศษ	ผ้าเบาะรถยนต์	รวม
มกราคม	5,243.84	3,623.49	1,765.85	228.37	10,861.55
กุมภาพันธ์	6,723.21	2,553.83	1,739.12	335.68	11,351.84
มีนาคม	8,465.98	2,083.23	1,833.27	241.3	12,623.78
เมษายน	4,931.70	1,743.22	743.25	865.68	8,283.85
พฤษภาคม	7,444.66	1,648.54	942.29	629.41	10,664.90
รวม (m ³)	32,809.39	11,652.31	7,023.78	2,300.44	53,785.92
เฉลี่ย 5 เดือน	6,561.88	2,330.46	1,404.76	460.09	10,757.18

การเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตของโรงงานในเดือนมกราคม-พฤษภาคม ปี 2554 และ ปี 2555 แสดงดังตารางที่ A1.19

ตารางที่ A1.19 สัดส่วนการใช้น้ำสำหรับผลิตผ้าลูกไม้ฝ้าย ผ้าลูกไม้ Poly, TC และ CVC ผ้าพิเศษ และผ้าเบาะรถยนต์ในเดือนมกราคม-พฤษภาคม ปี 2554 และ ปี 2555

หน่วยงาน	พ.ศ.2554				พ.ศ.2555	
	ปริมาณน้ำใช้ ทั้งปี (ม ³ /ปี)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ (มค-พค 2554) (ม ³ /5เดือน)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ (มค-พค 2555) (ม ³ /5เดือน)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)
ผ้าลูกไม้ฝ้าย	76,942.12	57.69	6,036.91	56.38	6,561.88	61.00
ผ้าลูกไม้ POLY,TC,CVC	36,189.67	27.13	3,176.35	29.67	2,330.46	21.66
ผ้าพิเศษ	12,802.82	9.60	871.64	8.14	1,404.76	13.06
ผ้าเบาะรถยนต์	7,445.45	5.58	622.28	5.81	460.09	4.28
รวม	133,380.06	100.00	10707.18	100.00	10,757.18	100.00

การใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าลูกไม้ฝ้ายต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนพฤษภาคม ปี 2555
แสดงในตารางที่ A1.20

ตารางที่ A1.20 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าลูกไม้ฝ้ายต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2554- เดือนพฤษภาคม ปี 2555

เดือน	พ.ศ. 2554			พ.ศ. 2555		
	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)
มกราคม	35.20	5,067.84	143.97	36.42	5,243.84	143.98
กุมภาพันธ์	35.71	5,140.89	143.96	46.70	6,723.21	143.97
มีนาคม	50.66	7,293.45	143.97	58.80	8,465.98	143.98
เมษายน	35.80	5,153.80	143.96	34.25	4,931.70	143.99
พฤษภาคม	52.29	7,528.56	143.98	55.65	7,444.66	133.78
มิถุนายน	40.09	5,772.55	143.99			
กรกฎาคม	47.33	6,815.25	143.99			
สิงหาคม	50.87	7,324.21	143.98			
กันยายน	66.42	9,563.09	143.98			
ตุลาคม	44.98	6,476.77	143.99			
พฤศจิกายน	30.02	4,322.04	143.97			
ธันวาคม	45.03	6,483.67	143.99			
รวมทั้งสิ้น	534.39	76,942.12	143.98	231.81	32,809.39	141.54
เฉลี่ยทั้งปี	44.53	6411.84	143.98			
เฉลี่ย 5 เดือน	41.93	6036.91	143.97	46.36	6561.88	141.94

การใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าลูกไม้ Polyester, TC และ CVC ต่อหน่วยการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง
เดือนพฤษภาคม ปี 2555 แสดงในตารางที่ A1.21

ตารางที่ A1.21 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าลูกไม้ Polyester, TC และ CVC ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2554-เดือน พฤษภาคม ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (m ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ (m ³ /ตัน)	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (m ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ (m ³ /ตัน)
มกราคม	41.02	3,281.76	80.00	42.63	3,623.49	85.00
กุมภาพันธ์	40.04	3,203.14	80.00	30.05	2,553.83	84.99
มีนาคม	60.46	4,836.63	80.00	24.51	2,083.23	85.00
เมษายน	29.48	2,358.25	79.99	20.51	1,743.22	84.99
พฤษภาคม	27.52	2,201.97	80.01	19.63	1,648.54	83.98
มิถุนายน	31.65	2,532.12	80.00			
กรกฎาคม	34.96	2,796.92	80.00			
สิงหาคม	45.74	3,659.11	80.00			
กันยายน	36.14	2,891.16	80.00			
ตุลาคม	47.46	3,797.12	80.01			
พฤศจิกายน	17.33	1,386.48	80.00			
ธันวาคม	40.56	3,245.01	80.01			
รวมทั้งสิ้น	452.36	36189.67	960.03	137.33	11652.31	423.95
เฉลี่ยทั้งปี	37.70	3015.81	80.00			
เฉลี่ย 5 เดือน	39.70	3176.35	80.00	27.47	2330.46	84.79

การใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าพิเศษต่อหน่วยการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนพฤษภาคม ปี 2555 แสดงในตารางที่ A1.22

ตารางที่ A1.22 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าพิเศษต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2554- เดือนพฤษภาคม ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (m ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ (m ³ /ตัน)	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (m ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตภัณฑ์ (m ³ /ตัน)
มกราคม	5.72	1,087.66	190.15	9.06	1,765.85	194.91
กุมภาพันธ์	2.01	381.61	189.86	8.92	1,739.12	194.97
มีนาคม	5.34	1,014.57	189.99	9.4	1,833.27	195.03
เมษายน	2.34	444.87	190.12	3.81	743.25	195.08
พฤษภาคม	7.52	1,429.50	190.09	4.83	942.29	195.09
มิถุนายน	9.46	1,798.18	190.08			
กรกฎาคม	7.14	1,355.69	189.87			
สิงหาคม	6.08	1,156.02	190.13			
กันยายน	5.13	974.06	189.88			
ตุลาคม	5.4	1,025.18	189.85			
พฤศจิกายน	5.48	1,041.04	189.97			
ธันวาคม	5.76	1,094.44	190.01			
รวมทั้งสิ้น	67.38	12802.82	2280.00	36.02	7023.78	975.07
เฉลี่ยทั้งปี	5.62	1066.90	190.00			
เฉลี่ย 5 เดือน	4.59	871.64	190.04	7.20	1404.76	195.01

การใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าเบาะรถยนต์ต่อหน่วยการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนพฤษภาคม ปี 2555 แสดงในตารางที่ A1.23

ตารางที่ A1.23 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับย้อมผ้าเบาะรถยนต์ต่อหน่วยผลิตกันปี 2554- เดือนพฤษภาคม ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (m ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตกันท์ (m ³ /ตัน)	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (m ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อ หน่วยผลิตกันท์ (m ³ /ตัน)
มกราคม	13.68	821.02	60.02	3.51	228.37	65.06
กุมภาพันธ์	9.84	590.35	59.99	5.16	335.68	65.05
มีนาคม	15.8	947.88	59.99	3.71	241.3	65.04
เมษายน	5.28	316.82	60.00	13.32	865.68	64.99
พฤษภาคม	7.26	435.34	59.96	9.68	629.41	65.02
มิถุนายน	14.71	882.49	59.99			
กรกฎาคม	13.84	830.2	59.99			
สิงหาคม	21.06	1,263.33	59.99			
กันยายน	9.69	581.57	60.02			
ตุลาคม	8.21	492.79	60.02			
พฤศจิกายน	1.31	78.35	59.81			
ธันวาคม	3.42	205.31	60.03			
รวมทั้งสิ้น	124.10	7445.45	719.82	35.38	2300.44	325.17
เฉลี่ยทั้งปี	10.34	620.45	59.98			
เฉลี่ย5 เดือน	10.37	622.28	59.99	7.08	460.09	65.03

ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ผ้าลูกไม้ฝ้าย ผ้าลูกไม้ Poly, TC และ CVC ผ้าพิเศษ และ ผ้าเบาะรถยนต์ในปี 2554 และ ปี 2555 (ดังตารางที่ A1.24)

ตารางที่ A1.24 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ในปี 2554 และ ปี 2555

ผลิตภัณฑ์	พ.ศ. 2554	พ.ศ.2555
ผ้าลูกไม้ฝ้าย (ลูกบาศก์เมตร/ตัน)	143.97	141.94
ผ้าลูกไม้ Poly, TC และ CVC (ลูกบาศก์เมตร/ตัน)	80.00	84.79
ผ้าพิเศษ (ลูกบาศก์เมตร/ตัน)	190.04	195.01
ผ้าเบาะรถยนต์ (ลูกบาศก์เมตร/ตัน)	59.99	65.03

หมายเหตุ ดัชนีปีโรงงานมีปัญหาล้างผ้าต่างต้องย้อมซ้ำ ประมาณ 20 %ของผลผลิต และเริ่มปรับปรุงสูตรฟอกช่วงตามมาตรฐานที่ 3 และที่ 4 ปลายเดือนพฤษภาคม ปี 2555

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

มาตรการที่ 1 ปรับปรุงกระบวนการล้างเรซิน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งถังกรองชุดใหม่

ถังเหล็กขนาด 18 ลูกบาศก์เมตร x 3 ใบ (รวมค่าประกอบ ติดตั้ง)	469,800.00	บาท
ท่อ+หน้าแปลน+วาล์ว	284,947.00	บาท
อุปกรณ์ต่อพ่วง (หัวกรองเรซิน, มาตรฐานน้ำ)	58,700.00	บาท

ค่าเดินท่อ	125,000.00	บาท
เรซิน+ทราย	436,453.00	บาท
รวมเงินลงทุนทั้งหมด	1,374,900.00	บาท
ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้	636	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ประหยัดน้ำลงได้	5.08	%
ปริมาณเกลือที่ประหยัดได้	95,580	กิโลกรัมต่อปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	266,649.36	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	5.15	ปี

มาตรการที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต

ลดการใช้น้ำจากการล้างผ้าที่ไม่จำเป็นลงประมาณ ปี 2554 ใช้น้ำ	3,076	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
เงินลงทุน	150,220.55	ลูกบาศก์เมตร
จะประหยัดน้ำลงได้	0	บาท
คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้	2.11	%
ระยะเวลาคืนทุน	64,596	บาทต่อปี
	ทันที	ปี

มาตรการที่ 3 ปรับเปลี่ยนกระบวนการทำ Reduction clearing

ลดน้ำจากขั้นตอนย้อมและ Reduction clearing จาก 80 ลิตร/กิโลกรัมผ้า เหลือ 30 ลิตร/กิโลกรัมผ้า ปี 2554 ย้อมผ้า Polyesterสีเข้มที่	11,246.9	กิโลกรัม
เงินลงทุน	0	บาท
ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้	562.3	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ประหยัดน้ำลงได้	37.50	%
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	11,809.2	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	ทันที	ปี

มาตรการที่ 4 ปรับปรุงกระบวนการเตรียมผ้า (Pretreatment) สำหรับผ้า 100% Mercerized cotton

ลดน้ำจากขั้นตอนย้อมและ เตรียมผ้าจาก 65-75 ลิตร/กิโลกรัมผ้า ลงเหลือ 30-40 ลิตร/กิโลกรัมผ้า ปี 2554 ย้อมผ้า Cotton Mercerized ทั้งสิ้น 416,152 กิโลกรัม 2,588,217 หลา		
เงินลงทุน	0	บาท
ปริมาณน้ำที่จะประหยัดได้	12,484 -14,565	ลูกบาศก์เมตรต่อปี
ประหยัดน้ำลงได้	8.3 – 9.7	%
คิดเป็นเงินที่จะประหยัดได้	262,164 -305,865	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	ทันที	ปี

8. โครงการที่จะทำในอนาคต

มาตรการ การปลดอัดอากาศ Blowdown ของหม้อไอน้ำ
ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานติดตั้งหม้อไอน้ำเพื่อใช้งานในการผลิตจำนวน 1 ชุด ขนาด 10 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง หม้อไอน้ำจะ Blowdown ทุกๆ 60 นาที ต่อครั้ง ครึ่งละ 10 วินาที ซึ่งเป็นแบบ Bottom blowdown

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

ข้อสังเกต	ผลที่กระทบ
น้ำป้อนเข้าและน้ำใน Boiler มีค่า TDS สูงกว่ามาตรฐาน	มีตะกอนสะสมภายใน Boiler ทำให้ท่ออุดตันแลกเปลี่ยนความร้อนได้ไม่ดี และจำเป็นต้องมีการ Blowdown หลายครั้ง ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานถ่านหินทั้งสิ้น

ค่า TDS มีมากหรือสูงเกินไปในหม้อน้ำ จะมีผลทำให้เกิด Foaming (ฟองละเอียดที่ผิวหน้าของน้ำ) ในหม้อน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุของการที่ไอน้ำดูดเอาน้ำ (เมื่อน้ำ) ตามไปด้วย หรือที่เรียกว่าเกิด Carry over รวมถึงทำให้เกิดการจับของตะกอนภายในหม้อน้ำทำให้การถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการควบคุมระดับ TDS ให้เหมาะสม

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

ใช้ระบบ Continuous Blowdown และทำการเช็คค่า TDS เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับทำ Blowdown

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

- (1) การจัดเก็บข้อมูล หรือการค้นหาข้อมูลของโรงงาน
 - ได้จากการตรวจสอบ ตรวจวัด วิเคราะห์ และจดบันทึก
 - ข้อมูลสำคัญที่โรงงานควรจัดเก็บประจำ คือ ปริมาณการใช้สารเคมี สีย้อม น้ำ พลังงาน รวมทั้งปัญหาอุสรรคอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ
- (2) ลดปริมาณการใช้น้ำ
 - ติดตั้งมาตรวัดน้ำ และตัวควบคุมระดับน้ำ ในบริเวณหรือตำแหน่งที่ต้องใช้น้ำ
 - ตรวจสอบและซ่อมแซมรอยรั่ว หรือการชำรุดของท่อ น้ำ วาล์วและอุปกรณ์การใช้น้ำต่างๆอย่างสม่ำเสมอ
 - การติดตั้งหัวฉีดควบคุมการจ่ายน้ำที่ปลายสายยางในการล้างทำความสะอาด
 - ติดตั้งอุปกรณ์อัตโนมัติ ควบคุมการไหลของน้ำในท่อ
 - ติดตั้งหัวฉีดน้ำแรงดันสูงสำหรับการทำความสะอาด
 - ไม่ใช้ระบบน้ำล้น (Overflow) ในการล้างผ้า ควรใช้การแช่หรือระบบล้างแบบไหลสวนทาง
 - พยายามลดการย้อมซ้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสิ้นเปลืองน้ำ สีย้อม พลังงานและสารเคมี
 - ใช้เครื่องวัดสีคอมพิวเตอร์ (Computer color matching: CCM) ช่วยเทียบสีได้อย่างถูกต้องเพื่อควบคุมการออกสูตรสีย้อมได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
 - ชั่ง ตวง สี และสารเคมีด้วยความระมัดระวังเพื่อลดการตกหล่นและรั่วไหล
 - นำน้ำจากอ่างล้างสุดท้ายที่สะอาดที่สุดกลับมาใช้ซ้ำ
- (3) การประหยัดน้ำในหม้อต้มไอน้ำ
 - นำระบบควบคุมปริมาณของแข็งละลายน้ำมาควบคุมระยะเวลาและจำนวนครั้งในการระบายไอน้ำ (Blowdown)
 - นำน้ำควบแน่นหรือน้ำคอนเดนเสต (Condensate water) ที่มีอุณหภูมิสูงกลับมาใช้ป้อนหม้อไอน้ำใหม่ ช่วยประหยัดน้ำและพลังงาน

(4) การประหยัดน้ำในระบบผลิตน้ำอ่อน

การฟื้นฟูสภาพเรซิน

- รูปแบบของถังผลิตน้ำอ่อน มีการติดตั้งหัวกระจายน้ำอย่างเพียงพอ
- ติดตั้งกระจก (Side glass) ทั้งด้านบนและด้านล่าง
- ท่อปล่อยน้ำทั้งบริเวณกันถังต้องสามารถปล่อยน้ำหรือน้ำเกลือได้หมดถึง
- ตรวจวัดปริมาณเรซินที่มีอยู่จริงในถัง
- ควรมีชุดทดสอบความกระด้างที่ใช้สำหรับหน้างาน

10. สรุปความคิดเห็นและข้อเสนอของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยี สะอาด



- การสร้างจิตสำนึกให้คนที่มีส่วนร่วมในโรงงานในการใช้น้ำและพลังงานอย่างอนุรักษ์เป็นเรื่องค่อนข้างยาก แต่ก็ต้องทำให้ได้ ต้องใช้การอธิบาย การทำความเข้าใจ และมีการตรวจสอบเป็นระยะ
- จากกิจกรรมที่ได้ทำพบว่าควรต้องมีการตรวจสอบกระบวนการ มาตรฐานการทำงานอยู่เสมอเพราะอาจมีจุด สิ้นเปลืองที่จะสามารถลดลงได้อื่นเนื่องจากความเข้าใจไม่ถูกต้องของคนทำงาน (เช่น คนที่เขียนโปรแกรมที่ ไปเขียนกระบวนการล้างน้ำการย้อมเพิ่มขึ้น เพราะคิดว่าจะทำให้งานดีขึ้น แต่กลับสิ้นเปลืองและเสียเวลา)
- สารเคมีและเทคโนโลยีใหม่ๆ จะช่วยให้ลดเวลาและการใช้น้ำ + พลังงานลงได้ ต้องมีการปรับปรุงให้ทันสมัย อยู่เสมอ
- หาข้อมูลและความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญจะช่วยให้เราสามารถปรับปรุงกระบวนการได้
- เทคโนโลยีและเครื่องจักรจะช่วยให้ลดการใช้พลังงานได้ แต่ต้องหาที่เหมาะสมกับวัตถุดิบและ กระบวนการของเรา
- การสำรวจกระบวนการของโรงงานและ Up-to-date ทั้งกระบวนการและเทคโนโลยีรวมทั้งเคมีใหม่ๆ บ่อย ลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นลง

คุณปิยะฉัตร โชคพิชิต

27-7-2012

บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด

1. ข้อมูลโรงงานเบื้องต้น

ชื่อโรงงาน	บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด
เลขทะเบียนบริษัท	0105493001046
ทุนจดทะเบียน	225 ล้านบาท
โรงงาน	49/1 หมู่ที่ 8 ถนนปทุมธานี-บางเลน ตำบลคูบางหลวง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี 12140
ปีที่ก่อตั้งโรงงาน	พ.ศ. 2533

2. ข้อมูลทั่วไป

ประเภทกิจการ	ทอผ้า
จำนวนพนักงานรวม	609 คน พนักงานรายเดือน 448 คน พนักงานรายวัน 161 คน
เวลาทำงาน	6 วัน/สัปดาห์ ทำงาน 3 กะ/วัน กะละ 8 ชั่วโมง
ปริมาณการผลิต	

ตารางที่ A2.1 ร้อยละผลิตภัณฑ์ของโรงงานต่อปี

ผลิตภัณฑ์	ผลผลิต/ปี (ตัน)	ร้อยละผลิตภัณฑ์
1) เส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์	3,704	50.66
2) ผ้าผืน	3,610	49.36

วัตถุดิบ	เส้นใยฝ้าย	ปริมาณ	299	ตัน/เดือน
	เส้นใยโพลีเอสเตอร์	ปริมาณ	118	ตัน/เดือน
สารเคมีเสริม	Modified starch	ปริมาณ	11,564	กิโลกรัม/เดือน
	PVA	ปริมาณ	10,948	กิโลกรัม/เดือน
	Acrylic	ปริมาณ	1,926	กิโลกรัม/เดือน
	Wax	ปริมาณ	1,439	กิโลกรัม/เดือน

การใช้ปัจจัยการผลิต

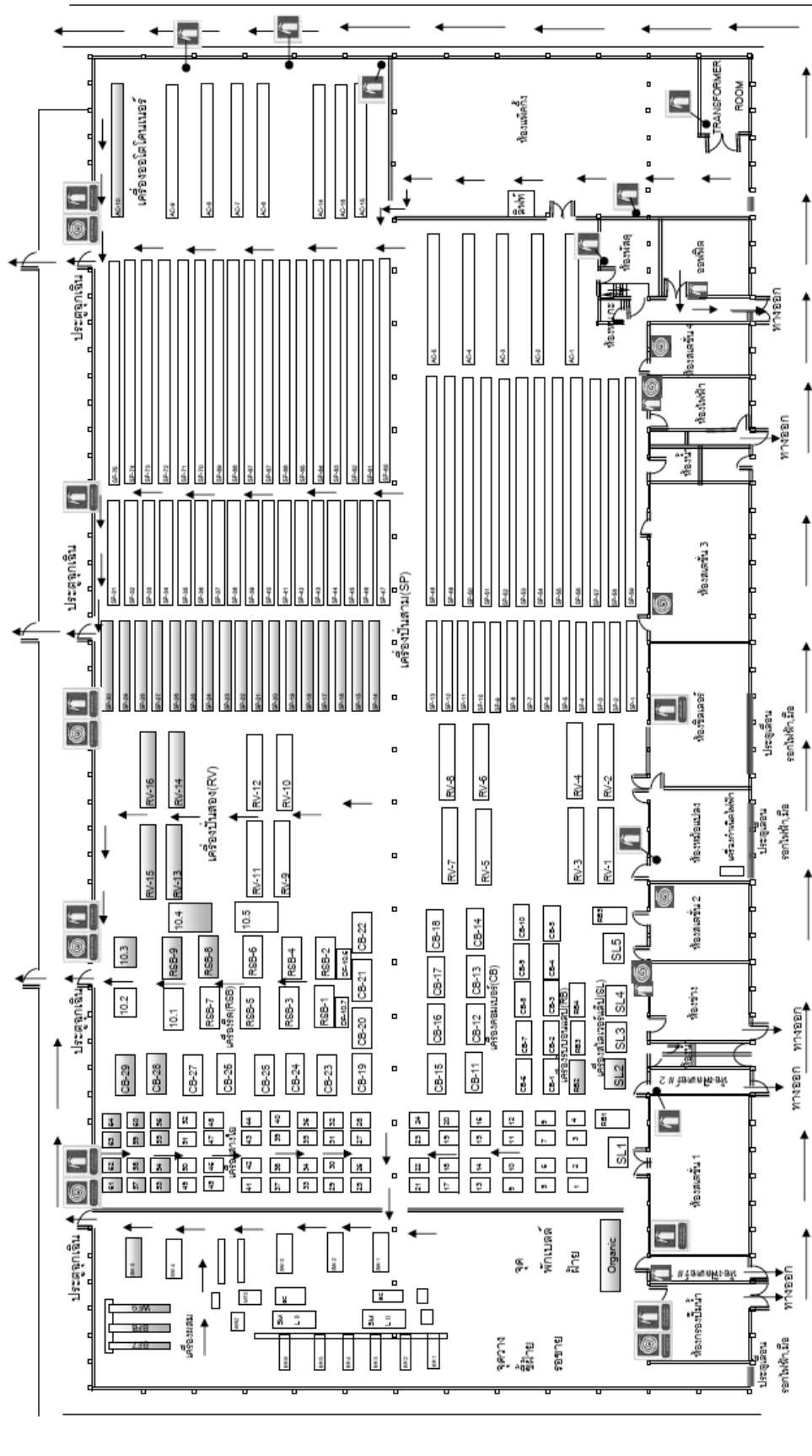
ตารางที่ A2.2 ปัจจัยการผลิตของโรงงาน

ทรัพยากรและสาธารณูปโภค	ปริมาณการใช้	วัตถุประสงค์การใช้	ราคา/หน่วย
น้ำ แหล่งที่มา น้ำบาดาล วิธีการเตรียม กรองทรายและเรซิน น้ำประปา วิธีการเตรียม กรองทรายกรองถ่านและเรซิน	7810 m ³ /เดือน 4,158 m ³ /เดือน	ใช้ในกระบวนการผลิต	17 บาท/หน่วย 23 บาท/หน่วย
เชื้อเพลิง น้ำมันเตาเกรด bunker C เบนซิน	48,000 ลิตร/เดือน 1,988 ลิตร/เดือน		
ไฟฟ้า ในส่วนของปัมน้ำบาดาลและ High tank	150 kwh/day		3 บาท

การบำบัดของเสีย

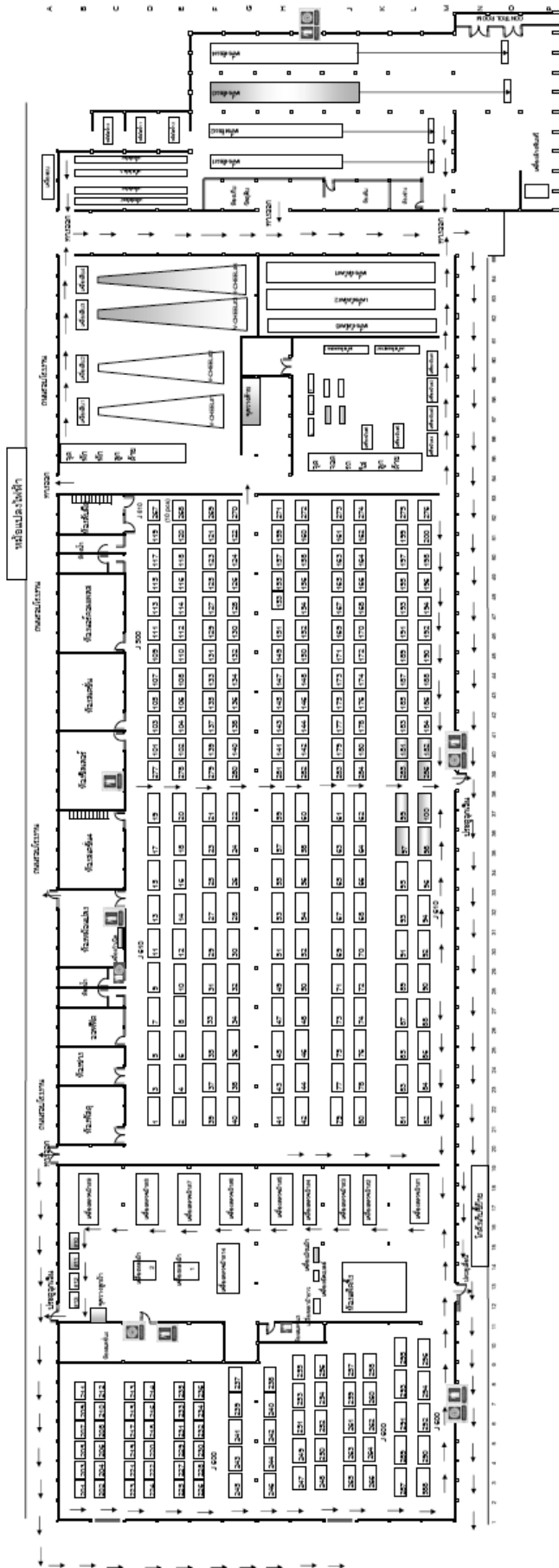
ตารางที่ A2.3 ประเภทของของเสีย แหล่งกำเนิด และการกำจัด

ประเภทของเสีย	แหล่งกำเนิด	ปริมาณ/วัน	วิธีการบำบัด
น้ำทิ้ง	การทอผ้า การย้อมแป้ง สำนักงาน	-	-
ของเสียของแข็ง	เศษชีฟ้าย, เศษด้าย, เศษผ้า	699, 53 กก. 2-3 หลา	ขาย ขาย
อากาศเสีย	หม้อไอน้ำ	-	-



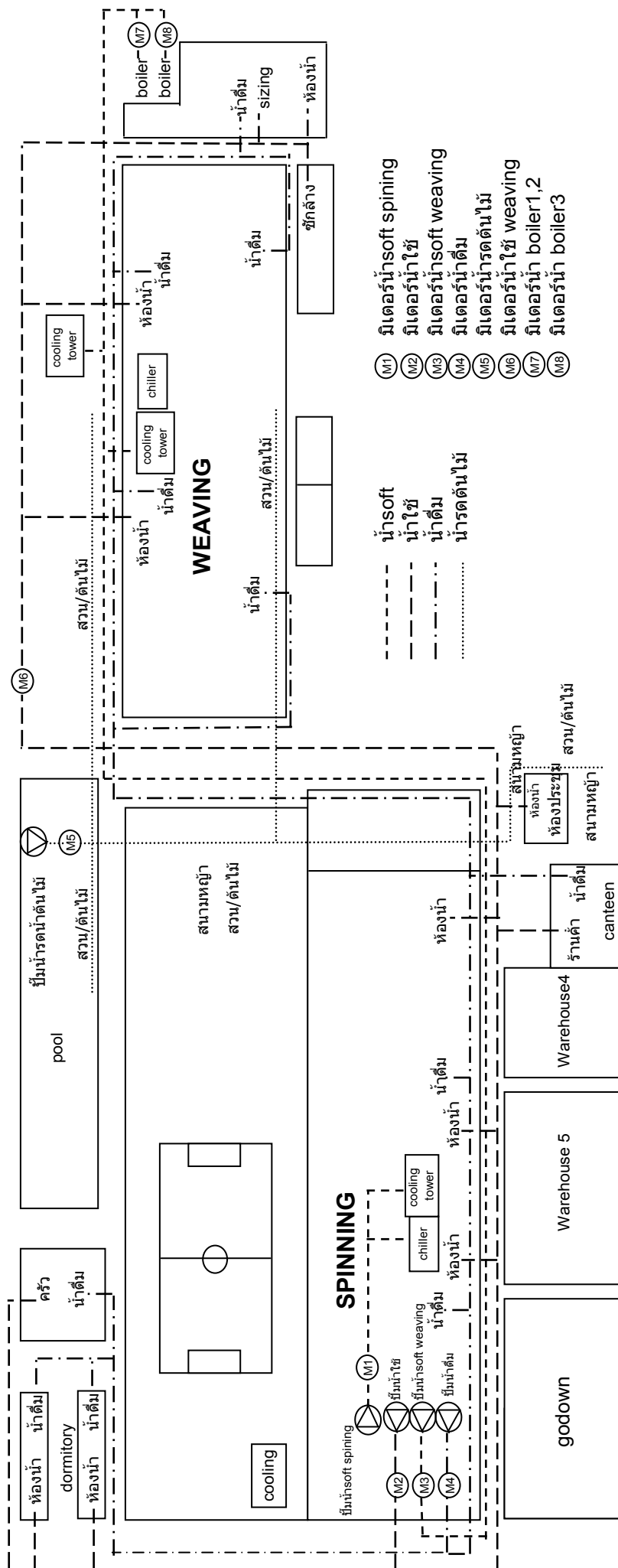
รูปที่ A2.1 แผนผังเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการบัดย

แผนผังเครื่องจักรที่ใช้ในขั้นตอนทอผ้า



66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76

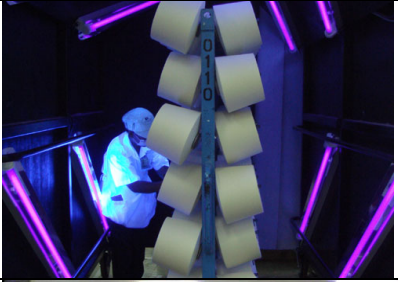
รูปที่ A2.2 แผนผังเครื่องจักรที่ใช้ในการทอผ้า



รูปที่ A2.3 แผนผังการใช้ผ้า Bangkok domtex

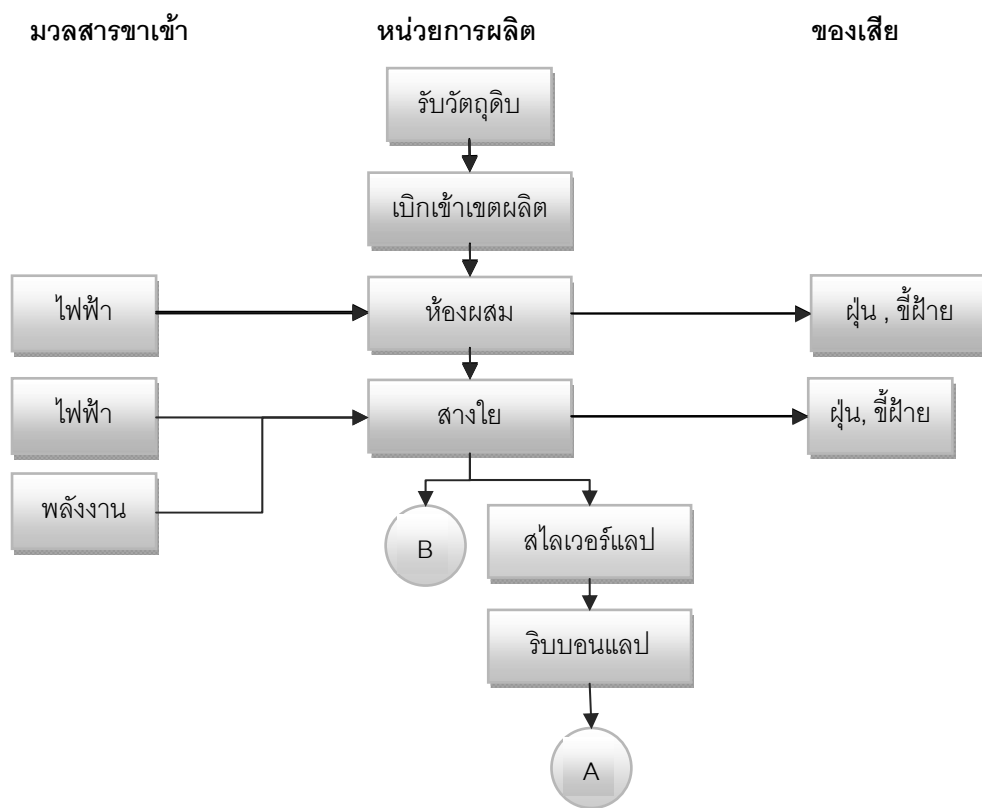
3. แผนผังกระบวนการผลิต

ขั้นตอนการผลิต

วัตถุดิบเส้นใย		
ปั่นด้าย		
ทอผ้า		
ย้อมสี & ตกแต่ง สำเร็จ		
ตัดเย็บผ้าปูที่นอน		

รูปที่ A2.4 ขั้นตอนการผลิต

กระบวนการผลิต Combed Yarn (A) และ Carded Yarn (B) แสดงดังรูปที่ A2.5

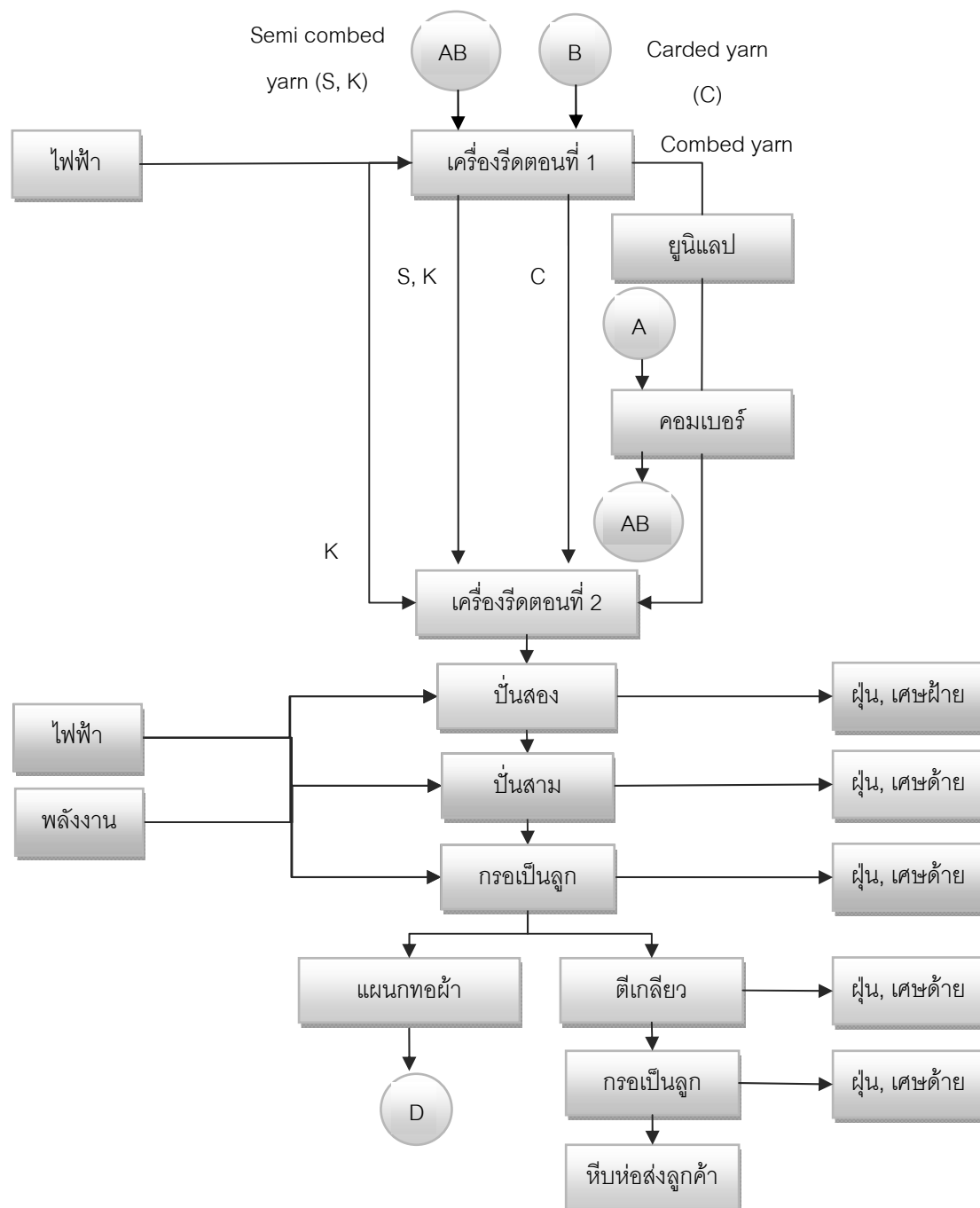


รูปที่ A2.5 ขั้นตอนการผลิต Combed yarn (A) และ Carded yarn (B)

มวลสารขาเข้า

หน่วยการผลิต

ของเสีย

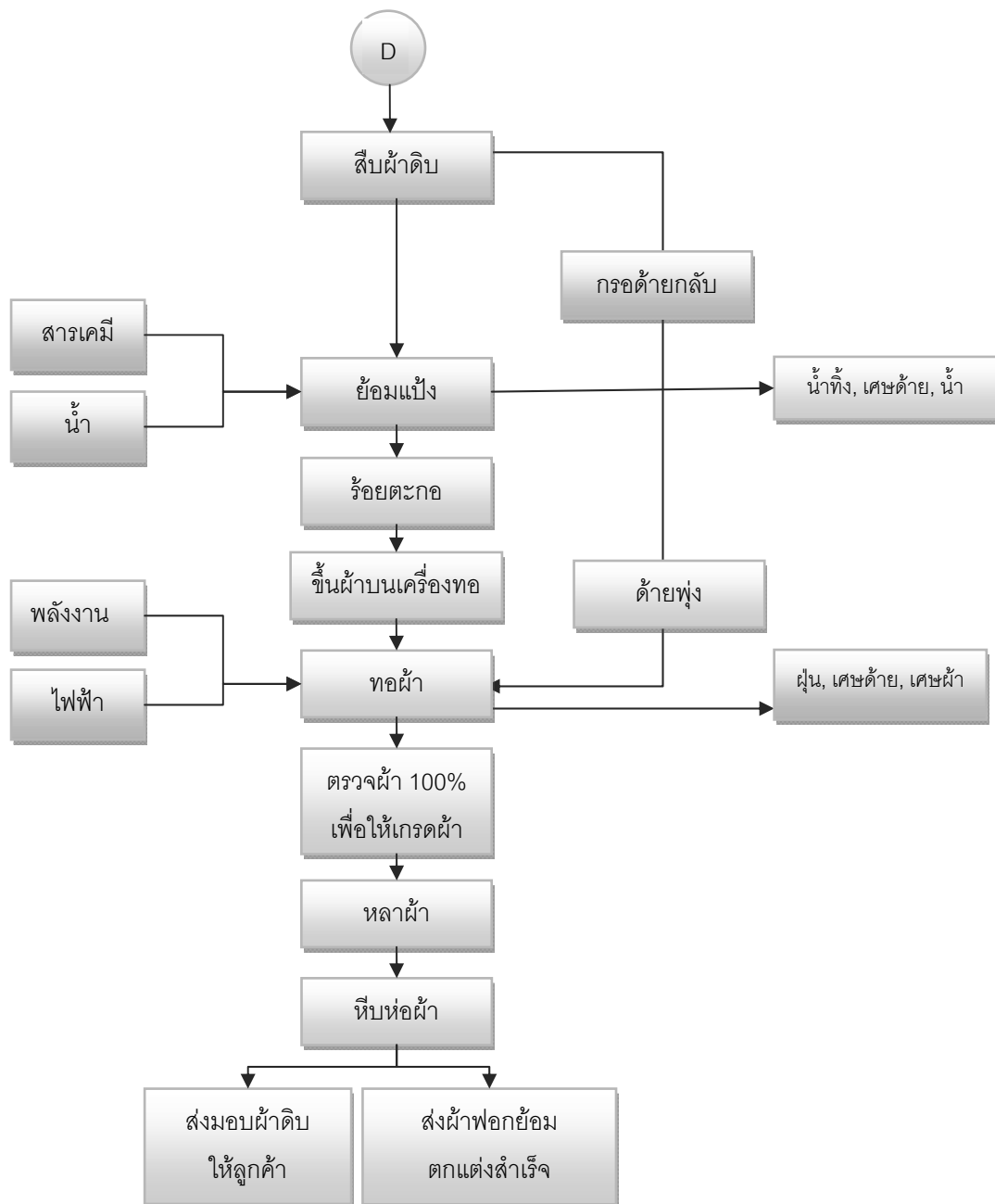


รูปที่ A2.6 ขั้นตอนการผลิตด้าย

มวลสารขาเข้า

หน่วยการผลิต

ของเสีย



รูปที่ A2.7 ขั้นตอนการผลิตผ้าดิบ

4. โครงการกิจกรรมการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพที่ทำมาก่อนของโรงงาน

ปรับปรุงระบบการล้างถังทราย และเรซิน

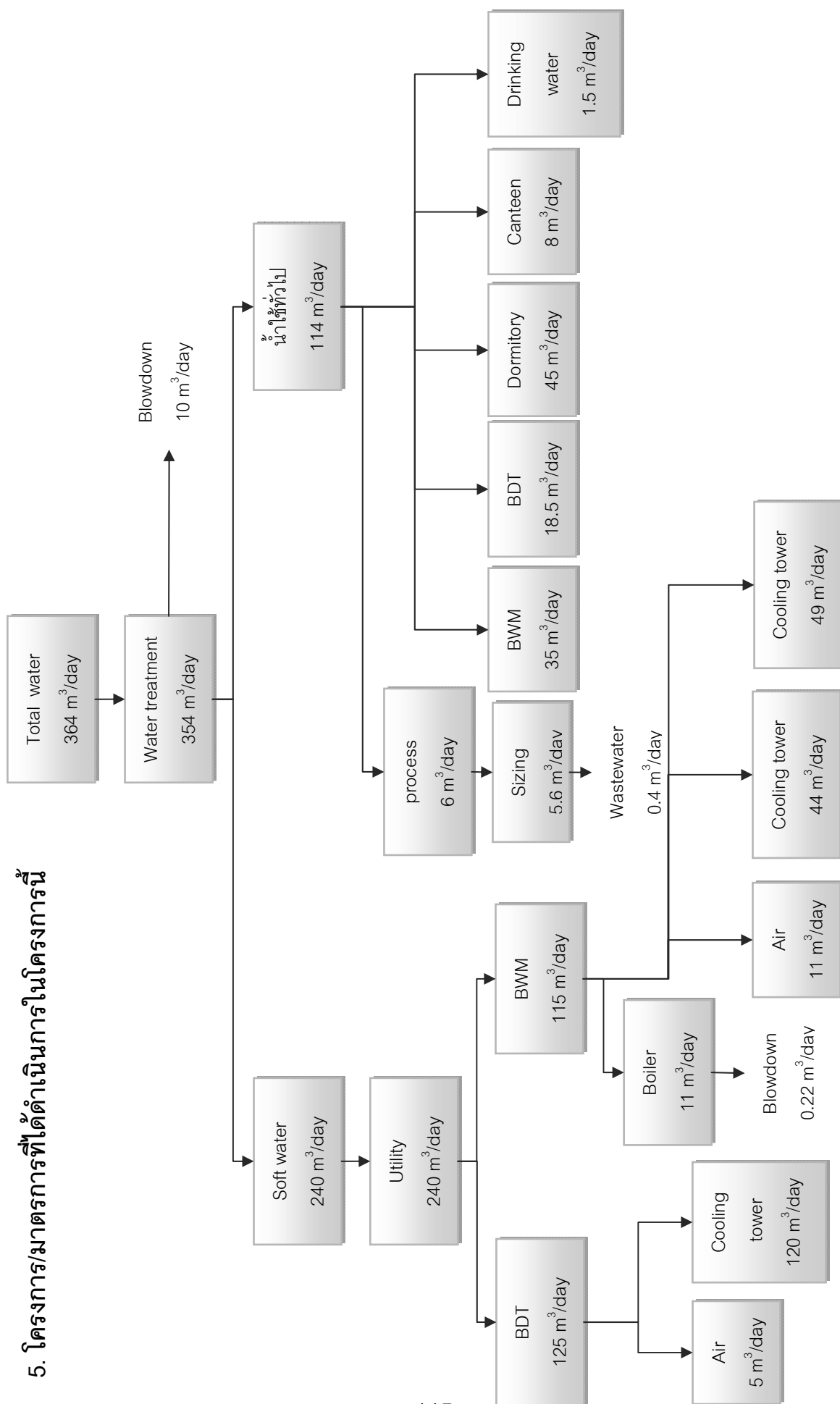
การล้างถังทรายและถังเรซิน จากเดิมใช้น้ำล้างปริมาณ 50 ลูกบาศก์เมตร/วัน ปรับเป็น 10 ลูกบาศก์เมตร/วัน

การล้างถังทรายด้วยน้ำล้างกลับ (Back wash) จากเดิมใช้เวลา 15 นาที แรงดัน 2 บาร์ ปรับเป็น 10 นาที

แรงดัน 2 บาร์

การล้างถังเรซินด้วยน้ำล้างกลับจากเดิมใช้เวลา 15 นาที ปรับเป็น 5 นาที

5. โครงการ/มาตรการที่ได้ดำเนินการในโครงการนี้



โครงการและกิจกรรมการบริหารจัดการน้ำในโครงการนี้
มาตรการที่ 1 ติดตั้งมิเตอร์ เพื่อวัดการใช้น้ำในแต่ละจุด
ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด เป็นโรงงานที่ผลิตเส้นด้ายฝ้าย เส้นด้ายฝ้ายผสมพอลิเอสเตอร์ ผ้าฝ้าย และ ผ้าฝ้ายผสมพอลิเอสเตอร์ ใช้น้ำบาดาล 7811.02 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน (65.27%) ใช้น้ำประปา 4157.17 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน (34.73%) ยังไม่มีดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันโรงงานยังไม่ได้ติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณการใช้น้ำแยกในแต่ละจุด โดยมีมิเตอร์รวมที่เดียว

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

โรงงานไม่มีมิเตอร์แยก ทำให้ไม่ทราบปริมาณการใช้น้ำในแต่ละจุด

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ติดตั้งมิเตอร์ เพื่อวัดการใช้น้ำ Soft ของ BDT และ BWM4 ที่อุปกรณ์ Cooling tower(Air condition), Boiler
2. ติดตั้งมิเตอร์ เพื่อวัดการใช้น้ำบริเวณหอพัก, โรงอาหาร, BWM4, ห้องย้อมแป้ง
3. เก็บข้อมูลการใช้น้ำเป็นเวลา 3 สัปดาห์
4. หากิจกรรมในการลดปริมาณการใช้น้ำในแต่ละจุด

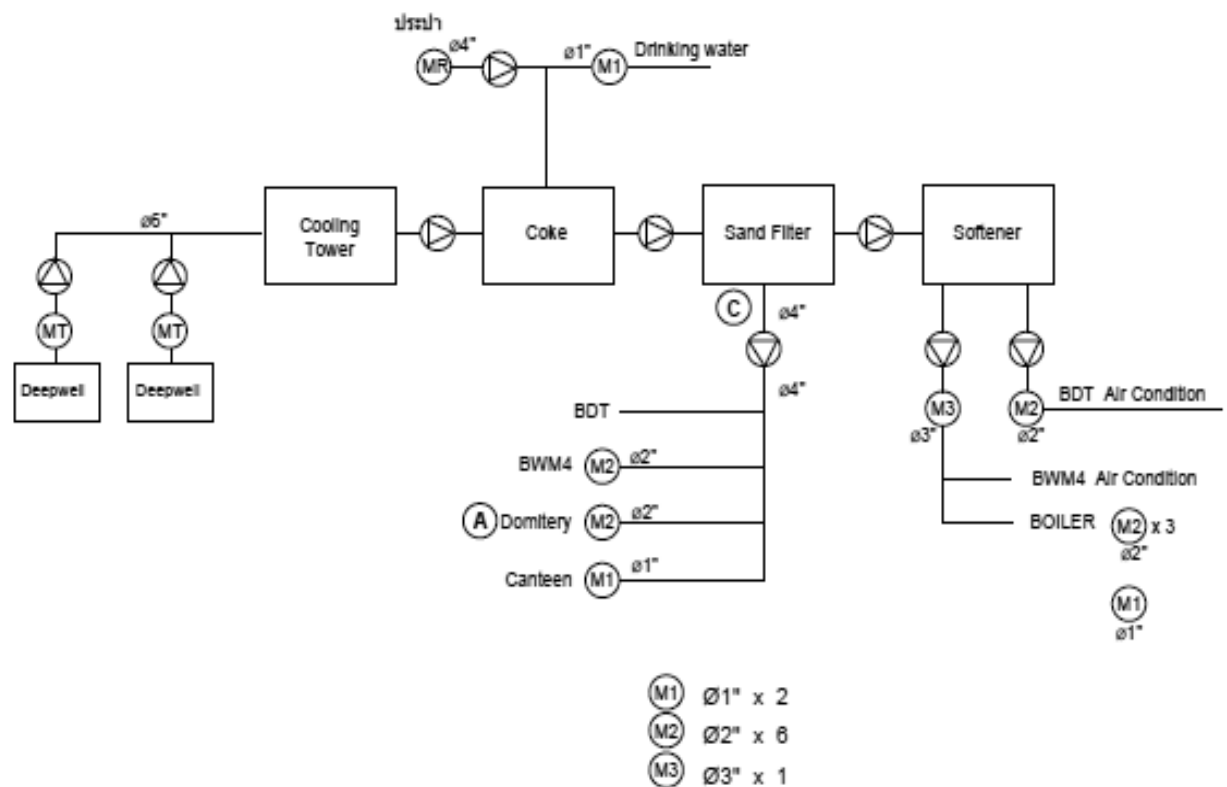
การดำเนินงานในมาตรการที่ 1



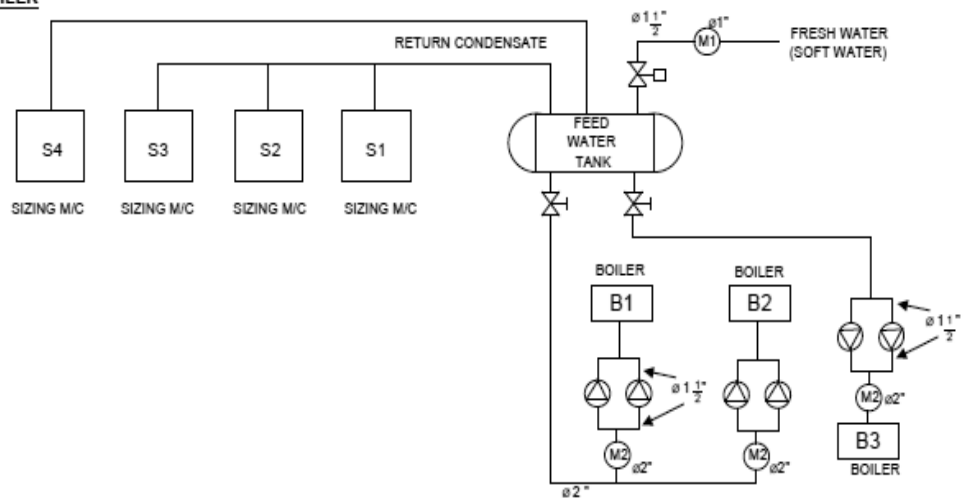
ประชุมการลดค่าใช้จ่ายน้ำบาดาล วันที่ 28 เมษายน 2555

วาระการประชุม

1. ห้ามใช้น้ำบาดาลรดต้นไม้ และล้างพื้นฟุตบอล
2. ให้ AUDITOR 5ส ตรวจสอบจุดน้ำรั่ว ภายในวันที่ 10 พฤษภาคม 2555 เพื่อนำมาแก้ไข
3. วางแผนการติดตั้งมิเตอร์ตามแปลน ในวันที่ 1 พฤษภาคม 2555 ดังรูปที่ A2.8



LINE น้ำ BOILER



- (M1) x 1 ø1" มีเดอรน้ำธรรมดาตามบ้านทั่วไป Ø 1 1/2" ลดเป็น Ø 1"
- (M2) x 3 ø2" มีเดอรน้ำทนความร้อน 70 °c Ø 2" หรือลดเป็น Ø 1 1/2" เท่ากับท่อเข้าออกของ FEED PUMP

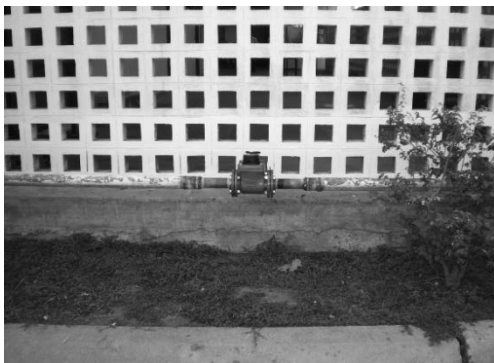
รูปที่ A2.8 การติดตั้งมิเตอร์ตามแปลน



การติดตั้งปั๊มเพื่อปัมน้ำจากสระน้ำ



มิเตอร์ที่ปัมน้ำจากสระ



มิเตอร์น้ำที่โรงพยาบาล



มิเตอร์น้ำ SOFT จ่ายเข้าโรงงาน BDT, BWM 4

ข้อมูลการใช้น้ำในแต่ละจุด เดือนมิถุนายน 2555 (ดังตารางที่ A2.4)

ตารางที่ A2.4 ปริมาณการใช้น้ำต่อวันในแต่ละจุดของโรงงาน เดือนมิถุนายน ปี 2555

จุดติดตั้งมิเตอร์	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
Cooling tower (น้ำอ่อน)	125 (BDT), 115 BMW4)
Boiler (น้ำอ่อน)	11
หอพัก (น้ำใช้ทั่วไป)	45
โรงพยาบาล (น้ำใช้ทั่วไป)	8
BWM4 (น้ำใช้ทั่วไป)	35
ห้องย้อมแป้ง (น้ำใช้ทั่วไป)	5.6

ค่าใช้จ่าย

มิเตอร์	78,200	บาท
ปัมน้ำ	17,000	บาท
อื่นๆ	15,000	บาท
รวม	110,200	บาท

มาตรการที่ 2 การลดปริมาณน้ำล้างถังกรองทราย

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ถังกรองทรายทำหน้าที่กรองเอาความขุ่น หรือตะกอน SS ออกจากน้ำ ดังนั้น สิ่งที่ต้องการเป็นสิ่งแรกจากถังกรองทราย คือน้ำจะต้องมีคุณภาพใสหรือมีความขุ่นน้อย และนอกจากคุณภาพน้ำใสแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงการให้ปริมาณน้ำหรืออัตราการไหลของน้ำเพียงพอต่อการใช้ด้วย รวมถึงในการล้างย้อนเพื่อเอาตะกอนออกไปนั้นควรที่จะใช้น้ำน้อย โดยสามารถทำลายเค้กของชั้นตะกอนออกได้ด้วย

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

- 1) โรงงานไม่มีการติดตั้งมาตรวัดปริมาณน้ำก่อนเข้าถังกรองทราย ทำให้ไม่ทราบว่าน้ำเข้าถังกรองทรายปริมาณเท่าไร โดยโรงงานกำหนดการล้างด้วยเวลา
- 2) โรงงานมีการติดตั้งมาตรวัดความดันที่ท่อน้ำก่อนเข้าถังและหลังออกจากถัง แต่เกจไม่สามารถวัดได้
- 3) ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ คือไม่มีการตรวจสอบค่าความขุ่นของน้ำ ไม่มีการตรวจสอบประสิทธิภาพว่าสามารถลดค่าความขุ่นลงได้กี่เปอร์เซ็นต์ ด้วยการเปรียบเทียบค่าความขุ่นก่อนและหลังผ่านถังกรองทราย
- 4) ไม่มีการบันทึกการทำงานต่อรอบในการผลิตน้ำ ไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างย้อนว่าใช้เท่าไร เนื่องจากไม่มีมาตรวัดปริมาณน้ำ

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) เปลี่ยนอุปกรณ์วัดความดันติดตั้งไว้ที่ท่อน้ำทั้งก่อนเข้าถังและหลังจากออกจากถังเพื่อให้ทราบค่าความดันที่ลดลง และบันทึกค่าความดันทุกวัน
- 2) เปลี่ยนวิธีการล้างถังกรองทรายจากเดิมอาทิตย์ละ 2 ครั้ง เป็น 10 วันครั้ง และเวลาการล้างย้อน 25 นาที

ผลการดำเนินงาน

การลดความถี่ในการล้างถังกรองทรายจะตรวจสอบตามสมบัติของน้ำล้างดังตารางที่ ตารางที่ A2.5

ตารางที่ A2.5 ความถี่ในการล้างถังกรองทรายและสมบัติของน้ำล้าง

ความถี่ในการล้าง	พีเอช	ความขุ่น	ความนำไฟฟ้า
		(NTU)	(μS)
น้ำในบ่อบาดาลก่อนล้างถังทราย	7.77	0.88	389
น้ำผ่านถังกรองทรายหลังการล้างทันที	7.87	0.42	345
น้ำจากถังกรองทรายหลังการล้าง 1 วัน	7.96	0.47	353
น้ำจากถังกรองทรายหลังการล้าง 7 วัน	7.74	0.96	357
น้ำจากถังกรองทรายหลังการล้าง 10 วัน	7.64	0.30	360



ลักษณะของน้ำที่ออกจากถังกรองทราย

- 1/1 น้ำในบ่อบาดาลก่อนล้างถังทราย
- 1/2 น้ำผ่านถังกรองทรายหลังการล้างทันที
- 1/3 น้ำจากถังกรองทรายหลังการล้าง 1 วัน
- 1/7 น้ำจากถังกรองทรายหลังการล้าง 7 วัน

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำล่างถึงกรองทรายก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ A2.6

ตารางที่ A2.6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำล่างถึงกรองทรายก่อนและหลังการปรับปรุง

วิธีการ	ความถี่ในการล้าง	เวลาที่ใช้ล้างย้อน	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม./เดือน)	ประหยัดน้ำ/เดือน
ก่อนการปรับปรุง	2 ครั้ง / อาทิตย์ 8 ครั้ง / เดือน	25 นาที	429	
หลังการปรับปรุง	1 ครั้ง / 10 วัน 3 ครั้ง / เดือน	25 นาที	161	268 m ³ / เดือน

อัตราการไหล 2.145 ลูกบาศก์เมตร/นาที

เงินลงทุน 0 บาท

ประหยัดน้ำ 268 ลูกบาศก์เมตร/เดือน

ประหยัดน้ำ 5,360 บาท/เดือน (ค่าน้ำบาดาล 20 บาท/ลูกบาศก์เมตร)

ระยะเวลาคืนทุน ไม่ได้ลงทุน

มาตรการที่ 3 ใช้น้ำผิวดินแทนน้ำประปาในการรดน้ำต้นไม้ และทำความสะอาด ถนนรอบโรงงาน

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

โรงงานทอผ้ากรุงเทพ มีเนื้อที่ 150 ไร่ และรอบบริเวณโรงงานปลูกต้นไม้เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับโรงงาน โดยใช้น้ำประปารดน้ำต้นไม้และทำความสะอาดถนนรอบโรงงาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

การใช้น้ำประปารดน้ำต้นไม้ และทำความสะอาดถนนรอบโรงงาน เป็นการสิ้นเปลืองน้ำประปา ประกอบกับโรงงานไม่มีมิเตอร์แยก ทำให้ไม่ทราบว่าใช้น้ำประปาเพื่อรดน้ำต้นไม้ และทำความสะอาดถนนรอบโรงงานปริมาณเท่าไรต่อเดือน

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

โรงงานมีสระน้ำ ขนาด กว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 40 x 135 x 6 เมตร ซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์จะนำน้ำจากสระน้ำมาใช้เป็นน้ำรดน้ำต้นไม้ และทำความสะอาดถนนรอบโรงงานแทนการใช้น้ำประปา และติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำที่ออกจากสระ จะทำให้ทราบว่าโรงงานประหยัดค่าน้ำประปาที่ใช้ในการรดน้ำต้นไม้ และทำความสะอาดถนนรอบโรงงาน ไปเท่าไรต่อเดือน

สภาพหลังการปรับปรุง

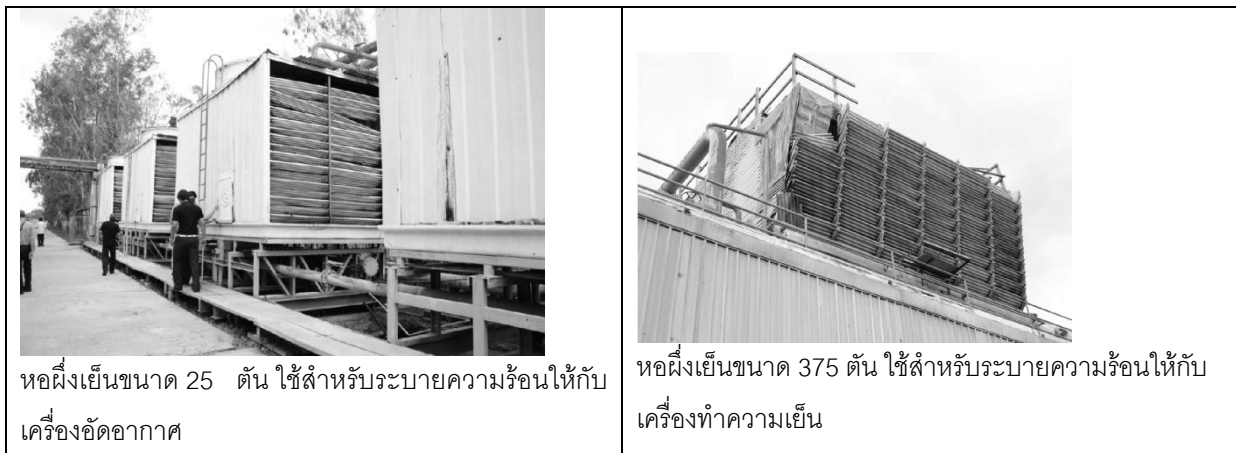


รูปการติดตั้งปั๊มเพื่อปัมน้ำจากสระน้ำ

ระยะเวลาดำเนินการ	1.5 เดือน (เมษายน – 15 มิถุนายน 2555)
เงินลงทุน	30,000 บาท
ค่าอุปกรณ์ ได้แก่ มิเตอร์ ปั๊มน้ำ ท่อ และอื่นๆ	30,000 บาท
ค่าไฟฟ้า ปริมาณ 1 กิโลวัตต์ ใช้วันละ	3-4 ชั่วโมง ประมาณ 12-16 บาทต่อวัน
ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้	4,797 ลิตรต่อปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	95,940 บาทต่อปี (ค่าน้ำประปา เท่าไหร่ระบุ)
ระยะเวลาคืนทุน	3.7 เดือน

มาตรการที่ 4 การบำรุงรักษาและทำความสะอาดหอผึ่งเย็นอย่างสม่ำเสมอ ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

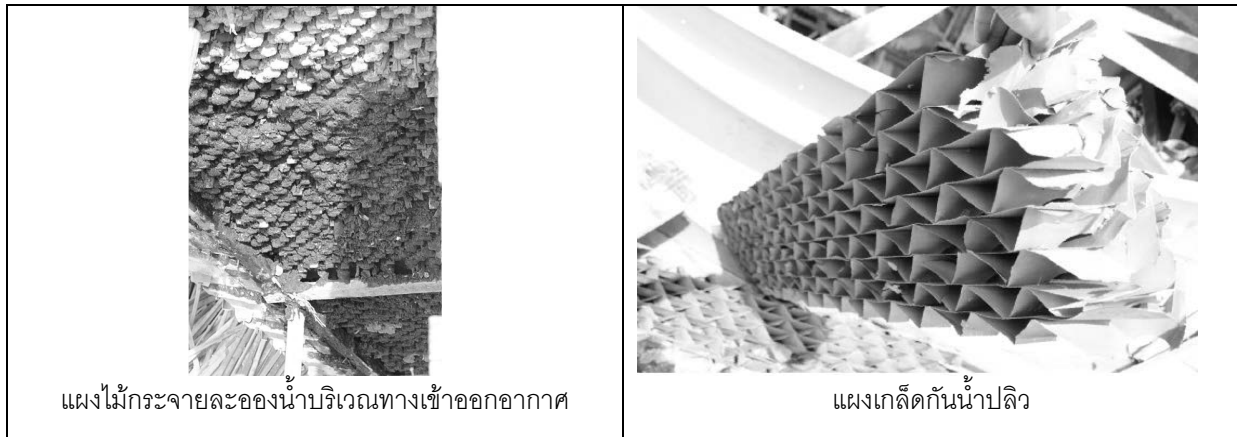
ทางโรงงานมีหอผึ่งเย็น (Cooling tower) ทั้งหมด 8 เครื่อง ใช้ในการระบายความร้อนให้กับเครื่องทำความเย็น (Chiller) 4 เครื่อง มีขนาด 375 ตัน และเครื่องอัดอากาศ (Air compressors) จำนวน 4 เครื่อง มีขนาด 25 ตัน ทั้งหมดเป็นหอผึ่งเย็นประเภทที่น้ำและอากาศไหลตัดกัน (Cross flow) ดังแสดงในรูปที่ A2.9



รูปที่ A2.9 หอผึ่งเย็นของทางโรงงาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนการปรับปรุง

จากการสำรวจพบว่าหอผึ่งเย็นของทางโรงงานมีสภาพเก่า มีอายุการใช้งาน 23 ปี บริเวณแผงกระจายละอองน้ำที่อากาศทางเข้าและอ่างน้ำมีตะไคร่น้ำเกาะรอบๆ เป็นจำนวนมาก ทำให้อากาศไม่สามารถไหลเข้าสู่หอผึ่งเย็นได้และน้ำไม่สามารถกระจายตัวได้ทั่ว ส่งผลให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศลดลง สังเกตได้จากความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำที่ทางเข้าและทางออกหอผึ่งเย็น ที่ต่างกันเพียง 4 °C อีกทั้งแผงเกล็ดกันน้ำปิว (Drift eliminator) แตกพังเสียหาย ดังรูปที่ A2.10 ทำให้น้ำเกิดการกระเซ็นปลิวไปกับอากาศ ส่งผลให้มีปริมาณน้ำสูญเสียที่ปลิวไปกับอากาศ (Drift loss) เป็นจำนวนมาก



รูปที่ A2.10 ตะไคร้น้ำที่เกาะแฉะไม้และสภาพของแฉะเกล็ดกันน้ำปลิว

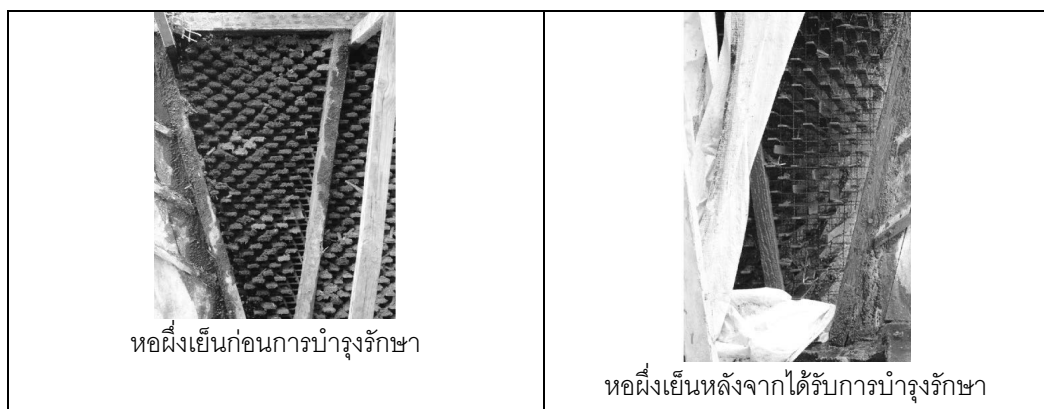
แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินงาน

โดยทั่วไปแล้วเมื่อใช้งานหอดึงเย็นเป็นระยะเวลานาน มักจะประสบปัญหาเรื่องตะกรันและการกัดกร่อน วัสดุที่มีตะกรันเกาะจับในระบบจะทำให้สมรรถนะของหอดึงเย็นลดลง ตามความหนาของตะกรันหรือสิ่งเจือปน ดังนั้นจึงต้องมีมาตรการในการบำรุงรักษาหอดึงเย็นอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและสามารถลงมือทำได้ทันที และมีต้นทุนน้อย โดยการบำรุงรักษาหอดึงเย็นอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศ อีกทั้งยังทำให้น้ำในระบบไหลเวียนได้ดีขึ้น และสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำโดยไม่จำเป็น ซึ่งความถี่ในการบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับสภาพของน้ำที่ไหลเวียนอยู่ในระบบ ความสะอาดของอากาศแวดล้อม ซึ่งแนวทางในการบำรุงรักษาสามารถทำได้ดังนี้

1. ตรวจสอบและทำความสะอาดเกี่ยวกับสภาพตะกรันและสารจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ติดอยู่ตามอ่างหรือตามแผ่นกันละอองน้ำกระเซ็น
2. ปรับตั้งอุปกรณ์ควบคุมคุณภาพน้ำเดิมต่าง ๆ อุปกรณ์ควบคุมการระบายน้ำ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
3. การตรวจสอบระบบน้ำเดิมได้แก่ท่อ น้ำ วาล์ว ปั๊มน้ำว่ายังทำงานดีอยู่
4. การตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ทางด้านดูดลม ได้แก่ ใบพัดลม มอเตอร์ สายพานของพัดลม และแปรง
5. การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์การฉีดน้ำได้แก่ หัวฉีด ตรวจสอบว่ายังคงสามารถฉีดน้ำได้เป็นฝอยละออง แผ่นกันน้ำกระเซ็น ตรวจสอบว่ายังคงสามารถกันน้ำกระเซ็นออกจากหอดึงเย็นได้หรือไม่

ผลการดำเนินงาน

โรงงานได้เริ่มทำการบำรุงรักษาหอดึงเย็น ดังแสดงในรูปที่ A2.11 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลต่างของอุณหภูมิของน้ำที่ทางเข้าและทางออกของหอดึงเย็น พบว่าหอดึงเย็นที่ได้รับการบำรุงรักษา มีความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำเข้าและออกเพิ่มขึ้นเป็น 8-10 °C และยังสามารถลดปริมาณน้ำที่กระเซ็นออกจากหอดึงเย็นได้อีกด้วย



รูปที่ A2.11 ห่อผงเเย่นก่อนหลังการบำรุงรักษา

ในการควบคุมคุณภาพของน้ำหล่อเย็นนั้น จะต้องควบคุมน้ำ Make up และน้ำ Blowdown ให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ซึ่งในส่วนนี้โรงงานจะดำเนินการต่อเนื่องหลังจากสิ้นสุดโครงการนี้

คุณภาพน้ำของโรงงาน

คุณภาพน้ำทั้งของโรงงาน

pH	7.69
COD	44 ppm
BOD	37 ppm

คุณภาพของน้ำบาดาลและน้ำอ่อนแสดงดังตารางที่ A2.7

ตารางที่ A2.7 คุณภาพของน้ำบาดาลและน้ำอ่อน ปี 2555

ข้อมูลปี 2555	น้ำบาดาล	น้ำอ่อน
พีเอช	7.89	7.93
ความกระด้าง (mg/l as CaCO ₃)	103	4.9
คลอไรด์ (mg/l)	0	0
ความนำไฟฟ้า (μs/cm)	396	364
เหล็ก (mg/l as Fe)	1.5	<0.5
TDS (mg/l)	135	260

การคำนวณประสิทธิภาพของการผลิตน้ำอ่อน

$$\text{Net capacity of resin} = \frac{\{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)} \times \text{ปริมาณน้ำอ่อนต่อรอบ (m}^3\}\}}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}}$$

$$= \frac{(76 \times 300)}{1000} = 22.8$$

$$\text{Basic capacity of resin} = \frac{\{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)} \times (\text{ปริมาณน้ำอ่อนต่อรอบ} + \text{น้ำล้างเกลือ}) (\text{m}^3)\}}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}}$$

$$= \frac{[76 \times (300 + 10)]}{1000} = 23.56$$

$$\text{ปริมาณเกลือต่อความกระด้าง} = \frac{\text{ปริมาณเกลือที่ใช้ต่อรอบ (kg)}}{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)}}$$

$$= \frac{90}{76} = 1.18$$

การใช้น้ำบาดาล และน้ำประปา ก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ

ตารางที่ A2.8 ปริมาณการใช้น้ำบาดาล น้ำประปา และน้ำผิวดินตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ. 2554			พ.ศ. 2555			
	น้ำบาดาล (m ³)	น้ำประปา (m ³)	ปริมาณน้ำรวม (m ³)	น้ำบาดาล (m ³)	น้ำประปา (m ³)	น้ำผิวดิน (m ³)	ปริมาณน้ำรวม (m ³)
มกราคม	14,529	1,413	15,942	8,982	2,341	0	11,123
กุมภาพันธ์	10,654	3,820	14,474	8,336	2,226	0	10,562
มีนาคม	11,840	4,172	16,012	9,877	2,406	0	12,283
เมษายน	8,232	6,005	14,237	7,263	2,494	0	9,757
พฤษภาคม	8,514	8,234	16,748	8,204	2,990	275	11,194
มิถุนายน	6,700	5,281	11,981	7,943	3,488	76	11,507
กรกฎาคม	7,891	4,732	12,623				
สิงหาคม	7,947	4,732	12,679				
กันยายน	7,480	4,324	11,804				
ตุลาคม	3,221	4,643	7,864				
พฤศจิกายน	0	3,618	3,618				
ธันวาคม	6,712	3,030	9,742				
รวม	93,720	54,004	147,724				
เฉลี่ยทั้งปี	7,810	4,500	12,310				
เฉลี่ยครึ่งปี	10,078	4,821	14,899				

หมายเหตุ วันที่ 14 ตุลาคม – 30 พฤศจิกายน 2554 น้ำท่วมหยุดการผลิต

สัดส่วนการใช้น้ำบาดาล และน้ำประปา (ดังตารางที่ A2.9)

ตารางที่ A2.9 สัดส่วนการใช้น้ำบาดาล น้ำประปา และน้ำผิวดินในเดือนมกราคม-มิถุนายน ของปี 2554 และ ปี 2555

ประเภทของน้ำ	พ.ศ. 2554		พ.ศ. 2555		การใช้น้ำลดลง (%)
	ปริมาณน้ำใช้ (ม.ค.-มิ.ย.2554)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ (ม.ค.-มิ.ย.2555)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)	
น้ำบาดาล	10,078	67.64	7943	67.42	0.22
น้ำประปา	4,821	32.36	3488	29.60	
น้ำผิวดิน	0	0	351	2.98	+2.35
รวมการใช้น้ำทั้งสิ้น	14,899	100	11782	100	

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์

การใช้น้ำในกระบวนการผลิต และส่วนอื่นๆ ของโรงงาน ในรอบ 1 ปี 2554 (ดังตารางที่ A2.10)

ตารางที่ A2.10 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน ปี 2554

เดือน	Water treatment	Sizing	Boiler	Cooling tower compressor	Cooling tower chiller	Air condition chiller	น้ำใช้ BDT+BWM	โรงอาหาร	หอพัก	รดต้นไม้	น้ำดื่ม	รวม
มกราคม	1,282.9	256.6	427.6	1,829.6	7,124.5	633.1	1,667.8	389.2	1,924.4	363.5	42.8	15,942
กุมภาพันธ์	1,164.8	233.0	388.3	1,661.1	6,468.5	574.8	1,514.2	353.3	1,747.2	330.0	38.8	14,474
มีนาคม	1,288.6	257.7	429.5	1,837.6	7,155.8	635.9	1,675.1	390.9	1,932.8	365.1	43.0	16,012
เมษายน	1,145.7	229.1	381.9	1,633.9	6,362.6	565.4	1,489.4	347.5	1,718.6	324.6	38.2	14,237
พฤษภาคม	1,347.8	269.6	449.3	1,922.1	7,484.7	665.1	1,752.1	408.8	2,021.7	381.9	44.9	16,748
มิถุนายน	964.2	192.8	321.4	1,375.0	5,354.4	475.8	1,253.4	292.5	1,446.3	273.2	32.1	11,981
กรกฎาคม	1,015.8	203.2	338.6	1,448.7	5,641.3	501.3	1,320.6	308.1	1,523.8	287.8	33.9	12,623
สิงหาคม	1,020.3	204.1	340.1	1,455.1	5,666.3	503.5	1,326.4	309.5	1,530.5	289.1	34.0	12,679
กันยายน	949.9	190.0	316.6	1,354.7	5,275.3	468.8	1,234.9	288.1	1,424.9	269.1	31.7	11,804
ตุลาคม	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
พฤศจิกายน	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
ธันวาคม												
รวมทั้งสิ้น	10,180.00	2,036.10	3,393.30	14,517.80	56,533.40	5,023.70	13,233.90	3,087.90	15,270.20	2,884.30	339.40	126,500.00
เฉลี่ยทั้งปี	1,131.11	226.23	377.03	1,613.09	6,281.49	558.19	1,470.43	343.10	1,696.69	320.48	37.71	14,055.56
เฉลี่ยครึ่งปี	1,199.00	239.80	399.67	1,709.88	6,658.42	591.68	1,558.67	363.70	1,798.50	339.72	39.97	14,899.00

การใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่น ๆ ของโรงงานในรอบครึ่งปี 2555 (ดังตารางที่ A2.11)

ตารางที่ A2.11 ปริมาณการใช้น้ำกระบวนการผลิตและส่วนอื่น ๆ ของโรงงานตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-มิถุนายนปี 2555

เดือน	Water treatment	Sizing	Boiler	Cooling tower compressor	Cooling tower chiller	Air condition chiller	น้ำใช้ BDT+BWM	โรงอาหาร	หอพัก	รดต้นไม้	น้ำดื่ม	รวม
มกราคม	895.1	179.0	298.4	1,276.5	4,970.9	441.7	1,163.7	271.5	1,342.7	253.6	29.8	11,123
กุมภาพันธ์	850.0	170.0	283.3	1,212.1	4,720.2	419.4	1,105.0	257.8	1,275.0	240.8	28.3	10,562
มีนาคม	988.5	197.7	329.5	1,409.6	5,489.3	487.8	1,285.0	299.8	1,482.7	280.1	32.9	12,283
เมษายน	785.2	157.0	261.7	1,119.8	4,360.4	387.5	1,020.8	238.2	1,177.8	222.5	26.2	9,757
พฤษภาคม	900.8	180.2	300.3	1,284.7	5,002.6	444.5	1,292.4	273.3	1,230.0	255.2	30.0	11,194
มิถุนายน	300.0	180.0	334.0	1,383.9	5,389.2	478.9	1,695.0	247.0	1,380.0	0	43.0	11,431
รวมทั้งสิ้น	4719.6	1063.9	1807.2	7686.6	29932.6	2659.8	7561.9	1587.6	7888.2	1252.2	190.2	66350
เฉลี่ยครึ่งปี	786.60	177.32	301.20	1281.10	4988.77	443.30	1260.32	264.60	1314.70	208.70	31.70	11058.33

สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน (ดังตารางที่ A2.12)

ตารางที่ A2.12 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ปี 2554 และ ปี 2555

หน่วยงาน	พ.ศ.2554				พ.ศ.2555	
	ปริมาณน้ำใช้ทั้งปี (ม ³ /ปี)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ครึ่งปี (ม ³ /ปี)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ครึ่งปี (ม ³ /ปี)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)
Water treatment	10,180.00	8.05	7,194.00	8.05	4,719.6	7.11
Sizing	2,036.10	1.61	1,438.80	1.61	1,063.9	1.60
Boiler	3,393.30	2.68	2,398.00	2.68	1,807.2	2.72
Cooling tower - compressor	14,517.80	11.48	10,259.30	11.48	7,686.6	11.58
Cooling tower - chiller	56,533.40	44.69	39,950.50	44.69	29,932.6	45.11
Air condition plant	5,023.70	3.97	3,550.10	3.97	2,659.8	4.01
น้ำใช้ BDT+BWM	13,233.90	10.46	9,352.00	10.46	7,561.9	11.40
Canteen	3,087.90	2.44	2,182.20	2.44	1,587.6	2.39
Dormitory	15,270.20	12.07	10,791.00	12.07	7,888.2	11.89
Gardening	2,884.30	2.28	2,038.30	2.28	1,252.2	1.89
Drinking water	339.40	0.27	239.80	0.27	190.2	0.29
รวม	126,500.00	100.00	89,394.00	100.00	66,350	100.00

การใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตเส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์ (ดังตารางที่ A2.13)

ตารางที่ A2.13 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตเส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึงเดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)
มกราคม	407	5,626.6	13.82	206	3,925.8	19.05
กุมภาพันธ์	406	5,108.5	12.58	232	3,727.8	16.07
มีนาคม	429	5,651.3	13.17	258	4,335.2	16.80
เมษายน	325	5,024.8	15.46	194	3,443.6	17.75
พฤษภาคม	442	5,911.1	13.37	270	3,950.8	14.63
มิถุนายน	370	4,228.6	11.42	263	3,980.0	15.13
กรกฎาคม	336	4,455.2	13.26			
สิงหาคม	315	4,474.9	14.20			
กันยายน	317	4,166.1	13.14			
ตุลาคม	138	น้ำท่วม	0			
พฤศจิกายน	0	น้ำท่วม	0			
ธันวาคม	219	น้ำท่วม	0			
รวมทั้งสิ้น	3704	44647.1	120.42	1423	23363.2	99.43
เฉลี่ยทั้งปี	308.67	3720.59	10.04			
เฉลี่ยครึ่งปี	396.50	5258.48	13.30	237.1667	3893.867	16.41827

การใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตผ้าผืน (ดังตารางที่ A2.14)

ตารางที่ A2.14 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตผ้าผืนตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณ ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	การใช้น้ำต่อ หน่วยการผลิต (ม ³ /ตัน)	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	การใช้น้ำต่อ หน่วยการผลิต (ม ³ /ตัน)
มกราคม	470	4389.1	9.34	141	3062.3	21.72
กุมภาพันธ์	467	3984.9	8.53	159	2907.9	18.29
มีนาคม	528	4408.4	8.35	169	3381.7	20.01
เมษายน	384	3919.7	10.21	123	2686.3	21.83
พฤษภาคม	480	4611.0	9.61	236	3081.9	13.06
มิถุนายน	366	3298.6	9.01	330	3606.0	10.93
กรกฎาคม	283	3475.3	12.28			
สิงหาคม	218	3490.7	16.01			
กันยายน	250	3249.8	13.00			
ตุลาคม	63	น้ำท่วม	0			
พฤศจิกายน	0	น้ำท่วม	0			
ธันวาคม	101	น้ำท่วม	0			
รวมทั้งสิ้น	3610	34827.5	96.34	1158	18726.1	105.84
เฉลี่ยทั้งปี	300.83	2902.29	8.03			
เฉลี่ยครึ่งปี	449.17	4101.95	9.18	193	3121.017	16.17107

ดัชนีการใช้น้ำของผลิตภัณฑ์ ปี 2554 และ ปี 2555 (ดังตารางที่ A2.15)

ตารางที่ A2.15 ดัชนีการใช้น้ำของการผลิตเส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์และผ้าผืน ปี 2554 และ ปี 2555

ผลิตภัณฑ์	พ.ศ. 2554	พ.ศ.2555
เส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์	13.30	16.42
ผ้าผืน	9.18	16.17

หมายเหตุ โรงงานผลิตน้อยลงแต่ต้องใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบอื่นๆ ในการผลิต เหมือนกับการผลิตเต็มกำลังของโรงงาน

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

เงินลงทุน	110,200	บาท
มิเตอร์	78,200	บาท
ปั๊มน้ำ	17,000	บาท
ท่อ, อื่นๆ	15,000	บาท
อื่นๆ		
ประหยัดน้ำ	3,983	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ประหยัดน้ำ	79,660	บาท
ปริมาณน้ำเสียที่ลดลง	3,983	ลูกบาศก์เมตร/ปี
รวมค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	79,660	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	1 ปี 5 เดือน	

8. โครงการที่จะทำต่อไปในอนาคต

เนื่องจากบริษัทใช้น้ำในระบบทำความเย็นเป็นหลัก การประหยัดจึงเกี่ยวข้องกับเครื่องทำความเย็นโดยตรง ซึ่งสามารถลดจากวิธีการปฏิบัติงานเป็นหลัก ส่วนด้านเครื่องจักรอาจจะต้องมีการลงทุนด้านเทคโนโลยีและการซ่อมบำรุง ซึ่งต้องมาเปรียบเทียบการลงทุนเพิ่มกับผลประโยชน์ที่ได้จากการลดค่าใช้จ่าย ซึ่งมี 2 โครงการ คือ

โครงการที่ 1 การนำน้ำจาก Blowdown ของ Cooling tower มาใช้ในห้องน้ำ

- ปริมาณ 5 – 10 m³ / วัน
- ค่าใช้จ่าย ได้แก่ การเดินท่อน้ำใหม่ทั้งระบบจากเดิมน้ำใช้ทั่วไป ใหม่ น้ำใช้ทั่วไป + น้ำ Blowdown ซึ่งจะต้องรวมน้ำล้างระบบทำน้ำอ่อน (ถังทราย+ถังเรซิน)

โครงการที่ 2 การลดการใช้น้ำที่หอพัก

- ปริมาณ 45 m³ / วัน จำนวนคน 141 คน (319 ลิตร / คน / วัน)
- ค่าใช้จ่าย ได้แก่ การเดินท่อน้ำใหม่ทั้งระบบจากเดิมฝังอยู่ในคอนกรีต เป็น เดินลอยติดผนัง เพราะมีการรั่วซึมออก และท่อเป็นตะกรัน ทำให้น้ำไหลช้า จึงมีการร่อนน้ำใช้จนน้ำล้น

โครงการที่ 3 การปรับลดอัตราการ Blowdown ของหม้อไอน้ำ

โรงงานติดตั้งหม้อไอน้ำเพื่อใช้งานในการผลิตจำนวน 3 ชุด

ชุดที่ 1 ขนาด 2 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง

ชุดที่ 2 ขนาด 2 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง

ชุดที่ 3 ขนาด 3.2 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง

หม้อไอน้ำจะมีการ Blow Down ทุก 8 ชั่วโมงต่อครั้ง วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที ปริมาณน้ำในการ Blowdown แต่ละครั้ง ประมาณ 125 ลิตร รวม 250 ลิตร/วัน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการตรวจสอบคุณภาพของน้ำในหม้อไอน้ำ พบว่าน้ำป้อนเข้า (Feed water) และน้ำระบายออก (Blowdown)

มีค่าดังตารางที่ A2.16

ตารางที่ A2.16 คุณภาพของน้ำในหม้อไอน้ำ

	STD. TDS	TDS (mg/l)	pH	Total Cl (mg/l)	Fe (mg/l)	ความขุ่น (NTU)	ความนำไฟฟ้า (μS)	ความกระด้าง (mg/l as CaCO ₃)
Blowdown water	≤3,500	1,000	11.5	0.5	9.0	112	2,150	13.5
Feed water	≤400	883.33	10.65	2.5	1.0	303	1,033	25.88
Boiler water		3,766.67	12.13	0.5	0.75	281	8,060	13.5



จากการวิเคราะห์พบว่า

Feed water มีค่า TDS สูงกว่ามาตรฐาน

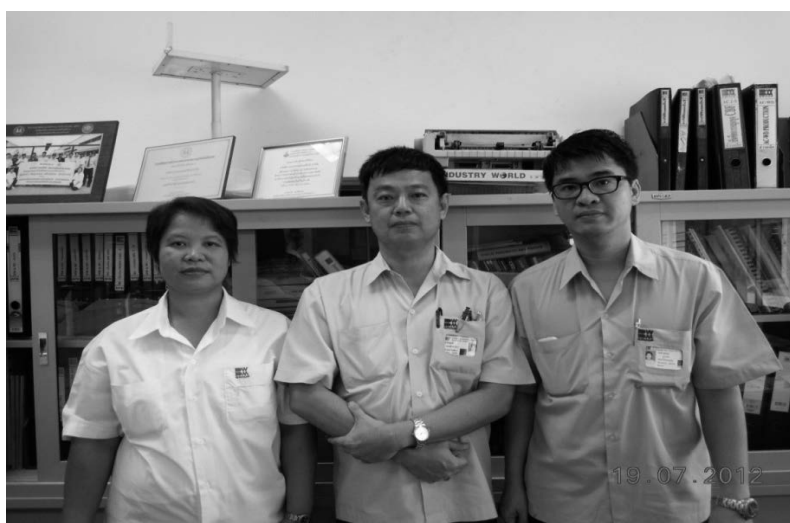
Feed water, Boiler water และ Blowdown water มีค่าความขุ่น และค่าเหล็ก สูงมากผิดปกติ

น้ำตัวอย่างจาก Feed water, Boiler water และ Blowdown water

9. แนวปฏิบัติที่ดีในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Best practices)

- (1) ติดตั้งมาตรวัดน้ำ และตัวควบคุมระดับน้ำ ในบริเวณหรือตำแหน่งที่ต้องใช้น้ำ
- (2) ตรวจสอบและซ่อมแซมรอยรั่ว หรือการชำรุดของท่อ น้ำ วาล์วและอุปกรณ์การใช้น้ำต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ
- (3) การติดตั้งหัวฉีดควบคุมการจ่ายน้ำที่ปลายสายยางในการล้างทำความสะอาด
- (4) ติดตั้งอุปกรณ์อัตโนมัติ ควบคุมการไหลของน้ำในท่อ
- (5) ติดตั้งหัวฉีดน้ำแรงดันสูงสำหรับการทำความสะอาด
- (6) นำระบบควบคุมปริมาณของแข็งละลายน้ำมาควบคุมระยะเวลาและจำนวนครั้งในการระบายไอน้ำ
- (7) นำน้ำควบแน่นหรือน้ำคอนเดนเสท(Condensate water) ที่มีอุณหภูมิสูงกลับมาใช้ป้อนหม้อไอน้ำใหม่
- (8) พัดลมที่หอหล่อเย็น ปรับปรุงให้มีการระบายอากาศที่ดีขึ้น แต่อย่าให้น้ำกระเด็นออกมากไปตัวช่วยกระจายน้ำ ควรจะทำให้สามารถกระจายน้ำได้ทั่วและสม่ำเสมอทำความสะอาด Media ไม่ให้อุดตัน เพื่อให้ น้ำและลมสามารถผ่านได้สะดวก ระบบท่อต้องดูแลไม่ให้อุดตัน หรือมีตะกอน เพราะจะทำให้ความเร็วในการไหลของน้ำลดลง ทำให้ได้ปริมาณน้ำหมุนเวียนน้อยลง ควบคุมคุณภาพของน้ำที่ใช้ในระบบหอหล่อเย็นให้อยู่ในมาตรฐาน

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

1. ได้ข้อมูลการใช้น้ำที่แท้จริงในแต่ละจุด แต่ก็ยังไม่ครบทั้งหมด
2. ได้นำข้อมูลการใช้น้ำมาปรับปรุง เพื่อลดการใช้อย่างจริงจัง

ข้อเสนอแนะ

1. โครงการควรสนับสนุนให้นักศึกษาฝึกงานเข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลร่วมกับโรงงาน เพื่อใช้เวลาในการฝึกงานไปด้วยกัน
2. ข้อมูลสนับสนุนเรื่องน้ำ ควรมีศูนย์กลางข้อมูลที่สมาชิกโครงการยังสามารถติดต่อได้ เพื่อสนับสนุนสมาชิกโครงการอย่างต่อเนื่อง

บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน)

1. ข้อมูลโรงงาน

ชื่อโรงงาน	บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน)
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน)
เลขทะเบียนบริษัท	บมจ. 237
สำนักงานใหญ่	เลขที่ 33/133-136 ถนน สุรวงศ์ แขวง สุริยวงศ์ เขต บางรัก กรุงเทพมหานคร 10500 โทรศัพท์ : +66[0] 2632-7071 โทรสาร: +66[0] 2236-1982 โฮมเพจ : http://www.asiafiber.com
โรงงาน	เลขที่ 406-7 หมู่ 7 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท กม.34 ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280 โทรศัพท์ : +66[0] 2323-9096 โทรสาร: +66[0] 2323-9577
ปีที่ก่อตั้งโรงงาน	พ.ศ. 2513 จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ พ.ศ. 2518 บริษัทมหาชน พ.ศ. 2537

2. ข้อมูลทั่วไป

ประเภทกิจการ	ผลิตเม็ดไนลอน เส้นใยไนลอน เส้นด้ายไนลอนยัดทั้งชนิดขาว/ย้อมสี ผ้าทอจากเส้นใยสังเคราะห์ทั้งชนิดที่เป็นผ้าดิบ ผ้าสี และผ้าตกแต่งสำเร็จ
จำนวนพนักงานรวม	654 คน
เวลาทำงาน	6 วัน/สัปดาห์ ทำงาน 3 กะ/วัน กะละ 8 ชั่วโมง
ปริมาณการผลิต	ข้อมูลปี 54

ตารางที่ A3.1 ร้อยละผลิตภัณฑ์ของโรงงานต่อปี

ผลิตภัณฑ์	กำลังการผลิต
1) ไนลอน (ตัน/ปี)	10,989.20
2) เส้นด้าย (ตัน/ปี)	1207
3) ผ้าทอ (หลา/ปี)	6,321,805
4) ย้อมแต่งผ้า (หลา/ปี)	3,782,833.0

วัตถุดิบ	Caprolactam	ปริมาณ	637	ตัน/เดือน
สารเคมีเสริม	Titanium dioxide	ปริมาณ	3.6	ตัน/เดือน

การใช้ปัจจัยการผลิต

ตารางที่ A3.2 ปัจจัยการผลิตของโรงงาน

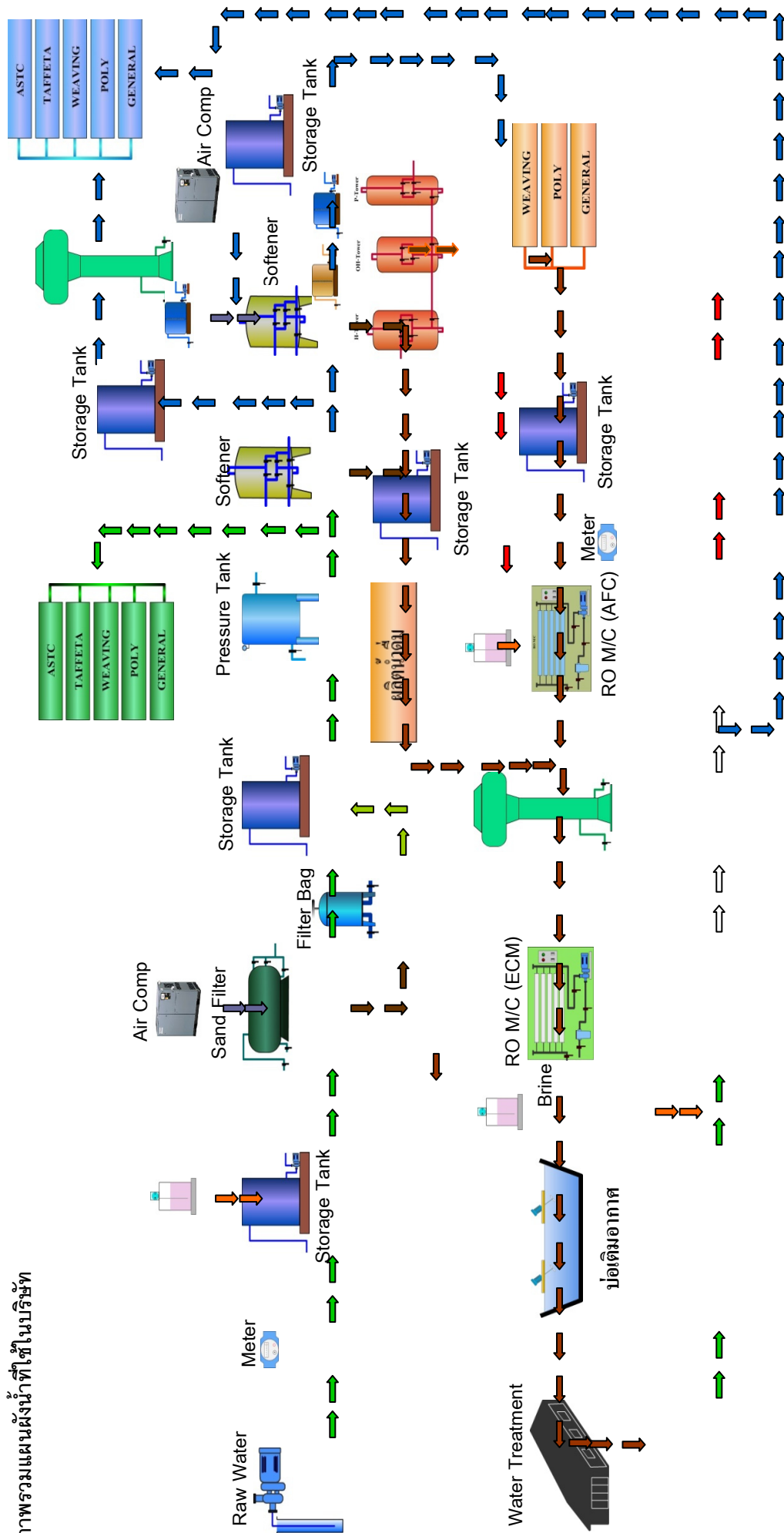
ทรัพยากรและสาธารณูปโภค	ปริมาณการใช้	วัตถุประสงค์การใช้	ราคา/หน่วย
น้ำ แหล่งที่มา น้ำบาดาล วิธีการเตรียม กรองทรายและเรซิน	15,886 m ³ /เดือน	ใช้ในกระบวนการผลิต	19 บาท/หน่วย

การบำบัดของเสีย

ตารางที่ A3.3 ประเภทของของเสีย แหล่งกำเนิด และการกำจัด

ประเภทของเสีย	แหล่งกำเนิด	ปริมาณ/วัน	วิธีการบำบัด	ต้นทุนการบำบัด (บาท/หน่วย)
น้ำทิ้ง	การฟอกย้อมด้วย การฟอกย้อมผ้า การทอ สาธารณูปโภค	423.6 m ³	ตกตะกอน	10 บาท/m ³

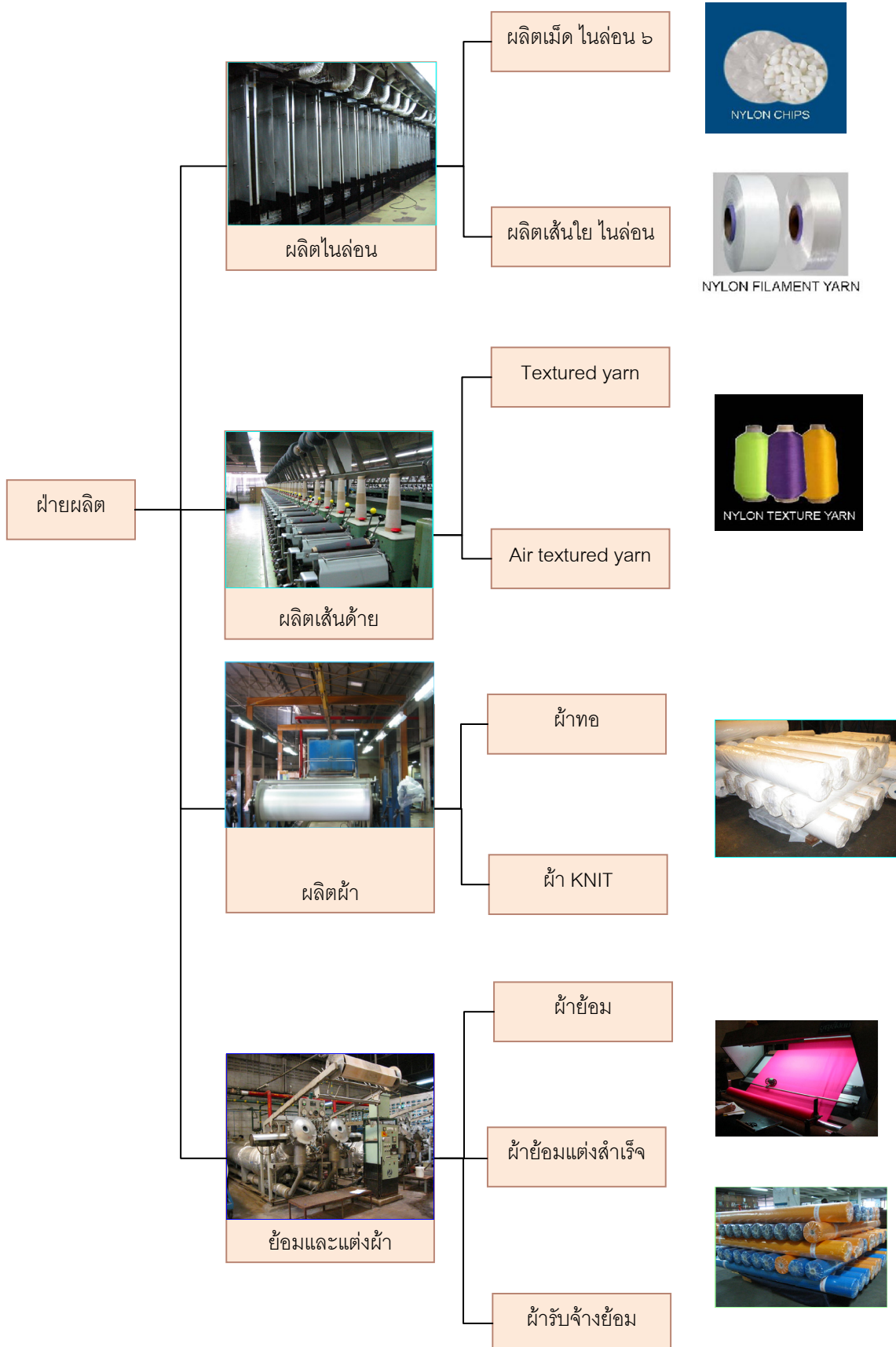
ภาพรวมแผนผังน้ำที่ใช้ในบริษัท



รูปที่ A3.1 แผนผังการใช้น้ำในบริษัท

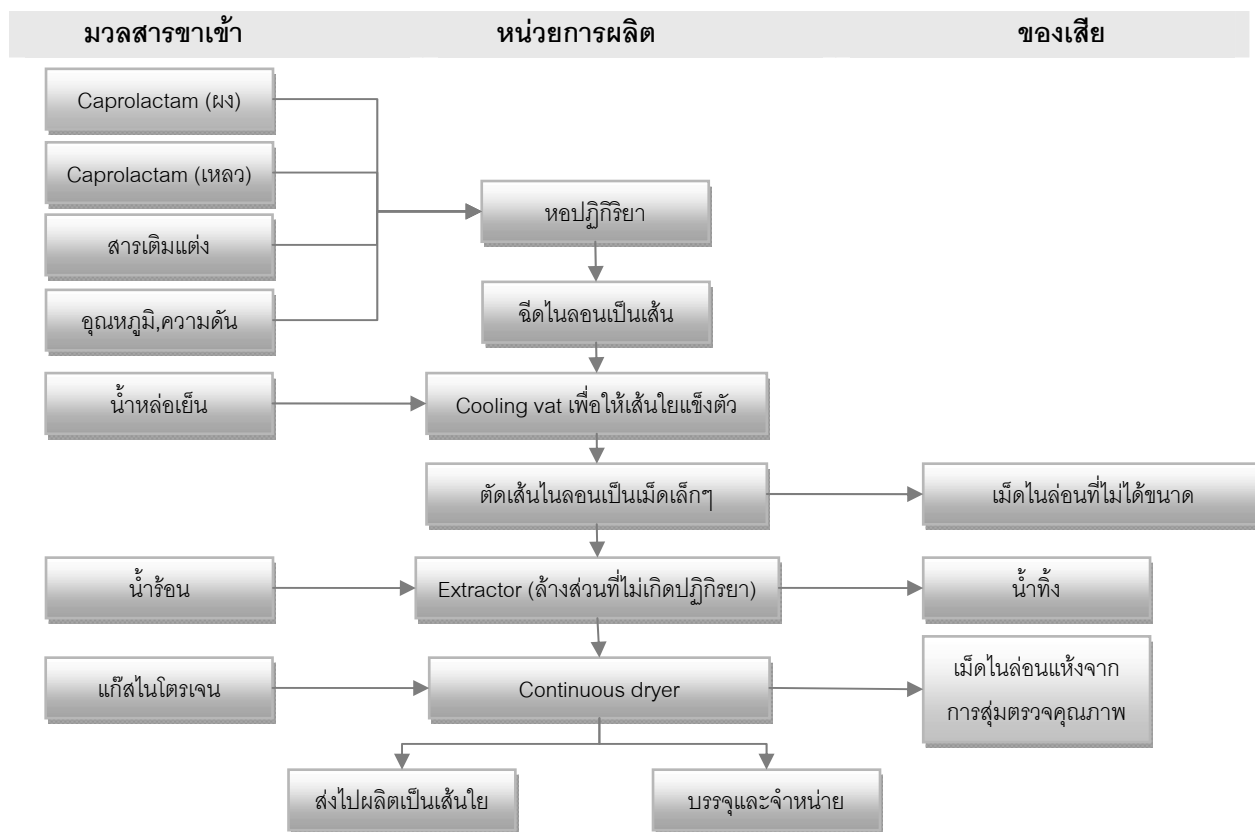
3. แผนผังกระบวนการผลิต

ขั้นตอนของกระบวนการผลิตของโรงงาน



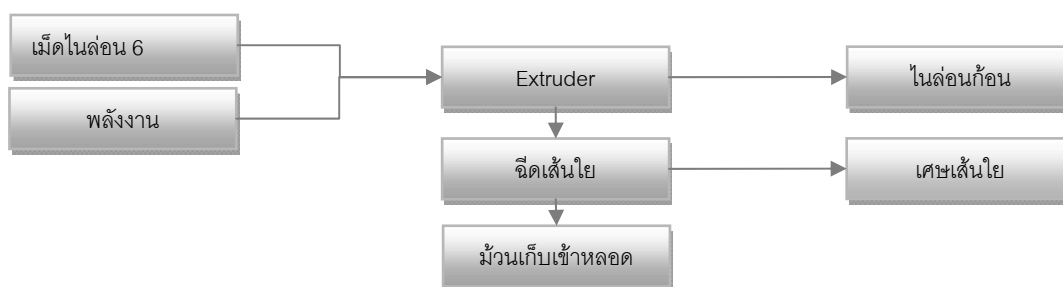
รูปที่ A3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตเม็ดไนลอนแสดงดังรูปที่ A3.3



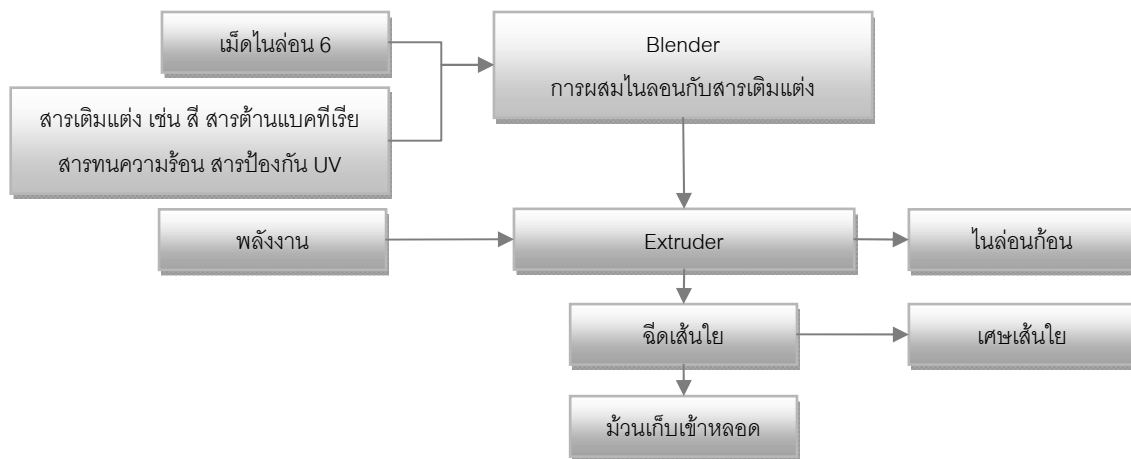
รูปที่ A3.3 กระบวนการผลิตเม็ดไนลอน

กระบวนการผลิตเส้นใยไนลอนแบบปกติแสดงดังรูปที่ A3.4



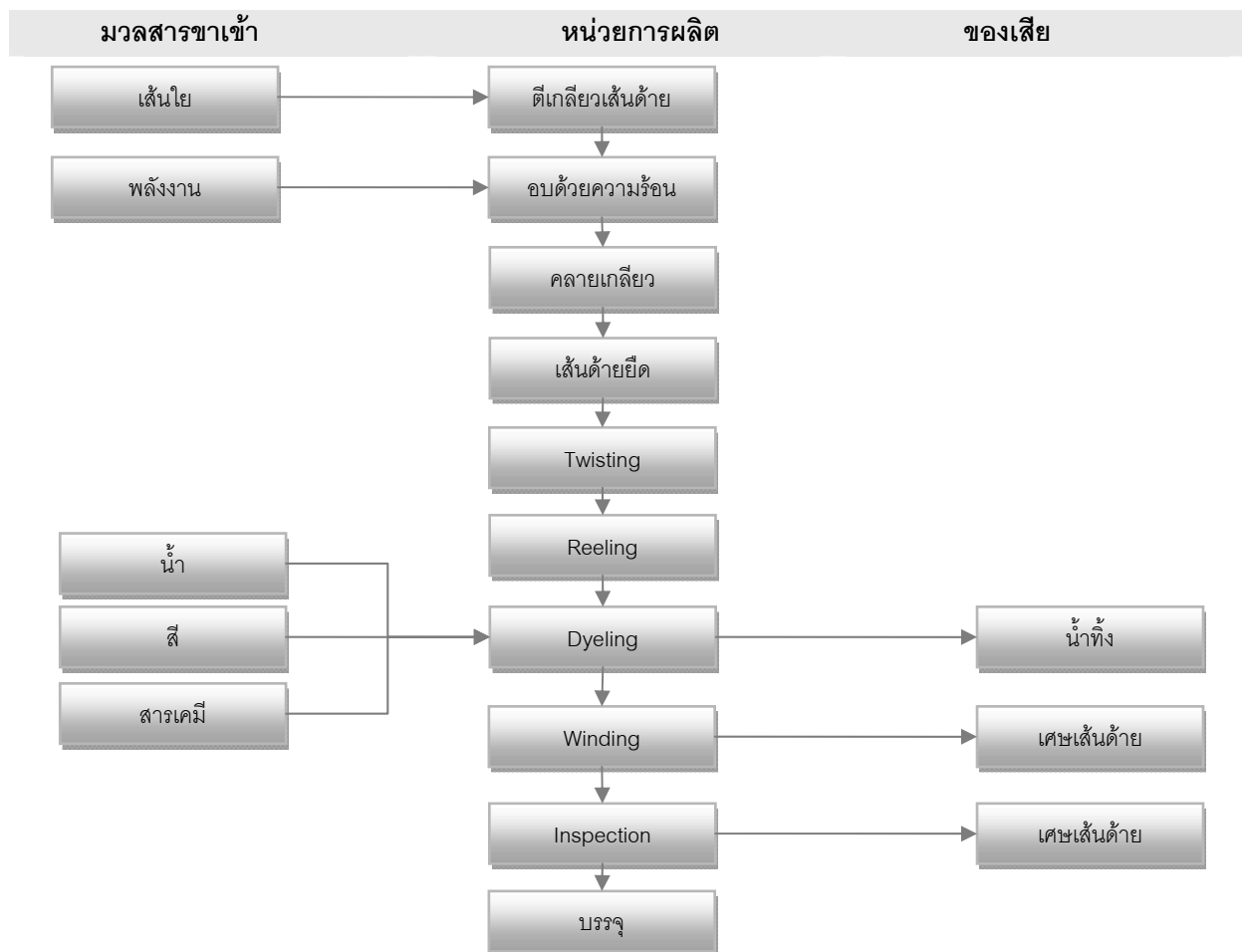
รูปที่ A3.4 กระบวนการผลิตเส้นใยไนลอนแบบปกติ

กระบวนการผลิตเส้นใยในลอนแบบผสม (Master batch) แสดงดังรูปที่ A3.5



รูปที่ A3.5 กระบวนการผลิตเส้นใยในลอนแบบผสม (Master batch)

กระบวนการผลิตเส้นด้ายยัดย้อมสีแสดงดังรูปที่ A3.6



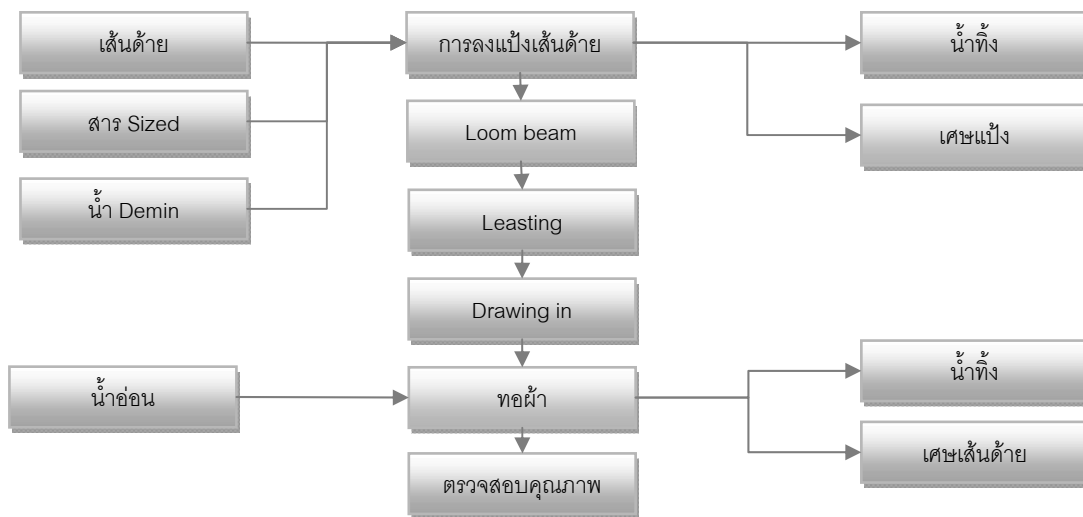
รูปที่ A3.6 กระบวนการผลิตเส้นด้ายยัดย้อมสี

กระบวนการผลิตเส้นด้าย ATY แสดงดังรูปที่ A3.7

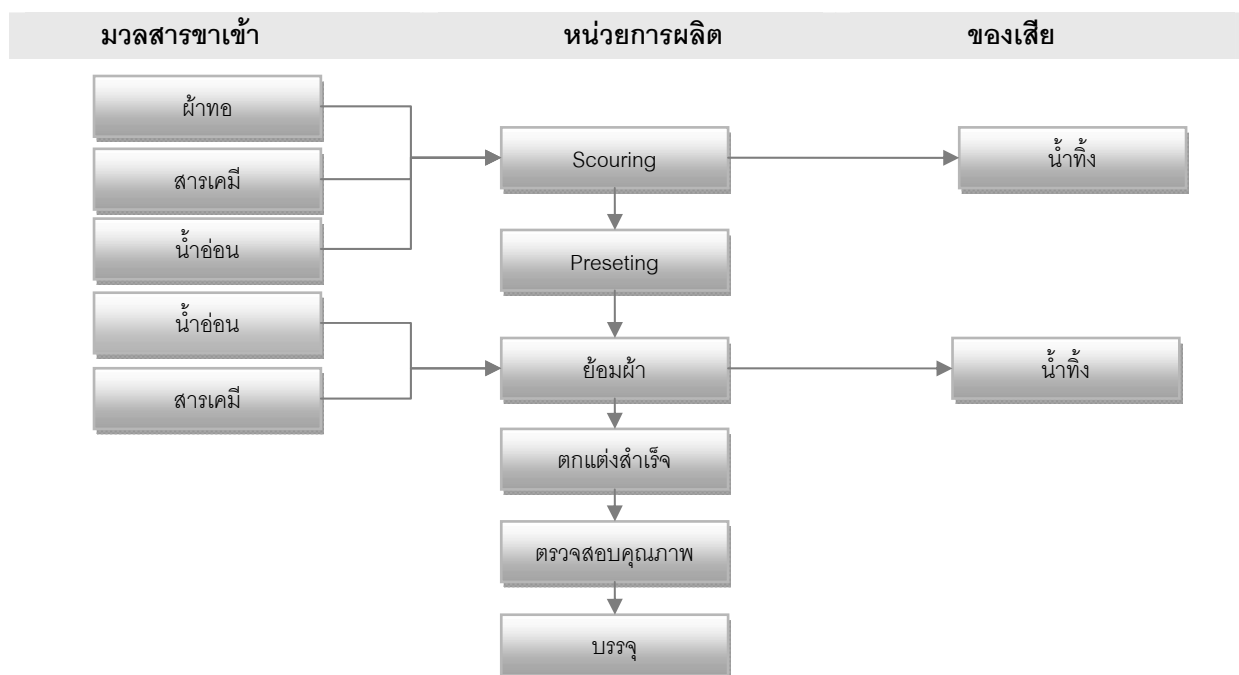


รูปที่ A3.7 กระบวนการผลิตเส้นด้าย ATY

กระบวนการผลิตผ้าทอแสดงดังรูปที่ A3.8



รูปที่ A3.8 กระบวนการผลิตผ้าทอ



รูปที่ A3.9 กระบวนการย้อมแต่งผ้าด้วยเครื่องย้อมผ้า

4. โครงการกิจกรรมการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพที่ทำมาก่อนของโรงงาน

เนื่องจากบริษัททำธุรกิจอุตสาหกรรมสิ่งทอทรัพยากรน้ำจึงมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการผลิต ซึ่งชนิดและคุณภาพของน้ำที่ใช้ในแต่ละกระบวนการผลิตก็จะแตกต่างกันไป จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการบริหารจัดการน้ำภายในโดยมีการจัดตั้งคณะกรรมการน้ำขึ้นมา โดยมีผู้ช่วยผู้จัดการโรงงานเป็นประธานและมีตัวแทนของแต่ละฝ่ายเข้าร่วมประชุมทุกเดือนเพื่อรายงานการใช้ทรัพยากรน้ำแต่ละหน่วยงาน (การทำ Water balance) ผลการดำเนินโครงการ 3R คุณภาพของน้ำที่ผลิตแต่ละประเภท ผลการบำบัดน้ำเสีย ปริมาณการสำรองน้ำ การประเมินความเสี่ยงของแหล่งน้ำดิบและน้ำที่ปล่อยสู่สังคมเป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการจัดทำประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการใช้น้ำอย่างประหยัด การประกวดการลดใช้น้ำภายในหอพักโดยมีการมอบรางวัล การจัดโครงการ AFC ร่วมใจปลูกต้นไม้

เนื่องจากทางบริษัทมีการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณมากและมีต้นทุนการผลิตน้ำแต่ละประเภทสูงมาก ทางบริษัทจึงมีนโยบายให้ดำเนินโครงการต่างๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตน้ำและเพื่อให้ตอบสนองกับนโยบายของบริษัทและภาครัฐกฎหมายที่เกี่ยวข้องจึงได้ดำเนินโครงการ 3 R ขึ้นมาซึ่งประกอบด้วย

Reduce คือ การลดการใช้น้ำหรือการใช้น้ำเท่าที่จำเป็น

Reused คือ การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ต่อ

Recycle คือ การปรับปรุงสภาพน้ำเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

ซึ่งโครงการเหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารเป็นอย่างดีและผลการประหยัดของแต่ละปีสามารถลดการใช้น้ำได้ถึง 32% คิดเป็นเงินมากกว่า 3.5 ล้านบาทต่อปี

โครงการ Reduce (การลดการใช้น้ำหรือการใช้น้ำเท่าที่จำเป็น)

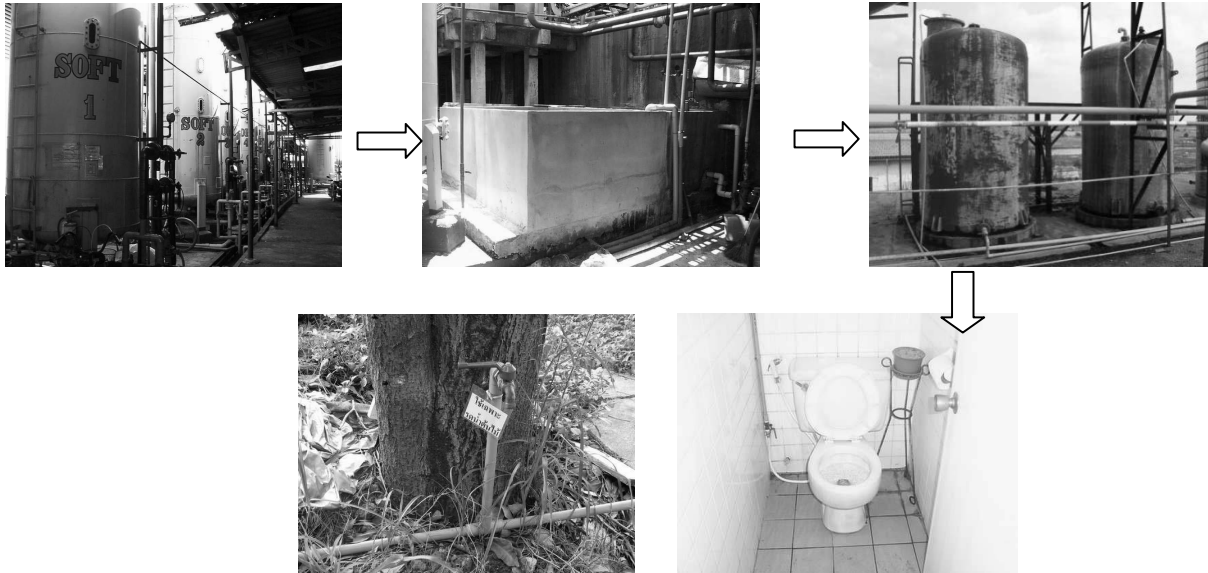
โครงการลดการใช้น้ำภายในหอพัก

โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกคนที่พักอาศัยอยู่ภายในหอพักซึ่งทุกเดือนที่มีการประชุมคณะกรรมการน้ำก็จะเชิญพนักงานเข้าร่วมประชุมด้วยเพื่อรับทราบการรายงานการใช้น้ำของหอพักและให้พนักงานแสดงความคิดเห็นถึง

ปัญหาและแนวทางการแก้ไขป้องกันการใช้น้ำเกินความจำเป็น ซึ่งผลที่ได้ทำให้บริษัทสามารถควบคุมการใช้น้ำภายในหอพักได้เป็นอย่างดี

โครงการนำน้ำ Brine จากการผลิตน้ำอ่อนมาใช้ประโยชน์

เช่น นำไปใช้กับชักโครกในห้องน้ำทั้งในส่วนของโรงงานและหอพัก นำไปใช้ในการรดน้ำต้นไม้ เป็นต้น โดยการนำน้ำ Brine จากกระบวนการผลิตน้ำอ่อนมาใช้ประโยชน์ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 228,000 บาทต่อปี



โครงการเก็บน้ำฝนในช่วงฤดูฝนมาเป็นน้ำดิบ

จากการดำเนินโครงการดังกล่าวสามารถเก็บน้ำฝนได้ประมาณละ 1,500 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการลดการสูบน้ำบาดาลที่ประหยัดได้ประมาณ 22,800 บาทต่อปี



โครงการ Reused (การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ต่อ)

การนำน้ำล้างกลับ (Back wash) จากถังกรองทรายมาเป็นน้ำดิบอีกรอบ

ในการล้างกลับที่ถังกรองทราย (Sand filter) จะต้องใช้น้ำประมาณเดือนละ 1,860 ลบ.ม. เฉลี่ยครั้งละ 62 ลบ.ม. ถ้าคิดต้นทุนน้ำดิบที่เสียไปแต่ละเดือนจะต้องสูญเสียเงินเท่ากับ 35,340 บาท หรือเป็นเงิน 424,080 บาท/ปี จึงมีโครงการติดตั้งถัง Filter bag เพื่อใช้กรองน้ำจากการล้างถังกรองทรายที่มีเศษดินและตะกอนออกจากน้ำ โดยน้ำที่ได้จะมีความใสและคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับน้ำที่ผ่านการกรองจากถังกรองทรายแล้ว โดยวัสดุที่ทำถังกรองทำจากถุงผ้า Nylon (HD) การติดตั้งถังกรองโดยจะออกแบบให้ต่ออนุกรมกัน 2 ถังเพื่อให้ประสิทธิภาพการกรองสูงขึ้น

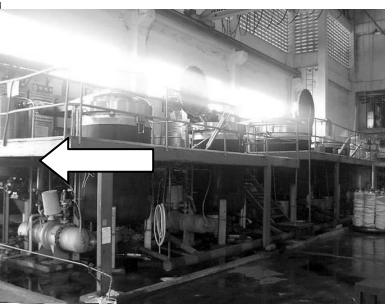


การนำน้ำทิ้งมาใช้ Cooling เครื่องย้อมด้าย

ในกระบวนการย้อมเส้นด้ายจะต้องมีการ Cooling หม้อย้อม เพื่อลดอุณหภูมิและความดันของเครื่องหลังจากเสร็จกระบวนการย้อม น้ำที่ใช้เป็นน้ำอุ่นมีต้นทุนที่สูงโดยปกติจะใช้น้ำ Cooling ต่อ 1 Batch ประมาณ 3.06 ลบ.ม.และจะมีการย้อมด้ายเฉลี่ยเดือนละ 600 Batch จึงมีแนวคิดที่จะนำน้ำที่มีต้นทุนต่ำหรือไม่ได้ใช้ประโยชน์มาใช้ในการ Cooling ซึ่งแหล่งน้ำที่นำมาใช้ คือน้ำทิ้งจากโรงทอ น้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัด (Water treatment) ในกรณีที่น้ำจากโรงทอไม่พอ และน้ำดับเพลิงที่เป็นน้ำ Supply จากท่อดับเพลิง ใช้ในกรณีน้ำทิ้งจากโรงทอและน้ำจากบ่อบำบัดไม่พอ จากการดำเนินโครงการนี้ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 418,608 บาทต่อปี



+



การ Reused น้ำจากเครื่องทอผ้า

การทอผ้าโดยเครื่องชนิด Water jet จะใช้น้ำเป็นด้ายพุ่งเส้นด้ายพุ่ง (Weft) ทำหน้าที่แทนกระสวย โดยจะใช้น้ำอ่อนที่มีต้นทุนประมาณ 31 บาท/ลบ.ม. โดยเฉลี่ยจะใช้น้ำ 9.76 ลิตร/หลา ถ้าทอผ้า 1,000,000 หลา จะใช้น้ำประมาณ 9,760 ลบ.ม. จึงมีแนวคิดในการนำน้ำที่ผ่านการใช้กลับมาใช้ใหม่ โดยมีการดัดแปลงเครื่องทอโดยนำท่อและข้อต่อ PVC มาเก็บน้ำในส่วนที่พุ่งเส้นด้าย และยังไม่ไหลลงสู่รางระบายน้ำได้เครื่องทอกลับมาใช้ผสมกับน้ำใหม่ในผ้าทอบางประเภท ได้มีการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพเครื่องทอ เกรดผ้า และปริมาณน้ำ Soft ที่ใช้ในแต่ละเดือน พบว่าประสิทธิภาพและเกรดผ้าใกล้เคียงกับการใช้น้ำปกติ และปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 5.96 ลิตร/หลา ประหยัดได้ 3.80 ลิตร/หลา เมื่อคิดที่ผ้าทอ 1,000,000 หลา / เดือน จะสามารถประหยัดได้ 117,800 บาท / เดือน หรือ 1,413,600 บาท / ปี

โครงการ Recycle (การปรับปรุงสภาพน้ำเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่)

การ Recycle น้ำทิ้งจากบ่อบำบัดน้ำเสีย

การใช้น้ำในกระบวนการย้อมผ้า และย้อมเส้นด้ายย้อม ทำให้เกิดน้ำทิ้งจากการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งบริษัทฯ จะนำน้ำมาบำบัดก่อนส่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู น้ำที่ผ่านการบำบัดนี้มีคุณภาพที่น้ำจะสามารถนำมาใช้ใหม่ได้ โดยมีการนำไปใช้ Cooling เครื่องย้อมเส้นด้าย แต่ยังมีเหลืออีกมาก จึงได้ศึกษาร่วมกับบริษัท จัดการรักษาสีสิ่งแวดล้อม จำกัด (ECM) นำระบบ Reverse osmosis (RO) มาใช้ในการผลิตน้ำอ่อน ปัจจุบันสามารถนำน้ำทิ้งจากบ่อบำบัดมา Recycle ใช้แทนน้ำอ่อนได้เดือนละประมาณ 9,000 ลบ.ม. ลบ.ม./เดือน คุณภาพน้ำที่ได้หลังผ่านระบบ RO มีค่า Hardness ต่ำกว่า 10 ppm และไม่มีสี ได้มีการนำกลับไปใช้ในกระบวนการย้อมผ้า ย้อมเส้นด้ายย้อม Make up boiler และ Cooling tower

ทำให้สามารถลดต้นทุนผลิตน้ำอ่อนประมาณ 12 บาท/ลบ.ม. เมื่อคิดที่ 9,000 ลบ.ม./เดือน จะสามารถประหยัดได้ 108,000 บาท/เดือน หรือ 1,296,000 บาท/ปี



โครงการนำน้ำจากระบบ RO ของ ECM มาผลิตน้ำ Demin

เนื่องจากต้นทุนในการผลิตน้ำ Demin มีต้นทุนที่สูงมาก เพราะต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน และมีการใช้สารเคมีในปริมาณมาก จึงมีแนวคิดที่จะลดขั้นตอนการผลิตและลดการใช้สารเคมี เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของบริษัทฯ โดยการทดลองนำน้ำที่ผ่านระบบ RO ของ ECM มาผ่านเครื่องผลิตน้ำ RO ของบริษัทฯ อีกรอบ และตรวจเช็คคุณภาพของน้ำดีที่ออกมาโดยมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำ Demin ส่วนน้ำ Brine จากการตรวจวัดคุณภาพสามารถนำไปใช้เป็นน้ำ Soft ได้

- อัตราส่วนปริมาณน้ำ Demin ที่ได้เท่ากับ 56%
- อัตราส่วนปริมาณน้ำ Brine คิดเป็นน้ำอ่อนเท่ากับ 44%
- กำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 21,610 ลบ.ม./ปี
- ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำ Demin เท่ากับ 38.39 บาท/ลบ.ม.(ระบบเก่าอยู่ที่ 108 บาท/ลบ.ม.)
- บริษัทมีการใช้น้ำ Demin ในกระบวนการผลิตอยู่ที่ 520 ลบ.ม./เดือน สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 36197.2 บาท/เดือน หรือเท่ากับ 434,366.4 บาท/ปี

โครงการการนำความร้อนจาก Condensate มาใช้ในการอบแห้ง

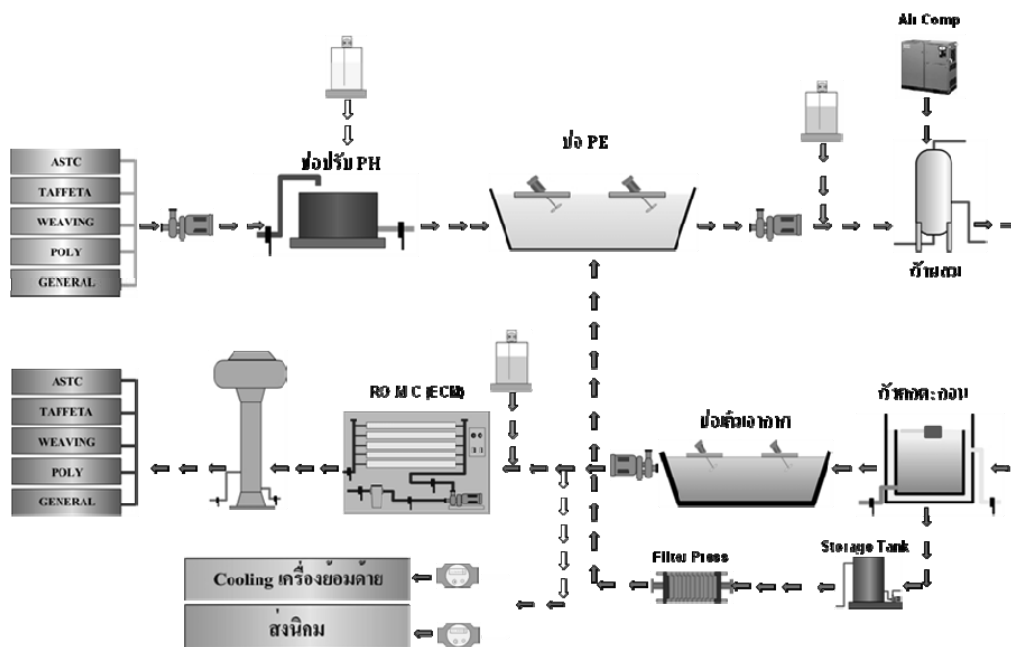
ในกระบวนการผลิตเส้นด้ายหลังจากผ่านการย้อมสีตามที่ต้องการเสร็จแล้ว ก็จะนำเส้นด้ายไปสลัดน้ำที่อยู่ในเส้นด้ายออก หลังจากการสลัดเสร็จแล้วเส้นด้ายที่เป็นก้อนก็ยังคงมีความชื้นอยู่ จากนั้นพนักงานจะนำเส้นด้ายที่เป็นก้อนไปตากในห้องแอร์ที่มีอุณหภูมิ 23 °C (ขนาดเครื่องปรับอากาศ 30 ตัน) และใช้พัดลมเป่าเพื่อช่วยให้เส้นด้ายแห้งเร็ว ในการตากเส้นด้ายแต่ละครั้งต้องใช้เวลาถึง 20 ชั่วโมง เส้นด้ายถึงจะแห้งและมีความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนด ในกระบวนการดังกล่าวจะสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก ทั้งไฟฟ้าที่ใช้ผลิตน้ำเย็นของระบบแอร์ และพัดลมที่ใช้เป่า จึงมีแนวคิดที่จะนำความร้อนของ Condensate จากกระบวนการย้อมที่มีอุณหภูมิประมาณ 165 °C (ที่ Steam 6 bar) และน้ำที่ใช้ในการ Cooling ในกระบวนการย้อมที่มีอุณหภูมิประมาณ 80 °C ซึ่งเมื่อผสมกันแล้วอุณหภูมิของน้ำร้อนก็จะอยู่ที่ประมาณ 80 – 95 °C แล้วนำไปผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อน Heat exchanger, Radiator เพื่อจะนำความร้อนที่ได้ไปใช้ในการอบเส้นด้าย โดยมีการออกแบบห้องและควบคุมอุณหภูมิภายในห้องที่ให้อบระหว่าง 50 – 60 °C ใช้เวลาในการอบ 6 ชั่วโมง ซึ่งคุณภาพของเส้นด้ายที่ออกมาจะมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด

การบำบัดน้ำเสียภายในบริษัทเอเชียไฟเบอร์ฯ

เนื่องจากบริษัทมีการใช้น้ำในกระบวนการย้อมผ้าและย้อมเส้นด้ายย้อม ทำให้เกิดน้ำทิ้งจากการผลิตเป็นจำนวนมาก บริษัทฯ จะนำน้ำมาบำบัดก่อนส่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู อีกส่วนหนึ่งก็นำไปผลิตน้ำอ่อนโดยผ่านระบบ RO ของ ECM และใช้ Cooling ในกระบวนการย้อมด้าย ซึ่งน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดจะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุมและต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดโดยมีการเก็บตัวอย่างน้ำตรวจเช็คทุกวัน



ภาพรวมระบบบำบัดน้ำเสีย (ดังรูปที่ A3.10)



รูปที่ A3.10 ภาพรวมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน

ผลจากการดำเนินโครงการ 3R ในปี พ.ศ. 2551 สรุปได้ดังตารางที่ A3.4

ตารางที่ A3.4 ผลจากการดำเนินโครงการ 3R ในปี พ.ศ. 2551

ชื่อโครงการ	จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)
1. นำน้ำ Brine จากการผลิตน้ำ Soft มาใช้ประโยชน์	228,000
2. เก็บน้ำฝนในช่วงฤดูฝนมาเป็นน้ำดิบ	15,884
3. นำน้ำ Back wash จากถังกรองทรายมาผ่านถัง Filter Bag	424,080
4. นำน้ำทิ้งมา Cooling เครื่องย้อมด้าย	1,535,771
5. การ Reused น้ำจากเครื่องทอผ้า	1,474,608
6. การ Recycle น้ำทิ้งจากบ่อบำบัดน้ำเสีย	1,153,440
7. การนำน้ำ RO ของ ECM มาผลิตเป็นน้ำ Demin	434,366.4
8. การนำความร้อนจาก Condensate มาใช้ในการอบด้าย	501,660

มาตรการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรการปรับปรุงกระบวนการฟื้นฟูสภาพเรซินในการผลิตน้ำอ่อน

ข้อมูลทั่วไปปี 2011

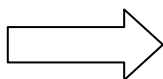
- ปริมาณน้ำบาดาลที่ดูดมาใช้	= 290,637 m ³ /y
- ปริมาณน้ำที่ Recycle มาเป็นน้ำอ่อน	= 116,428 m ³ /y
รวมการใช้น้ำปี 2011	= 407,065 m ³ /y
- การใช้น้ำอ่อนปี 2011	= 247,464 m ³ /y (ประมาณ 60%)
- ผลิตน้ำอ่อนด้วยระบบ Softener	= 131,036 m ³ /y

ปัญหาอุปกรณ์ระบบก่อนปรับปรุง

ในขั้นตอนการฟื้นฟูสภาพเรซินโรงงานล้างด้วยน้ำเกลือที่ความเข้มข้น 11% จำนวน 2 ครั้ง ปริมาณ 1,400 ลิตร ในการล้างครั้งที่ 1 ใช้เวลาเริ่มต้นจนน้ำเกลือท่วมเรซิน 1 ชั่วโมงหลังจากนั้นปล่อยน้ำเกลือทิ้ง พร้อมกับเติมน้ำเกลือเพิ่มอีก 1,400 ลิตรใช้เวลาเติมและปล่อยทิ้งอีก 1 ชั่วโมง รวมใช้เวลา 2 ชั่วโมง ใช้น้ำเกลือรวม 2,800 ลิตร

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

- (1) ติดตั้งปั๊มสูบน้ำเกลือเข้าถังเรซินเนื่องจากเดิมถังมีขนาดเล็กน้ำเกลือไหลช้า ใช้เวลา 2 ชั่วโมงในการเติมน้ำเกลือ



- (2) ซื้อเครื่องมือวัดตรวจสอบน้ำอ่อนและตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำเกลือ เพื่อทดสอบคุณภาพน้ำที่ใช้งาน



เครื่องมือวัดความกระด้าง

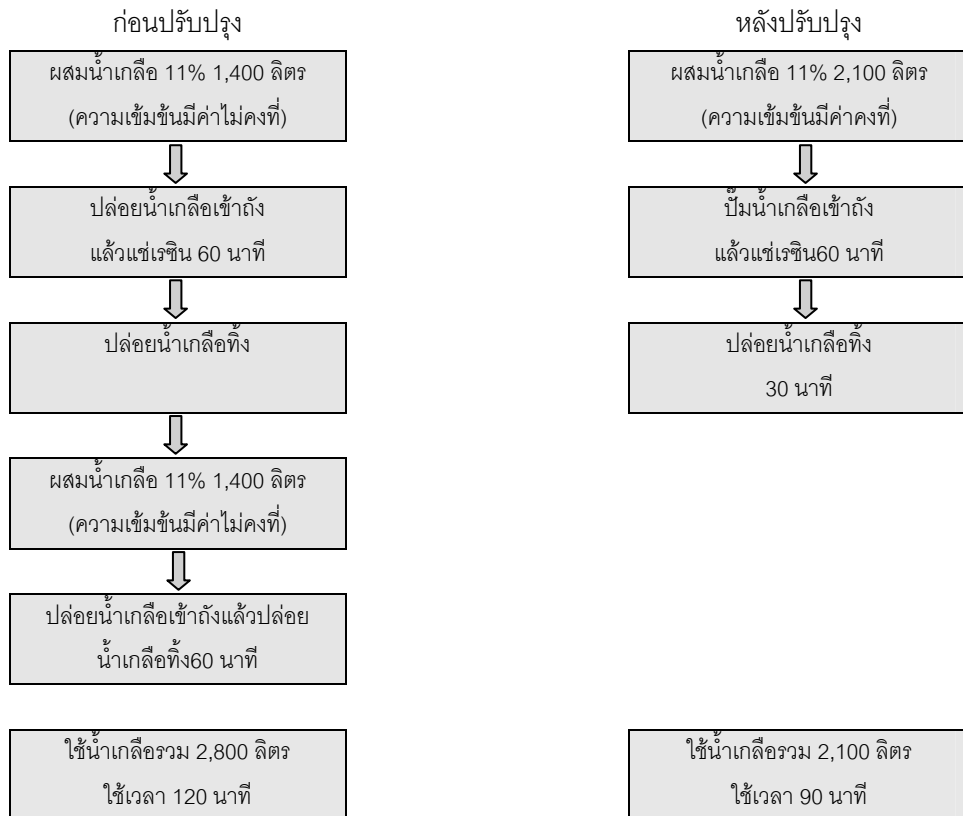


เครื่องมือวัดพีเอช



เครื่องมือวัดความเข้มข้นของน้ำเกลือ

ผลการดำเนินการ



สรุปผลการดำเนินการทดลอง

1. จากการทดลองสามารถลดปริมาณน้ำเกลือที่ใช้ฟื้นฟูสภาพเรซินได้ 25 % และลดปริมาณน้ำที่ใช้เตรียมน้ำเกลือลงได้ 25% จากเดิมใช้น้ำเกลือ 11 % ในการล้างที่ 2,800 ลิตร/รอบการล้าง แต่หลังจากมีการปรับเปลี่ยนวิธีการล้างสามารถลดการใช้น้ำเกลือให้เหลือ 2,100 ลิตร/รอบการล้าง โดยประมาณน้ำอ่อนที่ได้ในหนึ่งรอบการล้างมีปริมาณใกล้เคียงกับระบบเดิม (ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 465 m³/รอบการล้าง)
2. เวลาในการล้างแต่ละครั้งได้ประมาณ 1 ชั่วโมง/ครั้ง จากเดิมใช้แรงโน้มถ่วงให้น้ำเกลือไหลลงมายังถังผลิตน้ำอ่อนซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง/ ครั้ง เราจึงเปลี่ยนมาใช้ปั้มแทนซึ่งใช้เวลา 15 นาทีและทำให้มีเวลาในการแช่น้ำเกลือเป็น 1 ชั่วโมง
3. สามารถทำให้ประสิทธิภาพการผลิตน้ำอ่อนเพิ่มขึ้น กล่าวคือ คุณภาพของน้ำอ่อนอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด เพราะมีการตรวจวัดแบบ Real time เมื่อค่า Hardness ใกล้จะถึงค่าที่ควบคุมก็จะเพิ่มความถี่ในการตรวจวัด
4. จากการติดตั้ง Meter วัดอัตราการไหลของน้ำ ที่ท่อน้ำเข้าของระบบ (เดิมติดตั้ง Meter ที่ท่อน้ำออกจากระบบ) ทำให้เราทราบถึงปริมาณของน้ำที่ใช้ล้างจริงในแต่ละครั้ง
5. การเตรียมน้ำเกลือที่ 11 % ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดสำหรับการฟื้นฟูสภาพเรซิน คือหลังจากได้เครื่องมือวัดความเข้มข้นของน้ำเกลือมา ทำให้สามารถเตรียมน้ำเกลือที่ความเข้มข้น 11% ได้อย่างแม่นยำซึ่งทำให้การฟื้นฟูเรซินมีประสิทธิภาพและลดการใช้น้ำเกลือได้ด้วยเนื่องจากค่าความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ซื้อมามีค่าไม่คงที่จะอยู่ที่ประมาณ 22 – 28 % จึงต้องมีการตรวจวัดทุกครั้งเมื่อผสมน้ำเกลือเสร็จ
6. จากการทดลองสรุปว่าการทดลองแบบที่ 2 ดีที่สุดคือใช้น้ำเกลือที่ 11% ปริมาณ 2,100 ลิตรในการล้างแต่ละครั้ง และแช่น้ำเกลือที่ 60 นาที

คุณภาพน้ำของโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555 แสดงดังตารางที่ A3.5-A3.6

ตารางที่ A3.5 คุณภาพน้ำบาดาลของโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554					พ.ศ.2555				
	pH	ความกระด้าง (mg/l as CaCO ₃)	M-Alk (mg/l)	คลอไรด์ (mg/l)	TDS (mg/l)	pH	ความกระด้าง (mg/l as CaCO ₃)	M-Alk (mg/l)	คลอไรด์ (mg/l)	TDS (mg/l)
มกราคม	7.23	258.89	238.00	566.32	1034.58	7.23	221.38	231.90	526.75	1047.43
กุมภาพันธ์	7.19	258.94	235.98	566.52	1034.77	7.12	237.09	234.17	533.17	1080.46
มีนาคม	7.11	250.67	238.59	535.59	976.11	7.12	226.34	228.65	540.64	1086.35
เมษายน	7.15	243.87	235.30	535.41	976.27	7.08	221.71	228.37	562.65	1102.86
พฤษภาคม	7.21	222.26	237.32	566.52	1024.12	7.13	242.93	228.33	586.62	1121.88
มิถุนายน	7.22	223.00	228.08	490.67	1001.23	7.08	240.62	224.95	605.03	1149.00
กรกฎาคม	7.20	235.94	211.84	563.47	1074.37					
สิงหาคม	7.17	231.30	221.14	550.46	1043.92					
กันยายน	7.21	228.23	228.07	573.48	1089.72					
ตุลาคม	7.19	218.79	227.70	551.67	1055.96					
พฤศจิกายน	7.18	204.55	222.82	524.14	1040.35					
ธันวาคม	7.21	215.96	214.13	512.55	1016.87					
เฉลี่ย	7.19	232.70	228.25	544.73	1030.69	7.13	231.68	229.40	559.14	1098.00

ตารางที่ A3.6 คุณภาพน้ำอ่อนของโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554					พ.ศ.2555				
	pH	ความกระด้าง (mg/l as CaCO ₃)	M-Alk (mg/l)	คลอไรด์ (mg/l)	TDS (mg/l)	pH	ความกระด้าง (mg/l as CaCO ₃)	M-Alk (mg/l)	คลอไรด์ (mg/l)	TDS (mg/l)
มกราคม	7.55	79.27	251.38	-	902.56	7.36	11.21	241.93	537.52	1020.05
กุมภาพันธ์	7.49	16.80	242.78	537.52	934.52	7.14	22.71	239.67	-	991.50
มีนาคม	7.42	19.61	248.10	-	877.56	7.02	19.15	240.80	-	995.12
เมษายน	7.42	21.15	252.92	-	891.50	7.15	23.30	241.51	334.52	981.00
พฤษภาคม	7.37	23.45	245.59	-	882.48	7.38	27.54	245.90	-	992.12
มิถุนายน	7.36	22.57	241.46	485.32	876.50	7.53	28.10	245.67	-	1097.60
กรกฎาคม	7.34	27.68	232.00	543.32	939.04					
สิงหาคม	7.33	27.39	237.06	-	916.50					
กันยายน	7.40	16.07	240.25	589.72	983.35					
ตุลาคม	7.37	15.35	240.40	-	906.23					
พฤศจิกายน	7.33	16.46	237.37	-	977.77					
ธันวาคม	7.31	10.26	230.24	543.32	990.76					
เฉลี่ย	7.39	19.67	241.63	539.84	923.23	7.26	22.00	242.58	436.02	1012.90

ประสิทธิภาพของการผลิตน้ำอ่อนของโรงงาน

$$\begin{aligned}
 \text{Net capacity of resin} &= \frac{\{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)} \times \text{ปริมาณน้ำอ่อนต่อรอบ (m}^3\}}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}} \\
 &= \frac{(280 \times 450)/3000}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}} = 42.0 \\
 \text{Basic capacity of resin} &= \frac{\{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)} \times (\text{ปริมาณน้ำอ่อนต่อรอบ} + \text{น้ำล้างเกลือ})(\text{m}^3)\}}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}} \\
 &= \frac{[280 \times (450+7)]/3000}{\text{ปริมาตรของเรซิน (l)}} = 42.6 \\
 \text{ปริมาณเกลือต่อความกระด้าง} &= \frac{\text{ปริมาณเกลือที่ใช้ต่อรอบ (kg)}}{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)}} = \frac{231/280}{\text{ความกระด้างของน้ำดิบ (mg/l)}} = 0.8
 \end{aligned}$$

คุณภาพน้ำทิ้งหลังการบำบัดตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555 แสดงดังตารางที่ A3.7

ตารางที่ A3.7 คุณภาพน้ำทิ้งหลังการบำบัดตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ. 2554				พ.ศ. 2555			
	pH	TDS (ppm)	COD (ppm)	BOD (ppm)	pH	TDS (ppm)	COD (ppm)	BOD (ppm)
มกราคม	7.1	1,627.0	54.2	8.5	7.2	1,928.9	108.4	29
กุมภาพันธ์	7.0	1,788.8	67.2	18	6.7	1,758.4	105.7	15
มีนาคม	6.8	1,411.9	95.5	21.5	6.7	1,968.3	86.3	24
เมษายน	7.0	1,521.1	59.6	24.5	6.8	2,023.9	73.5	15
พฤษภาคม	7.0	1,648.8	81.6	34	6.9	2,107.7	57.9	25
มิถุนายน	6.7	1,457.3	44.6	4	6.8	1,901.7	56.4	10
กรกฎาคม	6.7	1,512.6	46.9	40.5				
สิงหาคม	6.6	1,334.0	34.0	9				
กันยายน	6.4	1,256.9	103.1	57				
ตุลาคม	6.7	1,046.4	71.7	13				
พฤศจิกายน	6.9	1,193.4	62.0	8				
ธันวาคม	7.1	1,591.1	142.5	52.5				
เฉลี่ย	6.8	1,449.1	71.9	24.2	6.85	1,948.2	81.4	19.7

ปริมาณน้ำทิ้งและค่าใช้จ่ายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555 แสดงดังตารางที่ A3.8

ตารางที่ A3.8 ปริมาณน้ำทิ้งและค่าใช้จ่ายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ. 2554		พ.ศ. 2555	
	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลูกบาศก์เมตร)	ค่าใช้จ่ายในการบำบัด (แสนบาท)	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลูกบาศก์เมตร)	ค่าใช้จ่ายในการบำบัด (แสนบาท)
มกราคม	23,371.2	1.99	17,866.4	1.86
กุมภาพันธ์	18,700.0	2.44	21,572.0	2.22
มีนาคม	18,256.8	3.08	19,427.2	1.96
เมษายน	18,338.4	1.77	20,717.2	2.14
พฤษภาคม	19,464.0	2.42	21,800.8	2.21
มิถุนายน	15,990.4	1.86	19,504.0	1.95
กรกฎาคม	14,028.8	1.84		
สิงหาคม	13,469.6	1.82		
กันยายน	19,630.4	2.08		
ตุลาคม	24,149.6	1.61		
พฤศจิกายน	30,185.6	1.39		
ธันวาคม	17,377.6	1.46		
เฉลี่ย	19,413.5	1.98	20,148	2.06

เปรียบเทียบปริมาณและสัดส่วนการใช้น้ำบาดาล และน้ำรีไซเคิลก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ
(ดังตารางที่ A3.9- A3.10)

ตารางที่ A3.9 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลและน้ำจากระบบรีไซเคิลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ. 2554			พ.ศ. 2555		
	น้ำบาดาล (m ³)	น้ำรีไซเคิล (m ³)	ปริมาณน้ำรวม (m ³)	น้ำบาดาล (m ³)	น้ำรีไซเคิล (m ³)	ปริมาณน้ำรวม (m ³)
มกราคม	25,169.0	8,829.0	33,998.0	21,257.0	8,290.0	29,547.0
กุมภาพันธ์	30,306.0	9,663.0	39,969.0	28,531.0	10,704.0	39,235.0
มีนาคม	38,077.0	10,314.0	48,391.0	25,482.0	10,313.0	35,795.0
เมษายน	21,773.0	9,387.0	31,160.0	24,492.0	6,967.0	31,459.0
พฤษภาคม	28,263.0	9,275.0	37,538.0	28,946.0	9,236.0	38,182.0
มิถุนายน	22,670.0	9,730.0	32,400.0	25,098.0	7,917.0	33,015.0
กรกฎาคม	24,436.0	9,277.0	33,713.0			
สิงหาคม	22,080.0	9,968.0	32,048.0			
กันยายน	23,994.0	11,017.0	35,011.0			
ตุลาคม	20,200.0	10,176.0	30,376.0			
พฤศจิกายน	17,436.0	10,512.0	27,948.0			
ธันวาคม	16,233.0	8,280.0	24,513.0			
รวม	290,637.0	116,428.0	407,065.0	153,806.0	53,427.0	207,233.0
เฉลี่ยทั้งปี	24,219.75	9,702.33	33,922.08			
เฉลี่ยครึ่งปี	27,709.67	9,533.00	37,242.67	25,634.33	8,904.50	34,538.83

ตารางที่ A3.10 สัดส่วนการใช้น้ำบาดาลและน้ำจากระบบประปาตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

	พ.ศ. 2554		พ.ศ. 2555		สัดส่วนการใช้น้ำ บาดาลลดลง (%)
	ปริมาณน้ำใช้ (ม.ค.-มิ.ย.2554)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ (ม.ค.-มิ.ย.2554)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)	
น้ำบาดาล	166,258.00	74.40	153,806.00	74.22	0.18
น้ำประปา	57,198.00	25.60	53,427.00	25.78	
รวมการใช้น้ำทั้งสิ้น	223,456.00	100.00	207,233.00	100.00	

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์

การใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน ในรอบ 1 ปี 2554 (ดังตารางที่ A3.11)

ตารางที่ A3.11 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน ปี 2554

เดือน	ผลิตในลอน	ผลิตด้าย	ผลิตผ้า	ย้อมแต่งผ้า	สาธารณูปโภค	รวม
มกราคม	1,853.80	14,205.00	3,463.00	5,642.00	7,841.2	33,022.96
กุมภาพันธ์	1,613.80	19,927.00	3,595.00	5,844.00	7,695.5	38,673.72
มีนาคม	1,763.90	23,107.00	5,605.00	7,687.80	9,284.5	47,446.24
เมษายน	1,710.40	13,702.00	3,230.00	4,413.60	7,515.5	30,601.65
พฤษภาคม	1,466.70	15,904.00	6,871.00	4,945.00	7,842.1	37,027.41
มิถุนายน	1,527.80	15,477.00	4,595.00	4,062.00	7,354.9	33,014.55
กรกฎาคม	1,823.30	12,819.00	3,675.00	4,370.00	8,232.4	30,918.10
สิงหาคม	1,747.60	11,864.00	4,577.00	5,508.00	8,296.3	31,990.54
กันยายน	1,738.70	13,697.00	4,431.00	6,169.00	7,982.2	34,016.20
ตุลาคม	1,737.90	13,758.00	3,359.00	5,901.00	8,289.6	33,043.85
พฤศจิกายน	1,464.20	14,582.00	2,942.00	2,308.00	7,958.4	29,253.22
ธันวาคม	1,272.30	9,398.00	2,776.00	2,477.00	7,319.0	23,241.04
รวมทั้งสิ้น	19,720.40	178,440.00	49,119.00	59,327.40	95,611.60	402,249.48
เฉลี่ยทั้งปี	1,643.37	14,870.00	4,093.25	4,943.95	7,967.63	33,520.79
เฉลี่ยครึ่งปี	1,656.07	17,053.67	4,559.83	5,432.40	7,922.28	36,631.09

การใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน ในรอบครึ่งปี 2555 (ดังตารางที่ A3.12)

ตารางที่ A3.12 ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน ปี 2555

เดือน	ผลิตในลอน	ผลิตด้าย	ผลิตผ้า	ย้อมแต่งผ้า	สาธารณูปโภค	รวม
มกราคม	1,774.0	15,989.0	3,057.0	2,550.0	7,905.7	31,275.7
กุมภาพันธ์	1,898.7	19,354.0	3,597.0	3,812.0	8,546.4	37,208.1
มีนาคม	2,150.9	16,159.0	4,668.0	3,209.0	8,887.6	35,074.5
เมษายน	1,453.8	12,848.0	3,999.0	4,782.0	8,168.9	31,251.7
พฤษภาคม	1,537.6	15,030.0	4,741.0	5,945.0	8,913.0	36,166.6
มิถุนายน	1,393.3	1,324.1	4,903.0	4,540.0	8,030.2	32,107.5
รวมทั้งสิ้น	10,208.30	80,704.10	24,965.00	24,838.00	50,451.80	203,084.10
เฉลี่ยครึ่งปี	1,701.38	13,450.68	4,160.83	4,139.67	8,408.63	33,847.35

สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ของโรงงาน (ดังตารางที่ A3.13)

ตารางที่ A3.13 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตและส่วนอื่นๆ ปี 2554 และ ปี 2555

หน่วยงาน	พ.ศ. 2554				พ.ศ. 2555	
	ปริมาณน้ำใช้ทั้งปี (ม ³ /ปี)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ครึ่งปี (ม ³ /ปี)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)	ปริมาณน้ำใช้ครึ่งปี (ม ³ /ปี)	สัดส่วน การใช้น้ำ (%)
ส่วนผลิตในลอน	19,720.4	4.90	9,936.40	4.52	9,731.5	4.80
ส่วนผลิตเส้นด้าย	178,440.0	44.36	102,322.00	46.56	92,621.0	45.72
ส่วนผลิตผ้า	49,119.0	12.21	27,359.00	12.45	24,957.0	12.32
ฝ่ายซ่อมแต่งผ้า	59,327.4	14.75	32,594.40	14.83	24,838.0	12.26
สาธารณูปโภครวม	95,613.6	23.77	47,533.70	21.63	50,451.8	24.90
รวม	402,220.0	100.00	219,786.53	100.00	202,599.3	100.00

การใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตในลอน (ดังตารางที่ A3.14)

ตารางที่ A3.14 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตในลอนตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)
มกราคม	1,093.6	1,853.8	1.70	841.9	1,774.0	2.11
กุมภาพันธ์	1,012.1	1,613.8	1.59	1,203.1	1,898.7	1.58
มีนาคม	1,280.4	1,764.0	1.38	1,110.8	2,150.9	1.94
เมษายน	931.9	1,710.3	1.84	572.3	1,453.8	2.54
พฤษภาคม	659.2	1,466.7	2.22	524.9	1,537.6	2.93
มิถุนายน	791.4	1,527.8	1.93	716.1	1,393.3	1.95
กรกฎาคม	1,068.1	1,823.3	1.71			
สิงหาคม	1,063.4	1,747.4	1.64			
กันยายน	960.6	1,738.7	1.81			
ตุลาคม	983.4	1,737.9	1.77			
พฤศจิกายน	715.4	1,464.2	2.05			
ธันวาคม	429.7	1,272.3	2.96			
รวมทั้งสิ้น	10,989.20	19,720.20	22.50	50197.4	83975.4	138383.2
เฉลี่ยทั้งปี	915.77	1,643.35	1.88			
เฉลี่ยครึ่งปี	961.43	1,656.07	1.72	828.18	1,701.38	2.05

การใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตเส้นด้าย (ดังตารางที่ A3.15)

ตารางที่ A3.15 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตเส้นด้ายตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ (ม ³ /ตัน)
มกราคม	112.7	14,205.0	126.0	93.9	15,989.0	170.28
กุมภาพันธ์	152.2	19,927.0	130.9	126.4	19,354.0	153.12
มีนาคม	172.2	23,107.0	134.2	110.2	16,159.0	146.56
เมษายน	90.8	13,732.0	151.2	88.8	12,848.0	144.63
พฤษภาคม	100.6	15,904.0	158.1	104.3	15,030.0	144.1
มิถุนายน	95.3	15,477.0	162.4	75.7	13,241.0	174.9
กรกฎาคม	74.0	12,819.0	173.2			
สิงหาคม	73.6	11,864.0	161.2			
กันยายน	91.9	13,697.0	149.0			
ตุลาคม	96.3	13,758.0	142.9			
พฤศจิกายน	93.1	14,582.0	156.6			
ธันวาคม	54.3	9,398.0	173.1			
รวมทั้งสิ้น	1207.00	17,8470.00	1818.80	599.30	92,621.00	933.59.00
เฉลี่ยทั้งปี	100.58	14,872.50	147.87			
เฉลี่ยครึ่งปี	120.63	17,058.67	141.41	99.88	15,436.83	154.55

การใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตผ้า (ดังตารางที่ A3.16)

ตารางที่ A3.16 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการผลิตผ้าตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณผลผลิต (หลา)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	การใช้น้ำต่อหน่วย การผลิต (ม ³ /หลา)	ปริมาณผลผลิต (หลา)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	การใช้น้ำต่อหน่วย การผลิต (ม ³ /หลา)
มกราคม	459,186	3,463	0.0075	422,965.0	3,057.0	0.0072
กุมภาพันธ์	604,640	3,595	0.0059	455,942.0	3,597.0	0.0079
มีนาคม	717,614	5,606	0.0078	537,904.0	4,688.0	0.0087
เมษายน	530,361	3,230	0.0061	441,090.0	3,999.0	0.0091
พฤษภาคม	607,924	6,871	0.0113	569,931.0	4,741.0	0.0083
มิถุนายน	653,392	4,595	0.0070	618,698.0	4,903.0	0.0082
กรกฎาคม	538,892	3,675	0.0068			
สิงหาคม	531,842	4,577	0.0086			
กันยายน	530,267	4,431	0.0084			
ตุลาคม	492,817	3,359	0.0068			
พฤศจิกายน	351,730	2,942	0.0084			
ธันวาคม	303,140	2,776	0.0092			
รวมทั้งสิ้น	6,321,805	49,120	0.0938	3,046,530	24,985	0.0494
เฉลี่ยทั้งปี	526,817.08	4,093.33	0.0078			
เฉลี่ยครึ่งปี	595,519.50	4,560	0.0076	507,755	4,164	0.0082

การใช้น้ำต่อหน่วยการย้อมแต่งผ้า (ดังตารางที่ A3.17)

ตารางที่ A3.17 ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยการย้อมแต่งผ้าตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2554 ถึง เดือนมิถุนายน ปี 2555

เดือน	พ.ศ.2554			พ.ศ.2555		
	ปริมาณ ผลผลิต (หลา)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	การใช้น้ำต่อ หน่วยการผลิต (ม ³ /หลา)	ปริมาณ ผลผลิต (หลา)	ปริมาณน้ำ (ม ³ /เดือน)	การใช้น้ำต่อ หน่วยการผลิต (ม ³ /หลา)
มกราคม	326,859.0	5,642.0	0.0173	198,162.0	2,550.0	0.0129
กุมภาพันธ์	381,194.0	5,844.0	0.0153	267,340.0	3,812.0	0.0142
มีนาคม	510,095.0	7,687.8	0.0151	360,487.0	3,209.0	0.0089
เมษายน	302,731.0	4,413.6	0.0146	309,924.0	4,782.0	0.0154
พฤษภาคม	309,087.0	4,945.0	0.0160	465,103.0	5,945.0	0.0127
มิถุนายน	207,637.0	4,062.0	0.0196	335,265.0	4,540.0	0.0135
กรกฎาคม	260,277.0	4,370.0	0.0168			
สิงหาคม	286,010.0	5,508.0	0.0193			
กันยายน	329,462.0	6,169.0	0.0187			
ตุลาคม	403,327.0	5,901.0	0.0146			
พฤศจิกายน	246,998.0	2,308.0	0.0093			
ธันวาคม	219,156.0	2,477.0	0.0113			
รวมทั้งสิ้น	3,782,833.00	59,327.40	0.01879	1,936,281	24,838	0.0776
เฉลี่ยทั้งปี	315,236.08	4,943.95	0.0157			
เฉลี่ยครึ่งปี	339,600.50	5,432.40	0.0160	322,713.5	4139.67	0.0128

ดัชนีการใช้น้ำของผลิตภัณฑ์ ปี 2554 และ ปี 2555 (ดังตารางที่ A3.18)

ตารางที่ A3.18 ดัชนีการใช้น้ำของการผลิตในลอน เส้นด้าย ผ้าทอ และการย้อมแต่งผ้า ปี 2554 และ ปี 2555

ผลิตภัณฑ์	พ.ศ. 2554	พ.ศ.2555
ในลอน (ม ³ /ton)	1.72	2.05
เส้นด้าย (ม ³ /ton)	141.41	154.55
ผ้าทอ (ม ³ /หลา)	0.0076	0.0082
ย้อมแต่งผ้า (ผ้าทอ) (ม ³ /หลา)	0.0160	0.0128

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

เงินลงทุน (อุปกรณ์วิเคราะห์น้ำ)	42,182	บาท
ประหยัดน้ำ	101.5	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ประหยัดน้ำ	1,928.5	บาท/ปี
ประหยัดน้ำเกลือ	149.13	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ประหยัดน้ำเกลือ	95,146	บาท/ปี
ปริมาณน้ำเสียที่ลดลง	81.2	ลูกบาศก์เมตร/ปี
ประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย	812	บาท
รวมค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	97,886.5	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.43	ปี

8. โครงการที่จะทำในอนาคต

- (1) การปรับปรุงถังเก็บน้ำเพื่อป้องกันการผุกร่อนและเป็นสนิม
- (2) ปรับปรุงระบบท่อน้ำภายในโรงงานเนื่องจากท่อเดิมเป็นท่อเหล็กซึ่งบางจุดมีการรั่วซึม
- (3) การหาแนวทางนำน้ำจากกระบวนการอัดด้ายก่อนย้อนกลับมาใช้ประโยชน์

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

การฟื้นฟูสภาพเรซิน

- (1) รูปแบบของถังผลิตน้ำอ่อน มีการติดตั้งหัวกระจายน้ำอย่างเพียงพอ
- (2) ตำแหน่งที่ติดตั้งมาตรวัดน้ำ ควรติดตั้งตำแหน่งน้ำเข้า เพื่อจะได้ทราบปริมาณน้ำล้างเกลือ น้ำล้างยอน และน้ำอ่อนที่ผลิตได้
- (3) ติดตั้งกระจก (Side glass) ทั้งด้านบนและด้านล่าง
- (4) ท่อปล่อยน้ำทั้งบริเวณกันถังต้องสามารถปล่อยน้ำหรือน้ำเกลือได้หมดถึง
- (5) ตรวจวัดปริมาณเรซินที่มีอยู่จริงในถัง
- (6) ควรมีชุดทดสอบความกระด้างที่ใช้สำหรับโรงงาน
- (7) มีการกำจัดคลอรีนก่อนก่อนเข้าถังเรซิน

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



การเข้าร่วมโครงการนี้ เป็นประโยชน์มากสำหรับบริษัท ทำให้โครงการ CT ต่าง ๆ ของเราสามารถพัฒนาต่อยอดขึ้นไป และได้เห็นตัวอย่างดี ๆ และความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ที่ทางเราจะนำไปใช้เพื่อการลดต้นทุน และทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น

โครงการดี ๆ อย่างนี้ไม่ควรทำแค่ปีเดียว น่าจะให้บริษัท ที่เข้าร่วมต่อโครงการไปอีก 1 ปี ซึ่งจะเป็นเหมือนกับลงเสาเข็มหลักให้แน่นและแข็งแรง ซึ่งจะทำให้บริษัทที่เข้าร่วมโครงการนี้สามารถพัฒนาต่อเนื่องได้ตลอดไปในภายหน้า

นายเสถียร เตชะนรรราช
ประธานโครงการ

(รศ.ดร.กอบบุญ หล่อทองคำ และรศ.ดร.อัญชลีพร วาริธสวัสดิ์ หล่อทองคำ)

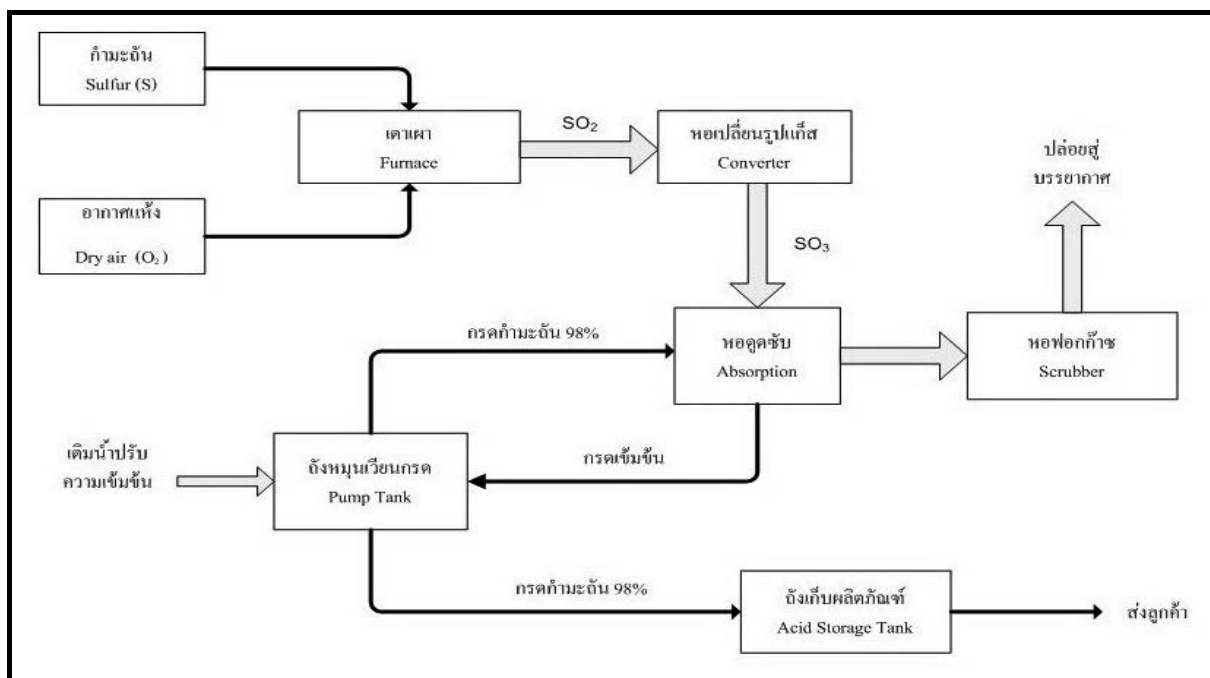
บริษัท ท่าไทย จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ทำไทย จำกัด		
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท ทำไทย จำกัด		
ที่ตั้ง	52/3 หมู่ที่ 6 ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง จังหวัด สมุทรสาคร 74000		
ปีที่ก่อตั้ง	21 กรกฎาคม 2532		
ทุนจดทะเบียน	120 ล้านบาท		
จำนวนพนักงาน	ระดับบริหาร 15 ระดับปฏิบัติการ 78 คน รวม 93 คน		
ผลิตภัณฑ์หลัก	กรดซัลฟิวริก (กรดกำมะถัน)	73,000	ตัน/ปี (200 ตัน/วัน)
	สารส้มน้ำและแข็งจากอะลูมินา	60,000	ตัน/ปี
	สารส้มน้ำจากบอไซด์	120,000	ตัน/ปี
เว็บไซต์	http://www.thathai.com/		
มาตรฐานที่ได้รับ	มอก. 41-2529 (กรดซัลฟิวริก) มอก. 165-2542 (สารส้ม)		
	ISO 9002, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, EMS for SMEs (ขั้นที่ 1 และ 2)		
	CSR-DIW		

2. กระบวนการผลิต

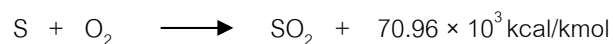
2.1 กระบวนการผลิตกรดกำมะถัน



รูปที่ B1.1 กระบวนการผลิตกรดกำมะถัน

แผนผังการผลิตกรดกำมะถันแสดงในรูปที่ B1.1 กรรมวิธีผลิตกรดกำมะถันเริ่มจากการเผากำมะถัน (Sulfur burner plant) โดยนำกำมะถันที่อยู่ในวัฏภาคของแข็งไปหลอมด้วยความร้อนจากไอน้ำในบ่อหลอมกำมะถัน (Melting pit) และกรองตะกอนสิ่งสกปรกโดยใช้ตะแกรงกรองตะกอน ก่อนที่จะนำกำมะถันในวัฏภาคของเหลวผ่านถังกรองและไหลลงไปที่บ่อพัก แต่ถ้าใช้กำมะถันที่อยู่ในวัฏภาคของเหลวเป็นวัตถุดิบ สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการหลอมและกรองก่อน

จากนั้นสูบกำมะถันที่อยู่ในวัฏภาคของเหลวผ่านหัวฉีดเข้าผสมกับอากาศร้อนแห้งจากหอทำอากาศแห้ง (Drying air tower) เผาในเตาเผา (Furnace) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 950-1,090 องศาเซลเซียส ได้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ดังปฏิกิริยา



แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้จากเตาเผามีอุณหภูมิสูง จะถูกทำให้เย็นลงในหม้อไอน้ำ (Waste heat boiler) จนได้อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 430-450 องศาเซลเซียส เพื่อให้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) กับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ดีในภาวะที่มีวานาเดียมเพนตะออกไซด์ (Vanadium Pentaoxide: V₂O₅) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และเกิดแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO₃) ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ดังปฏิกิริยา

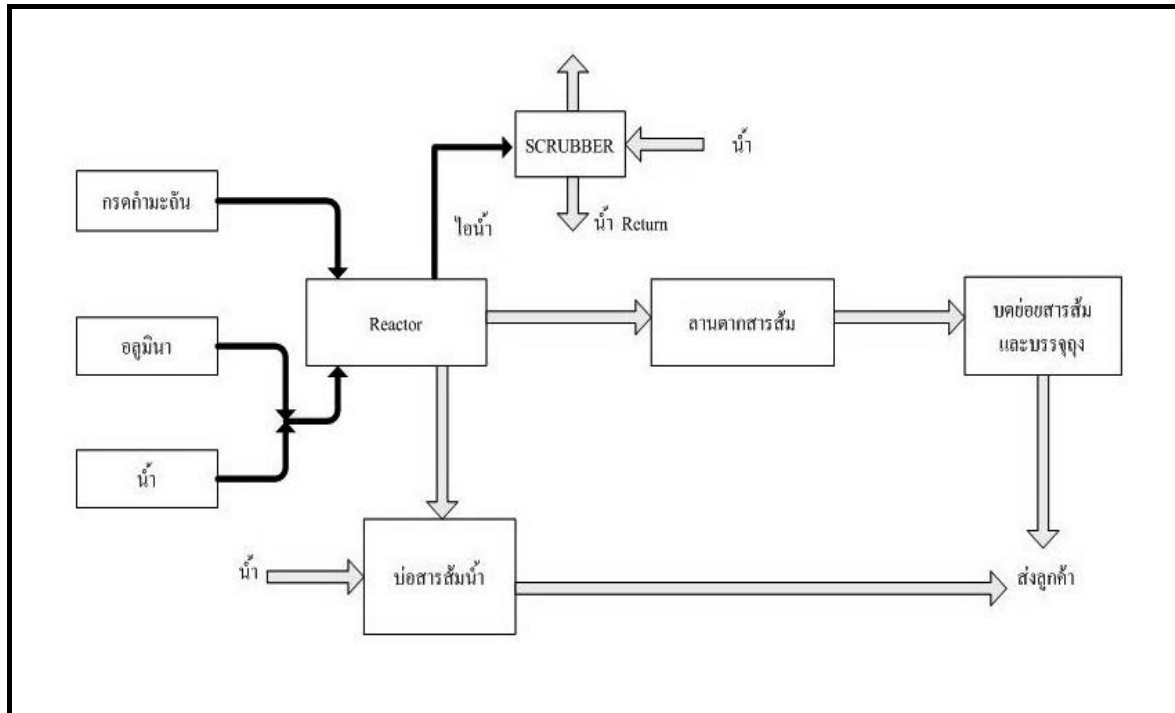


ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่ชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst bed) ทำให้อุณหภูมิที่ทางออกของชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาในแต่ละชั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น และต้องทำให้เย็นตัวลงก่อนที่จะผ่านเข้าไปในชั้นต่อไปโดยผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดต่างๆ จนได้อุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้การเพิ่มออกซิเจนกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น สารละลายกรดกำมะถันดูดซับแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ที่หอดูดซับ (Absorption tower) ดังปฏิกิริยา



แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ไม่เปลี่ยนรูปถูกนำกลับไปให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งจนมีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะเปลี่ยนรูป หลังจากนั้นนำกลับเข้าหอเปลี่ยนรูปแก๊ส และผ่านชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนรูปเป็นแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ในชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาชั้นสุดท้ายต้องเพิ่มอากาศแห้งเข้าไปเพื่อช่วยเร่งให้เกิดการแปลงผัน (Conversion) ได้ดียิ่งขึ้นด้วย และผ่านเข้าไปในหอดูดซับ เพื่อดูดซับแก๊สด้วยสารละลายกรดกำมะถันอีกครั้งหนึ่ง กระบวนการผลิตดังกล่าว เรียกว่า Double-contact/Double absorption (DC/DA) แก๊สที่เหลือจากกระบวนการปล่อยสู่บรรยากาศโดยผ่านสครับเบอร์ (Scrubber tower)

2.2 กระบวนการผลิตสารส้มอะลูมินา

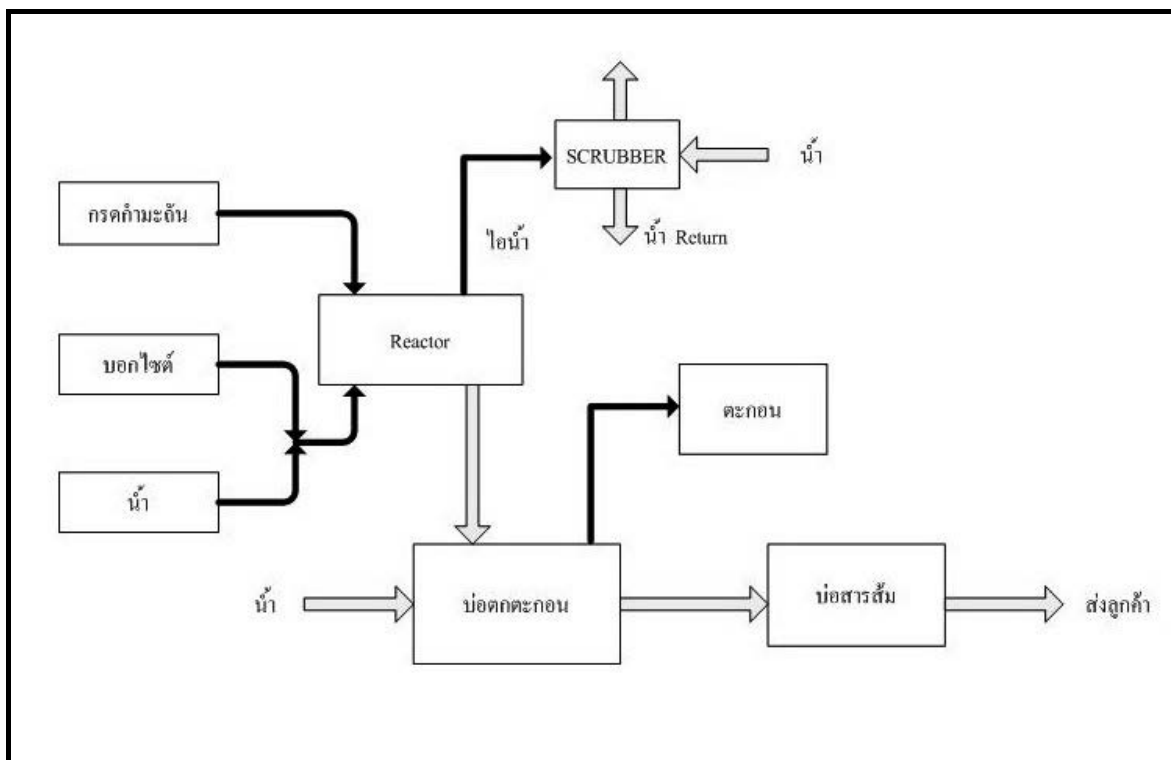


รูปที่ B1.2 กระบวนการผลิตสารส้มอะลูมินา

แผนผังการผลิตสารส้มอะลูมินาแสดงในรูปที่ B1.2 กรรมวิธีการผลิตสารส้มอะลูมินามีขั้นตอนดังนี้

1. นำวัตถุดิบ คือ อะลูมินาผสมกับน้ำกวนให้เข้ากันในถังกวน (Agitating tank) ได้ Alumina slurry
2. สูบกรดกำมะถันเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์เล็กน้อย จากนั้นก็ค่อยๆ เติม Alumina slurry และกรดกำมะถันเข้าไปผสมและทำปฏิกิริยากันจนได้ผลิตภัณฑ์สารส้ม โดยอุณหภูมิในเครื่องปฏิกรณ์มีค่าประมาณ 120 องศาเซลเซียส
3. เมื่ออะลูมินาและกรดกำมะถันทำปฏิกิริยาได้สารส้มแล้ว ให้ปล่อยสารส้มซึ่งเป็นของเหลวและมีอุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส จากเครื่องปฏิกรณ์ลงในบ่อสารส้ม (Liquid alum pond) หรือ ลานตากสารส้ม (Solid alum cooling floor)
 - 3.1 ถ้าต้องการผลิตภัณฑ์เป็นสารส้มน้ำหรือสารส้มที่เป็นของเหลว ให้ปล่อยสารส้มจากเครื่องปฏิกรณ์ลงบ่อสารส้มพร้อมกับเติมน้ำและพ่นฟองอากาศ เพื่อผสมให้เข้ากันเป็นสารส้มน้ำ 50%
 - 3.2 ถ้าต้องการผลิตภัณฑ์เป็นสารส้มก้อน ให้ปล่อยสารส้มจากเครื่องปฏิกรณ์ลงสู่ลานสารส้ม เพื่อให้สารส้มที่เป็นของเหลวเปลี่ยนเป็นสารส้มที่เป็นของแข็ง โดยปล่อยให้เย็นตัวในลานสารส้ม เมื่อสารส้มเย็นตัวและจับตัวเป็นของแข็งก็จะทุบเป็นแผ่นและนำมาบดให้เป็นก้อนในเครื่องบด และบรรจุใส่ถุงพร้อมจำหน่าย
 - 3.3 ผลิตภัณฑ์สารส้มผง ซึ่งเป็นผลพลอยได้ (By-product) ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการดักจับฝุ่นในระบบ Bag filter จากการบดย่อยสารส้มก้อน ซึ่งผลิตภัณฑ์สารส้มผงที่ได้จะนำมาบรรจุใส่ถุงพร้อมจำหน่าย

2.3 กระบวนการผลิตสารส้มบอไซต์



รูปที่ B1.3 กระบวนการผลิตสารส้มบอไซต์

รูปที่ B1.3 แสดงกระบวนการผลิตสารส้มบอไซต์ ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตสารส้มบอไซต์ดังนี้

1. เตรียมน้ำแรंबอไซต์เข้มข้น โดยนำวัตถุดิบ คือ แรंबอไซต์กับน้ำกวนผสมให้เข้ากันในถังกวน (Agitating tank) จะได้น้ำแรंबอไซต์เข้มข้น
2. ป้อนน้ำแรंबอไซต์เข้มข้นและกรดกำมะถันเข้าเครื่องปฏิกรณ์ โดยให้ทำปฏิกิริยาประมาณ 30 นาที เมื่อกรดกำมะถันและน้ำแรंबอไซต์ทำปฏิกิริยาตามเวลาที่กำหนดแล้ว ปล่อยผลิตภัณฑ์ที่ได้ลงบ่อที่เตรียมไว้
3. เติมสารละลายช่วยตกตะกอนลงในบ่อตกตะกอนและปล่อยให้ตกตะกอนประมาณ 1-2 ชม. จากนั้นดูน้ำสารส้มใสจากบ่อตกตะกอนไปยังบ่อปรับความเข้มข้น และปรับความเข้มข้นสารส้มด้วยน้ำให้ได้ความเข้มข้นตามที่ลูกค้าต้องการ แล้วดูไปเก็บไว้ที่บ่อเก็บสารส้มน้ำพร้อมจำหน่าย

3. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

3.1 โครงการ การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม

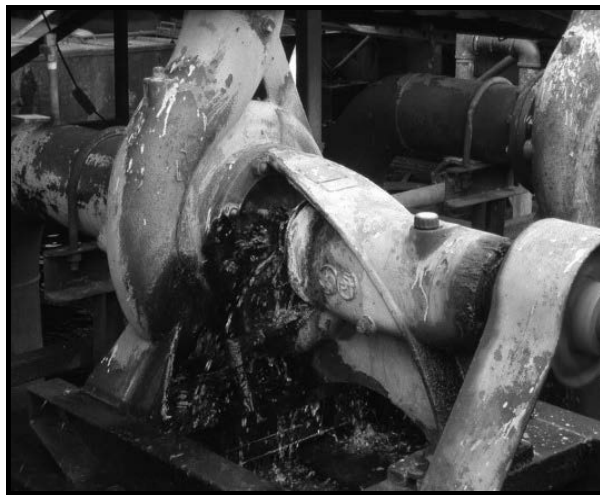
วัตถุประสงค์ เพื่อลดปริมาณการรั่วไหลน้ำและประหยัดพลังงาน

เป้าหมาย ลดการรั่วไหลของน้ำที่ใช้ภายในบริษัทฯ

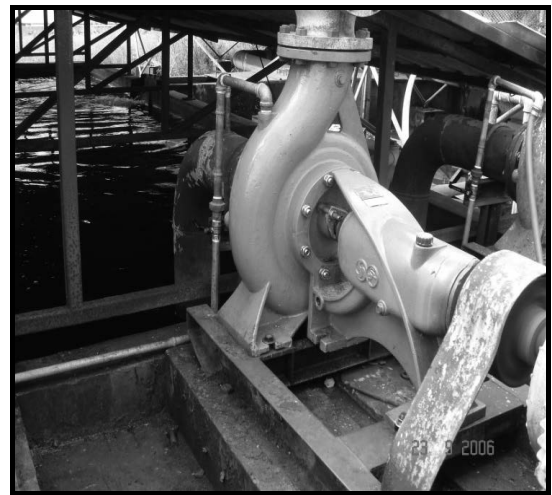
ดัชนีชี้วัด ไม่ให้พบการรั่วไหลของน้ำ

การดำเนินงานและมาตรการ การปรับปรุงระบบน้ำหล่อเย็นที่รั่วบริเวณปั้มน้ำ ได้ปรับปรุงซ่อมปั้มน้ำและคอยตรวจเช็คไม่ให้น้ำรั่วไหล

วันที่ดำเนินการแล้วเสร็จ วันที่ 28 กันยายน 2549



ภาพก่อนปรับปรุง



ภาพหลังการปรับปรุง

3.2 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001)

วัตถุประสงค์ เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมาย ลดปริมาณการใช้น้ำบาดาล/ประปาต่อหน่วยการผลิตไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 จากค่าเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2552

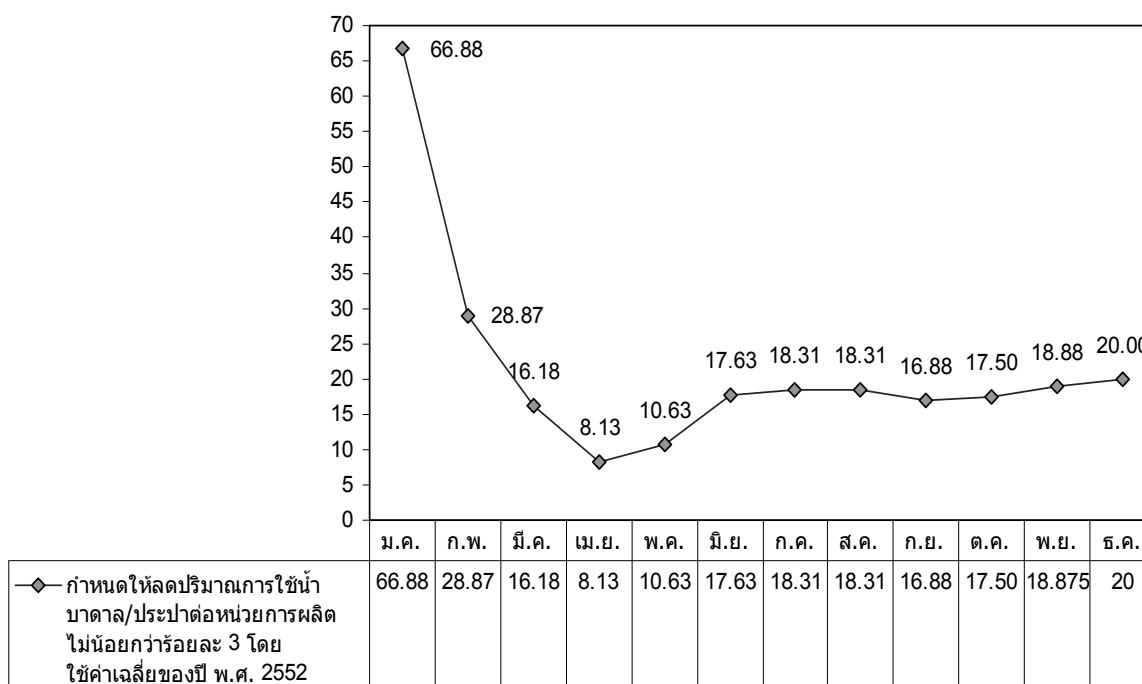
ดัชนีชี้วัด ปริมาณน้ำบาดาล/น้ำประปาที่ใช้ต่อหน่วยการผลิต

การดำเนินงานและมาตรการ จัดอบรมพนักงานในการประหยัดใช้ทรัพยากรน้ำ ตรวจสอบและซ่อมแซม อุปกรณ์ต่างๆ ที่ชำรุดเพื่อป้องกันน้ำรั่วไหล

วันที่ดำเนินการแล้วเสร็จ วันที่ 30 ธันวาคม 2554

ผลการดำเนินงานตามเป้าหมาย (มกราคม 54 – ธันวาคม 54)

ลดปริมาณการใช้น้ำบาดาล/ประปาต่อหน่วยการผลิตได้ร้อยละ 20



4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้

ตารางที่ B1.1 แสดงปริมาณการใช้น้ำปี 2554 ตารางที่ B1.2 แสดงปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในปี 2554 ดัชนีการใช้น้ำในตารางที่ B1.3 มีค่าต่ำ มาตรการลดการใช้น้ำในโครงการนี้จึงมุ่งที่บ้านพักซึ่งใช้น้ำประปาสูง

ตารางที่ B1.1 ปริมาณการใช้น้ำบาดาล น้ำประปา และน้ำผิวดิน ปี 2554 ในหน่วย ลบ.ม.

รายการ	น้ำบาดาล	น้ำประปา	น้ำผิวดิน	รวม
ระบบหล่อเย็น (Cooling tower)	130,000	-	-	130,000
ระบบ Softener & Demineralization	4,798	-	-	4,798
การผลิตสารส้มบอไซต์	-	3,646	52,500	56,146
การผลิตสารส้มอะลูมินา	-	1,616	15,300	16,916
สำนักงาน	-	1,783	-	1,783
บ้านพักบริษัท	-	11,411	-	11,411
อื่น ๆ	-	4,759	-	4,759
รวม	134,798	23,215	67,800	225,813
ร้อยละ	59.7	10.3	30.0	100

ตารางที่ B1.2 ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในปี 2554

รายการ	ปริมาณ (ตัน)
กรดกำมะถัน	41,900
สารส้มอะลูมินา	19,670
สารส้มน้ำบอไซต์	61,760
ปริมาณผลิตภัณฑ์รวม	123,330

ตารางที่ B1.3 ดัชนีการใช้น้ำ (ลบ.ม./ตัน)

ผลิตภัณฑ์	ดัชนีการใช้น้ำรวม	ดัชนีการใช้น้ำประปาและบาดาล	ดัชนีการใช้น้ำผิวดิน
กรดกำมะถัน	3.33	3.33	-
สารส้มน้ำบอไซต์	0.91	0.06	0.85
สารส้มอะลูมินา	0.86	0.08	0.78

5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

โครงการ	การลดปริมาณน้ำใช้ในบ้านพักพนักงานหลังเก่า
วัตถุประสงค์	เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่า
เป้าหมาย	ลดปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่าลง 20% ของปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือน
ดัชนีชี้วัด	ปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่า (ลบ.ม.)

แผนการดำเนินงาน

แผนงานเทคโนโลยีสะอาด				
ชื่อโครงการ : ลดปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่า		งบประมาณที่ใช้ : 50,000 บาท	ผู้รับผิดชอบแผนงาน : ผู้จัดการโรงงาน	แผนที่ 1/1 ครั้งที่แก้ไข 00
วัตถุประสงค์ : เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่า		เป้าหมาย : ลดปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่าลง 20% ของปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักเฉลี่ยต่อเดือน	ดัชนีชี้วัด : ปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่า (ม ³)	กำหนดเสร็จสิ้น : 30 มิถุนายน 2555
ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลาดำเนินงาน	วันที่แล้วเสร็จ
1	สำรวจระบบท่อน้ำของบ้านพักพนักงานหลังเก่า	ผู้จัดการโรงงาน	เดือน มีนาคม 2555	17 มี.ค. 55
2	ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์สำหรับการปรับปรุงระบบท่อน้ำของบ้านพักพนักงานหลังเก่า	ผู้จัดการฝ่ายผลิตและซ่อมบำรุง	เดือน มีนาคม 2555	19 มี.ค. 55
3	ดำเนินการปรับปรุงระบบท่อน้ำ และติดตั้งมาตรวัดน้ำแยกแต่ละบ้านพักพนักงานหลังเก่าทั้งหมด 18 ห้อง	ผู้จัดการฝ่ายผลิตและซ่อมบำรุง	เดือน มีนาคม 2555	31 มี.ค. 55
4	บันทึกข้อมูลการใช้น้ำหลังจากปรับปรุงระบบท่อน้ำ	ผู้จัดการสำนักงาน และหัวหน้าฝ่ายบัญชีและการเงิน	เดือน เมษายน - พฤษภาคม 2555	30 เม.ย. 55
5	สรุปผลการดำเนินโครงการ	ผู้จัดการโรงงาน	เดือน มิถุนายน 2555	
ผู้จัดทำ..... ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายผลิตและซ่อมบำรุง วันที่ 10 มี.ค. 55 ผู้ทบทวน..... ตำแหน่ง ผู้จัดการโรงงาน วันที่ 10 มี.ค. 55 ผู้อนุมัติ..... ตำแหน่ง ผู้จัดการทั่วไป วันที่ 17 มี.ค. 55				

การดำเนินงาน จากการเข้าสำรวจระบบท่อน้ำของบ้านพักพนักงานหลังเก่าจำนวน 18 ห้อง พบว่า ท่อน้ำที่ฝังอยู่ใต้ผิวดินชำรุด ทำให้มีน้ำรั่วซึม จึงได้ดำเนินการติดตั้งท่อน้ำใหม่โดยติดตั้งเหนือพื้นดิน และติดตั้งมาตรวัดน้ำแต่ละห้องแยกกัน ทั้งหมดจำนวน 18 ห้อง

งบประมาณ การดำเนินการปรับปรุงระบบท่อน้ำบ้านพักพนักงานหลังเก่า เป็นจำนวนเงิน 27,542 บาท

วันที่ปรับปรุงแล้วเสร็จ วันที่ 31 มีนาคม 2555

สรุปผลการดำเนินงาน ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำในบ้านพักพนักงานหลังเก่าก่อนการปรับปรุงระบบท่อน้ำ ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 1,267.80 ลบ.ม./เดือน (ข้อมูลช่วงเดือน ม.ค. 54 – มี.ค. 55) ภายหลังการปรับปรุงระบบท่อน้ำ ปริมาณการใช้น้ำ 433.25 ลบ.ม./เดือน จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงติดตั้งท่อน้ำใหม่และมีเตอร์แล้ว สามารถลดปริมาณการสูญเสีย น้ำลงได้ 65.83 %



การปรับปรุงระบบท่อน้ำบ้านพักพนักงาน

6. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

เงินลงทุนสำหรับโครงการ	27,542	บาท
ประหยัดค่าน้ำประปาได้ $(1,267 - 433 = 834 \text{ ลบ.ม./เดือน} \times 27 \text{ บาท/ลบ.ม.})$	22,533	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	1.22	เดือน

7. มาตรการที่จะดำเนินการในอนาคต

หลังการแก้ไขท่อน้ำรั่วที่บ้านพักพนักงาน พบว่าปริมาณการใช้น้ำของพนักงานประมาณ 370 ลิตร/คน/วัน ยังคงสูงกว่าค่ามาตรฐาน คือ 150-300 ลิตร/คน/วัน มาตรการในอนาคตจะดำเนินการปรับเปลี่ยนและแก้ไขอุปกรณ์และสุขภัณฑ์ และรณรงค์สร้างจิตสำนึกให้ตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรอย่างรู้คุณค่า

8. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

บริษัท ท่าไทย จำกัด ได้มีมาตรการก่อนหน้าโครงการนี้ลดการใช้น้ำในกระบวนการผลิตได้มากกว่า 20% ทำให้ค่าดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

มาตรการการลดการใช้น้ำในที่นี้จึงเป็นการแก้ไขรอยรั่วนอกกระบวนการผลิต ในที่นี้ คือที่ บ้านพักพนักงาน บริษัทได้วางระบบท่อน้ำบนพื้นดินและติดตั้งมาตรวัดน้ำใหม่ รวมทั้งตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำทำให้ปริมาณการใช้น้ำลดลง

9. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



ขอขอบคุณกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สถาบันน้ำฯ และที่ปรึกษาโครงการศึกษาการใช้น้ำบาดาลฯ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เห็นความสำคัญของการใช้น้ำบาดาล และจัดตั้งโครงการที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรม จากการที่บริษัทฯ ได้เข้าร่วมโครงการนี้ และสามารถดำเนินงานจนสัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ทำให้สามารถลดการสูญเสียและค่าใช้จ่ายลงได้ อีกทั้งเป็นการสร้างจิตสำนึกให้กับพนักงานในการประหยัดการใช้น้ำ และยังเป็นแนวทางสำหรับใช้ในการพัฒนาระบบการจัดการของบริษัทฯ เพื่อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

นายวิศักดิ์ ไชยสวน

ผู้จัดการโรงงาน

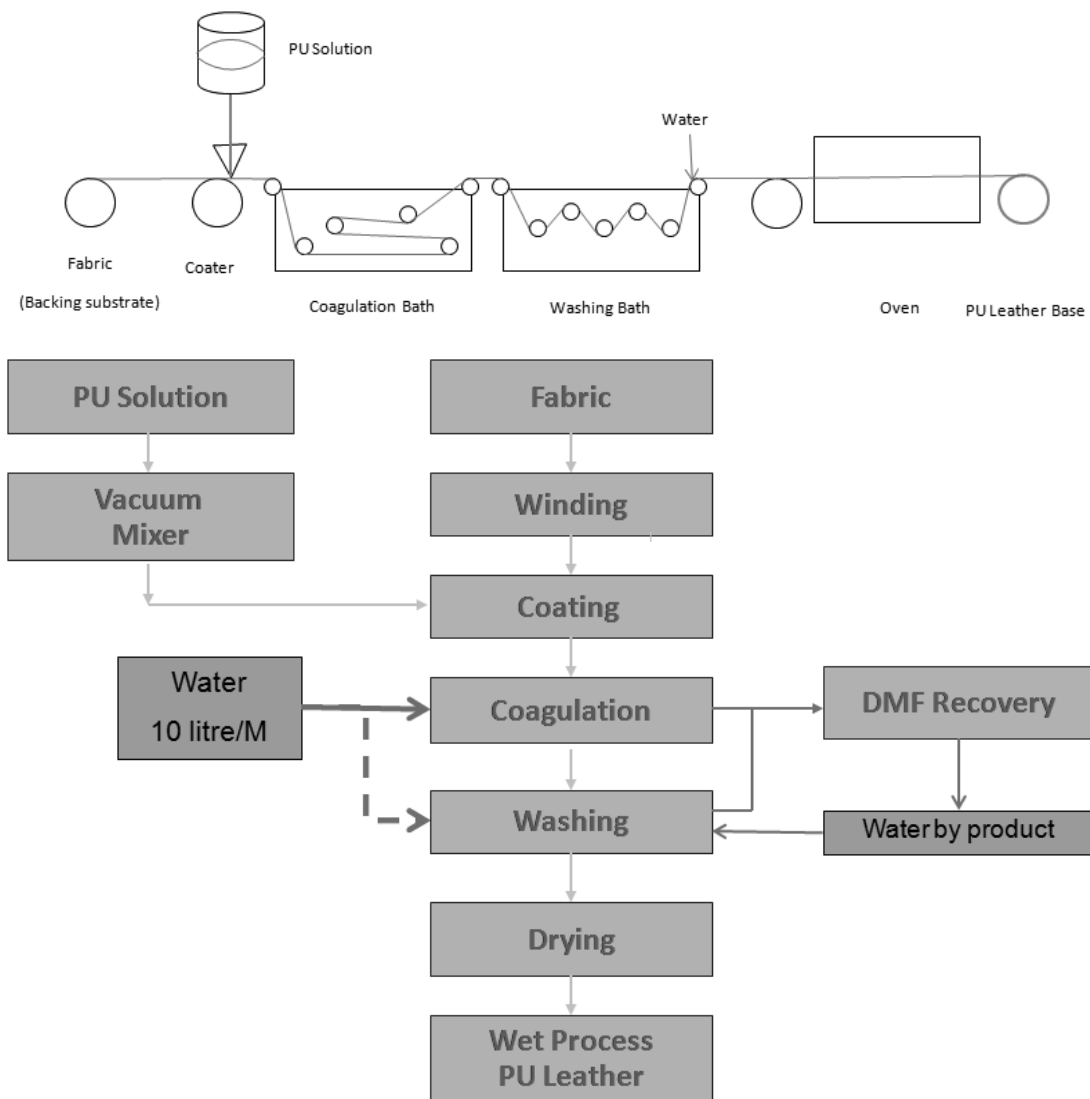
บริษัท ไทยยูรีเทน พลาสติก จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ไทยยูรีเทนพลาสติก จำกัด
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท ไทยยูรีเทนพลาสติก จำกัด
ที่ตั้ง	เลขที่ 76 ซอยธรรมศิริ ถนนบางนาตราด กม.25 ตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ 10540 ตั้งอยู่บนพื้นที่ขนาด 36.5 ไร่ โทรศัพท์ 02 708 5200
ปีที่ก่อตั้ง	พ.ศ. 2520 (ค.ศ.1977)
ทุนจดทะเบียน	300 ล้านบาท
จำนวนพนักงาน	ระดับบริหาร 48 คน ระดับปฏิบัติการ 232 คน
ผลิตภัณฑ์หลัก	
และกำลังการผลิต	- ผลิตภัณฑ์หนังเทียมพอลิยูรีเทน (Polyurethane leather) ชนิดต่างๆ สำหรับเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องหนัง เช่น รองเท้า กระเป๋า เครื่องเฟอร์นิเจอร์ เครื่องแต่งกาย และเครื่องกีฬา โดยมีกำลังผลิตหนึ่งจากกระบวนการแบบเปียกสูงสุด 4,800,000 เมตร/ปี และจากกระบวนการแบบแห้งสูงสุด 6,000,000 เมตร/ปี - ผลิตภัณฑ์ URECOAT และ URENATE เป็นพอลิยูรีเทนเรซิน (Polyurethane resin) ชนิดต่างๆ สำหรับเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหนังเทียม และงานเคลือบผิววัสดุต่างๆ - ผลิตภัณฑ์ URESOLE เป็นพอลิยูรีเทนเรซิน (Polyurethane resin) ชนิดต่างๆ สำหรับเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมพื้นรองเท้า - ผลิตภัณฑ์ UREPLAST เป็นพอลิเอสเตอร์เรซินไม่อิ่มตัว (Unsaturated polyester resin) ชนิดต่างๆ สำหรับเป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมพลาสติกหล่อ และพลาสติกเสริมแรง (Fiber reinforce plastic) เช่น งาน หล่อตุ๊กตา งานไฟเบอร์กลาส กำลังการผลิตเรซินทั้งหมดสูงสุดประมาณ 16,000 ตัน/ปี
เว็บไซต์	www.thaiurethane.com
มาตรฐานและรางวัลที่ได้รับ	- ISO 9001:2008 และ ISO 14001:2004 จาก SGS - อุตสาหกรรมสีเขียว ระดับ 3 จากกระทรวงอุตสาหกรรม - โรงงานนำร่องการใช้ประโยชน์ของเสียภายใต้ “โครงการพัฒนาศักยภาพการใช้ประโยชน์กากของเสีย” ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2. แผนผังกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตมี 2 กระบวนการหลัก ได้แก่ กระบวนการผลิตเรซิน (Resin) สังเคราะห์ และกระบวนการผลิตหนังเทียมแบบเปียก ทั้งนี้กระบวนการผลิตเรซินสังเคราะห์ เป็นการเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ (Polymerization) ในเครื่องปฏิกรณ์ซึ่งไม่มีการใช้น้ำ จะใช้น้ำกรณี่ล้างเครื่องปฏิกรณ์ซึ่งไม่ได้ดำเนินการในโครงการฯ นี้ จึงแสดงเพียงกระบวนการผลิตหนังเทียมแบบเปียก ดังแผนผังกระบวนการในรูปที่ B2.1



รูปที่ B2.1 แผนผังกระบวนการผลิตหนังเทียมแบบเปียก

เริ่มจากการนำผ้า (Fabric) มาเคลือบด้วยสารละลายพอลิยูรีเทน แล้วผ่านสารละลาย DMF (Dimethylformamide) ให้เกิดการจับตัวเป็นโฟมบนผ้า (Coagulation) แล้วผ่านการล้างสารละลายตกค้าง (Washing) ทั้งสองขั้นตอนนี้มีการใช้น้ำประมาณ 10 ลิตรต่อการผลิตหนัง 1 เมตร น้ำจากสองขั้นตอนจะเป็นน้ำที่มี DMF ละลาย หรือเป็นสารละลาย DMF ซึ่งส่งไปกลั่นแยกน้ำ และ DMF ออก เพื่อนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำในกระบวนการ

3. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

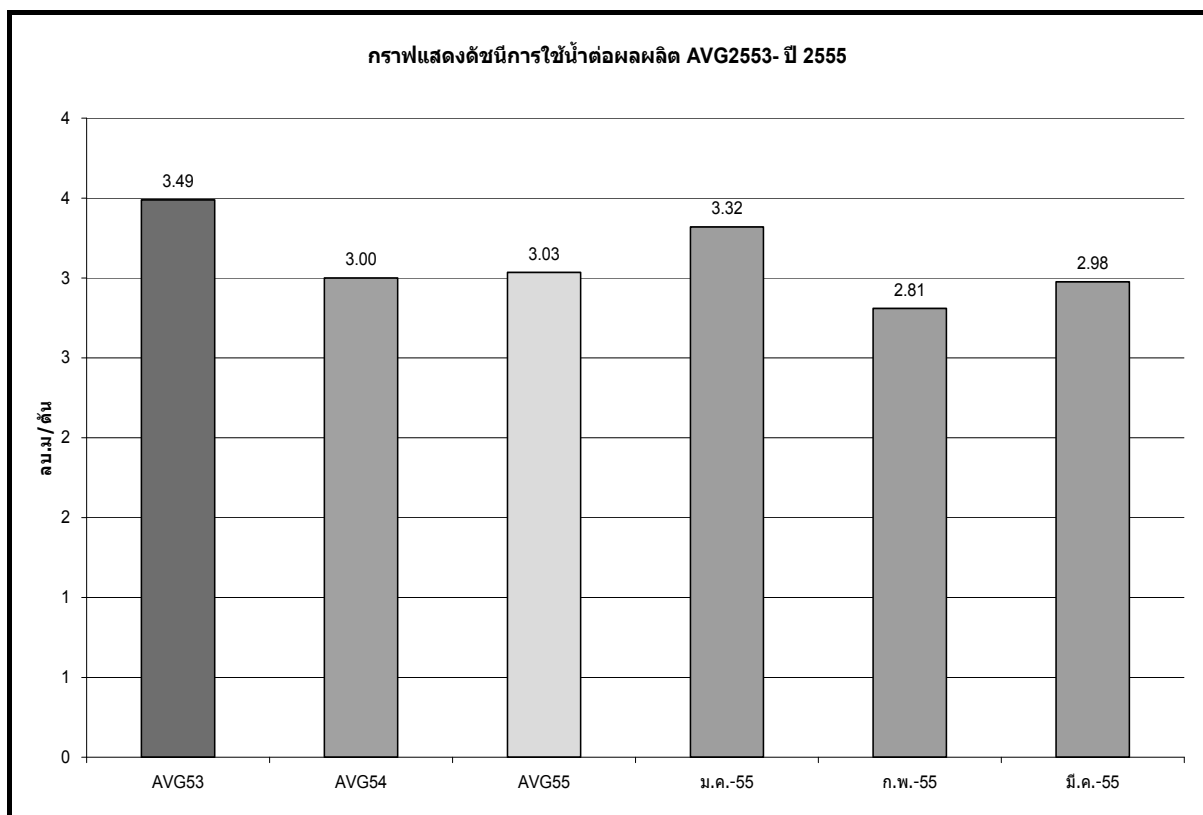
บริษัท ไทยยูรีเทนพลาสติก จำกัด มีคณะกรรมการพลังงาน และสิ่งแวดล้อม ที่ดูแลโครงการ กิจกรรม และ กำหนดมาตรการการประหยัดพลังงานและทรัพยากร ในเรื่องการอนุรักษ์น้ำ มีการดำเนินมาตรการหลายมาตรการ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ B2.1

ตารางที่ B2.1 มาตรการที่ดำเนินการมาก่อน

มาตรการ	ผลที่ได้รับ	งบประมาณ	ผลตอบแทน
1. ลดการใช้น้ำในระบบ Pre-treat ของระบบบำบัดน้ำเสีย	ประหยัดน้ำได้เฉลี่ย 50 ลบ.ม/วัน (800 บาท/วัน)	80,000 บาท	3.3 เดือน (24,000 บาท/เดือน)
2. ใช้น้ำ By-product จากการกลั่นในกระบวนการผลิตหนังเทียม	ประหยัดน้ำได้เฉลี่ย 20 ลบ.ม/วัน (320 บาท/วัน) (ทำงาน 20 วัน/เดือน)	120,000 บาท	1.5 ปี (6,400 บาท/เดือน)
3. ลดการสูญเสียน้ำในหอทำความเย็น (Cooling tower) โดยการปิด Cooling fan ที่ไม่จำเป็น	ประหยัดน้ำได้เฉลี่ย 10 ลบ.ม/วัน (160 บาท/วัน)	0 บาท	4,800 บาท/เดือน
4. ใช้น้ำหลังบำบัดในระบบสครับเบอร์	ประหยัดน้ำได้เฉลี่ย 5 ลบ.ม/วัน (80 บาท/วัน)	20,000 บาท	8.3 เดือน (2,400 บาท/เดือน)

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้

ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์คำนวณเป็นปริมาณน้ำต่อผลผลิตที่ได้เป็น ลบ.ม./ ตัน ก่อนเข้าร่วมโครงการ ค่าดัชนีการใช้น้ำระหว่าง เดือน ม.ค.- มี.ค. 2555 เฉลี่ย 3.03 ลบ.ม./ตัน ดังแสดงในรูปที่ B2.2



รูปที่ B2.2 ดัชนีการใช้น้ำต่อตันผลิตภัณฑ์ก่อนการเข้าร่วมโครงการ

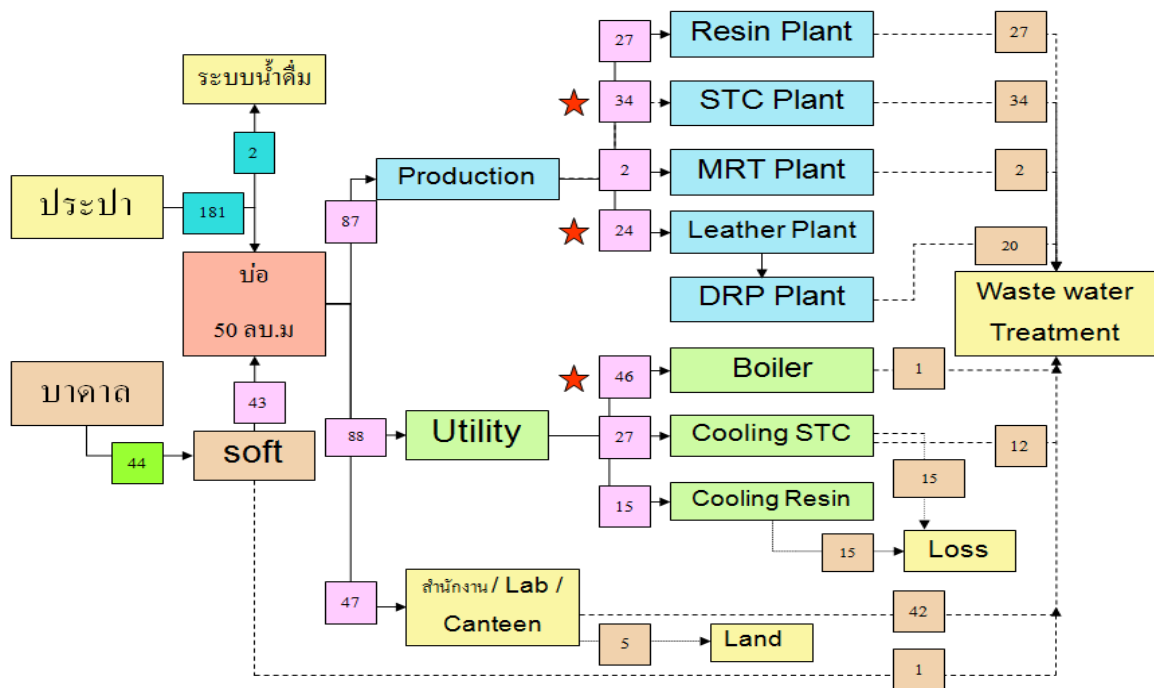
5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

คณะกรรมการเทคโนโลยีสะอาดมีเป้าหมาย

- ลดการใช้น้ำ 10% จากน้ำที่ใช้ปัจจุบัน
- ลดสัดส่วนการใช้น้ำบาดาล คือ น้ำประปา : น้ำบาดาล จากเดิม 70:30 เป็น 80:20

5.1 รายละเอียด และตำแหน่งที่ดำเนินการ

บริษัท ไทยยูรีเทนพลาสติก จำกัด มีกิจกรรมที่ใช้น้ำหลายส่วน มีแผนผังสมดุลน้ำดังแสดงในรูปที่ B2.3 ตำแหน่งที่มีมาตรการลดการใช้น้ำเป็นตำแหน่งที่มีเครื่องหมายดาวสีแดงในรูปที่ B2.3 ได้แก่ STC Plant, Leather Plant และหม้อไอน้ำ (Boiler)



รูปที่ B2.3 แผนผังสมดุลน้ำในกระบวนการผลิตของบริษัทและตำแหน่งที่ใช้มาตรการลดการใช้น้ำ

ตัวเลขแสดงปริมาณน้ำหน่วย ลบ.ม.

Resin plant คือ โรงงานผลิตเรซิน

STC plant คือ โรงงานผลิตเรซินชนิดผง

MRT plant คือ โรงงานผลิตอะคริลิกเรซิน

Leather plant คือ โรงงานผลิตหนังเทียมแบบเปียก

DRP plant คือ หอกลั่นสารละลายจากกระบวนการผลิตหนังเทียมแบบเปียก

มาตรการในโครงการนี้มี 4 มาตรการ ดังต่อไปนี้

1. การใช้น้ำหล่อเย็นจากหอทำความเย็น (Cooling tower) แทนน้ำประปาสำหรับเครื่องผสม (Extruder) ในห้องปฏิบัติการทดสอบสินค้า

2. การลดน้ำในกระบวนการฉีดล้างหนังเทียมโดยติดตั้งหัวกระจายน้ำ (Sprinkler)

3. การลดน้ำบ่อน้ำร้อนโดยการขยายระยะเวลาก่อนการ Blowdown ที่เหมาะสมกับปริมาณ TDS

4. การใช้น้ำผ่านการบำบัดรดน้ำต้นไม้ในพื้นที่อื่นภายในโรงงานนอกจากพื้นที่บ่อน้ำบาดาล

1. การใช้น้ำหล่อเย็นจากหอทำความเย็น (Cooling tower) แทนน้ำประปาสำหรับเครื่องผสม (Extruder) ในห้องปฏิบัติการทดสอบสินค้า

สภาพก่อนปรับปรุง

ใช้น้ำประปาหล่อเย็นเครื่องผสม (Extruder) เพื่อระบายความร้อนออกจากตัวเครื่อง ประมาณ 10 ลบ.ม./วัน

สภาพหลังปรับปรุง

คณะทำงานฯ พิจารณาปรับปรุงโดยต่อท่อน้ำจากระบบหอทำความเย็น (Cooling tower) เข้าเครื่องผสมแทนน้ำประปา ทำให้สามารถลดการใช้น้ำประปาในกิจกรรมนี้ได้

เครื่องผสม (Extruder)



มาตรวัดน้ำเย็นเข้าเครื่องผสม



2. การลดน้ำในกระบวนการฉีดล้างหนังเทียมโดยติดตั้งหัวกระจายน้ำ (Sprinkler)

สภาพก่อนปรับปรุง

ระบบการล้างฉีดหนังเทียมในกระบวนการผลิตหนังเทียม ใช้ท่อขนาด 0.5 นิ้ว เจาะรูให้น้ำไหลผ่านหนังเทียม อัตราการใช้น้ำสำหรับการล้าง 3 ลบ.ม./ชม.

สภาพหลังปรับปรุง

คณะทำงานฯ พิจารณาติดตั้งหัวกระจายน้ำแบบก้านพัด จำนวน 4 หัว ต่อ 1 ท่อ แทนท่อเดิมที่เจาะรูไว้ ทำให้สามารถลดการใช้น้ำได้ 2 ลบ.ม./ชม.

ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง



3. การลดน้ำป้อนหม้อไอน้ำโดยการขยายระยะเวลาก่อนการ Blowdown ที่เหมาะสมกับปริมาณ TDS

สภาพก่อนปรับปรุง

โรงงานใช้วิธีการ Blowdown ที่หม้อไอน้ำ ทุก 30 นาที Blowdown 8 วินาที โดยทำงานทุกวัน 24 ชม.

สภาพหลังปรับปรุง

คณะทำงานฯ ได้ตรวจสอบคุณภาพน้ำป้อนหม้อไอน้ำและน้ำในหม้อไอน้ำ พบว่ามีค่า TDS ต่ำกว่า 3,500 ppm ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าสามารถใช้ต่อไปได้ จึงขยายระยะเวลาก่อนการ Blowdown จากทุก 30 นาที Blowdown 8 วินาที เป็นทุก 60 นาที Blowdown 8 วินาที ซึ่งค่า TDS ที่ตรวจสอบยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มาตรการดังกล่าวสามารถประหยัดได้ทั้งน้ำและน้ำมันเตา

หม้อไอน้ำ



สวิตช์ปรับระยะเวลาก่อนการ Blowdown



4. การใช้น้ำผ่านการบำบัดน้ำต้นไม่ในพื้นที่อื่นภายในโรงงานนอกเหนือจากพื้นที่บำบัด

สภาพก่อนปรับปรุง

โรงงานใช้น้ำผ่านการบำบัดมาใช้น้ำต้นไม่เฉพาะพื้นที่บำบัดเท่านั้น

สภาพหลังปรับปรุง

คณะทำงานฯ ได้พิจารณานำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดไปรดน้ำต้นไม่ในพื้นที่อื่นภายในโรงงานมากขึ้น

สวนในโรงงาน



น้ำจากบ่อบำบัดน้ำต้นไม่



ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำต่าง ๆ ก่อนบำบัด



BEST CHOICE CHEMICALS (THAILAND) CO., LTD.

29/40 MOO 2, 345 RD., TAMBOL LAMPO, AMPHUR BANGBUATHONG, NONTABURI
11110. TEL. (02) 525-8720 FAX. (02) 525-8728 E-mail : admin@bestchoicethailand.com

WATER ANALYSIS REPORTS

CUSTOMER	TUP (DRP)	CUSTOMER NO.	00123	REPORT NO.	TUP/3894/9/7/55
ATTENTION	คุณอภิสิทธิ์	SAMPLING DATE	28/6/55	DATE OF ANALYSIS	29/6/55

IDENTIFICATION OF ANALYSIS TABULATED BELOW :

RW	RAW-WATER(น้ำประปา)	CW	COOLING WATER
SW _A	SOFT WATER A	SW	SOFT WATER(น้ำดื่ม)
SW _B	SOFT WATER B	STD.CW	ค่ามาตรฐาน COOLING WATER

DESCRIPTION:

CONSTITUENT	as	RW	SW _A	SW _B	CW	SW น้ำดื่ม	STD.CW
COLOR		-	-	-	-		ใส
pH		7.52	7.80	7.53	9.16	7.41	7.5-9.6
TDS	NaCl	143	266	295	1,655	149	น้อยที่สุด
CONDUCTIVITY	micro s/cm	258	480	532	2,980	269	น้อยที่สุด
TOTAL HARDNESS	CaCO ₃	80	-	40	40	-	<200
CALCIUM	CaCO ₃	-	-	-	19	-	-
MAGNESIUM	CaCO ₃	-	-	-	21	-	-
M-ALK	CaCO ₃	150	150	120	510	100	-
P-ALK	CaCO ₃	-	20	30	200	-	-
BICARBONATE	CaCO ₃	150	110	60	110	100	-
CHLORIDE	CL	86	72	76	346	62	<300
IRON	Fe	<0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	<0.05
RESIDUAL CHLORINE	CL	-	-	-	-	-	-

COMMENT :

SOFT A : คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์กำหนด
SOFT B : คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์กำหนด
Cooling : คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์กำหนด
SOFT น้ำดื่ม : คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์กำหนด

[Signature]

ANALYZED BY

พนักงานควบคุมคุณภาพ



บริษัท เบทส์ เคมี จำกัด (มหาชน)
BEST CHOICE CHEMICALS (THAILAND) CO., LTD.

[Signature]

APPROVED BY

REGISTERED LAB NO. ๖-166-ค-3602

Rev. No. : I

Eff. Date : 6/11/53

Form No. : FM-QC-022



บริษัท เฮลท์ แอนด์ เอ็นไวเทค จำกัด
Health & Envitech Co., Ltd.

77/11 หมู่ที่ 2 ถนนงามวงศ์วานซอย 5 ตำบลบางเขน อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
77/11 Moo 2 Ngamwongwan Rd. Soi 5, Tambon Bangkhen, Muang, Nonthaburi 11000
Tel. (02) 9526305-9 Fax : (02) 9526310, 5996355 www.healthenvi.com Email : service@healthenvi.com

รายงานผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สถานที่เก็บตัวอย่าง : บริษัท ไทยยูริเทคพลาสติก จำกัด
ที่อยู่ : 76 ซอยธรรมศิริ หมู่ที่ 7 ถ.บางนา-ตราด กม. 25 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ
ประเภทตัวอย่าง : น้ำทิ้ง
วันที่เก็บตัวอย่าง : 5 มิถุนายน 2555 วันที่รับตัวอย่าง : 5 มิถุนายน 2555
วิธีการเก็บตัวอย่าง : Grab วันที่จัดทำรายงาน : 12 มิถุนายน 2555
เก็บตัวอย่างโดย : นางสาวประวีณา บัวเทศ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

รายการ	หน่วย	วิธีวิเคราะห์	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้	ค่ามาตรฐาน
			น้ำทิ้ง (Effluent)	
pH	-	pH Meter	7.1	5.5 – 9.0
Nitrogen , TKN	mg/l N	Macro Kjeldahl	11.0	< 100
Phosphate , Total	mg/l P	Ascorbic Acid	13.0	-
BOD	mg/l	Azide Modification	14.0	< 20
COD	mg/l	Open Reflux method	72.0	< 120
Solids Total (TS)	mg/l	Dried at 103-105 ° C	48.0	-
Solids Dissolved (TDS)	mg/l	Dried at 103-105 ° C	44.0	< 3,000
Solids Suspended (SS)	mg/l	Dried at 103-105 ° C	4.0	< 50
Oil & Grease	mg/l	Soxhlet Extraction	N.D	< 5.0

หมายเหตุ

- มาตรฐาน : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน
- เครื่องหมาย < หมายถึง มีค่าไม่มากกว่า
- เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่กำหนดค่า
- N.D (Non Detectable) หมายถึง มีค่าน้อยมากไม่สามารถตรวจวัดได้

.....
(นายรุ่ง ฤทธิญาณ)

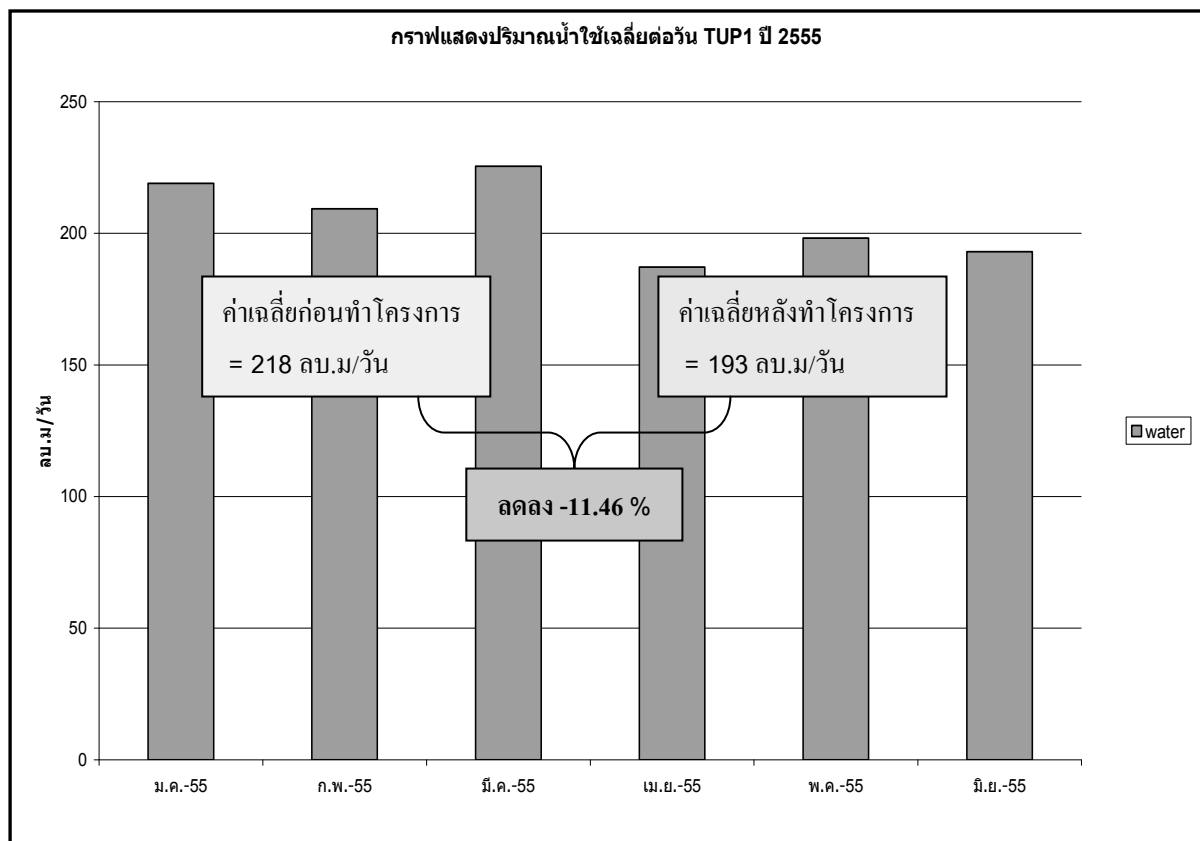
ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ว-152 - ค-3214

5.3 ผลการดำเนินโครงการ

เป้าหมายที่ 1 การลดใช้น้ำ 10% จากน้ำที่ใช้ปัจจุบัน

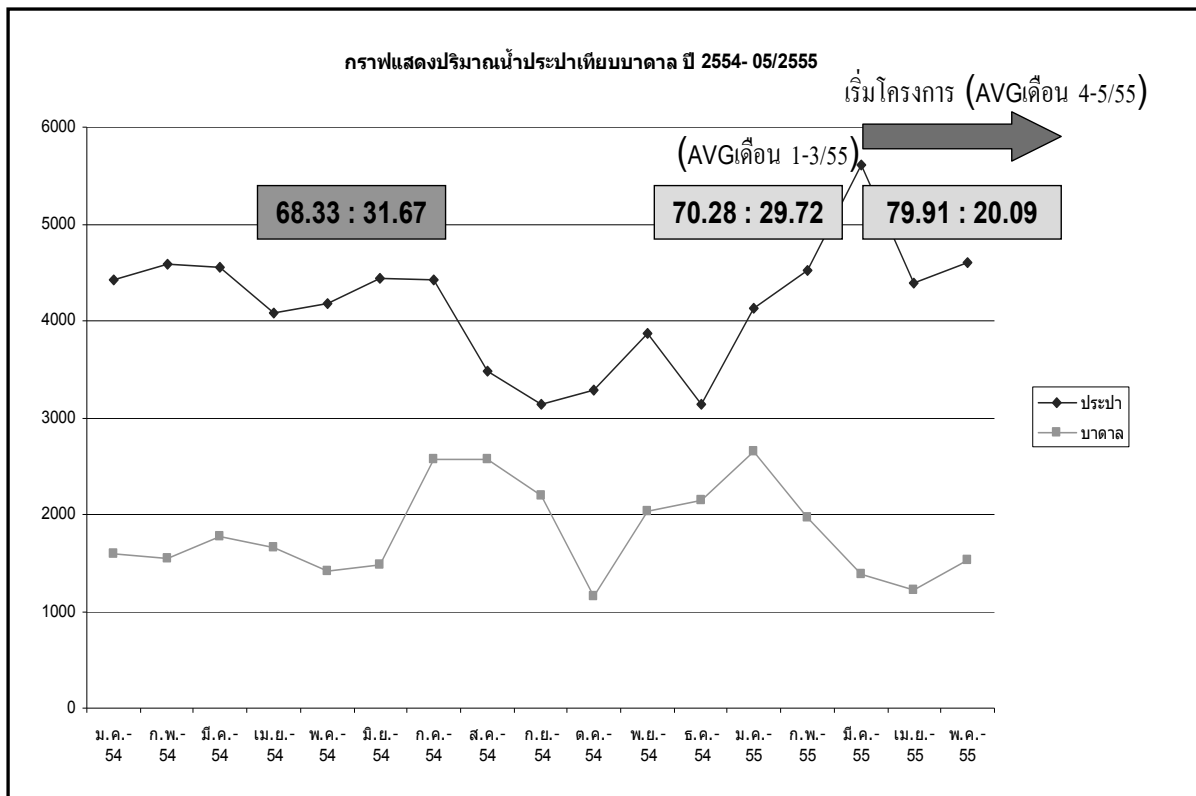
ผลที่ได้ คือ ก่อนการดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2555 ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 218 ลบ.ม./วัน หลังการดำเนินการระหว่างเดือน เมษายน-มิถุนายน 2555 ลดปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยเหลือ 193 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 11.46% ได้ผลตามเป้าหมาย ผลสรุปแสดงในรูปที่ B2.4



รูปที่ B2.4 กราฟปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันระหว่างมกราคม-มิถุนายน 2555

เป้าหมายที่ 2 ลดสัดส่วนการใช้น้ำบาดาล คือ น้ำประปา : น้ำบาดาล จากเดิม 70:30 เป็น 80:20

ผลที่ได้ คือ ก่อนการดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2555 สัดส่วนการใช้น้ำประปา:บาดาล 70.28 : 29.72 หลังการดำเนินการระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2555 สัดส่วนการใช้น้ำประปา : บาดาล 79.91 : 20.09 ได้ผลตามเป้าหมาย ผลสรุปแสดงในรูปที่ B2.5



รูปที่ B2.5 กราฟปริมาณการใช้น้ำประปาเทียบน้ำบาดาลระหว่างมกราคม 2554-พฤษภาคม 2555

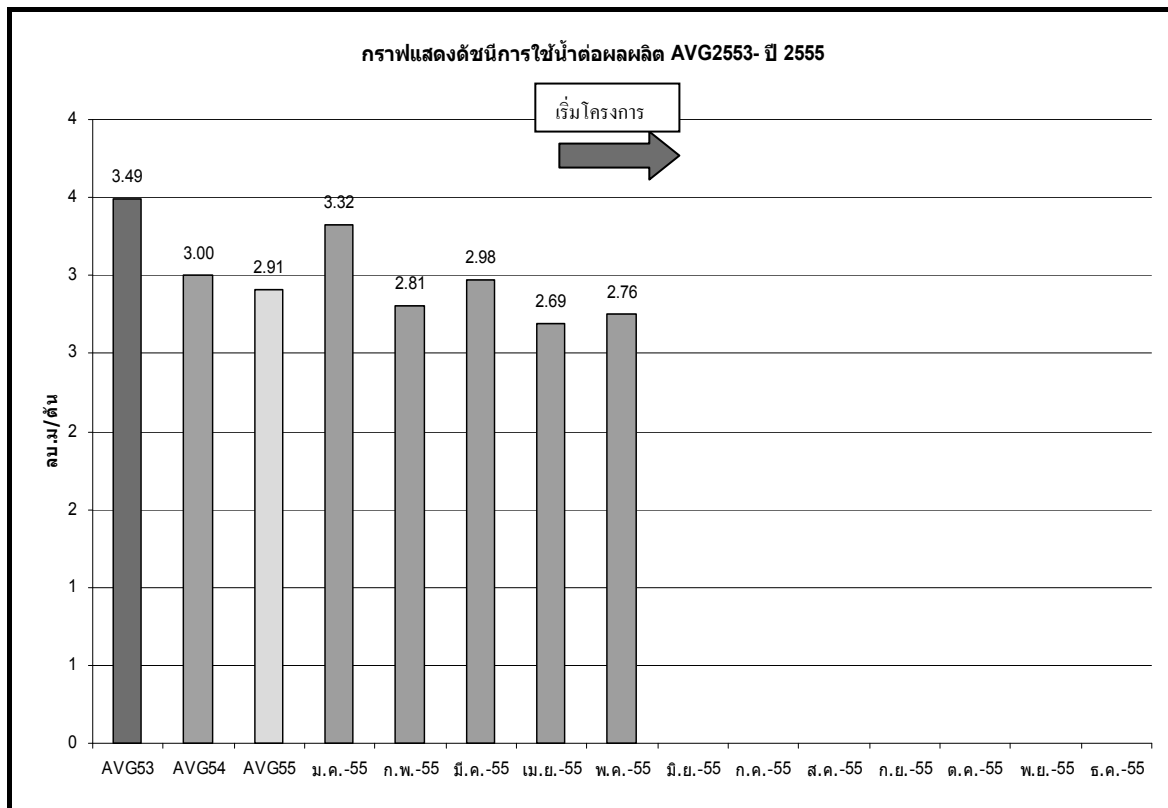
6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินงาน

ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนการดำเนินงานระหว่างมกราคม-มีนาคม 2555 เป็น 3.03 ลบ.ม./ตัน
 ค่าเฉลี่ยดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินงานระหว่าง เมษายน-พฤษภาคม 2555 ลดลงเหลือ 2.72 ลบ.ม./ตัน
 คิดเป็น 10.23% ผลสรุปแสดงในรูปที่ B2.6

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

จากมาตรการทั้งหมด 4 มาตรการที่ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำของบริษัท ไทยยูนิเทคพลาสติก จำกัด คำนวณ
 ระยะเวลาการคืนทุนของแต่ละมาตรการ สรุปผลได้ดังตารางที่ B2.2

จากงบประมาณลงทุนรวม 341,000 บาท ผลตอบแทนรวม 137,410 บาท/เดือน คำนวณระยะเวลาการคืนทุน
 เฉลี่ยได้ 2.48 เดือน



รูปที่ B2.6 กราฟดัชนีการใช้น้ำต่อผลผลิตภักดิ์ระหว่างมกราคม-พฤษภาคม 2555

ตารางที่ B2.2 สรุปผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

มาตรการ	ผลที่ได้รับ	งบประมาณ	ผลตอบแทน
1. มาตรการใช้น้ำจากหอทำความเย็นแทนน้ำประปาสำหรับเครื่องผสม (Extruder)	ประหยัดน้ำประปาได้เฉลี่ยประมาณ 10 ลบ.ม./วัน เดินเครื่อง 26 วัน (170 บาท/วัน)	18,000 บาท	4 เดือน 4,420 บาท/เดือน
2. มาตรการติดตั้งหัวกระจายน้ำล้างหน้าหนังในกระบวนการ	ประหยัดน้ำได้เฉลี่ย 2 ลบ.ม./ชม. (เดินเครื่องเฉลี่ย 160 ชม./เดือน)	8,000 บาท	1.5 เดือน (5,440 บาท/เดือน)
3. มาตรการลดการสูญเสียน้ำโดยขยายระยะเวลาก่อนการ Blowdown หม้อน้ำจาก 30 นาที เป็น 60 นาที	ประหยัดน้ำป้อนได้เฉลี่ย 90 ลบ.ม./เดือน (1,530 บาท/เดือน + สารเคมี 540 บาท/เดือน) และลดน้ำมันเตา 5,000 ลิตร/เดือน มูลค่าน้ำมันเตาที่ประหยัดได้ 120,000 บาท/เดือน	300,000	2.5 เดือน (122,070 บาท/เดือน)
4. มาตรการใช้น้ำหลังการบำบัดรดน้ำต้นไม้ในพื้นที่อื่นภายในโรงงานนอกจากพื้นที่บริเวณบ่อบำบัด	ประหยัดประปาน้ำได้เฉลี่ย 10 ลบ.ม./วัน (170 บาท/วัน)*	15,000 บาท	3 เดือน (5,100 บาท/เดือน)

หมายเหตุ ราคาน้ำประปา 17.00 บาท/ลบ.ม. ราคาน้ำมันเตา 17.00 บาท/ลบ.ม. *คิดเวลาทำงาน 30 วัน/เดือน

8. โครงการที่จะทำในอนาคตหรือโครงการที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้

มาตรการที่จะทำในอนาคต คือ การแยกหน่วยผลิตน้ำอ่อน (Softener) สำหรับใช้กับหม้อไอน้ำ (Boiler) โดยเฉพาะ จะช่วยลดการใช้น้ำล้างหน่วยผลิตน้ำอ่อน

ปัจจุบันน้ำที่ผ่านหน่วยผลิตน้ำอ่อนมีคุณภาพสำหรับใช้ที่หม้อไอน้ำ และถูกนำไปใช้ส่วนอื่นด้วย ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพเดียวกัน เพราะทำให้ต้องล้างหน่วยผลิตน้ำอ่อนบ่อย การแยกหน่วยผลิตน้ำอ่อนสำหรับหม้อไอน้ำโดยเฉพาะ จึงช่วยลดการล้างหน่วยผลิตน้ำอ่อน

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

หลักการใช้น้ำเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจำเป็นต้องทราบปริมาณและคุณสมบัติของน้ำที่ใช้ว่าเหมาะสมกับกิจกรรมที่เราจะดำเนินการหรือไม่ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดและลดการสูญเสีย โดยมาตรการที่ได้ทำในโครงการนี้ บริษัทอื่นสามารถนำไปปรับใช้ได้ เช่น

- การควบคุมช่วงเวลาก่อนการ Blowdown หม้อไอน้ำ (Boiler) ที่เหมาะสมกับค่า TDS
- การใช้น้ำที่สามารถกลับมาใช้ใหม่
- การลดการใช้น้ำโดยใช้อุปกรณ์ช่วยประหยัดน้ำ เช่น หัวกระจายน้ำ (Sprinkler)

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



สิ่งที่ได้จากโครงการ คือ การได้รับความรู้ ความเข้าใจหลักการเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้จากการทำงาน เรื่องน้ำ และสามารถนำไปใช้กับเรื่องอื่นๆ เช่น กากของเสียได้ โดยสอนให้มองภาพการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ เริ่มจากการทำสมดุลน้ำทั้งโรงงาน แล้วมาวิเคราะห์กิจกรรมการใช้น้ำว่าส่วนใดสามารถวางแผนเข้าไปจัดการลด หรือใช้ประโยชน์ซ้ำได้ โดยให้มีการวางแผนอย่างชัดเจน และมีการติดตามประเมินผลหลังดำเนินมาตรการ ซึ่งเป็นการวางพื้นฐานการบริหารจัดการน้ำให้เกิดขึ้นในบริษัทอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ขอขอบพระคุณกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร.อัญชลีพร และ รศ.ดร.กอบบุญ เป็นอย่างสูงครับ

นายวรรณะ ปรีชาธนิชย์

ผช.ผจก.โรงงาน (ลำดับที่ 1 จากซ้าย)

บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกร็ทเตอร์ฟาร์มา จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกร็ทเตอร์ฟาร์มา จำกัด		
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกร็ทเตอร์ฟาร์มา จำกัด		
ที่ตั้ง	เลขที่ 55 หมู่ 1 ถนนศาลายา-นครชัยศรี ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170		
ปีที่ก่อตั้ง	พ.ศ.2546		
ทุนจดทะเบียน	105 ล้านบาท		
จำนวนพนักงาน	ระดับบริหาร 9 คน ระดับปฏิบัติการ 221 คน รวม 230 คน		
ผลิตภัณฑ์หลักและรอง	ผลิตภัณฑ์ยาและเวชสำอาง น้ำหนักรวม 312.72 ตัน/ปี		
	ยาเม็ด	120	ล้านเม็ด/ปี
	ยาแคปซูล	6	ล้านแคปซูลต่อปี
	ยาน้ำ (60 มล.)	799,968	ขวดต่อปี
	น้ำยาบ้วนปาก (250 มล.)	384,000	ขวดต่อปี
เว็บไซต์	http://www.greaterpharma.com		
มาตรฐานที่ได้รับ	GMP, ISO 17025		

2. แผนผังกระบวนการผลิต



รูปที่ B3.1 กระบวนการผลิตยาเม็ด



รูปที่ B3.2 กระบวนการผลิตยาแคปซูล

รูปที่ B3.1 และ รูปที่ B3.2 แสดงขั้นตอนการผลิตยาเม็ดและยาแคปซูล ตามลำดับ เริ่มจากชั่งน้ำหนักยาตามสูตร ผสมให้เข้ากัน อบแห้งเพื่อไล่ความชื้น ผสมตัวยาสุดท้าย ตอกขึ้นรูปเม็ดยา หรือบรรจุในแคปซูล และบรรจุลงกล่อง เก็บเข้าคลังทั้งสองกระบวนการนี้ใช้น้ำ DI

รูปที่ B3.3 และ รูปที่ B3.4 แสดงขั้นตอนการผลิตยาน้ำและน้ำยาบ้วนปาก เริ่มจากการชั่งน้ำหนักยาตามสูตร ผสมให้เข้ากัน บรรจุใส่ขวดตามขนาด และบรรจุลงกล่องเก็บเข้าคลัง ทั้งสองกระบวนการนี้ใช้น้ำ DI



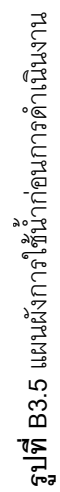
รูปที่ B3.3 กระบวนการผลิตยาน้ำ



รูปที่ B3.4 กระบวนการผลิตน้ำยาบ้วนปาก

รูปที่ B3.5 แสดงแผนผังการใช้น้ำทั้งหมดในบริษัท ปัจจุบันบริษัทใช้น้ำประปาเท่านั้น บ่อน้ำบาดาลมีไว้สำรองกรณีที่ไม่ได้มีหรือมีน้ำประปาไม่เพียงพอความต้องการการใช้งาน ความลึกบ่อน้ำบาดาล 250 ม. ปริมาณสำรองที่ขออนุญาต คือ 40 ลบ.ม./วัน บริษัทต้องมีขั้นตอนการบำบัดน้ำบาดาลก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะค่าความนำไฟฟ้าและปริมาณเชื้อ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายในการล้างอุปกรณ์บำบัดสูงกว่าการใช้น้ำประปา

จากรูปที่ B3.5 ปริมาณการใช้น้ำประปา 78 ลบ.ม./วัน แยกใช้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกใช้ผ่านระบบทำน้ำอ่อนสำหรับป้อนหอทำความเย็น และหม้อไอน้ำ ส่วนที่สองใช้ผลิตน้ำบริสุทธิ์ด้วยกระบวนการ Reverse Osmosis (RO) และ Electro Deionization (EDI) สำหรับกระบวนการผลิตยา และส่วนที่สามใช้ทั่วไป เช่น ระบบสุขภัณฑ์ รดน้ำต้นไม้ ล้างภาชนะอุปกรณ์ และชักล้างชุดพนักงาน น้ำบริสุทธิ์จากระบบ RO และ EDI หลังผ่านกระบวนการผลิตแล้ว จะกลายเป็นน้ำทิ้งรวมกับน้ำทิ้งจากการล้างอุปกรณ์/ภาชนะ ระบบสุขภัณฑ์ และน้ำทิ้งจาก RO และ DI ((RO+DI) Reject) เข้าสู่บำบัดประมาณ 20-25 ลบ.ม./วัน การใช้น้ำในกระบวนการผลิตยาจะถูกกำหนดโดยองค์การอาหารและยา



3. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

1. โครงการพัฒนาเพิ่มผลผลิต (Productivity) ของผู้ประกอบการผลิตยาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน

2. โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อยกระดับความสามารถการแข่งขัน (Manufacturing Development to Improve Competitiveness Programme: MDICP) กระทรวงอุตสาหกรรม รุ่นที่ 12

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการ

ตารางที่ B3.1 แสดงดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์เฉพาะส่วนการผลิต และดัชนีการใช้น้ำทั้งหมดในโรงงาน ก่อนการดำเนินงาน พบว่าดัชนีการใช้น้ำทั้งหมด 85.8 ลบ.ม./ตัน

ตารางที่ B3.1 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	ดัชนีการใช้น้ำเฉพาะส่วนการผลิต	ดัชนีการใช้น้ำทั้งหมด
ยาเม็ด	0.185 มล./เม็ด	85.8 ลบ.ม./ตัน
ยาแคปซูล	0.5 มล./แคปซูล	
ยาน้ำ	135 มล./ขวด 60 มล.	
น้ำยาบ้วนปาก	205 มล./ขวด 250 มล.	

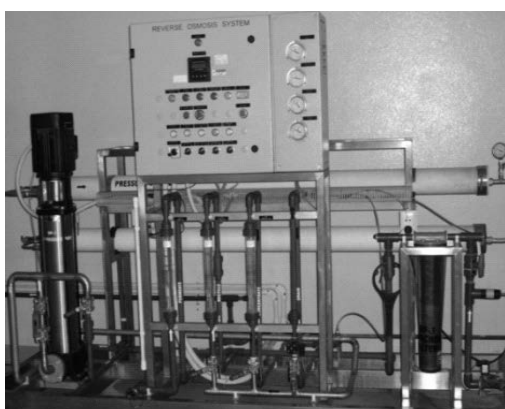
5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้ คือ

เป้าหมายของโครงการนี้ต้องการลดการใช้น้ำประปา 10% ของการใช้น้ำในปัจจุบัน ปริมาณการใช้น้ำประปา 78 ลบ.ม./วัน หรือประมาณ 2,235 ลบ.ม./เดือน ดังนั้นต้องลดการใช้น้ำประปา 223 ลบ.ม./เดือน

5.1 ตำแหน่งที่ดำเนินการ

คณะทำงานฯ เห็นว่าการลดการใช้น้ำในส่วนการผลิตคงเป็นไปได้ยากเพราะถูกควบคุมตามมาตรฐานการผลิตยา มาตรการที่ช่วยลดการใช้น้ำประปาจะกระทำได้กับส่วนนอกกระบวนการผลิต ซึ่งมี 2 มาตรการ ดังนี้

5.1.1 การใช้น้ำ RO Reject และ EDI Reject มาล้างอุปกรณ์/ภาชนะ และใช้กับระบบสุขภัณฑ์



ระบบ RO



ระบบ EDI

จากแผนผังการใช้น้ำในรูปที่ B3.5 ปริมาณน้ำ RO reject และ EDI reject ที่นำไปใช้ล้างอุปกรณ์/ภาชนะ และใช้กับระบบสุขภัณฑ์ 4.94 ลบ.ม./วัน มาตรการนี้จำเป็นต้องติดตั้งปั้มน้ำ มิเตอร์วัดปริมาณน้ำ และถังพักเก็บน้ำ RO reject และ EDI reject ไว้ที่สูง เพื่อให้ น้ำไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกไปสู่ตำแหน่งการใช้งาน

5.1.2 การใช้น้ำที่ผ่านระบบบำบัดโปรดต้นไม้บริเวณรอบโรงงาน



ก) ถังพักน้ำจากระบบบำบัด



ข) หัวกระจายน้ำรดน้ำต้นไม้

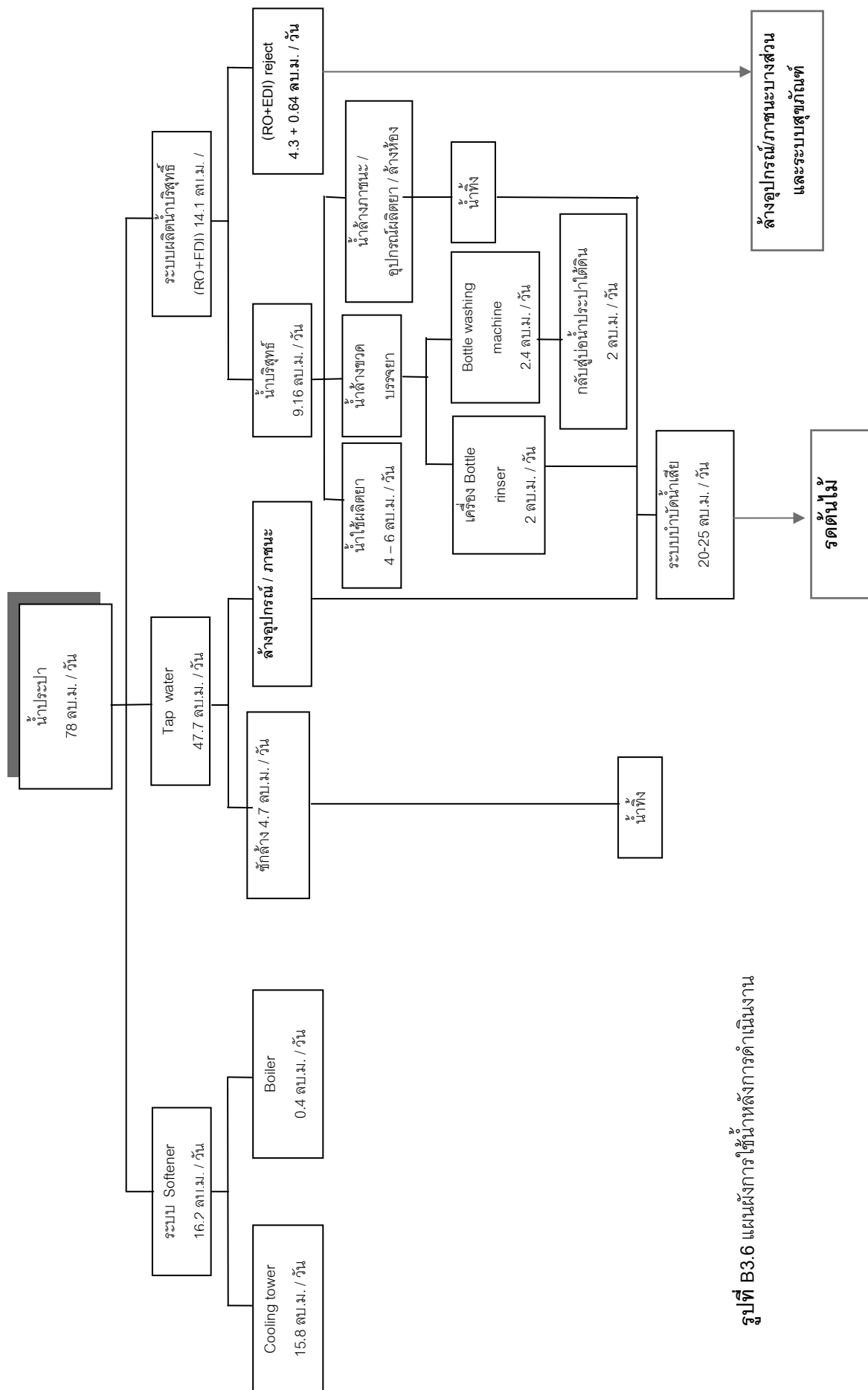
การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดโปรดต้นไม้อำนาจเป็นต้องนำน้ำไปพักไว้ในถัง ติดตั้งปั้มน้ำ และมิเตอร์วัดปริมาณน้ำใช้จากรูปที่ B3.5 ปริมาณน้ำจากบ่อบำบัดที่สามารถนำไปใช้รดต้นไม้อะและสวนได้ ประมาณ 20-25 ลบ.ม./วัน

5.2 การลดการใช้น้ำเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินงาน

แผนผังการใช้น้ำหลังการดำเนินงานทั้งสองมาตรการ แสดงรูปที่ B3.6 จากการเก็บข้อมูล 45 วัน พบว่าลดการใช้น้ำประปาได้ 284.2 ลบ.ม./เดือน คิดเป็น 12.74% สรุปผลตามตารางที่ B3.2 สูงกว่าเป้าหมาย

ตารางที่ B3.2 เปรียบเทียบการใช้น้ำประปาก่อนและหลังการดำเนินงาน

ก่อนการดำเนินงาน	หลังการดำเนินงาน	ปริมาณลดลง	เปอร์เซ็นต์น้ำใช้ลดลง
2,235 ลบ.ม./เดือน	1,951 ลบ.ม./เดือน	284.2 ลบ.ม. /เดือน	12.74



รูปที่ B3.6 แผนผังการใช้ น้ำหลังการดำเนินงาน

5.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบ่อบำบัด

บริษัท เทสท์ เทค จำกัด

14,16,18 ซอยพระรามที่ 2 ซอย 28 แขวงบางมด เขตจอมทอง กรุงเทพฯ 10150

14,16,18 Rama II Soi 28 Cross street 8, Bangmod, Jomthong, Bangkok 10150 Tel. 0-2877-3271-74 Fax: 0-2877-3275

TEST TECH CO.,LTD

20th

Anniversary



Analysis/Test Report

Customer Name : บริษัท โรงงานเภสัชกรรมเกร็ดเตอร์ฟาร์มา จำกัด

Address : 55/2 หมู่ 1 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล นครปฐม 73170

Sampling Site : - **Sample Type :** น้ำเสีย

Sampling by : ลูกค้า **Sampling Method :** Grab

Sampling Date : 20/07/2554 **Sampling Time :** -

Received Date : 21/07/2554 **Analytical Date :** 21 - 26/07/2554

Report Date : 28/07/2554 **Report No. :** RS10869/54

Parameters	Unit	Method	TS18768 /54
			Effluent
pH	-	Electrometric	6.74
BOD	mg/L	Membrane Electrode	4.0
COD	mg/L	Close Reflux,Titrimetric	54
Total Suspended Solids	mg/L	In-house method:TE-01	1
Sample Condition		Observation	เหลืองจางใส มีตะกอนเล็กน้อย

Remark : 1. In - house method :TE-01 based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA&WEF, 21st ed., 2005, [In-house method : TE-01 (Dried at 103 - 105 °C)]



Miss ANCHALEE SAWANGKOTE

Analyst

๖ - 012 - ๖ - 3848

28/07/2554



Miss REWAISEE STRIMONGKOL

Technical Manager

๖ - 012 - ๖ - 1551

28/07/2554

Reported results refer to submitted sample only.

Test report shall not be reproduced except in full, without written approved of the laboratory.

บท 5.10/2

54S/08238 Pages (1/1)

5.4 สัดส่วนของการใช้น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำผิวดิน ก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ

บริษัทใช้น้ำประปาอย่างเดียวจะใช้น้ำบาดาลก็ต่อเมื่อน้ำประปาไม่ไหลเท่านั้น แต่ต้องมีน้ำบาดาลไว้สำรองใช้ เพราะถ้า น้ำประปาหยุดไหล จะต้องหยุดการผลิต

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินงาน

ตารางที่ B3.3 แสดงดัชนีการใช้น้ำทั้งหมดต่อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการดำเนินงาน พบว่าดัชนีการใช้น้ำทั้งหมดลดลงเหลือ 74.8 ลบ.ม./ตัน

ตารางที่ B3.3 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ลบ.ม./ตัน)	
	ก่อนการดำเนินงาน	หลังการดำเนินงาน
ยาเม็ด	85.8	74.8
ยาแคปซูล		
ยาน้ำ		
น้ำยาบ้วนปาก		

7. การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

ปริมาณน้ำรดต้นไม้ที่หน้าโรงงาน	3.34	ลบ.ม./วัน
ปริมาณน้ำรดต้นไม้หน้าศาลหลังโรงงาน	3.302	ลบ.ม./วัน
น้ำ RO reject ที่ใช้ที่ห้องสุขภัณฑ์	2.83	ลบ.ม./วัน
ประหยัดน้ำได้ $(3.34+3.302+2.83) \times 30$	284.2	ลบ.ม./เดือน
ประหยัดค่าน้ำประปา	4,973	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด	108,898	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	22	เดือน

8. โครงการที่จะทำในอนาคตหรือโครงการที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้

การนำจากระบบ RO ใช้กับหม้อไอน้ำและหอทำความเย็น เพื่อลดการใช้สารเคมีและขยายเวลาก่อนการ Blowdown จะช่วยลดปริมาณการใช้น้ำลงได้

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด

การใช้น้ำ Reject จากระบบ RO และ EDI ในส่วนที่ยอมรับคุณภาพน้ำได้ และการนำน้ำหลังการบำบัดรดต้นไม้ เพื่อช่วยลดการใช้น้ำประปาโดยตรง

10.สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



แม้ว่าบริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกร็ทเตอร์ฟาร์มา จำกัด เข้าร่วมโครงการและดำเนินการเป็นบริษัทสุดท้ายในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้งหมด แต่ก็ได้ดำเนินงานจนสัมฤทธิ์ผลตามที่ได้กำหนดเป้าหมายไว้ ทั้งนี้ ข อ ข บ คุณคณาจารย์ที่ปรึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรมทรัพยากรน้ำบาดาล สถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้ความกรุณา แนะนำและสนับสนุนงบประมาณช่วยเหลือ สำหรับการทํากิจกรรมโครงการประหยัดการใช้น้ำนี้ ที่นอกจากจะมีประโยชน์กับส่วนรวมและยังเอื้อประโยชน์อย่างยิ่งย่นให้กับบริษัทฯ ของพวกเราด้วย พวกเราหวังเป็นอย่างยิ่งว่าในอนาคตพวกเราทุกคนจะได้ร่วมมือกันพัฒนาสิ่งที่เป็นประโยชน์ให้กับบริษัทฯ ประเทศ และโลกของเราต่อไป

น.ต.ณรงค์ศักดิ์ กาญจนธำนิทร์ ร.น.

ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม

กลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ

(รศ.ดร.กอบบุญ หล่อทองคำ และรศ.ดร.อัญชลีพร วาริทธิสวัสดิ์ หล่อทองคำ)

บริษัท ไทยสเปเชียลไวร์ จำกัด

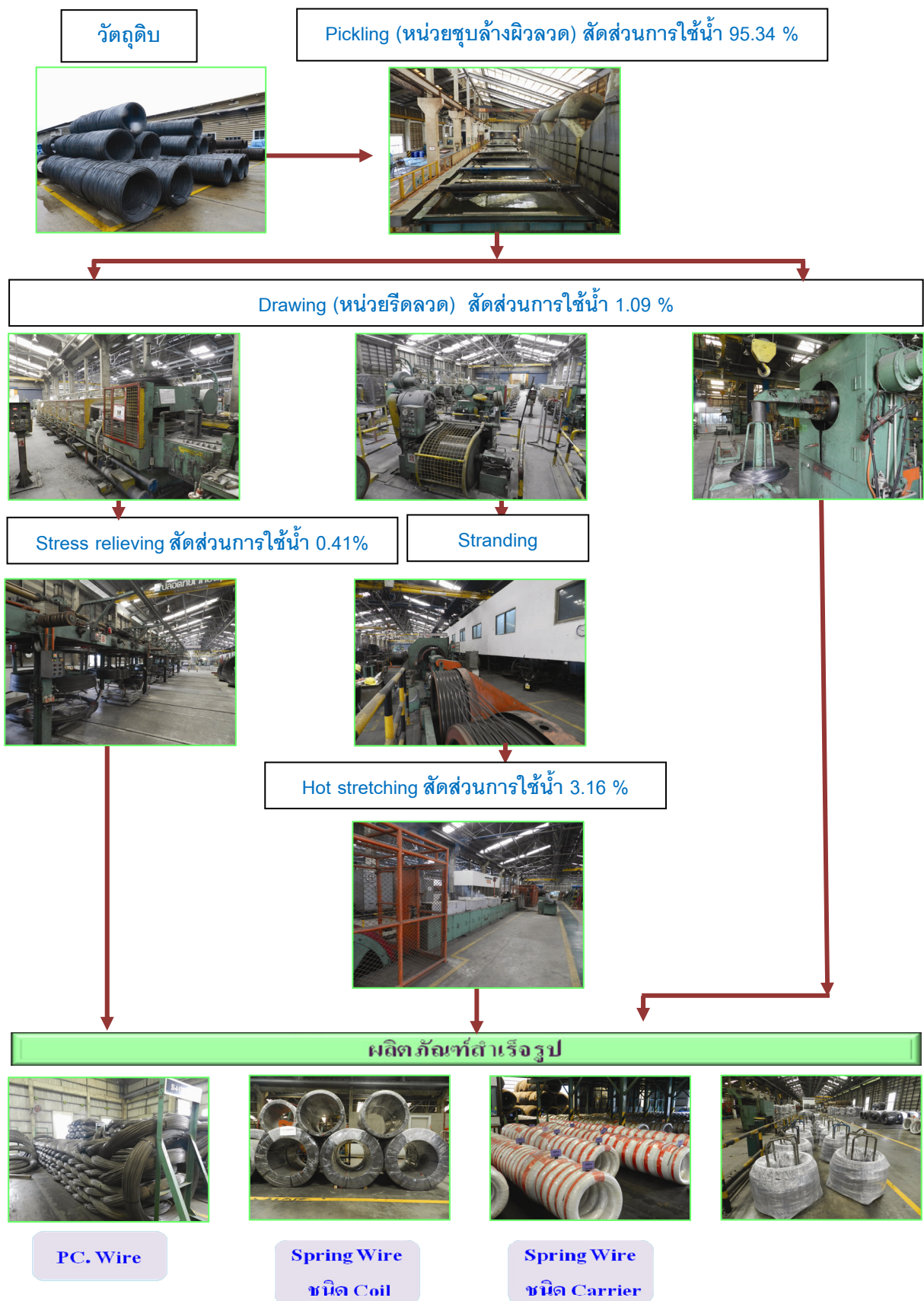
1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ไทยสเปเชียลไวร์ จำกัด		
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท ไทยสเปเชียลไวร์ จำกัด		
ที่ตั้งสถานประกอบการ	44 หมู่ 7 ถนนปทุมธานี-ลาดหลุมแก้ว ต. คูบางหลวง อ. ลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี 12140 โทรศัพท์ 02-9794820-9 โทรสาร 0-25981109		
TSIC-ID	38192-0006		
ปีที่ก่อตั้ง	2517		
ทุนจดทะเบียน	182 ล้านบาท		
จำนวนพนักงาน	ระดับบริหารสูงสุด 5 คน ระดับบริหารกลาง 22 คน ระดับปฏิบัติการ 154 คน รวม 181 คน		
ผลิตภัณฑ์หลัก	ลวดเหล็กทนแรงดึงสูงสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงและลวดเหล็กกล้าดัดแข็ง (Hard drawn steel wire)		
	ผลิตภัณฑ์	% ของผลิตภัณฑ์รวม	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)
	PC Wire	36	13,000
	PC Stranding	22	8,000
	Spring wire	42	15,000
เว็บไซต์	http://www.thaispecialwire.com		
มาตรฐานและรางวัล	ISO 9001:2008		
ที่ได้รับ	โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมดีเด่น		

2. แผนผังกระบวนการผลิต

แผนผังกระบวนการผลิตลวดเหล็กทนแรงดึงสูงสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงและลวดเหล็กกล้าดัดแข็งอย่างง่ายแสดงในรูปที่ C1.1 มีขั้นตอนการผลิตโดยย่อดังนี้

วัตถุดิบลวดเหล็กที่ร้อนจะถูกนำไปล้างผิวด้วยการกัดด้วยสารละลายกรดเกลือ ล้างน้ำให้สะอาดและจุ่มในสารหล่อลื่น (Bonderite) สำหรับการรีดลดขนาดลวด หลังจากนั้นส่งผ่านเข้ากระบวนการรีดเย็นเพื่อลดขนาดตามต้องการ การอบลวดที่ผ่านการรีดเย็นเพื่อลดความเค้น การดัดยืดให้ตรง แล้วม้วน บรรจุหีบห่อ เก็บในคลังสินค้าเพื่อจำหน่าย



รูปที่ C1.1 แผนผังกระบวนการผลิตลวดเหล็กทนแรงดึงสูงสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงและลวดเหล็กกล้าดึงแข็งอย่างง่าย

3.โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

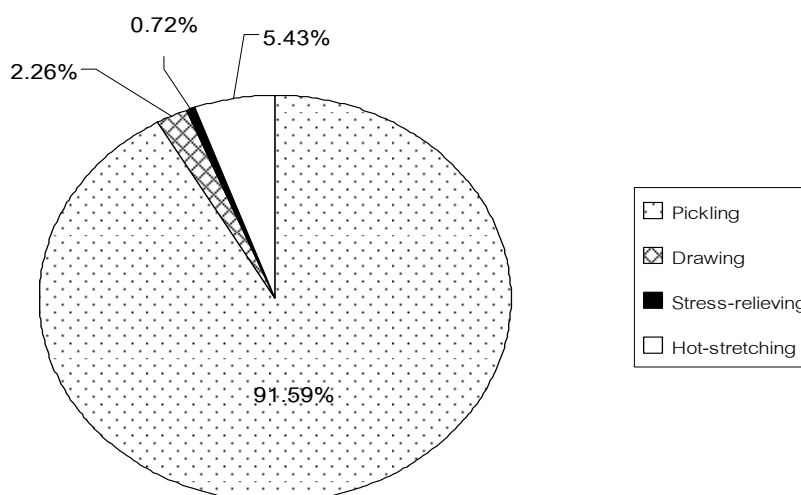
ไม่มี

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการ

ตารางที่ C1.1 และรูปที่ C1.2 แสดงสัดส่วนการใช้น้ำและดัชนีการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2554 ไม่รวมช่วงประสบอุทกภัยเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2554 พบว่าอัตราส่วนการใช้น้ำสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 92% ที่ขั้นตอนการกัดผิวด้วยสารละลายกรด (Pickling) ดัชนีการใช้น้ำในกระบวนการผลิต 0.46 ม³/ตัน

ตารางที่ C1.1 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2554 ไม่รวมช่วงประสบอุทกภัยเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2554

หน่วยงาน	ปริมาณใช้น้ำเฉลี่ย (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำใช้ทั้งปี (ม ³ /ปี)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)
Pickling	1,003	10,026	91.59
Drawing	25	247	2.26
Stress relieving	8	79	0.72
Hot stretching	60	595	5.43
รวมการใช้น้ำทั้งสิ้น	1,096	10,947	100
รวมปริมาณผลผลิต (ตัน)	2,361.56	23,615.63	-
ค่าเฉลี่ยรวม (ม ³ /ตัน)	0.46	0.46	-

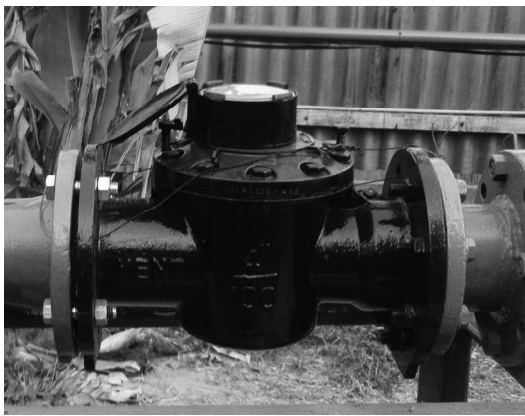


รูปที่ C1.2 กราฟสัดส่วนและดัชนีการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2554 ไม่รวมช่วงประสบอุทกภัยเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน 2554

5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

5.1 รายละเอียดมาตรการดำเนินการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรการที่ 1	: เปลี่ยนมิเตอร์วัดน้ำบาดาลใหม่ และตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำ
สถานที่ปรับปรุง	: บ่อบาดาลภายในบริษัท
อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง	: มิเตอร์น้ำบาดาลตัวใหม่
ผู้รับผิดชอบมาตรการ	: คุณสมชาย จันทร์ทอง ตำแหน่ง Supervisor Engineering & Maintenance
สาเหตุการปรับปรุง	: เลขมิเตอร์น้ำบาดาลหมุนเร็วกว่าปกติ



รูป มิเตอร์ก่อนการปรับปรุง



รูป มิเตอร์หลังการปรับปรุง

ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง	: ลดค่าใช้จ่ายน้ำส่วนต่างที่เกิดจากมิเตอร์เก่าชำรุด (หมุนเร็วกว่าปกติ) ลงประมาณ 175 ม ³ /เดือน
เงินที่ประหยัดได้	: ประมาณ 2,975 บาท/เดือน (17 บาท/ม ³)
เงินลงทุน	: มิเตอร์น้ำบาดาล ราคา 12,300 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	: 4 เดือน

มาตรการที่ 2	: ซ่อมวาล์วไอน้ำ (Steam valve) ที่หน่วย Pickling เพราะน้ำรั่ว
สถานที่ปรับปรุง	: Steam valve หน่วย Pickling
อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง	: อุปกรณ์การซีล Steam valve
ผู้รับผิดชอบมาตรการ	: คุณสังเวียน จูเจ็ก ตำแหน่ง Supervisor แผนกผลิต
สาเหตุการปรับปรุง	: มีรอยรั่วไหลของไอน้ำและน้ำ ในระบบไอน้ำที่ใช้งานของบ่อ
	สาร Bonderite
	: ปริมาณน้ำที่สูญเสียเท่ากับ 6 ม ³ /เดือน



รูป ก่อนการปรับปรุง



รูป หลังการปรับปรุง

รายละเอียดการปรับปรุง	: ซ่อม Steam valve ที่หน่วย Pickling ที่น้ำรั่ว
ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง	: สามารถลดปริมาณน้ำรั่วเท่ากับ 6 ม ³ /เดือน
เงินที่ประหยัดได้	: 121.25 บาท/เดือน
เงินลงทุน	: -
ระยะเวลาดำเนินทุน	: -

มาตรการที่ 3

สถานที่ปรับปรุง

อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง

ผู้รับผิดชอบมาตรการ

สาเหตุการปรับปรุง

: ติดตั้งมาตรวัดน้ำและลูกลอยควบคุมระดับน้ำเข้า Scrubber

: เครื่อง Scrubber ที่หน่วย Pickling

: มาตรวัดน้ำ และลูกลอยควบคุมระดับน้ำ

: คุณสังเวียน จูแจ็ก ตำแหน่ง Supervisor แผนกผลิต

: จากการสำรวจพบว่ามีการเปิดน้ำเข้าไปใช้งานในเครื่อง Scrubber ตลอดเวลาทำให้มีปริมาณการใช้น้ำมากเกินไป

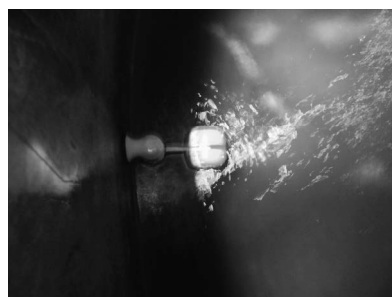
: ปริมาณการใช้น้ำ 15.4 ม³/วัน



รูป ก่อนการปรับปรุง



รูป หลังการปรับปรุง



รายละเอียดการปรับปรุง

: ทำการติดตั้งมาตรวัดน้ำและลูกลอยควบคุมระดับน้ำภายใน Scrubber

ภาพการตรวจวัดก่อนการปรับปรุง



อัตราการไหล 5 ลิตร/ 28 วินาที

ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง

: ค่าความแตกต่างปริมาณน้ำลดลง เท่ากับ 13.4 ม³/วัน
(ปัจจุบันการใช้น้ำที่ 2 ม³/วัน)

เงินที่ประหยัดได้

: 7,055 บาท/เดือน

เงินลงทุน

: 490 บาท

ระยะเวลาคืนทุน

: 0.07 เดือน

มาตรการที่ 4	: การติดตั้งสปริงเกอร์เพื่อรดน้ำต้นไม้ และติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้ น้ำที่อ่างล้างจานในห้องอาหาร และที่จุดล้างรถ
สถานที่ปรับปรุง	: สนามหญ้า (สนามฟุตบอล) อ่างล้างจานในห้องอาหาร และที่จุดล้างรถ
อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง	: สปริงเกอร์และมิเตอร์
ผู้รับผิดชอบมาตรการ	: คณะทำงานทั้งหมด
สาเหตุการปรับปรุง	: จากการสำรวจ พบว่าการรดน้ำต้นไม้เปิดน้ำรดโดยตรงด้วยสายยาง ตลอดเวลา ทำให้ปริมาณการใช้น้ำมากเกินไป : มีการเปิดน้ำทิ้งบริเวณจุดล้างจานในห้องอาหาร และจุดล้างรถ



รายละเอียดการปรับปรุง	: ใช้สปริงเกอร์แทนการรดน้ำโดยตรงจากสายยาง และติดตั้งมิเตอร์ที่ สนามฟุตบอล การใช้น้ำลดลงเฉลี่ย 2 ม ³ /วัน (การใช้เดิม 6 ม ³ /วัน)
-----------------------	---



รายละเอียดการปรับปรุง	: ติดตั้งมิเตอร์ตรวจวัดการใช้น้ำที่อ่างล้างจานในห้องอาหาร การใช้น้ำลดลงเฉลี่ย 0.5 ม ³ /วัน (การใช้เดิม 1.5 ม ³ /วัน)
-----------------------	---



รายละเอียดการปรับปรุง	: ติดตั้งมิเตอร์ตรวจวัดการใช้น้ำที่จุดล้างรถ การใช้น้ำลดลงเฉลี่ย 0.5 ม ³ /วัน (การใช้เดิม 2 ม ³ /วัน)
ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง	: ปริมาณการใช้น้ำโดยรวมลดลง เฉลี่ยวันละ 3 ม ³ /วัน (78 ม ³ /เดือน)
เงินที่ประหยัดได้	: 1,599 บาทต่อเดือน
เงินลงทุน	: 1,710 บาท (มิเตอร์ 3 หน่วย)
ระยะเวลาคืนทุน	: 1.1 เดือน

มาตรการที่ 5

สถานที่ปรับปรุง

อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง

ผู้รับผิดชอบมาตรการ

สาเหตุการปรับปรุง

: ติดตั้งระบบน้ำล้างลวดแบบไฮเจ็ตที่หน่วยกัดกรด (Pickling)

: ป้อนน้ำล้างลวดที่หน่วยกัดกรด

: เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง แบบไฮเจ็ต

: แผนวิศวกรรมและซ่อมบำรุง

: การชุบล้างลวดจากบ่อชุบและด้วยสายยางทำให้การทำความสะอาด
ผิวลวดบางชุดได้ไม่หมด ทำให้ต้องนำลวดกลับมาชุบใหม่



รูป ก่อนการปรับปรุง



รูป การติดตั้งระบบฉีดน้ำแรงดันสูงหลังการปรับปรุง

รายละเอียดการปรับปรุง

ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง

เงินที่ประหยัดได้

ค่าน้ำที่เพิ่มขึ้น

เงินที่ประหยัดได้

เงินลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน

: ติดตั้งระบบน้ำล้างลวดใหม่เป็นระบบไฮเจ็ตแทนการฉีดน้ำ
โดยตรงจากสายยาง

: คุณภาพของผิวลวดดีขึ้นไม่ต้องนำกลับมาชุบล้างใหม่ เฉลี่ยเดือนละ
10 ม้วน (20 ตัน)

: 16,820 บาท/เดือน (คิดจากการไม่นำลวดกลับมาชุบล้างใหม่)

: 14,175 บาท/เดือน (เฉลี่ยน้ำเพิ่มขึ้น 700 ม³/เดือน)

แต่ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูง ไม่มีของส่งคืนจากลูกค้า

: 2,645 บาท/เดือน

: 660,000 บาท

: 250 เดือน (ยังไม่รวมมูลค่าตัวเงินกรณีที่ต้องรับผลิตภัณฑ์ส่งคืนจาก
ลูกค้า ซึ่งเป็นมูลค่าที่ประเมินราคาได้ยาก)

มาตรการที่ 6	: การปรับปรุงระบบควบคุมการจ่ายน้ำของระบบหล่อเย็น เครื่องจักรด้วยระบบ VSD (Variable speed drives)
สถานที่ปรับปรุง	: บ่อน้ำ Cooling หน่วย Drawing
อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง	: อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่บ่อน้ำ
ผู้รับผิดชอบมาตรการ	: แผนกวิศวกรรมและซ่อมบำรุง
สาเหตุการปรับปรุง	: บ่อน้ำจ่ายน้ำให้กับระบบหล่อเย็นของเครื่องจักรเกินความต้องการ (2.2 บาร์)



รูป ระบบควบคุม VSD

รายละเอียดการปรับปรุง	: ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ที่บ่อน้ำ WP – 6 และ WP – 7 และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแรงดันน้ำเพื่อให้บ่อน้ำทำงานสอดคล้องกับ ภาระการใช้น้ำของเครื่องจักร ที่ 1.5 บาร์
ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง	: คาดว่าประหยัดไฟฟ้าลงได้ประมาณ 2,251.5 kWh/เดือน และสามารถ ลดปริมาณน้ำที่ล้นได้ ประมาณ 10 ม ³ ต่อเดือน (อยู่ในระหว่างการติดตามผล)
เงินที่ประหยัดได้	: ค่าไฟฟ้า 7,880 บาท/เดือนและค่าน้ำ 205 บาท/เดือน
เงินลงทุน	: 180,000 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	: 22.3 เดือน

มาตรการที่ 7	: การตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำใช้ภายในบริษัททั้งหมด นอกเหนือจากกระบวนการผลิต
สถานที่ที่ปรับปรุง	: บริเวณห้องน้ำข้างห้องอาหาร
อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง	: -
ผู้รับผิดชอบมาตรการ	: แผนกวิศวกรรมและซ่อมบำรุง
สาเหตุการปรับปรุง	: รายการที่ 1 ท่อน้ำขนาด 2 นิ้วแตกชำรุด มีน้ำรั่วไหล (2.6 ม ³ / ชั่วโมง) : ปริมาณน้ำที่สูญเสีย 62 ม ³ / วัน : รายการที่ 2 ท่อน้ำขนาด 1 นิ้วแตกชำรุดมีน้ำรั่วไหล 0.4 ม ³ / ชั่วโมง : ปริมาณน้ำที่สูญเสีย 9.6 ม ³ / วัน (288 ม ³ / เดือน)

ที่	จุด/พื้นที่สำรวจ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1	บริเวณหลังห้องอาหาร และห้องน้ำ (วันที่ 9 เมษายน 2555)		
2	บริเวณบ่อเจือจางของระบบ น้ำเสีย หน่วย Pickling (วันที่ 19 เมษายน 2555)		

รายละเอียดการปรับปรุง	: รายการที่ 1 ให้บริษัทภายนอก ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข รายการที่ 2 ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเอง
ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง	: รายการที่ 1+2 ลดการสูญเสียได้ 2,148 ม ³ / เดือน
เงินที่ประหยัดได้	: 44,034 บาท/เดือน
เงินลงทุน	: 43,000 บาท
ระยะเวลาดำเนินทุน	: 1 เดือน

มาตรการที่ 8

: สร้างจิตสำนึกและประชาสัมพันธ์ การรณรงค์การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

สถานที่ปรับปรุง

: ภายในบริษัท

อุปกรณ์ที่ใช้ปรับปรุง

: แผ่นป้ายการรณรงค์ร่วมการใช้น้ำอย่างประหยัดและแผ่นไฟว้างประชาสัมพันธ์รณรงค์ การใช้น้ำอย่างประหยัด

ผู้รับผิดชอบมาตรการ

: คณะทำงานทั้งหมด

สาเหตุการปรับปรุง

: มีการใช้น้ำอย่างไม่ประหยัด



รายละเอียดการปรับปรุง

1. ติดแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์รณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัด ตามจุดต่าง ๆ จำนวน 7 จุด ได้แก่ ห้องน้ำ และห้องครัว
2. ประชาสัมพันธ์ด้วยป้ายไฟว้างภายในโรงงาน “ขอความร่วมมือพนักงานทุกท่านร่วมรณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ”

ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง

: ทุกคนมีส่วนร่วมในการใช้น้ำอย่างประหยัด

5.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านการใช้งานในกระบวนการ

ตารางที่ C1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านการใช้งานในกระบวนการ

รายการ	pH	COD mg/L	SS mg/L	DS mg/L	Zinc mg/L	Sodium mg/L	Chloride mg/L
น้ำก่อนการบำบัด	2.1	104	74.0	4,210	33.9	178	1
น้ำหลังการบำบัด	6.3	32.1	3.0	3,880	0.157	1,154	2,035
น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว	8.3	28.8	26.0	520	0.050	125	197
ค่ามาตรฐาน ()	(5.5-9)	(<120)		(<3,000)	(<5)		
ค่ามาตรฐาน []	[5-9]				[<1]		

สำหรับน้ำผิวดิน ค่ามาตรฐาน () ในตารางที่ C1.2 เป็นค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539) และตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) ส่วนค่ามาตรฐาน [] กำหนดโดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

5.3 เปรียบเทียบการใช้น้ำก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ

เป้าหมายของโครงการฯ คือ ลดการใช้น้ำประปาและบาดาลลง 10 % ของน้ำที่ใช้ภายในบริษัท ผลการใช้น้ำก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ แสดงในตารางที่ C1.3

ตารางที่ C1.3 เปรียบเทียบการใช้น้ำก่อน (ปี 2554) และหลังการดำเนินการ (ปี 2555)

ปริมาณการใช้น้ำภายในบริษัท ไทยสะเปเซียลไวร์ จำกัด	ปี 2554	ปี 2555	สุทธิ
1. ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยทั้งหมด (ม ³ /เดือน)	6,651	4,647	+2,004
1.1 ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ย (ม ³ /เดือน)	2,707 (40.7%)	3,206 (69%)	-499
1.2 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเฉลี่ย (ม ³ /เดือน)	3,944 (59.3%)	1,441 (31%)	+2,503
2. ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเฉลี่ยทั้งหมด (ม ³ /เดือน)	1,095	1,776	-681
อัตราส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตต่อการใช้น้ำทั้งหมด (%)	16.5 %	38.2 %	
3. ปริมาณการใช้น้ำนอกกระบวนการผลิตเฉลี่ยทั้งหมด (ม ³ /เดือน)	5,557	2,870	+2,687
อัตราส่วนการใช้น้ำนอกกระบวนการผลิตต่อการใช้น้ำทั้งหมด (%)	83.5 %	61.8 %	

การใช้น้ำทั้งหมดเฉลี่ย 6,651 ม³/เดือน (การใช้น้ำประปา 41% และน้ำบาดาล 59%) ผลจากการเข้าร่วมโครงการ ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ยได้ 2,004 ม³/เดือน (41,103 บาท/เดือน) คิดเป็นการใช้น้ำทั้งหมดที่ลดลง 30.12 %

5.4 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้น้ำประปา น้ำบาดาล ก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ

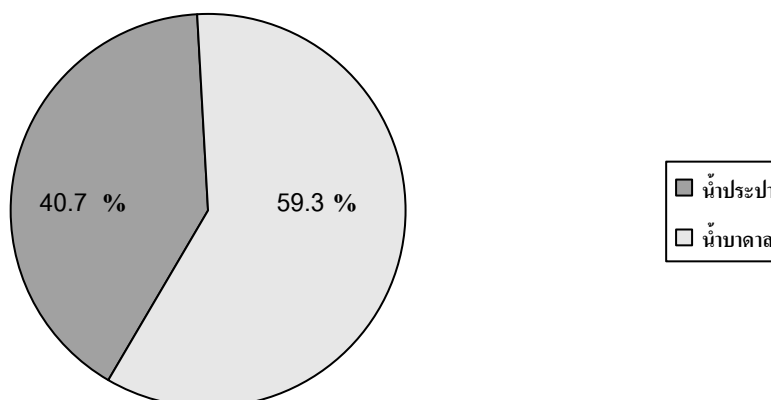
ภาพรวมสัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ทั้งหมดในปี 2554 ก่อนเข้าร่วมโครงการ (ไม่รวมช่วงประสบอุทกภัยในเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2554) และ 5 เดือน ในปี 2555 หลังเข้าร่วมโครงการ แสดงในตารางที่ C1.4 รูปที่ C1.3 และตารางที่ C1.5 รูปที่ C1.4 ตามลำดับ หลังการเข้าร่วมโครงการปริมาณการ ใช้น้ำประปาและบาดาลรวมต่อเดือนลดลง แต่อัตราส่วนการใช้น้ำประปาเพิ่มขึ้น การใช้น้ำประปาหรือน้ำบาดาลไม่มีผลต่อผลผลิตภัณฑของบริษัท

ก่อนการดำเนินการดัชนีการใช้น้ำรวมเป็น 2.85 ม³/ตัน หลังการดำเนินการดัชนีการใช้น้ำรวมเป็น 1.99 ม³/ตัน ดัชนีการใช้น้ำต่อผลผลิตภัณฑของอุตสาหกรรมเหล็กในลักษณะที่ใกล้เคียง 3.63 ม³ / ตัน

ตารางที่ C1.4 สัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2554 (ก่อนเข้าร่วมโครงการ)

ประเภท	ปริมาณใช้น้ำเฉลี่ย (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำใช้ทั้งปี (ม ³ /ปี)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)
น้ำประปา	2,707	27,073	40.7
น้ำบาดาล	3,944	39,442	59.3
รวมการใช้น้ำทั้งสิ้น	6,651	66,515	100

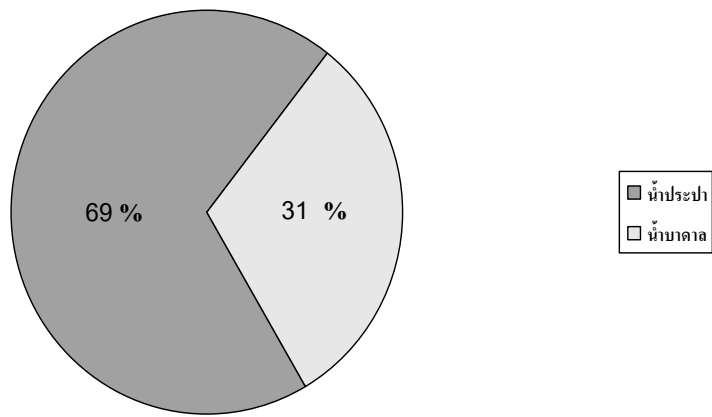
- ไม่รวมช่วงประสบอุทกภัยในเดือน ตุลาคม - พฤศจิกายน 2554



รูปที่ C1.3 กราฟสัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2554 ก่อนเข้าร่วมโครงการ

ตารางที่ C1.5 สัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2555 (5 เดือน) (หลังเข้าร่วมโครงการ)

ประเภท	ปริมาณใช้น้ำเฉลี่ย (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำใช้ (ม ³ /5 เดือน)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)
น้ำประปา	3,206	16,030	69
น้ำบาดาล	1,441	7,203	31
รวมการใช้น้ำทั้งสิ้น	4,647	23,233	100

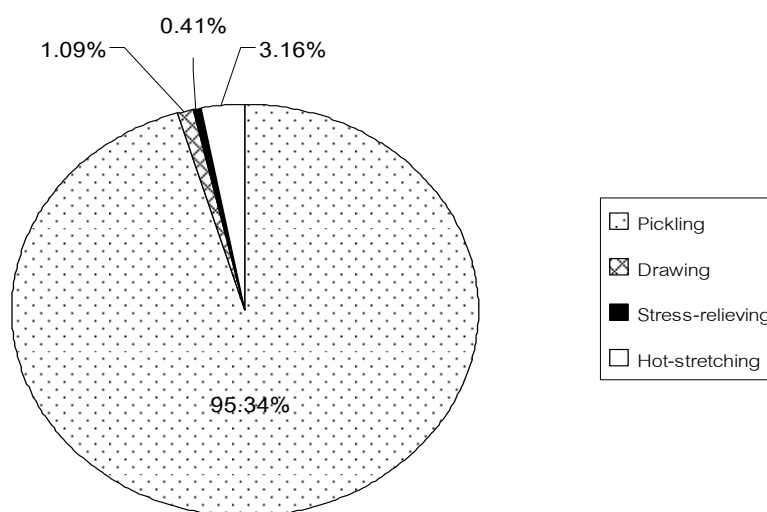


รูปที่ C1.4 กราฟสัดส่วนการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล ปี 2555 หลังเข้าร่วมโครงการ

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินการ

ตารางที่ C1.6 สัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2555 (5 เดือน) (หลังการดำเนินการ)

หน่วยผลิต	ปริมาณใช้น้ำเฉลี่ย (ม ³ /เดือน)	ปริมาณน้ำใช้ (ม ³ /5 เดือน)	อัตราส่วนการใช้น้ำ (%)
Pickling	1,693	8,468	95.34
Drawing	19	97	1.09
Stress- relieving	7	36	0.41
Hot – stretching	56	281	3.16
รวมการใช้น้ำทั้งสิ้น	1,775	8,882	100
รวมปริมาณผลผลิต (ตัน)	1,903	9,515	-
ค่าเฉลี่ยรวม (ม ³ /ตัน)	0.93	0.93	-



รูปที่ C1.5 กราฟสัดส่วนการใช้น้ำในกระบวนการผลิต ปี 2555 (5 เดือน) (หลังการดำเนินการ)

ดัชนีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตก่อนการดำเนินการมีค่า 0.46 ม³ / ตัน (ตารางที่ C1.1) หลังการดำเนินการ ดัชนีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 0.93 ม³ /ตัน (ตารางที่ C1.6) ทั้งนี้เพราะมีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นในขั้นตอน Pickling ด้วยการล้างด้วยไฮเจ็ต แต่การล้างขดลวดสะอาดมากขึ้น และไม่มีการนำขดลวดที่ล้างไม่สะอาดกลับมาล้างใหม่ (การล้างวิธีการเดิมต้องนำขดลวดกลับมาล้างใหม่เฉลี่ย 10 ม้วนต่อเดือน) จึงลดการหยุดกระบวนการผลิตสามารถรีดลวดได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ลูกค้าไม่ร้องเรียนและส่งคืนค้ำกลับ ซึ่งเป็นมูลค่าที่ไม่สามารถประเมินราคาได้ และภาพลักษณ์ของบริษัทดีขึ้น

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

จากการดำเนินการมาตรการลดการใช้น้ำทั้งหมด สรุปผลการคำนวณค่าใช้จ่ายการลงทุน(ที่ไม่รวมค่าแรงและค่าจ้าง) ผลประโยชน์ที่ได้รับ และระยะเวลาการคืนทุน ได้ดังแสดงในตารางที่ C1.7

ตารางที่ C1.7 สรุปผลการคำนวณค่าใช้จ่ายและระยะเวลาการคืนทุน

ลำดับ	มาตรการดำเนินการ	ผลประโยชน์ที่ได้รับ	ค่าใช้จ่ายลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน
1	เปลี่ยนมิเตอร์วัดน้ำบาดาลใหม่	ค่าใช้จ่ายน้ำส่วนต่างที่เกิดจากมิเตอร์เก่าชำรุด (หมุนเร็วกว่าปกติ) ลดลงประมาณ 175 ม ³ ต่อเดือน เป็นเงิน 2,975 บาท/เดือน (17 บาท/ม ³)	12,300 บาท	4 เดือน
2	ซ่อมวาล์วไอน้ำ ที่หน่วย Pickling	สามารถลดปริมาณน้ำรั่ว เท่ากับ 6 ม ³ ต่อเดือน เป็นเงิน 121.25 บาทต่อเดือน	-	-
3	ติดตั้งมาตรวัดน้ำและลูกลอยควบคุมระดับน้ำเข้า Scrubber ที่หน่วย Pickling	ลดปริมาณน้ำที่เปิดเข้า Scrubber เท่ากับ 13.4 ม ³ ต่อวัน เป็นเงิน 7,055 บาท/เดือน	490 บาท	0.07 เดือน
4	ติดตั้งสปริงเกอร์รดน้ำต้นไม้ และมิเตอร์วัดการใช้น้ำที่อ่างล้างจานในห้องอาหาร และจุดล้างรถ	ลดปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 3 ลบ.ม /วัน (78 ม ³ /เดือน) เป็นเงิน 1,599 บาทต่อเดือน	1,710 บาท	1.1 เดือน
5	ติดตั้งระบบน้ำล้างลวดแบบไฮเจ็ต ที่หน่วย Pickling	คุณภาพของผิวลวดดีขึ้น ไม่ต้องนำกลับมาชุบล้างใหม่ เฉลี่ยเดือนละ 10 ม้วน (20 ตัน) เป็นเงิน 2,645 บาทต่อเดือน (คิดเฉพาะการไม่ต้องนำลวดกลับมาชุบล้างใหม่)	660,000 บาท	250 เดือน

ตารางที่ C1.7 (ต่อ) สรุปผลการคำนวณค่าใช้จ่ายและระยะเวลาการคืนทุน

ลำดับ	มาตรการดำเนินการ	ประโยชน์ที่ได้รับ	ค่าใช้จ่ายลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน
6	ปรับปรุงระบบควบคุมการจ่ายน้ำของระบบหล่อเย็นด้วยระบบ VSD	ลดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 2,251.5 kWh/เดือน และลดปริมาณน้ำสิ้น (อยู่ระหว่างติดตามผล) เป็นเงินค่าไฟฟ้า 7,880 บาทต่อเดือน และค่าน้ำ 205 บาทต่อเดือน	180,000 บาท	22.3 เดือน
7	ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำนอกระบบกระบวนการผลิตภายในบริษัททั้งหมด	ตรวจพบรอยรั่ว 2 จุด สามารถลดการสูญเสียได้ 2,148 ม ³ /เดือน เป็นเงิน 44,034 บาทต่อเดือน	43,000 บาท	1 เดือน
8	สร้างจิตสำนึกและประชาสัมพันธ์การรณรงค์การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	ทุกคนมีส่วนร่วมในการใช้น้ำอย่างประหยัด	-	-

หมายเหตุ ค่าน้ำบาดาล ลูกบาศก์เมตรละ 17 บาท ค่าน้ำประปา ลูกบาศก์เมตรละ 23.50 บาท

ค่าน้ำบาดาลเสียลูกบาศก์เมตรละ 230 บาท

ในภาพรวมประหยัดน้ำได้ทั้งหมด เดือนละ 2,004 ม³ คำนวณประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์ในภาพรวมได้จากข้อมูลในตารางที่ C1.3 และ C1.7 ดังนี้

ใช้น้ำประปาเพิ่มเติมเดือนละ 499 ม ³ เป็นเงิน	11,727	บาท/เดือน
ลดน้ำบาดาลได้เดือนละ 2,503 ม ³ เป็นเงิน	42,551	บาท/เดือน
ประหยัดค่าน้ำรวมได้ เป็นเงิน	30,824	บาท/เดือน
เงินลงทุนทั้งหมด	897,500	บาท
ระยะเวลาคืนทุนภาพรวม	29.1	เดือน

ผลประโยชน์ที่ได้รับและระยะเวลาคืนทุนนี้ ไม่สามารถประเมินมูลค่าที่ลูกค้าที่ไม่ร้องเรียนและส่งสินค้ากลับคืนเนื่องจากการล้างขวดที่ขั้นตอน Pickling ไม่สะอาด

8. โครงการที่จะทำในอนาคตหรือโครงการที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้

- ติดตั้งระบบควบคุมการจ่ายน้ำระบบหล่อเย็นของเครื่องจักรด้วยระบบ VSD ที่หน่วยงาน Hot stretching (คาดว่าจะลดค่าไฟฟ้าลงได้ประมาณ 4,042 บาทต่อเดือน และค่าน้ำประมาณ 202 บาทต่อเดือน)
- ตรวจสอบการรั่วซึมของท่อส่งน้ำตามจุดต่าง ๆ โดยเฉพาะสำนักงานใหญ่ (คาดว่าจะลดค่าน้ำที่สูญเสียได้ประมาณ 9,720 บาทต่อเดือน)

3. การปรับปรุงระบบควบคุมการทำงานของหอทำน้ำเย็น (Cooling tower) เพื่อลดการใช้ไฟฟ้า และลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็นจากการระเหยและการกระเซ็น

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด(Best practices)

1. การควบคุมการใช้ประปาและน้ำบาดาลให้อยู่ในอัตราส่วน 80:20 (เดิม 70:30) โดยที่พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมและดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ สร้างจิตสำนึกการใช้น้ำอย่างประหยัด ซึ่งผู้บริหารให้ความสำคัญและสนับสนุนอย่างยิ่ง

2. การตรวจสอบซ่อมแซมแก้ไขรอยรั่วต่าง ๆ เป็นวิธีการพื้นฐาน และอาจเป็นการลงทุนไม่สูงนัก

3. การล้างขดลวดหลังจากการกัดผิวด้วยสารละลายกรดเกลือด้วยวิธีการฉีดล้างด้วยไฮเจ็ต ทำให้ขดลวดสะอาด ไม่ต้องนำกลับมาล้างใหม่ ส่งผลให้ขดลวดไม่มีตำหนิ ลูกค้ายอมรับสินค้าและไม่มีการส่งสินค้าคืน

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



บริษัทขอขอบพระคุณคณะทำงานโครงการเทคโนโลยีสะอาด คณาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมฯ ไว้ ณ ที่นี้

สิ่งที่คณะทำงานของบริษัท ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการฯ โดยตรง ได้แก่ แนวทางการบริหารจัดการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยนำหลักวิชาทางวิศวกรรมมาใช้ในการตรวจสอบ ควบคุม และวิเคราะห์ข้อมูลสู่การบริหารจัดการน้ำอย่างมีระบบที่ถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อภาคอุตสาหกรรม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต จากโครงการดังกล่าวบริษัท สามารถลดปริมาณการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาลลงได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์

สำหรับผลพลอยได้จากโครงการนี้ คือ พนักงานทุกคนตระหนักถึงความสำคัญและการมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำของประเทศ แม้เราจะเป็นเพียงองค์กรเล็ก ๆ แต่คณะทำงานทุกคนก็มีความยินดีและภูมิใจที่ได้ร่วมในโครงการนี้ และมีความมุ่งมั่นที่จะดำเนินโครงการต่อไปในอนาคต

นายโสภณ วิภาตะพันธุ์
กรรมการรองผู้จัดการ

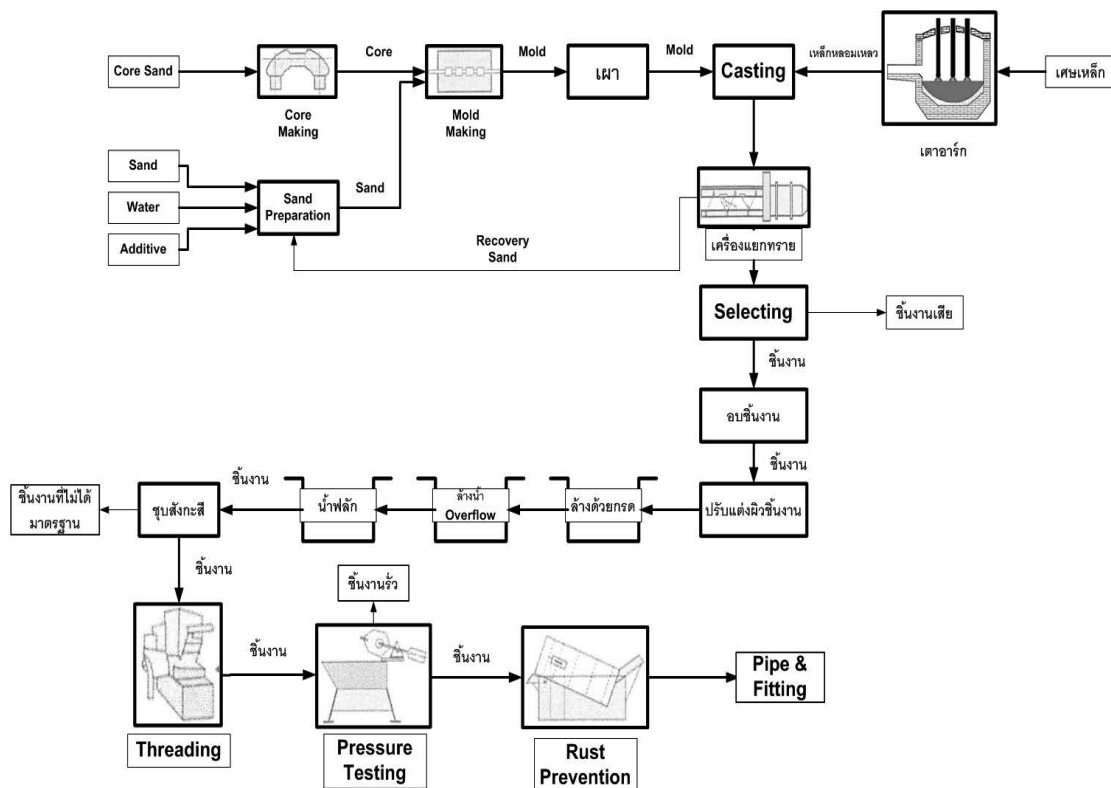
บริษัท บีสไฟฟ์ฟิตติ้งอินดัสตรี จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

ชื่อโรงงาน	บริษัท บีสไฟฟ์ฟิตติ้งอินดัสตรี จำกัด
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท บีสไฟฟ์ฟิตติ้งอินดัสตรี จำกัด
TSIC-ID	37120 - 0006
ที่ตั้งโรงงาน	เลขที่ 107 หมู่ 4 ถ. เพชรเกษม อ.กระทุ่มแบน สมุทรสาคร 74130 โทรศัพท์ 02 – 8105588 โทรสาร 02 – 8105590 E-MAIL: INFO@BIS FITTINT.COM
ปีที่ยกตั้งโรงงาน	วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2521
ประเภทกิจการ	อุตสาหกรรมโลหะผลิตข้อต่อเหล็กหล่อจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ
จำนวนพนักงาน	ระดับบริหารสูง 7 คน ระดับบริหารกลาง 32 คน ระดับปฏิบัติการ 473 คน
ปริมาณการผลิต	

ผลิตภัณฑ์	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)
ข้อต่อเหล็กหล่อ	ปี 2553 7,107
ข้อต่อเหล็กหล่อ	ปี 2554 7,066

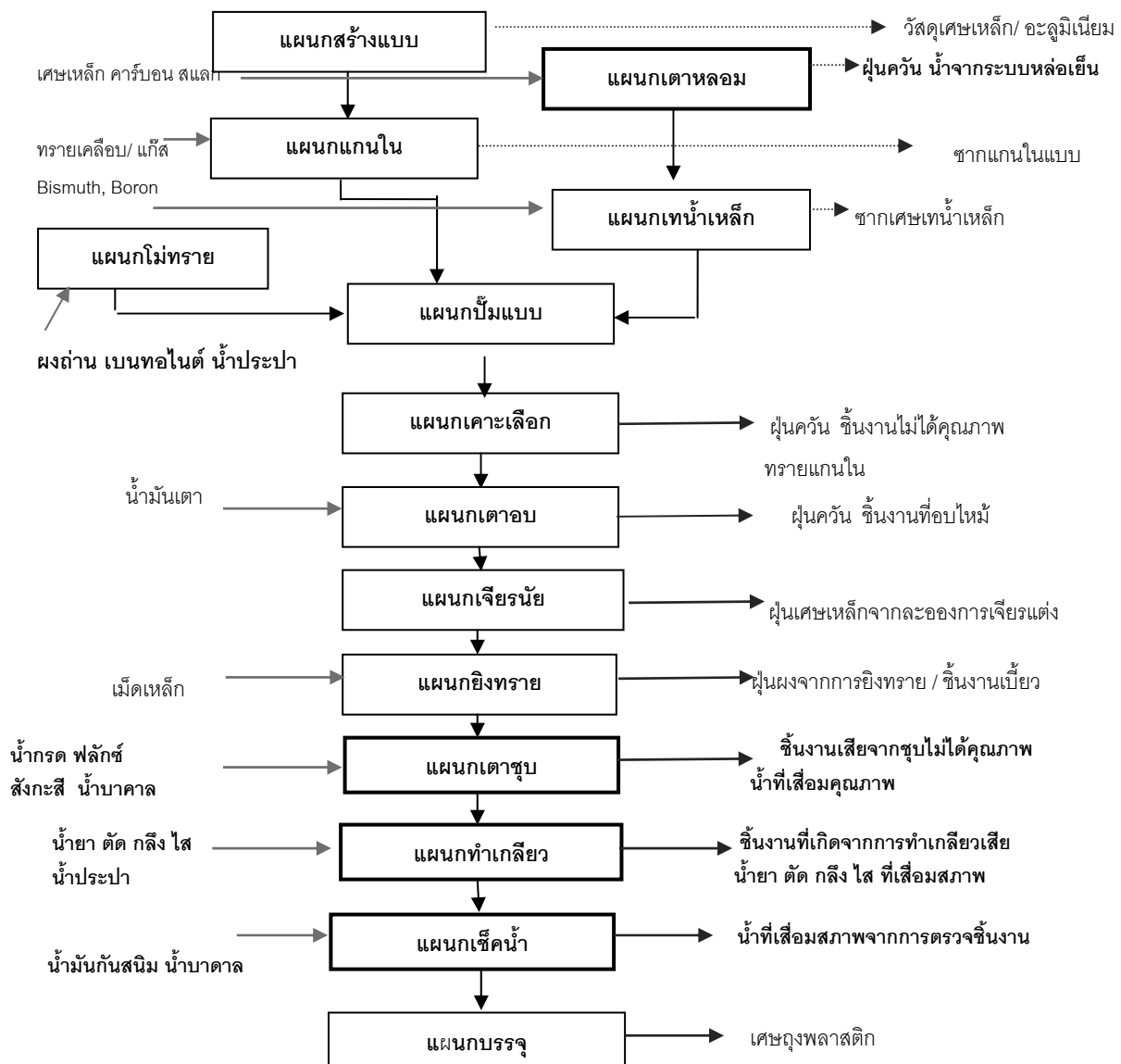
2. แผนผังกระบวนการผลิต



รูปที่ C2.1 แผนผังกระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อ

รูปที่ C2.1 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่ออบเหนียว ซึ่งเศษเหล็กและส่วนผสมโลหะอื่นตามส่วนผสมเคมีที่ได้ออกแบบไว้ นำไปหลอมด้วยเตาอาร์กไฟฟ้าเป็นเหล็กหล่อขาวหลอมเหลว จากนั้นเหล็กหล่อขาวหลอมเหลวจะถูกนำมาเทในแบบหล่อทราย หลังจากการเย็นตัว งานหล่อจะถูกแยกออกจากแบบทราย นำไปผ่านการคัดเลือกงานหล่อที่ได้คุณภาพเพื่ออบให้ได้โครงสร้างจุลภาคเป็นเหล็กหล่ออบเหนียว จากนั้นขัดผิวให้สะอาดด้วยเครื่องขัดผิว ก่อนการนำไปกัดผิวด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ล้างน้ำและจุ่มในฟลักซ์ ก่อนนำไปชุบในสังกะสีเหลว งานหล่อที่ผ่านการชุบสังกะสีที่ได้คุณภาพจะถูกนำไปทำเกลียว และทดสอบด้วยน้ำแรงดันสูง เคลือบผิวด้วยน้ำมัน บรรจุหีบห่อ และเก็บในคลังสินค้าเพื่อส่งขายให้ลูกค้า

ขั้นตอนการผลิตที่มีการใช้น้ำมีดังนี้ การหลอมเหลว และการทำเกลียวใช้น้ำประปา ส่วนการไม่ทรายด้วยไฟฟ้าที่แผนกทำแบบหล่อ การชุบสังกะสี และการตรวจสอบงานหล่อด้วยน้ำแรงดันสูงใช้น้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาลไม่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท รูปที่ C2.2 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตอย่างง่าย และขั้นตอนที่มีการใช้น้ำประปาหรือน้ำบาดาล



รูปที่ C2.2 แผนผังกระบวนการผลิตอย่างง่ายและขั้นตอนที่แสดงการใช้น้ำประปาหรือน้ำบาดาล

3. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

ไม่มี

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้

จากผลการดำเนินการ 10 เดือนของปี 2554 (ไม่รวมช่วงอุทกภัยในตุลาคมและพฤศจิกายน 2554) ค่าดัชนีการใช้น้ำเฉลี่ย 9.25 ลบ.ม./ตัน ปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งหมด 58,541 ลบ.ม. ปริมาณการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล คือ 28% และ 72% ตามลำดับ ใช้ในกระบวนการผลิต 41,331 ลบ.ม.

ผลการดำเนินการ 4 เดือนแรกของปี 2555 คือ มกราคม-เมษายน ค่าดัชนีการใช้น้ำเฉลี่ย 9.77 ลบ.ม./ตัน ปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งหมด 22,302 ลบ.ม. ปริมาณการใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล คือ 28% และ 72% ตามลำดับ ใช้ในกระบวนการผลิต 15,187 ลบ.ม.

5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

จากการสำรวจของคณะทำงานโครงการเทคโนโลยีสะอาดและทีมที่ปรึกษาในวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2555 ได้ตกลงกันว่ามาตรการที่จะลดการใช้น้ำ คือ

- 1) การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องรั่วต่าง ๆ
- 2) ก่อนการชุบสังกะสีต้องกัดผิวข้อต่อเหล็กหล่อด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และจุ่มล้างด้วยน้ำบาดาล เดิมใช้ถังจุ่มล้างน้ำบาดาล 2 ถัง ให้น้ำไหลเข้าแต่ละถัง และน้ำล้นออกของแต่ละถังเป็นน้ำทิ้ง จะปรับปรุงใช้ถังล้างน้ำ 3 ครั้ง หรือ 3 ถัง ให้น้ำใหม่ไหลเข้าถังที่ 3 ล้นออกเข้าถังที่ 2 และถังที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งถังที่ 1 เป็นถังที่ล้างน้ำแรก และติดตั้งวาล์วกลอยควบคุมน้ำล้น 1 ตำแหน่ง
- 3) ลดการใช้น้ำบาดาลในการอาบน้ำของพนักงานหลังเลิกงาน จากการตัดอาบเป็นการติดตั้งใช้ฝักบัว

ตารางที่ C2.1 แผนการทำงาน

ที่	กิจกรรม	เดือน 2555						หมายเหตุ
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1	สำรวจพื้นที่/ตำแหน่งการใช้น้ำบาดาล ซ่อมรอยรั่วซึม หาอุปกรณ์ ซ่อมก๊อกน้ำที่รั่ว ซ้ำรดภายในโรงงาน จำนวน 25 ตำแหน่ง							เสร็จเดือน เมษายน
2*	ติดตั้งมิเตอร์ตรวจสอบน้ำประปาเข้าโรงงาน 2 ตำแหน่ง							เสร็จเดือน พฤษภาคม
3	ติดตั้งฝักบัวสำหรับการใช้น้ำบาดาลในการ อาบน้ำของพนักงาน 4 ตำแหน่ง ๆ ละหลาย ชุดฝักบัว							ไม่สามารถ ดำเนินการ ตามแผนงาน จะทำต่อ
4	ลดการใช้น้ำบาดาลจุ่มล้างที่แผนกชุบสังกะสี จากจุ่มล้าง 2 ถังเป็น 3 ถัง ให้น้ำล้นจาก ถังที่ 3 ไปถังที่ 2 และถังที่ 1 และ ติดตั้งวาล์วกลอยควบคุมน้ำล้น 1 ตำแหน่ง							

*มาตรการที่ 2 เป็นมาตรการที่ทางบริษัทคิดและดำเนินการเอง

ตารางที่ C2.1 แสดงแผนการทำงานกิจกรรมที่คาดว่าจะดำเนินการ การดำเนินการเสร็จสิ้นเพียง มาตรการสำรวจพื้นที่/ตำแหน่งการใช้น้ำบาดาลซ่อมรอยรั่ว ซ่อมก๊อกน้ำที่รั่วชำรุดภายในโรงงาน จำนวน 25 ตำแหน่ง เท่านั้น ส่วนมาตรการอื่นไม่สามารถดำเนินการได้เสร็จภายในระยะเวลาของโครงการ เนื่องจาก เปลี่ยนแปลงผู้บริหารระดับสูง และบริษัทมีงานจำเป็นเร่งด่วนอื่นที่ต้องแก้ไข จึงจะนำมาตรการที่ยังไม่ ดำเนินการเป็นแผนงานที่จะทำต่อไปหลังจากสิ้นสุดระยะเวลาของโครงการนี้

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินงาน

การตรวจรอยรั่วและแก้ไขเริ่มต้นจากเดือนกุมภาพันธ์ 2555 เสร็จสิ้นเดือนเมษายน 2555 ข้อมูลการ ใช้น้ำที่ใช้เปรียบเทียบหลังการดำเนินการ คือ เดือนพฤษภาคม และมิถุนายน 2555 ผลการดำเนินการ **ค่าดัชนี การใช้น้ำเฉลี่ย เป็น 8.44 ลบ.ม./ตัน** ปริมาณการใช้น้ำรวม 10,342 ลบ.ม. ปริมาณการใช้น้ำประปาและน้ำ บาดาล คือ 27% และ 73% ตามลำดับ ใช้ในกระบวนการผลิต 7,869 ลบ.ม.

โดยทั่วไปพบว่าดัชนีการใช้น้ำในอุตสาหกรรมรีด เหล็ก หลอม โลหะ คือ 3.63 ลบ.ม./ตัน ดัชนี การใช้น้ำในอุตสาหกรรมเหล็กแผ่นรีดร้อนของบริษัท BlueScope Steel ประเทศออสเตรเลีย 0.261- 0.618 ลบ.ม./ตัน

ผลการดำเนินการสามารถประหยัดการใช้น้ำประปาและบาดาลโดยคำนวณจากดัชนีการใช้น้ำในเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2555 ได้ 13.6% ของการใช้น้ำในการผลิต 4 เดือนแรกของปี 2555

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

ในที่นี้ประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์โดยคิดเฉพาะค่าน้ำประปาและบาดาลที่ประหยัดได้โดยไม่รวม ค่าแรงงาน ค่าจ้าง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ได้ผลดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมรอยรั่ว	51,189	บาท
มูลค่าที่ประหยัดได้		
ช่วง พ.ค.และ มิ.ย. 2555 เทียบกับ ม.ค.-เม.ย. 2555		
ลดน้ำประปาได้เดือนละ 162 ลบ.ม.	4,536	บาท
น้ำบาดาล เดือนละ 292 ลบ.ม.	4,964	บาท
รวมประหยัดได้	9,500	บาท/เดือน
ระยะเวลาคืนทุน	5.4	เดือน
(ราคาน้ำประปา 28 บาท/ลบ.ม. ราคาน้ำบาดาล 17 บาท/ลบ.ม.)		

8. โครงการที่จะทำในอนาคตหรือโครงการที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้

แผนงาน/โครงการในอนาคตที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้ เป็นแผนงานที่วางไว้ในโครงการแต่ยังไม่ สามารถดำเนินการเสร็จสิ้น ตารางที่ C2.2 แสดงแผนงานที่คาดว่าจะดำเนินการในอนาคตต่อเนื่องจากโครงการ นี้

ตารางที่ C2.2 แผนงานที่คาดว่าจะดำเนินการในอนาคตต่อเนื่องจากโครงการนี้

ที่	กิจกรรม	เดือน 2555						หมายเหตุ
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	ติดตั้งระบบปิด - เปิดควบคุมน้ำบาดาลสำหรับพนักงานอาบน้ำ 4 ตำแหน่งที่แผนกแกนในแบบหล่อ (เก่า) และ แผนกปั๊มแบบหล่อ							
2	ติดตั้งฝักบัวสำหรับการใช้น้ำบาดาลในการอาบน้ำของพนักงาน 4 ตำแหน่ง ๆ ละหลายชุดฝักบัว							รอผล ข้อ 1
3	ลดการใช้น้ำบาดาลจุ่มล้างที่แผนกชุบสังกะสี จากจุ่มล้าง 2 ถึงเป็น 3 ถึง ให้น้ำล้นจากถังที่ 3 ไปถังที่ 2 และถังที่ 1 และติดตั้งวาล์วกลอยควบคุมน้ำล้น 1 ตำแหน่ง							ยังไม่สามารถกำหนดเวลาได้

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

การแก้ไขซ่อมแซมรอยรั่วไหลเป็นวิธีการปฏิบัติพื้นฐานที่ง่ายที่สุดที่สามารถนำไปใช้ได้ โดยอาจเสียค่าใช้จ่ายไม่มากนัก โครงการจะสำเร็จลุล่วงด้วยดีถ้าได้รับความร่วมมือจากฝ่ายบริหารทั้งด้านนโยบายและการปฏิบัติการ

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าหน่วยงานเทคโนโลยีสะอาด



บริษัท บีสไฟฟ์พีดีตติ้งอินดัสตรี จำกัด ได้เข้าร่วมโครงการการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดจากนักวิชาการและสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยนั้น ได้ส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำในโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ลดการใช้น้ำที่ใช้ อย่างฟุ่มเฟือย โดยการปลูกจิตสำนึกของผู้บริหาร พนักงาน ในการใช้ทรัพยากรน้ำ ตลอดจนถึงไฟฟ้า ให้มีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าที่สุด

ความคุ้มค่าที่ได้รับนั้น คือ จิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า ซึ่งหากสามารถคำนวณออกมาเป็นมูลค่าแล้วนั้น ย่อมมีความคุ้มค่ามากกว่างบประมาณที่ได้รับการจัดสรรมาให้ เนื่องจากจิตสำนึกที่ได้จากพนักงานทั้งโรงงานนั้น จะไม่เพียงแต่ปฏิบัติให้เป็นนิสัยอยู่แต่เพียงในสถานประกอบการเท่านั้น หากแต่ยังได้ติดตัวกลับไปยังที่บ้านพักอาศัยของพนักงาน และได้ส่งต่อไปยังครอบครัวของพนักงาน ซึ่งจะช่วยกันรณรงค์ใช้น้ำซึ่งถือเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญยิ่งของประเทศไทย ให้มีการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพโดยเริ่มตั้งแต่ภาคครัวเรือน ตลอดจนถึงสถานประกอบการที่ได้มีโอกาสเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ด้วย

ในนามตัวแทนของบริษัท บีสไฟฟ์พีดีตติ้งอินดัสตรี จำกัด ขอขอบพระคุณกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สถาบันน้ำแห่งความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ปรึกษาจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขให้กับบริษัทฯ ซึ่งจะได้้นำเป็นแบบอย่างการแก้ไขปัญหาในอนาคตต่อไป



นายอภิชาติ ประสพรัตน์
ผู้จัดการทั่วไป

บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน)

1. ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน)
ชื่อนิติบุคคล	บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน)
ที่ตั้ง	เลขที่ 299 หมู่ 6 ต. บางเพรียง อ. บางบ่อ จ. สมุทรปราการ 10560 (เนื้อที่ 33 ไร่) โทรศัพท์ (+66) 2 725 3999 โทรสาร (+66) 2 725 3939
ปีที่ก่อตั้ง	พ.ศ. 2534
ทุนจดทะเบียน	299 ล้านบาท
จำนวนพนักงาน	ระดับบริหาร 15 คน ระดับปฏิบัติการ 285 คน รวม 300 คน
ผลิตภัณฑ์หลัก	เพลาลูกกลิ้งคาร์บอน เพลาลูกกลิ้งไร้สนิม ลวดเหล็กหน้าตัดทรงเหลี่ยมต่าง ๆ ลวดเชื่อมกระบวนการทิกและมิก (TIG and MIG welding) ลวดเชื่อมท่อไอเสีย กำลังการผลิตทั้งหมด ประมาณ 12,000 ตัน/ปี
เว็บไซต์	http://www.menamstainless.com/ Email: info@menamstainless.com , sales@menamstainless.com
มาตรฐานและรางวัล	- ISO9001, ISO14001, TS16949 - Lloyd's Register Standard - อุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry) จากกระทรวงอุตสาหกรรม

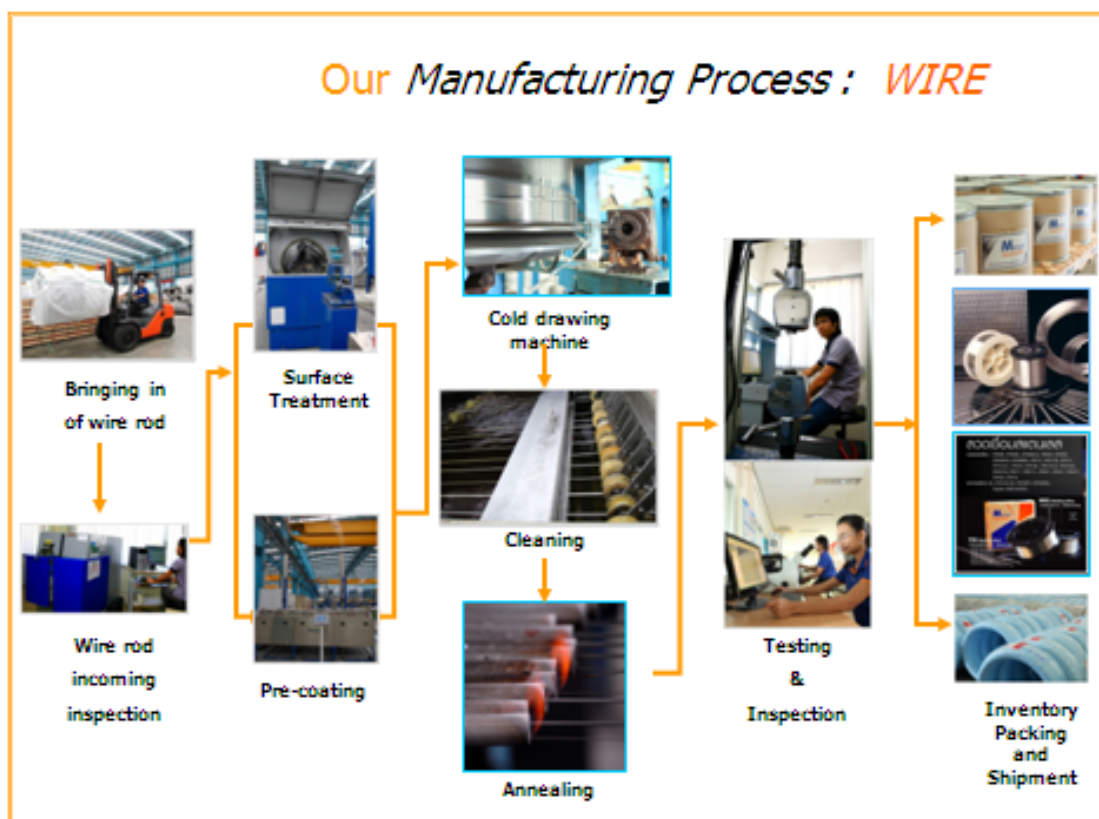


2. แผนผังกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตที่ใช้น้ำส่วนใหญ่เป็นการผลิตลวดต่าง ๆ สำหรับการผลิตเพลลาไม่มีการใช้น้ำ จึงอธิบายขั้นตอนการผลิตอย่างย่อของกระบวนการผลิตลวดเท่านั้น แผนผังกระบวนการผลิตแสดงในรูปที่ C3.1

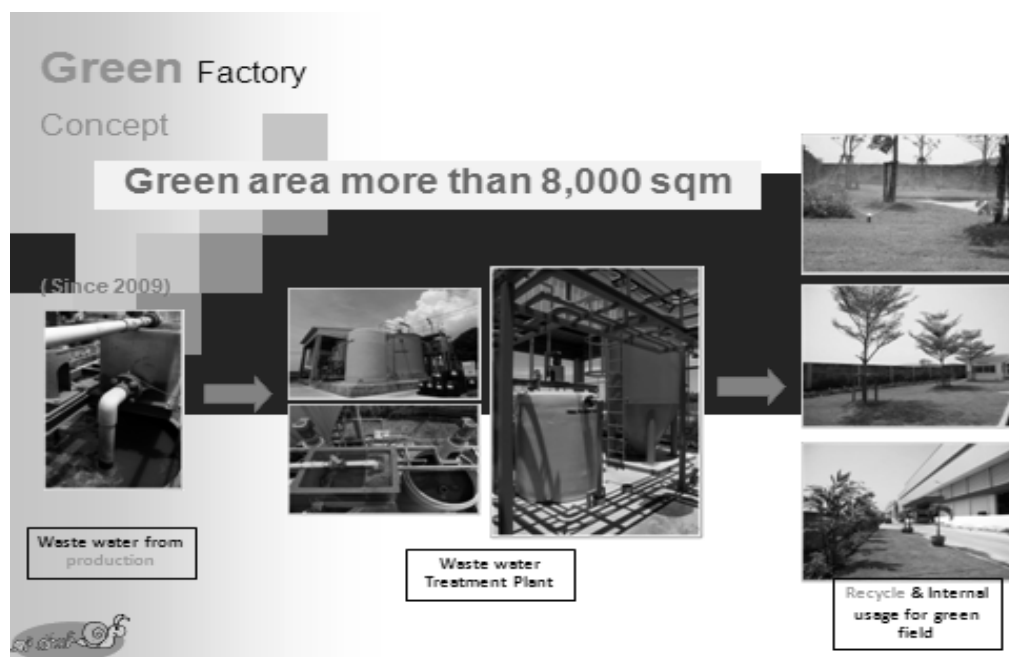
ขั้นตอนและกระบวนการผลิตลวดโดยย่อมีดังนี้

1. การรับวัตถุดิบที่เป็นขด (Wire rod) เข้าสู่คลังวัตถุดิบ
2. การตรวจสอบและตรวจรับวัตถุดิบที่เป็นขด
3. การเตรียมผิว การขัดผิวด้วยกระดาษทราย (Surface treatment)
4. การเคลือบผิวด้วยผงเคมี เรซิน (Pre-coating)
5. การรีดลวดเย็น (Cold drawing) ลดขนาดลวดให้ได้ตามข้อกำหนดการผลิต
6. การล้างทำความสะอาดผงเคมีที่ติดมาจากกระบวนการรีด (Cleaning)
7. การอบอ่อน (Annealing) อุณหภูมิระหว่าง $750\sim 1,100^{\circ}\text{C}$ แล้วแต่ผลิตภัณฑ์ ก่อนการอบอ่อนจะทำความสะอาดผิวลวดด้วยการกัดกรด (Pickling) และล้างน้ำทำความสะอาด
8. การตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างละเอียดตามมาตรฐาน
9. การบรรจุสินค้าสำเร็จรูปเข้าคลังสินค้าเพื่อส่งมอบให้ลูกค้า



รูปที่ C3.1 แผนผังกระบวนการผลิตลวดเหล็กกล้าไร้สนิม

3. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน



รูปที่ C3.2 แนวคิดโครงการ Green Factory

ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมในโครงการนี้ บริษัทได้ทำโครงการ Green Factory ประวัติความเป็นมา ดังนี้

บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน) เดิมตั้งอยู่ในเขตนิคมอุตสาหกรรมบางพลี จ.สมุทรปราการ ก่อนปี พ.ศ. 2552 ใช้น้ำสำหรับการผลิตและเกิดน้ำเสียเข้าระบบบำบัดมาก ประมาณ 4,000 ลบ.ม./ เดือน ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 500 ตัน/เดือน ค่าดัชนีการใช้น้ำเฉลี่ย 8.00 ลิตร/ กก. ผู้บริหารระดับสูงของบริษัทกำหนดนโยบายให้นำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้อีก (Reuse) ส่วนหนึ่งนำมาใช้ในกระบวนการผลิต คือ การล้างลวด และอีกส่วนใช้รดน้ำต้นไม้

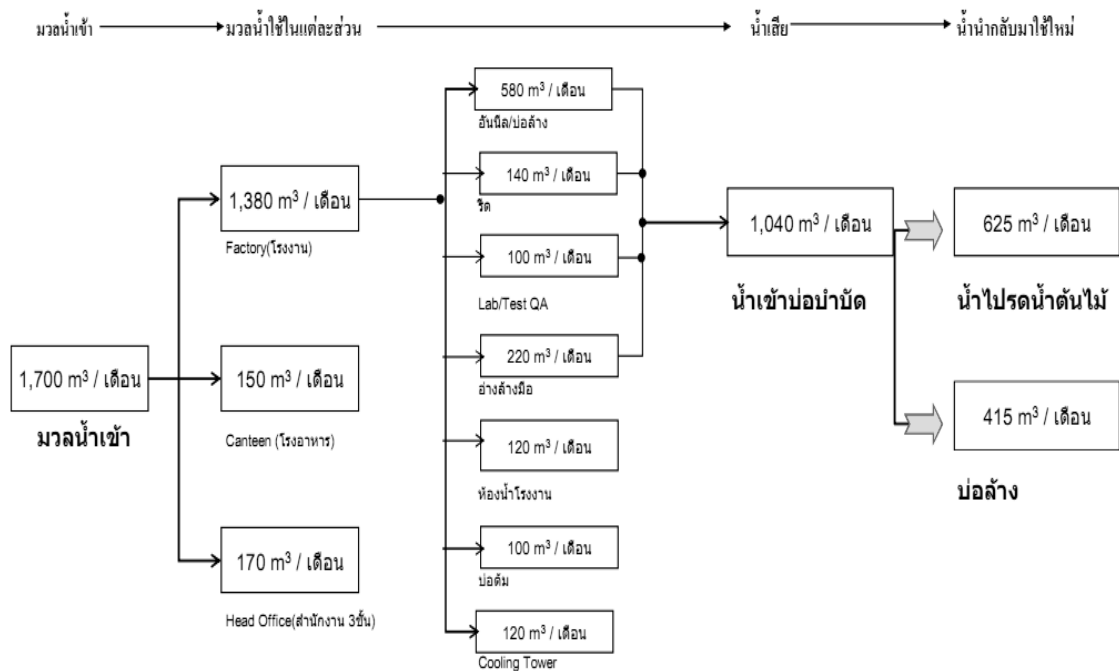
หลังจากการเริ่มโครงการ Green Factory ปี พ.ศ. 2552 บริษัทได้ย้ายโรงงานมาตั้งที่ หมู่ 6 ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ. สมุทรปราการ ซึ่งเป็นเขตชุมชนนอกเขตนิคมอุตสาหกรรม วิธีชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านยังคงดำรงชีวิตแบบเกษตรกรรม มีทั้งบ่อปลาและบ่อกุ้ง ผู้บริหารระดับสูงบริหารงานผลิตโดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อชุมชน ได้กำหนดนโยบายไม่ปล่อยน้ำที่บำบัดแล้วออกสู่ชุมชน (Zero discharge) การก่อสร้างโรงงานใหม่จึงออกแบบวิธีการนำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ในส่วนการผลิตที่หน่วยล้างลวด ส่วนน้ำที่เหลือนำไปรดน้ำต้นไม้รอบๆ พื้นที่ของบริษัท เพื่อให้พื้นที่รอบโรงงานเป็นสีเขียว

ผลของการดำเนินการโครงการ Green Factory โรงงานลดการใช้น้ำลงมาก ผลผลิตเฉลี่ย 708 ตัน/เดือน ที่ปริมาณการใช้น้ำประปาเฉลี่ย 1,700 ลบ.ม./เดือน (ไม่มีการใช้น้ำบาดาล) ค่าดัชนีการใช้น้ำเฉลี่ย ต่อผลิตภัณฑ์ 2.62 ลิตร/กก.(ลบ.ม./ตัน) การใช้น้ำลดลง 67.3% ลดปริมาณน้ำทิ้งเข้าบ่อบำบัด 57.5% ไม่มีการปล่อยน้ำเสียออกนอกโรงงาน ผลสรุปแสดงในรูปที่ C3.3 และภาพรวมการใช้น้ำในส่วนต่างๆ หลังโครงการ Green Factory แสดงในรูปที่ C3.4



รูปที่ C3.3 ผลการดำเนินการโครงการ Green Factory

ดูผลมวลน้ำเข้า-ออกโรงงาน รวมน้ำเสีย



รูปที่ C3.4 แผนผังการใช้น้ำหลังโครงการ Green Factory

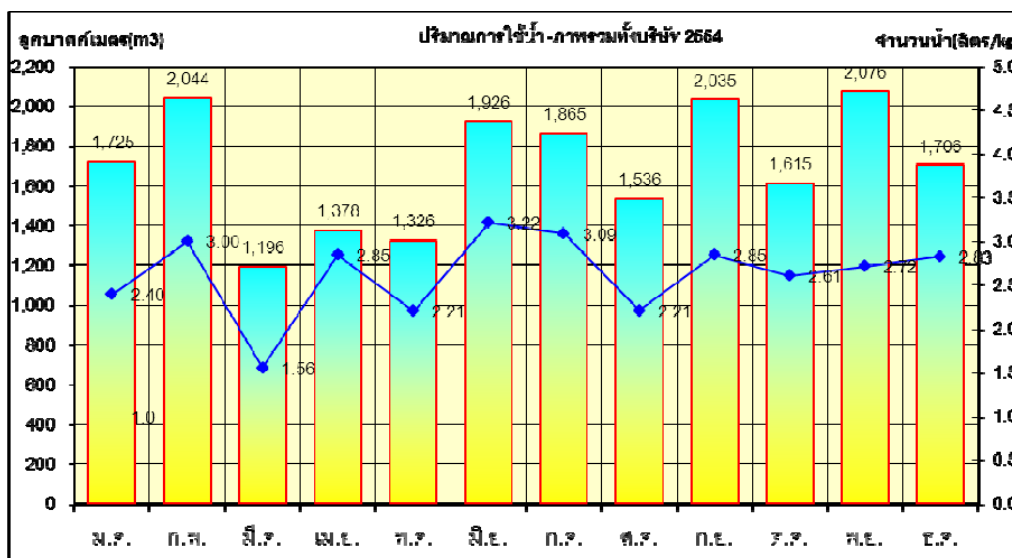
จากรูปที่ C3.4 น้ำที่เข้าโรงงานเป็น “น้ำประปา” เฉลี่ย 1,700 ลบ.ม./เดือน แยกใช้ 3 ส่วน คือ โรงงาน 1,380 ลบ.ม./เดือน โรงอาหาร 150 ลบ.ม./เดือน สำนักงานใหญ่ 3 ชั้น 170 ลบ.ม./เดือน สัดส่วนการใช้น้ำของโรงงานสูงสุด คิดเป็น 81.17 %

ส่วนโรงงานแยกการใช้น้ำออกเป็น 7 ส่วน คือ บ่อล้างที่แผนกอบอ่อน (Annealing) ประมาณ 580 ลบ.ม./เดือน (34.11 %) ซึ่งเป็นส่วนที่การใช้น้ำสูงที่สุด แผนกรีดประมาณ 140 ลบ.ม./เดือน (8.23%) ห้องปฏิบัติการ (Lab/Test QA) ประมาณ 100 ลบ.ม./เดือน อ่างล้างมือ ประมาณ 220 ลบ.ม./เดือน ห้องน้ำโรงงาน ประมาณ 120 ลบ.ม./เดือน บ่อต้มประมาณ 100 ลบ.ม./เดือน และหอทำความเย็น ประมาณ 120 ลบ.ม./เดือน

น้ำทั้งหมดจาก 4 ส่วน คือ บ่อล้างที่แผนกอบอ่อน แผนกรีด ห้องปฏิบัติการ และอ่างล้างมือ จะเข้าสู่ระบบบำบัด น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะนำกลับมาใช้ล้างขวด ประมาณ 415 ลบ.ม./เดือน ส่วนที่เหลือจะนำไปรดต้นไม้ประมาณ 625 ลบ.ม./เดือน น้ำทั้งหมดจะไม่ปล่อยออกนอกโรงงาน ซึ่งเป็นจุดเด่นของบริษัทจากการทำโครงการ Green Factory

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้

รูปที่ C3.5 แสดงค่าดัชนีการใช้น้ำปี 2554 ปริมาณการใช้น้ำแต่ละเดือนไม่เท่ากัน ค่าสูงสุด 2,076 ลบ.ม./เดือน ค่าต่ำสุด 1,119 ลบ.ม./เดือน ค่าเฉลี่ย 1,700 ลบ.ม./เดือน ดัชนีการใช้น้ำเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์แต่ละเดือนไม่เท่ากัน ค่าสูงสุด 3.32 ลิตร/กิโลกรัม ค่าต่ำสุด 1.56 ลิตร/กิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 2.62 ลิตร/กิโลกรัม



รูปที่ C3.5 ค่าดัชนีการใช้น้ำปี 2554

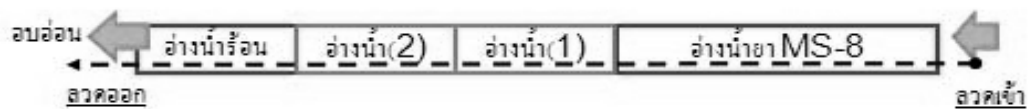
5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

5.1 แผนกอบอ่อน

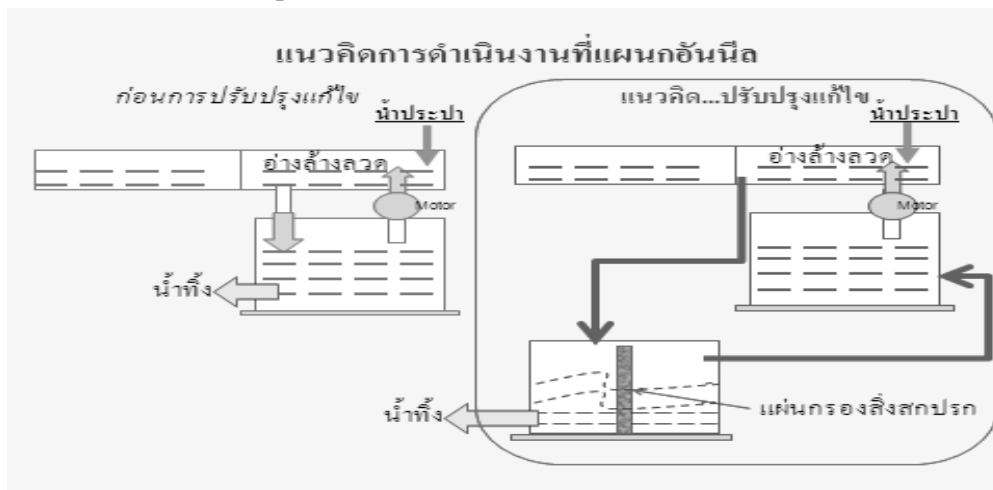
จากการสำรวจขั้นตอนการล้างขวดที่แผนกอบอ่อน ดังรูปที่ C3.6 พบว่าหลังจากขวดผ่านสารละลาย MS-8 จะถูกล้าง 3 ครั้ง คณะทำงานฯ เห็นว่าควรมาน้ำที่ออกจากอ่างล้างขวดมาหมุนเวียนใช้ซ้ำอีกให้นานที่สุด โดยต้องติดตั้งระบบกรองตะกอน ดังรูปที่ C3.7 และวัดค่าความนำไฟฟ้า < 0.70 mS/cm (milliSimens/cm ~ TDS = 350 ppm) จึงจะนำกลับมาใช้ซ้ำได้

Cleaning Process

การล้างโดยใช้น้ำยาเคมี (MS-8)



รูปที่ C3.6 ขั้นตอนการล้างลวดที่แผ่นกอบอ่อน



ก) แนวคิดการปรับปรุง



ข) การติดตั้งอ่างกรองตะกอนน้ำจากอ่างล้างลวดก่อนนำไปใช้ซ้ำ

รูปที่ C3.7 แนวคิดและการปรับปรุงระบบเพื่อนำน้ำจากอ่างล้างลวดกลับไปใช้ซ้ำ

ผลการประหยัดการใช้น้ำประปาจากมาตรการนี้ สามารถสรุปดังในตารางที่ C3.1

ตารางที่ C3.1 สรุปผลจากมาตรการนำน้ำจากอ่างล้างลวดแผนกอบอ่อนกลับมาใช้ซ้ำ (ข้อมูล 30 วัน)

หัวข้อ	ก่อนทำโครงการ ลบ.ม. /เดือน	หลังทำโครงการ ลบ.ม. /เดือน	ผลที่ได้รับ ลบ.ม. /เดือน	ประหยัดน้ำประปา (%)
ปริมาณการใช้น้ำ	580	450	130	7.64*

*เทียบกับน้ำประปาเข้าโรงงาน 1,700 ลบ.ม /เดือน

นอกจากนี้คณะทำงานฯ สามารถกำหนดมาตรฐานการทำงาน คือ จะเปลี่ยนใช้น้ำใหม่เมื่อค่าความนำไฟฟ้าของน้ำล้างลวดที่นำมาใช้ซ้ำมากกว่า 0.70 mS/cm (milliSimens/cm) คำนวณเทียบเป็นการอบอ่อนลวดได้ประมาณ 25,000~30,000 กก. ความถี่ของการทำความสะอาดเปลี่ยนถ่ายน้ำและเก็บเศษตะกอนทิ้งสัปดาห์ละครั้ง

5.2 แผนกรีด

คณะทำงานฯ เห็นว่าควรนำน้ำทิ้งจากการรีด (รูปที่ C3.8) กลับมาใช้ซ้ำที่แผนกอบอ่อน ผลสำรวจปริมาณน้ำทิ้งที่แผนกรีด คาดว่าจะสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำที่แผนกอบอ่อนได้มากกว่า 200 ลบ.ม./เดือน รูปที่ C3.9 แสดงแนวคิดการนำน้ำทิ้งจากการรีดกลับมาใช้ซ้ำที่แผนกอบอ่อน คณะทำงานฯ ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งจากแผนกรีด พบว่าเหมาะสมที่จะนำกลับมาใช้ล้างลวดในอ่างแรกของแผนกอบอ่อน

จากการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 18-24 กรกฎาคม 2555 ผลการดำเนินการนำน้ำทิ้งจากแผนกรีดกลับมาใช้ซ้ำที่แผนกอบอ่อน สรุปได้ดังตารางที่ C3.2

ตารางที่ C3.2 ผลการดำเนินการนำน้ำทิ้งจากแผนกรีดกลับมาใช้ซ้ำที่แผนกอบอ่อน

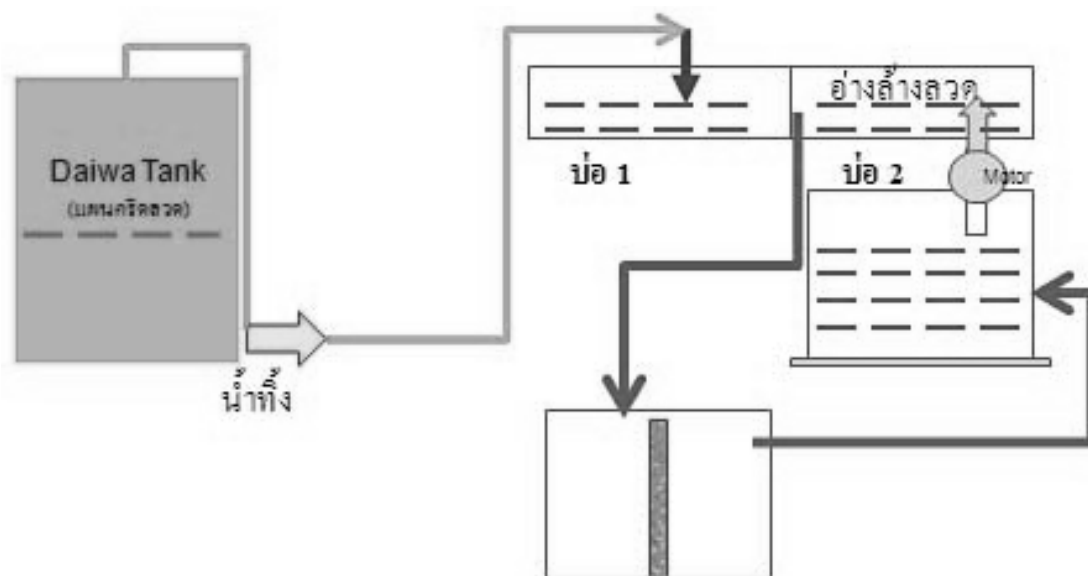
หัวข้อ	ก่อนการดำเนินการ ลบ.ม./เดือน	หลังการดำเนินการ ลบ.ม./เดือน	ลดการใช้น้ำประปา (%)
ปริมาณน้ำใช้ซ้ำ	-	120	7.05*

ข้อมูล 18-24 กรกฎาคม 2555

*เทียบกับน้ำประปาเข้าโรงงาน 1,700 ลบ.ม /เดือน



รูปที่ C3.8 น้ำทิ้งจากแผนกรีดที่ไหลสู่อบอบัด



รูปที่ C3.9 แนวคิดการนำน้ำทิ้งจากแผนกรีดกลับมาใช้ซ้ำที่อ่างแรกของแผนกบ่ออ่อน

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินงาน

ผลจากมาตรการทั้งการนำน้ำทิ้งที่อ่างล้างขวดแผนกบ่ออ่อนกลับมาใช้ซ้ำให้นานที่สุด และการนำน้ำทิ้งจากการรีดกลับมาใช้ซ้ำที่แผนกบ่ออ่อน พบว่าประหยัดน้ำประปาได้รวม 250 ลบ.ม./เดือน จึงลดปริมาณการใช้น้ำประปาเหลือ $1,700 - 250 = 1,450$ ลบ.ม./เดือน ประหยัดได้ 14.7% หากคำนวณค่าดัชนีการใช้น้ำเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์ จะลดลงจาก 2.62 ลิตร/กก. เหลือ 2.23 ลิตร/กก.

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ C3.3 สรุปผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

มาตรการ	งบประมาณ (บาท)	ผลตอบแทน (บาท/เดือน)	ระยะเวลาการคืนทุน (เดือน)
การนำน้ำทิ้งที่อ่างล้างขวด แผนกบ่ออ่อนกลับมาใช้ซ้ำ	52,200*	6,389**	8.2
การนำน้ำทิ้งจากการรีด กลับมาใช้ซ้ำที่แผนกบ่ออ่อน	48,900*	5,895**	8.3

หมายเหตุ *รวมค่าวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และค่าจ้าง **รวมค่าน้ำ ค่าการบำบัด ค่าไฟฟ้า และค่าจ้าง

สรุปผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์จากมาตรการทั้งการนำน้ำทิ้งที่อ่างล้างขวดแผนกบ่ออ่อนกลับมาใช้ซ้ำให้นานที่สุด และการนำน้ำทิ้งจากการรีดกลับมาใช้ซ้ำที่แผนกบ่ออ่อน แสดงในตารางที่ C3.3 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาคืนทุนประมาณ 8.3 เดือน

8. โครงการที่จะทำในอนาคต หรือโครงการที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้

ปัจจุบันบริษัทยังไม่มีโครงการที่จะทำในอนาคต แต่กำลังศึกษาการทำโครงการเทคโนโลยีทางด้านพลังงานลม

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

1. แนวคิด “Zero discharge” คือ ไม่ยอมปล่อยน้ำทิ้งออกนอกโรงงาน ช่วยกระตุ้นให้มีความพยายามนำน้ำมาใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด ถือว่าเป็นแนวคิดที่ดี เพราะอย่างไรน้ำประปาก็เป็นแหล่งเติมน้ำต้นทุนให้กับน้ำบาดาล จึงสอดคล้องกับนโยบายการอนุรักษ์น้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งจากกระบวนการผลิตก่อนการนำไปบำบัด เพื่อพิจารณาว่าน้ำทั้งมีคุณภาพเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ซ้ำได้หรือไม่ ตัวอย่างในที่นี้คือการวัดค่าความนำไฟฟ้า หากนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ซ้ำได้จะช่วยลดการใช้น้ำและลดค่าการบำบัด

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



ปกติแล้วปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตอันดับต้นๆ ของอุตสาหกรรม คือ วัตถุดิบ สารเคมีที่ใช้ประจำ อุตสาหกรรมของบริษัทเรา เรื่องเกี่ยวกับน้ำเป็นอันดับท้ายๆ เนื่องจากโรงงานผลิตของเรามีการปรับปรุงต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการน้ำ ได้มองว่าการใช้น้ำขอให้ใช้ปกติตามความจำเป็นของกระบวนการ แต่ขอให้มองว่าทำอะไรไม่ให้น้ำเสียออกนอกโรงงาน ส่วนน้ำที่เหลือเอาไปใช้ประโยชน์ให้สูงสุด คือนำมาใช้รดน้ำต้นไม้เพื่อให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น ดังนั้นถือว่าบริษัทของเรา ได้ประสบผลสำเร็จในการทำ “Zero discharge” หากมีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม จะประเมินค่าเสียหายไม่ได้ หรือโรงงานอาจจะถูกปิดได้

โครงการน้ำที่หน่วยงานภาครัฐ ได้สนับสนุนงบประมาณทางภาคเอกชนเป็นโครงการที่ดีมาก ได้เล็งเห็นความสำคัญทางด้านสังคมและความอยู่รอดของการใช้ทรัพยากรน้ำ ถ้าหากหลายส่วนงาน หลายองค์กร หลายกลุ่ม ไม่มีจิตสำนึกรับผิดชอบ ไม่ตระหนัก อาจจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมไม่น่าอยู่ รวมทั้งการนำทรัพยากร

อย่างอื่นใช้อย่างฟุ่มเฟือย การนำโครงการนี้เข้ามาทำให้เกิดแรงกระตุ้นในการคิดต่อยอดอีกครั้ง บางส่วนที่เป็นจุดเล็กๆ น้อยๆ ก็ควรที่จะทำ เพราะการปรับปรุงพัฒนาไม่มีวันสิ้นสุด

บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน) ได้ย้ายที่ตั้งโรงงานใหม่ออกมานอกเขตนิคมอุตสาหกรรม มีทั้งบ่อปลาและบ่อกุ้งของชุมชน จึงตระหนักอยู่เสมอ ต้องไม่ให้มีผลกระทบกับชุมชน ไม่ปล่อยน้ำที่บำบัดแล้วออกสู่ชุมชน อุตสาหกรรมต้องอยู่ร่วมกันได้กับวิถีชีวิตชาวบ้าน

นายวิชัย แจ่มจันทิก

ผอ.ส่วนโรงงาน

กลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
(ดร.กัณฑ์กนิษฐ ขวัญพฤษ)

บริษัท ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อสถานประกอบการ ที่ตั้ง	บริษัท ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด เลขที่ 177 หมู่ 4 ถนนปทุมธานี-ลาดหลุมแก้ว ตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัด ปทุมธานี
ปีที่ก่อตั้ง	พ.ศ.2531
ทุนจดทะเบียน	600 ล้านบาท
จำนวนพนักงาน	4,266 คน
ผลิตภัณฑ์หลัก	อาหารพร้อมรับประทาน
เว็บไซต์	www.cpram.co.th
มาตรฐานที่ได้รับ	ISO 9001 , ISO 14001, มอก.18001, GMP, HACCP, CSR-DIW, มรท.8001
เกียรติคุณล่าสุด	รางวัลอุตสาหกรรมดีเด่นประจำปี 2554

2.แผนผังกระบวนการผลิต



รูปที่ D1.1 กระบวนการผลิตอาหารพร้อมรับประทาน

3. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

ตารางที่ D1.1 โครงการที่ดำเนินการมาก่อนเข้าร่วมโครงการนี้

ลำดับ	โครงการ	ผลลัพธ์	ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	งบประมาณ (บาท)
1	โครงการลดปริมาณการใช้น้ำโดยการปรับลดแรงดันการจ่ายน้ำ	ลดปริมาณการใช้น้ำลง 50 ลบ.ม./วัน	330,000	0
2	โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน Evaporative Condenser ด้วยระบบไอโซน	ลดการเกิดตะกอนในระบบระบายความร้อน	972,000	490,000
3	โครงการนำน้ำ Reject RO มาเป็นน้ำป้อนห้องน้ำ	ลดการผลิตน้ำใช้ 50 ลบ.ม./วัน	375,000	205,000
4	โครงการนำน้ำทิ้งมาเป็นน้ำป้อนสำหรับฉีดล้างสายพานเครื่องรีดตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสีย	ลดการผลิตน้ำใช้ 100 ลบ.ม./วัน	750,000	130,000
5	โครงการผลิตน้ำใช้จากน้ำทิ้งโรงงาน	ลดการผลิตน้ำใช้ 600 ลบ.ม./วัน	1,875,000	4,000,000
6	โครงการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานสำหรับระบายความร้อนหอผึ่งเย็น	ลดการปริมาณการผลิตน้ำใช้ 400 ลบ.ม./วัน ลดปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งออกสู่ชุมชน	1,500,000	4,000,000

1. โครงการลดปริมาณการใช้น้ำโดยการปรับลดแรงดันการจ่ายน้ำ

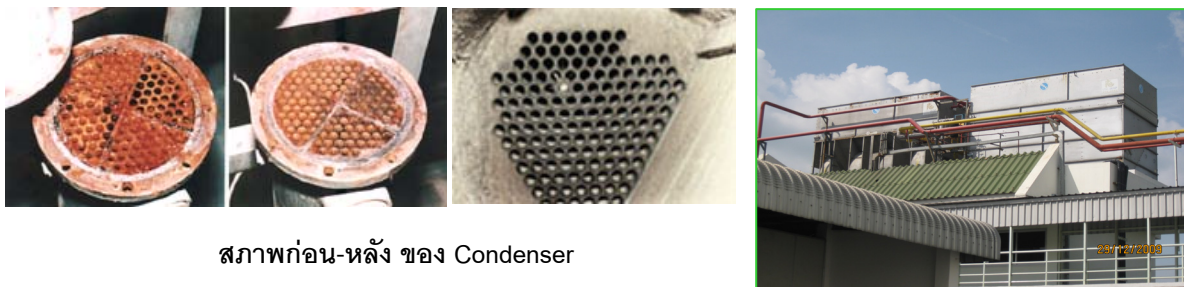
การใช้น้ำภายในโรงงาน น้ำใช้ทั้งหมดจะถูกส่งจากโรงกรองน้ำ เพื่อจ่ายเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยควบคุมแรงดันอยู่ที่ 3.0 – 3.5 บาร์ มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 770 ลบ.ม./วัน คิดเป็น 16,940 บาท/วัน สามารถปรับแรงดันใช้งานลดลงจาก 3.0 – 3.5 บาร์ เหลือแรงดันใช้งาน 2.5-3 บาร์

ผลที่ได้รับหลังการดำเนินการ

จากปริมาณการใช้น้ำในโรงงาน AB หลังจากที่ได้ทำการปรับแรงดันลดลง พบว่ามีปริมาณการใช้น้ำลดลง 50 ลบ.ม./วัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ 1,100 บาท/วัน ทั้งนี้ยังช่วยลดปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดลดลงอีกด้วย

2. โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน Evaporative Condenser ด้วยระบบไอโซน

จากการดำเนินการติดตั้ง เครื่องกำเนิดไอโซนเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในการระบายความร้อน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนของ Evaporative Condenser เพิ่มขึ้น และการเกิดตะกอนลดลง



สภาพก่อน-หลัง ของ Condenser

รูปที่ D1.2 ตะกรันที่เกิดขึ้นในเครื่อง Condenser

3. โครงการนำน้ำ Reject RO มาเป็นน้ำป้อนห้องน้ำ

ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มและน้ำสำหรับผสมอาหารในบริษัทฯ ใช้ระบบการผลิตแบบ Reverse Osmosis (RO) โดยมีน้ำดิบที่เข้าระบบ ด้วยอัตราการไหล 15 ลบ.ม./ชม. เข้าสู่ระบบการกรองด้วยเมมเบรนขนาดความละเอียด 0.0001 ไมครอน ซึ่งน้ำที่ผลิตได้มีปริมาณ 10 ลบ.ม./ชม. และมีน้ำจำนวนหนึ่ง ที่เกิดจากระบวนการ Reject ของระบบ RO ถูกปล่อยทิ้งไปโดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์

เมื่อติดตั้งบ่อกักเก็บน้ำ Reject จากระบบ RO และติดตั้ง Pump สำหรับดูดน้ำจากบ่อ ขึ้นมาใช้สำหรับห้องน้ำซึ่งเดิมใช้น้ำประปาปริมาณ 50 ลบ.ม./วัน สามารถลดปริมาณการใช้น้ำประปาได้ 50 ลบ.ม./วัน

4. โครงการนำน้ำทิ้งมาเป็นน้ำป้อนสำหรับฉีดล้างสายพานเครื่องรีดตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสีย

ในระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำที่ผ่านระบบบำบัดโดยมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ผ่านตามกฎหมายแล้วจะถูกปล่อยทิ้งออกนอกโรงงานโดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ใดๆ เมื่อเดินท่อน้ำ และติดตั้ง Pump เพื่อนำน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย มาใช้กับเครื่องรีดตะกอน ในกระบวนการรีดตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำในการฉีดล้างผ้า Belt 100 ลบ.ม./วัน (เดิมใช้น้ำประปา) สามารถลดปริมาณการใช้น้ำประปาได้ 100 ลบ.ม./วัน

5. โครงการผลิตน้ำใช้จากน้ำทิ้งโรงงาน

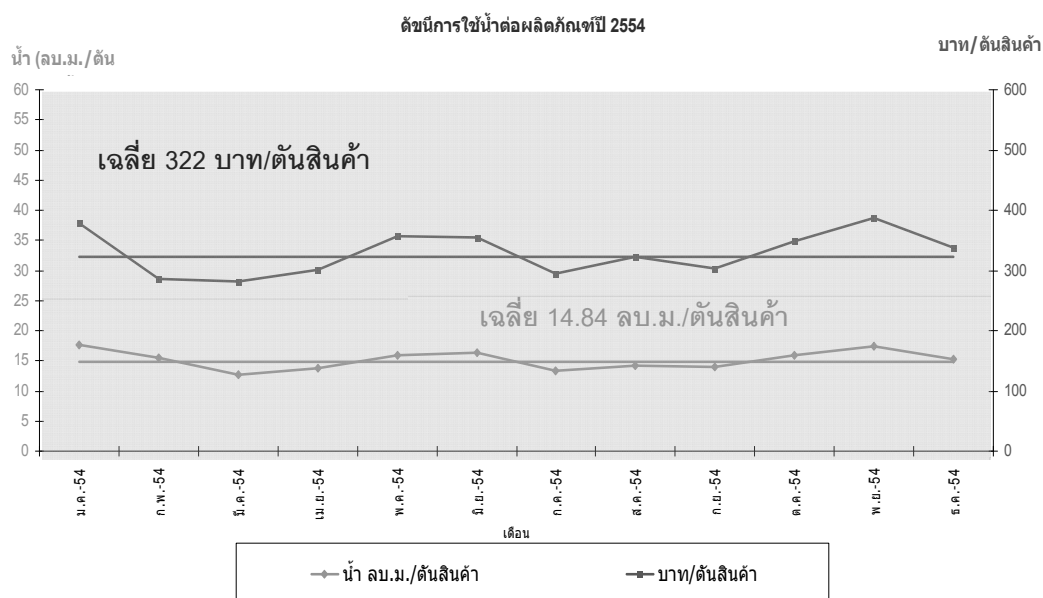
ระบบบำบัดน้ำเสีย มีการบำบัดน้ำเสีย เฉลี่ย 1,100 ลบ.ม./วัน ซึ่งน้ำที่ผ่านการบำบัดและมีค่าพารามิเตอร์ผ่านตามกฎหมายจะถูกปล่อยออกสู่ภายนอกโรงงาน เพื่อลดปริมาณการซื้อน้ำดิบจากระบบ บาดาลและการประปา บริษัทฯ จึงได้มีนโยบายการนำน้ำหลังจากผ่านระบบบำบัดกลับมาผลิตเป็นน้ำใช้ใหม่อีกครั้ง โดยการกรองแบบอัลตราฟิลเตรชัน (Ultra filtration) ด้วยอัตราการผลิต 600 ลบ.ม./วัน โดยน้ำที่ผลิตได้ต้องมีคุณภาพเทียบเท่ากับมาตรฐานน้ำตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข สามารถลดปริมาณการใช้น้ำประปาได้ 600 ลบ.ม./วัน

6. โครงการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานสำหรับระบายความร้อนหอผึ่งเย็น

หลังจากบริษัทฯ ได้มีโครงการผลิตน้ำใช้จาก น้ำทิ้งโรงงาน ทำให้โรงงานสามารถลดปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งออกจากโรงงานลงได้ 600 ลบ.ม./วัน แต่ก็ยังมีน้ำที่เหลืออีกส่วนหนึ่งที่ ไม่สามารถนำกลับมาผ่านกระบวนการกรองได้หมด บริษัทฯ ได้เล็งเห็นความสำคัญ รวมไปถึงเพื่อลดความกังวลด้านมลพิษทางน้ำ ของชุมชน บริษัทฯ จึงได้ มีโครงการลดปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งโรงงานเป็นศูนย์ โดยนำน้ำกลับมาใช้ ในกระบวนการระบายความร้อน หอผึ่งเย็น ด้วยอัตรา กำลังการผลิต 400 ลบ.ม./วัน สามารถลดปริมาณการใช้น้ำ Soft ในการระบายความร้อนหอผึ่งเย็น ลงได้ 400 ลบ.ม./วัน อีกทั้งยังลดปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งออกสู่ชุมชน โดยปัจจุบันบริษัท มิได้มีการปล่อยน้ำออกสู่ชุมชน ซึ่งน้ำบางส่วนที่เหลือจากการ Recycle จะถูกปล่อยไปสู่ อ่างเก็บน้ำ 30 ไร่ ภายในบริษัทเอง อีกทั้ง ผลในทางอ้อม บริษัทสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย ในการติดตั้ง ระบบ BOD Online ลงได้ด้วย เนื่องจาก บริษัทฯ ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานฯ ให้ ไม่ต้องมีการติดตั้ง BOD Online เนื่องจาก มีการปล่อยน้ำทิ้งออกจากโรงงาน ต่ำกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้

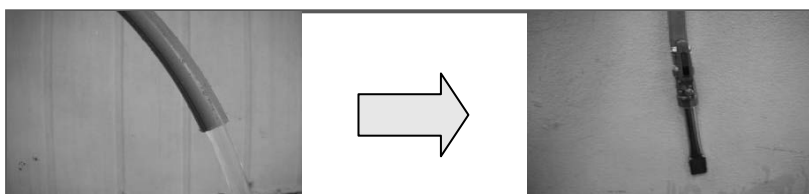
บริษัท ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด มีการใช้ทั้งน้ำประปาและน้ำบาดาล คิดเป็นสัดส่วน 95% และ 5% ตามลำดับ ปี 2554 มีดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์เท่ากับ 14.84 ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยดัชนีการใช้น้ำนี้คิดจากการใช้น้ำรวมทั้งในส่วนการผลิต สำนักงาน และส่วนสนับสนุนอื่นๆ



รูปที่ D1.3 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์

5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

บริษัทมีโครงการที่ดำเนินการได้แก่โครงการลดปริมาณการใช้น้ำ โดยการติดตั้งหัวฉีดน้ำทดแทนการใช้สายยางปลายเปิด ในการล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ใช้น้ำจากสายยางธรรมดาแบบปลายเปิด ซึ่งทำให้สูญเสียปริมาณน้ำ 47.5 ลิตร/นาที่ เมื่อออกแบบทำการทดลองและติดตั้งหัวฉีดประสิทธิภาพสูง โดยมีวาล์วเปิด-ปิด ที่ปลายสาย สามารถใช้งานได้สะดวก และไม่มีผลต่อความเสี่ยงในด้านความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอาหารสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ 30 ลิตรต่อหน้าที่ต่อหัว และมีความแรงของน้ำเพิ่มขึ้น 2 เท่า อีกทั้งระยะในการฉีดทำความสะอาดได้ไกลกว่าแบบเดิมถึง 5 เท่า



รูปที่ D1.4 การติดตั้งหัวฉีดน้ำที่สายยางปลายเปิด

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินงาน

จากมาตรการการติดตั้งหัวฉีดแทนสายยางปลายเปิดจำนวน 90 หัว จะทำให้ดัชนีการใช้น้ำลดลงจาก 14.84 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์ เป็น 13.88 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายของโครงการ

ค่าวัสดุอุปกรณ์ (รวม 90 จุด)	65,388	บาท
ค่าแรง	27,750	บาท
รวม	93,138	บาท

ผลที่ได้รับ

ปริมาณการประหยัดน้ำต่อ 1 หัว	30	ลิตร/นาที
ระยะเวลาในการล้างทำความสะอาด	1	ชม./วัน
จำนวนน้ำที่ประหยัดได้ต่อปี	540	ลบ.ม./ปี
	(30x60x300/1000)	
ปริมาณการประหยัดน้ำต่อรวม 90 หัว	38,880	ลบ.ม./ปี
	(540x90x80%)	
ราคาน้ำใช้	21	บาท/ลบ.ม.
มูลค่าที่ประหยัดได้ต่อปี	816,480	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.09	ปี = 1 เดือน

8. โครงการที่จะทำในอนาคต (ถ้ามี) หรือ โครงการที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้

อยู่ในระหว่างการดำเนินการขยายผลการติดตั้งให้ครบ 90 จุด

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practices)

การประยุกต์ใช้หลักการ 3 R (Reduce Reuse Recycle) ในการบริหารจัดการระบบน้ำใช้โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด จนไม่มีน้ำทิ้งปล่อยออกสู่ชุมชน ส่งผลให้ลดความกังวลใจด้านมลพิษทางน้ำของชุมชน อีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านทรัพยากรน้ำโดยรวมขององค์กร

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด



- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| 1. นายยุทธนา เอียดเกาะสมุย | ผู้จัดการแผนกสาธารณูปโภค |
| 2. นายดนัย ไหลริน | ผู้จัดการแผนกอนุรักษ์พลังงาน |
| 3. นายสุธีร์ รุ่งแจ่ม | หัวหน้างานวิศวกรรม |

ข้อคิดจากผู้บริหาร

การจัดสรรการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากจะช่วยให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรแล้ว ยังส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อตัวพนักงาน อีกทั้งยังส่งผลต่อประเทศชาติในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ และเป็นการช่วยลดปริมาณการสูบน้ำบาดาลใต้ดินที่อาจส่งผลกระทบต่อการทรุดตัวของพื้นดินในเขตพื้นที่ควบคุมได้อีกด้วย

ข้อคิดเห็นจากคณะทำงาน

สิ่งที่ได้รับจากการดำเนินโครงการ

1. เกิดการใช้น้ำอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ
2. ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน จากการได้รับงบประมาณสนับสนุนจากการเข้าร่วมโครงการ
3. ทีมงานตลอดจนพนักงานได้มีส่วนร่วมและสร้างจิตสำนึกให้เกิดความตระหนักในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
4. ทีมงานได้พัฒนาความรู้ จากแบ่งปันความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ที่ปรึกษา และบริษัทอื่นๆ ที่มีส่วนร่วมในโครงการ

บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (ปทุมธานี)

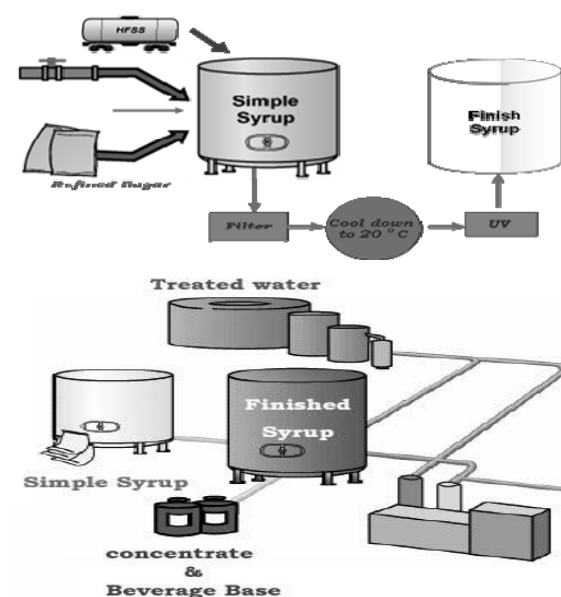
1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อสถานประกอบการ	: บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (ปทุมธานี)
ที่ตั้ง	: เลขที่ 55 หมู่ 2 ถนนกรุงเทพ-ปทุมธานี ตำบลบางชะแยง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000
ปีที่ก่อตั้ง	: พ.ศ. 2524
ทุนจดทะเบียน	: 49 ล้านบาท
จำนวนพนักงาน	: 360 คน
ผลิตภัณฑ์หลัก	: น้ำอัดลม Coke, Coke Zero, Fanta และ Sprite
เว็บไซต์	: www.thainamthip.co.th
มาตรฐานที่ได้รับ	: มาตรฐานระบบการจัดการ ISO 9001, ISO 22000, PAS 220
เกียรติคุณล่าสุด	: ใบรับรองอุตสาหกรรมสีเขียว จากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดปทุมธานี

2. แผนผังกระบวนการผลิต

ทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตล้วนได้รับมาตรฐานสูงสุด โดยโรงงานจะเริ่มต้นด้วยกระบวนการทำน้ำให้สะอาดโดยการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค และส่วนหนึ่งจะนำมาผ่านการทำให้ น้ำบริสุทธิ์โดยเติมสารเคมีเพื่อปรับคุณภาพน้ำ ผ่านการกรองด้วยทรายและคาร์บอนชนิดเม็ด เพื่อดูดสี กลิ่น และคลอรีนออก จากนั้นจะนำไปผ่านถึงกรองชั้นสุดท้าย

ส่วนผสมในการผลิตนั้นจะใช้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ที่นำมาทำเป็นน้ำเชื่อมก่อนผ่านการกรอง และผ่านเครื่องฆ่าเชื้อโรคแบบ ยูวี (UV Sterilizer) จากนั้นก็นำมาผสมกับหัวน้ำเชื่อมแต่ละชนิด และนำไปผสมกับน้ำในเครื่องผสมตามอัตราส่วน และนำไปอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แล้วส่งเข้าเครื่องบรรจุ



รูปที่ D2.1 กระบวนการผลิตน้ำอัดลม

3. โครงการหรือกิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

1) โครงการหมุนเวียนน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ซ้ำ

เพื่อหมุนเวียนน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยวันละ 1,500 – 3,000 ลูกบาศก์เมตร กลับมาใช้ซ้ำในกิจกรรมที่เหมาะสม ช่วยลดปริมาณและค่าใช้จ่ายจากการใช้น้ำประปา และลดภาระการปล่อยของเสียลงสู่แม่น้ำ ผลที่ได้รับจากโครงการ

1. กิจกรรมที่มีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ การใช้กำจัดมลภาวะทางอากาศจากปล่องระบาย การล้างขวดสกริปเบื้องต้น การใช้กับพื้นที่สีเขียวรอบโรงงาน การทำความสะอาดยานพาหนะ การทำความสะอาดพื้นที่รอบนอกส่วนการผลิต

2. ข้อมูลการประหยัดน้ำดิบ ประมาณ 250 ลบ.ม./วัน หรือ 6,500 ลบ.ม./เดือน หรือ 7,800 ลบ.ม./ปี

3. ข้อมูลการประหยัดค่าใช้จ่าย 1,460,500 บาทต่อปี (คิดที่ราคา 18.75 บาท/ลบ.ม.)

4. ค่าลงทุน ประมาณ 200,000 บาท

5. จุดคุ้มทุน 0.14 ปี หรือ ประมาณ 1.64 เดือน

2) โครงการหมุนเวียนน้ำล้างขวดพลาสติก PET มาใช้ซ้ำ

เพื่อศึกษาการนำน้ำจากการล้างขวด PET ก่อนการบรรจุกลับมาใช้ใหม่ โดยนำกลับไปผ่านเข้าสู่กระบวนการบำบัด ในขั้นตอนการล้างขวด PET มีปริมาณการใช้น้ำอ่อนประมาณ 833 ลบ.ม./เดือน คิดเป็นประมาณ 0.75 % ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดของโรงงาน คาดว่าสามารถนำน้ำในส่วนนี้กลับมาได้ประมาณ 90% ของปริมาณน้ำทิ้งทั้งหมด (เนื่องจากภาชนะรองรับน้ำจากเครื่องล้างไม่สามารถจัดเก็บน้ำในกระบวนการล้างได้ทั้งหมด)

ผลที่ได้รับจากโครงการ

1. ลดปริมาณการใช้น้ำประปาในกระบวนการผลิตลงประมาณ 18 ลบ.ม./วัน, หรือ 468 ลบ.ม./เดือน หรือ 5,616 ลบ.ม./ปี

2. ข้อมูลการประหยัดค่าใช้จ่าย คิดเป็นมูลค่าประมาณ 105,300 บาท/ปี (คิดที่ราคา 18.75 บาท/ลบ.ม.)

3. ค่าลงทุน ประมาณ 64,300 บาท

4. จุดคุ้มทุน 0.61 ปี หรือ ประมาณ 7.33 เดือน

5. ลดปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากขั้นตอนการล้างบรรจุภัณฑ์ประมาณ 468 ลบ.ม./เดือน

3) โครงการหมุนเวียนน้ำตัวอย่างของระบบตกตะกอนกลับเข้าสู่ถังปฏิกริยาในระบบปรับสภาพน้ำโรงผลิตน้ำ Plant AB

เพื่อหมุนเวียนน้ำจากท่อการเก็บตะกอนตัวอย่างที่ถูกปล่อยทิ้งอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจากกระบวนการลดความกระด้างของน้ำ กลับเข้ามาในระบบปรับสภาพน้ำใหม่

ผลที่ได้รับจากโครงการ

1. ลดปริมาณการใช้น้ำประปาในกระบวนการผลิตลงประมาณ 8 ลบ.ม./วัน, หรือ 208 ลบ.ม./เดือน หรือ 2,496 ลบ.ม./ปี

2. ข้อมูลการประหยัดค่าใช้จ่าย คิดเป็นมูลค่าประมาณ 46,800 บาท/ปี (คิดที่ราคา 18.75 บาท/ลบ.ม.)

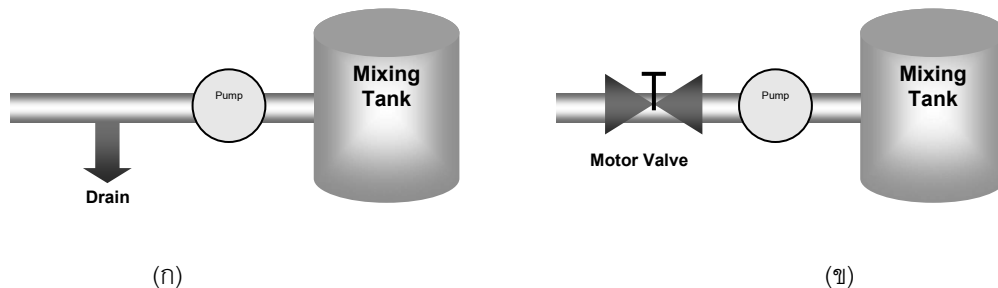
3. ค่าลงทุน ประมาณ 30,000 บาท

4. จุดคุ้มทุน 0.64 ปี หรือ ประมาณ 7.7 เดือน

5. ลดปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการทิ้งน้ำตัวอย่างประมาณ 208 ลบ.ม./เดือน

4) โครงการลดการสูญเสียน้ำที่รีด (Treated water) จากขั้นตอนการส่งน้ำที่รีดไปใช้ในกระบวนการ CIP

เพื่อลดปริมาณน้ำที่รีดสูญเสียที่เกิดจากขั้นตอนการล้างทำความสะอาดระบบท่อส่งน้ำเชื่อมทั้งหมด (CIP) โดยลดแรงดันของน้ำที่ส่งมาไม่ให้มีแรงดันเกินกว่าความต้องการของเครื่องสูบน้ำ (Syrup Pump) ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย โดยการนำ Motor Valve มาติดตั้งที่ท่อน้ำที่รีดบริเวณก่อนเข้า Pump เพื่อควบคุมการจ่ายน้ำเข้า Pump โดยจังหวะที่ Pump ทำงาน Valve จะเปิดน้ำให้ผ่านเข้าไป ส่วนจังหวะ Pump ไม่ทำงาน Valve จะปิดน้ำไม่ให้ผ่านเข้าไป การควบคุมด้วยวิธีนี้ ไม่จำเป็นต้อง Drain น้ำทิ้งเพื่อลดแรงดันในระบบ



รูปที่ D2.2 การลดการสูญเสียน้ำที่รีดในกระบวนการ CIP (ก) ก่อนการปรับปรุง และ (ข) หลังการปรับปรุง
ผลที่ได้รับจากโครงการ

1. ลดปริมาณการสูญเสียน้ำที่รีดในกระบวนการ CIP ของทั้ง 6 สายการผลิตลงประมาณ 162 ลบ.ม./วัน, หรือ 4,212 ลบ.ม./เดือน หรือ 50,544 ลบ.ม./ปี
2. ข้อมูลการประหยัดค่าใช้จ่าย คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,415,000 บาท/ปี (คิดที่ราคา 28.00 บาท/ลบ.ม.)
3. ค่าลงทุน ประมาณ 86,800 บาท
4. จุดคุ้มทุน 0.06 ปี หรือ ประมาณ 0.74 เดือน
5. ลดปริมาณน้ำทิ้งที่ระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการทิ้งน้ำตัวอย่างประมาณ 208 ลบ.ม./เดือน

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการ

บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด ปทุมธานี มีการใช้ทั้งน้ำประปาและน้ำบาดาล คิดเป็นสัดส่วน 73% และ 27% ตามลำดับ ปี 2554 มีดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์เท่ากับ 2.81 ลบ.ม.ต่อตันผลิตภัณฑ์ โดยดัชนีการใช้น้ำนี้คิดจากการใช้น้ำรวมทั้งในส่วนการผลิต สำนักงาน และส่วนสนับสนุนอื่นๆ

5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

บริษัทมีโครงการที่ดำเนินการได้แก่โครงการหมุนเวียนน้ำตัวอย่างของระบบตกตะกอนกลับเข้าสู่ถังปฏิกิริยาในระบบปรับสภาพน้ำในโรงผลิตน้ำ Plant CDE เพื่อหมุนเวียนน้ำจากท่อการเก็บตะกอนตัวอย่างที่ถูกปล่อยทิ้งอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจากกระบวนการลดความกระด้างของน้ำ กลับเข้ามาในระบบปรับสภาพน้ำใหม่

วิธีการดำเนินการ

1. ตรวจเช็คระบบเดิมที่ติดตั้งไว้ที่โรงผลิตน้ำ Plant AB ซึ่งต้องมีการปรับปรุงถังเก็บน้ำตะกอนและปั้มน้ำให้ใช้งานได้

2. ติดตั้งระบบถังเก็บและเครื่องสูบน้ำที่โรงผลิตน้ำ Plant C,D & E เพื่อรวบรวมน้ำตัวอย่างทั้งหมดและสูบกลับไปที่ระบบ Accelerator โดยนำน้ำไปเติมลงในส่วนที่เป็นชั้นตะกอน

3. รวมน้ำตัวอย่างทั้งหมดไปรวมกับน้ำที่นำกลับมาจากน้ำทิ้งจากการล้างไส้กรอง และน้ำทิ้งจากขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ CIP ไปเก็บในถังเก็บและติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำ เพื่อสูบน้ำกลับไปที่ระบบ Accelerator ทุกชุด โดยต้องออกแบบให้น้ำไปเติมลงในส่วนที่เป็นชั้นตะกอน และต้องควบคุมอัตราการเติมน้ำเข้าสู่ Accelerator แต่ละชุดให้คงที่เพื่อไม่ให้เกิดการควบคุมตะกอนและคุณภาพน้ำของระบบ

ผลที่ได้รับจากโครงการ

สามารถลดปริมาณการใช้น้ำและน้ำเสียที่ระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการทิ้งน้ำตัวอย่างประมาณ 487 ลบ.ม./เดือน

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินการ

จากมาตรการการหมุนเวียนน้ำตัวอย่างกลับมาใช้ประโยชน์จะทำให้ดัชนีการใช้น้ำลดลงจาก 2.81 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์ เป็น 2.79 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

โครงการหมุนเวียนน้ำตัวอย่างของระบบตกตะกอนกลับเข้าสู่ถึงปฏิกริยาในระบบปรับสภาพน้ำในโรงผลิตน้ำ Plant CDE จะลดปริมาณการใช้น้ำประปาในกระบวนการผลิตลงประมาณ 19 ลบ.ม./วัน, หรือ 487 ลบ.ม./เดือน หรือ 5,841 ลบ.ม./ปี ข้อมูลการประหยัดค่าใช้จ่าย คิดเป็นมูลค่าประมาณ 109,512 บาท/ปี (คิดที่ราคา 18.75 บาท/ลบ.ม.) โดย มีค่าลงทุน ประมาณ 30,000 บาท และมีจุดคุ้มทุน 0.27 ปี หรือ ประมาณ 3.29 เดือน

8. โครงการที่จะทำในอนาคต

โครงการที่คาดว่าจะทำในอนาคตได้แก่การประหยัดน้ำในส่วนของการผสมหัวน้ำเชื้อ ซึ่งเกิดจากการประหยัดในส่วนของการทำ CIP โดยเดิมการทำ CIP จะเป็นแบบใช้ครั้งเดียวคือมีการล้างแล้วทิ้งน้ำที่ทำความสะอาด ไม่ได้นำน้ำกลับมาใช้ใหม่ มีปริมาณน้ำจากการ CIP ในห้องผสมประมาณ 900 ลบ.ม. ต่อเดือน และระบบใหม่จะเป็นระบบปิดมีการนำน้ำ CIP กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะทำให้ประหยัดน้ำมากขึ้น โดยโครงการนี้ได้มีการวางงบประมาณไว้แล้วในปี 2555 ปัจจุบันกำลังอยู่ในขั้นตอนของการขออนุมัติสั่งซื้อ

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

การนำมอเตอร์วาล์วมาติดตั้งที่ท่อน้ำบริเวณก่อนเข้าปั๊มเพื่อควบคุมการจ่ายน้ำเข้าปั๊ม โดยจังหวะที่ปั๊มทำงาน วาล์วจะเปิดน้ำให้ผ่านเข้าไป ส่วนจังหวะปั๊มไม่ทำงาน วาล์วจะปิดน้ำไม่ให้ผ่านเข้าไปการควบคุมด้วยวิธีนี้ ไม่จำเป็นต้องปล่อยน้ำทิ้งเพื่อลดแรงดันในระบบ

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด

ข้อคิดเห็นจากผู้บริหาร

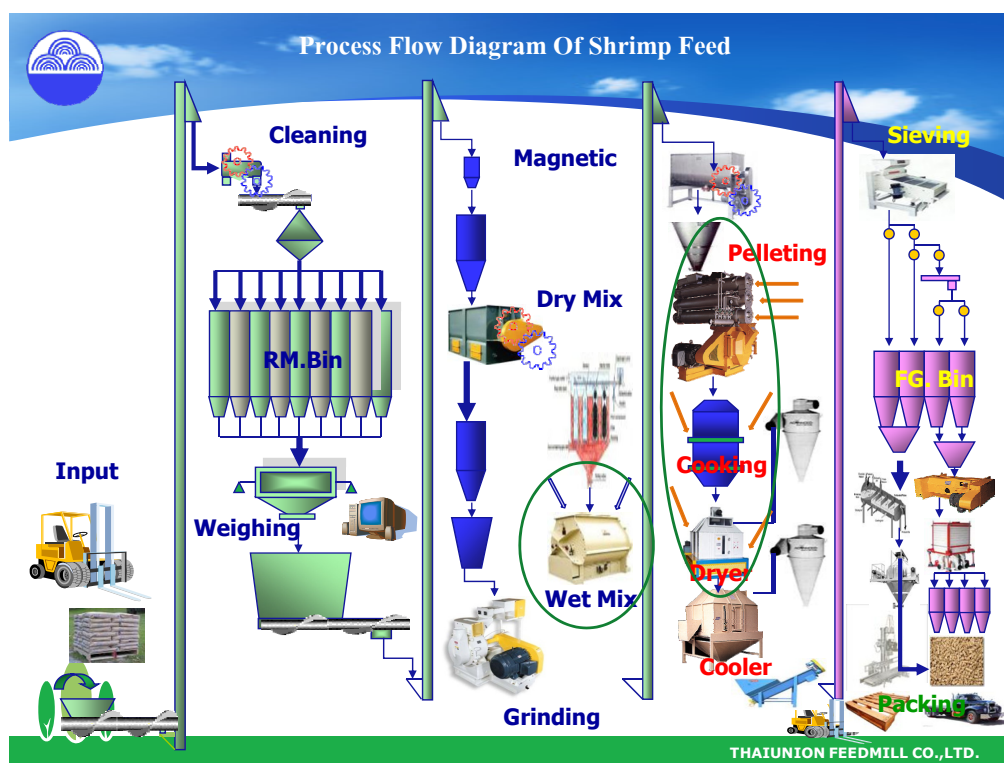
มุ่งมั่นสู่ความยั่งยืนในการจัดการทรัพยากรน้ำ เพราะน้ำมีความสำคัญต่อทุกชีวิต ทุกชุมชนและต่อธุรกิจ
เครื่องดื่ม การให้ความสำคัญต่อโครงการที่ส่งเสริมการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรน้ำ จึงเป็นหน้าที่ของผู้บริหารที่ต้อง
สนับสนุน

บริษัท ไทยยูเนียน ฟีด มิลล์ จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ไทยยูเนียน ฟีด มิลล์ จำกัด
ที่ตั้ง	เลขที่ 98/1 หมู่ 2 ถนนพระราม 2 ตำบลกาหลง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
ปีที่ก่อตั้ง	พ.ศ. 2543
ทุนจดทะเบียน	300 ล้านบาท
จำนวนพนักงาน	420 คน
ผลิตภัณฑ์หลัก	ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์น้ำ
กำลังการผลิต	อาหารกุ้ง 200,000 ตัน/ปี อาหารปลา 60,000 ตัน/ปี
เว็บไซต์	http:// www.thaiuniongroup.com
มาตรฐานที่ได้รับ	ISO 9001:2008, GMP, HACCP, ACC /BAP, Global G.A.P.

2. แผนผังกระบวนการผลิต



รูปที่ D3.1 ขั้นตอนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ

กระบวนการผลิตอาหารสัตว์น้ำมีดังนี้

1. เริ่มจากการรับวัตถุดิบและตรวจสอบคุณภาพ หากตรวจสอบแล้วคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่ทางบริษัทฯ กำหนดไว้ จะนำไปจัดเก็บไว้ที่โกดัง เก็บไว้ในถัง โดยแยกตามชนิด
2. เมื่อทำการผลิต วัตถุดิบที่ผ่านการชั่งน้ำหนักตามสูตรจะถูกปล่อยลงไป ใน เครื่องผสมแห้ง จากนั้นส่งไปยัง เครื่องผสมเปียก ทำการอัดเม็ด Pellet ในการผลิตอาหารกุ้ง แต่หากผลิตอาหารปลาจะใช้เครื่อง Extruder ในการผลิตอาหารปลา ซึ่งกระบวนการนี้จะมีการใช้ไอน้ำผสมเข้ากับอาหาร แล้วอัดออกมาเป็นเม็ดอาหาร หลังจากนั้นจะถูกส่งต่อเข้าสู่กระบวนการทำให้สุก หลังจากนั้นจะ ปล่อยอาหารเข้าสู่ระบบบ่อเลี้ยง เพื่อดึงเอาความชื้นลงก่อนการส่งบรรจุ
3. การบรรจุ โดยการปล่อยอาหารลงมาสู่ตาชั่งตามการกำหนดน้ำหนัก ทำการเย็บปากกระสอบ ส่งเข้าลำเลียงบนพาเลต แล้วนำไปเก็บไว้ในคลังสินค้า รอการส่งมอบต่อไป

3. โครงการ/กิจกรรมที่ดำเนินการมาก่อน

1. โครงการร่วมสถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นโครงการที่ร่วมกันวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงาน แล้วนำมาสรุปออกเป็นมาตรการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำดังนี้
 - 1) การติดตั้งถังเก็บน้ำ condensateจากการใช้ไอน้ำ (Condensate Tank)
 - 2) การลดการรั่วไหลของไอน้ำ เป็นการสำรวจค้นหาเพิ่มเติมในจุดที่มีการรั่วไหลของไอน้ำ และนำมาทำแผนแก้ไขตามลำดับการสูญเสียเล็กน้อย
 - 3) การนำความร้อนจากไอน้ำฟลักกลับมาใช้งาน
 - 4) การนำน้ำร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์โครงการที่ 1, 3, 4 นี้เป็นการนำน้ำ condensate กลับมาใช้ประโยชน์ โดยเป็นน้ำเติมเข้าหม้อไอน้ำ
2. โครงการจากกลุ่มกิจกรรมอนุรักษ์พลังงาน เป็นโครงการที่เกิดขึ้นเนื่องจากนโยบายบริษัทที่ต้องการให้พนักงานมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็น โดยพนักงานมีหน้าที่สำรวจ เสนอแนะ ประชาสัมพันธ์ และออกมาตรการประหยัดพลังงานในทุกๆด้าน เช่น ไฟฟ้า ความร้อน ลมอัด น้ำ เป็นต้น และนำโครงการที่ผ่านความเห็นชอบจากผู้บริหารมาจัดทำเป็นโครงการต่อไป ตัวอย่างโครงการได้แก่การตรวจสอบรอยรั่วของท่อน้ำใต้ดินและติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณน้ำทางจุดใช้งานย่อย เพื่อค้นหาจุดรั่วพร้อมทำการปรับเปลี่ยนท่อในบางส่วนที่ตรวจพบว่ารั่วไหล

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้

บริษัท ไทยยูเนี่ยนฟีดมิลล์ จำกัด มีการใช้เฉพาะน้ำบาด โดยน้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาจะนำไปใช้ในส่วนหอพัก คนงาน สำนักงาน ห้องน้ำ พื้นที่สนามหญ้ารอบโรงงาน ส่วนน้ำที่ใช้ในส่วนการผลิต ทางโรงงานจะปรับคุณภาพน้ำให้เป็นน้ำอ่อน (น้ำ soft) โดยการผ่านถังกรองทราย คาร์บอนและเรซิน น้ำอ่อนที่ได้บางส่วนจะเข้าเครื่องรีเวอร์สออสโมซิสเพื่อนำน้ำที่ได้ (น้ำ RO) ไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ การผลิตไอน้ำและใช้เป็นน้ำดื่มภายในโรงงาน

ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ โดยคิดจากปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาจากบ่อบาดาล ก่อนเข้าร่วมโครงการ ในปี 2554 เท่ากับ 1.37 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์ และเดือนมกราคม 2555 เท่ากับ 1.54 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์

5. โครงการ/มาตรการที่ดำเนินการในโครงการนี้

ในการศึกษาและจัดทำโครงการและมาตรการใช้น้ำที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ได้สรุปเป็นมาตรการหลัก ๆ เป็น 4 มาตรการดังนี้

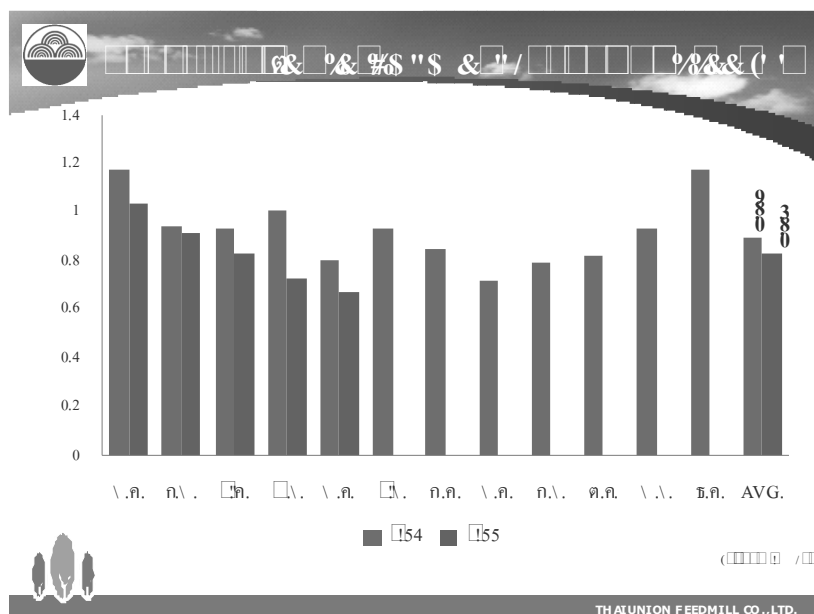
1. การนำน้ำ condensate กลับมาใช้ใหม่
2. การนำน้ำ Reject R/O มาใช้เป็นน้ำล้างพื้นในส่วนโรงมารีนโปรตีน
3. การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายท่อน้ำล้างพื้นในส่วนโรงมารีนโปรตีน
4. การนำน้ำ Backwash จากการผลิตน้ำ Soft ไปรดน้ำต้นไม้



รูปที่ D3.2 การติดตั้งหัวฉีดที่ปลายท่อน้ำล้างพื้นในส่วนโรงมารีนโปรตีน

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินงาน

ดัชนีการใช้น้ำ/ผลิตภัณฑ์หลังการเข้าร่วมโครงการ พบว่ามีแนวโน้มลดลง ตั้งแต่เดือนมกราคม 255 – พฤษภาคม 2555 โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.24 เทียบกับค่าเฉลี่ยเมื่อปี 2554 ที่เท่ากับ 1.37 ค่าเฉลี่ยลดลงอยู่ที่ 9.48% เมื่อนำสัดส่วนในการใช้น้ำมาคำนวณใหม่คิดเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการผลิตตัวเลขปริมาณการผลิต 1 ตัน จะได้ว่า ค่าเฉลี่ยปี 54 เท่ากับ 0.89 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ยมกราคม – พฤษภาคม 55 เท่ากับ 0.83 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ยลดลงอยู่ที่ 6.7% แสดงได้ว่าตัวเลขที่ลดลงจากการคิดดัชนีการใช้น้ำรวม/ผลิตภัณฑ์ จะลดลงได้มากกว่าดัชนีการใช้น้ำเฉพาะส่วนการผลิต/ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในโครงการนี้มีการลดปริมาณการใช้น้ำทั้งในส่วนสนับสนุนและส่วนการผลิต



รูปที่ D3.3 ดัชนีการใช้น้ำ/ผลิตภัณฑ์เฉพาะส่วนการผลิต

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

จุดคุ้มทุนจากเงินที่ลงทุนไปสำหรับการดำเนินงานในโครงการ และมูลค่าของน้ำ (สารเคมี และพลังงานที่เกี่ยวข้อง) ที่ประหยัดได้ สรุปได้ดังนี้

1) การนำน้ำ condensate กลับมาใช้ใหม่

เงินลงทุนทั้งหมด	1,600,000 บาท	
การจัดทำถังเก็บน้ำ condensate	ประหยัดได้	110,649 บาท/ปี
การนำความร้อนจากไอแฟลชกลับมาใช้งาน	ประหยัดได้	166,938 บาท/ปี
การนำความร้อนทั้งระบบกลับมาใช้ประโยชน์	ประหยัดได้	266,832 บาท/ปี
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้รวม		544,419 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	2.9 ปี	

2) การนำน้ำ REJECT R/O มาใช้เป็นน้ำล้างพื้นในส่วนโรงมารีนโปรตีน

เงินลงทุนทั้งหมด	100,000 บาท	
มูลค่าที่ประหยัดได้	10 ลูกบาศก์เมตร/วัน	
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	54,000 บาท/ปี (10*360*15)	
ระยะเวลาคืนทุน	1.85 ปี	

3) การติดตั้งวาล์วปิด/เปิดที่ปลายท่อน้ำล้างพื้นในส่วนโรงมารีนโปรตีน (ผลประหยัด 40,500 บาท/ปี)

เงินลงทุนทั้งหมด	5,000 บาท	
จำนวนที่ประหยัดได้ต่อปี	2,700 ลบ.ม./ปี	
ราคาน้ำบาดาล	15 บาท/ลบ.ม.	

มูลค่าที่ประหยัดได้ต่อปี	40,500 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.12 ปี
4) การนำน้ำ Backwash จากการผลิตน้ำ Soft ไปใช้รดน้ำต้นไม้ และกิจกรรมซักล้าง	
เงินลงทุนทั้งหมด	50,000 บาท
มูลค่าที่ประหยัดได้	12 ลบ.ม./วัน
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้	64,800 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.77 ปี

8. โครงการที่จะทำในอนาคต หรือ โครงการที่ทำต่อเนื่องจากโครงการนี้

1. โครงการพัฒนาต่อเนื่องเกี่ยวกับการนำน้ำ Reject R/O มาใช้ เป้าหมายคือสามารถ นำน้ำ Reject R/O มาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด เช่นการนำไปใช้ในห้องน้ำ
2. โครงการพัฒนาต่อเนื่องน้ำ Backwash เป้าหมาย คือ สามารถนำน้ำ Backwash มาใช้ได้ทั้งหมด
3. การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้ว ปริมาณ 40 ลบ.ม./วัน โดยประมาณมาใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด โดยมุ่งเน้นเป้าหมายสูงสุด คือ ไม่มีน้ำเหลือทิ้งออกจากโรงงาน ตามนโยบายของผู้บริหาร

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

การนำระบบน้ำ R/O มาใช้สำหรับปรับคุณภาพน้ำใช้ในหม้อไอน้ำ เพื่อให้สามารถยืดอายุการใช้งานของท่อภายในหม้อไอน้ำ และได้น้ำที่มีคุณภาพดีเหมาะสมสำหรับหม้อไอน้ำแบบฟลูอิดไดซ์เบด

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด

ทางบริษัท ขอขอบคุณทางกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเฉพาะ รศ.ดร.สฤต ห่อวโนทยาน ผู้จัดการโครงการและทีมงานทุกท่าน ที่ให้โอกาสทางบริษัทได้เข้าร่วมโครงการศึกษาใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์ น้ำบาดาล ในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

ซึ่งผลที่ได้รับหลังจากการเข้าร่วมโครงการนี้ ได้ก่อให้เกิดประโยชน์กับบริษัทเป็นอย่างมาก เช่น ทำให้ผู้บริหารและทีมงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องการใช้น้ำ และน้ำบาดาล เห็นถึงความสำคัญของทรัพยากรน้ำ และรู้ว่าจะจัดการอย่างไรให้มีประสิทธิภาพ และเกิดความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยทางบริษัทได้มีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์และการจัดการอย่างจริงจัง ส่งผลให้เกิดการลดการใช้น้ำบาดาลลดลงได้ 7 % เช่น การนำน้ำ Condense กลับมาใช้ในระบบการนำน้ำ Reject R/O มาใช้ รวมถึงการนำน้ำ Backwash จากการผลิตน้ำ Soft ไปใช้แทนการปล่อยทิ้ง นอกจากนี้มีการรณรงค์ลดการใช้น้ำ

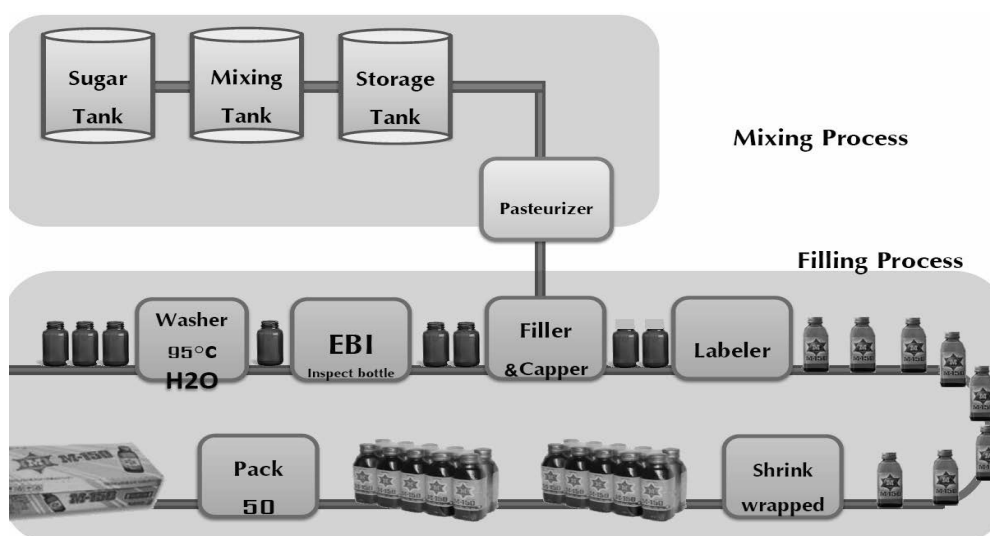
บริษัท โอสอสภา จำกัด

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท โอสอสภา จำกัด
ที่ตั้ง	เลขที่ 348 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
ปีที่ก่อตั้ง	พ.ศ. 2434
ทุนจดทะเบียน	220 ล้านบาท
จำนวนพนักงาน	2900 คน
ผลิตภัณฑ์หลัก	เครื่องดื่มชูกำลัง
ผลิตภัณฑ์รอง	ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล ยาแผนปัจจุบัน และยาแผนโบราณ
เว็บไซต์	www.osotspa.co.th
มาตรฐานที่ได้รับ	ISO 9001 : 2008 , GMP , HACCP
เกียรติคุณล่าสุด	1. สถานประกอบการดีเด่นด้านความปลอดภัย ระดับประเทศ 2 ปีซ้อน ปี 2554 – 2555 2. สถานประกอบการที่ส่งเสริมสุขภาพดีเด่น เรื่องบุหรี สุรา ยาเสพติด และอุบัติเหตุ 2 ปีซ้อน

2. แผนผังกระบวนการผลิต

การผลิตเครื่องดื่มบำรุงกำลังจะเริ่มจากส่วนห้องผสมทำการเตรียมผลิตภัณฑ์ตามสูตรที่ต้องการแล้วจะถูกส่งมายังเครื่องฆ่าเชื้อที่โรงงานบรรจุ ส่วนโรงงานบรรจุจะทำการล้างขวดและทำการฆ่าเชื้อขวดด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูง แล้วขวดจะผ่านเข้ามายังเครื่องตรวจสอบคุณภาพขวดเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ก่อนที่จะไปยังเครื่องบรรจุ ปิดฝาเกลียว ปิดฉลาก แล้วผ่านไปยังเครื่องห่อฟิล์ม จนไปจบกระบวนการที่เครื่องบรรจุหีบห่อสินค้า



รูปที่ D4.1 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มบำรุงกำลัง

3. โครงการที่ดำเนินการมาก่อน

จากแผนผังกระบวนการผลิตจะแสดงให้เห็นในส่วนเครื่องฆ่าเชื้อ จะต้องใช้น้ำร้อนอุณหภูมิสูงฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานที่กำหนด แล้วจึงลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะทำการบรรจุ ในขั้นตอนนี้จึงต้องมีการหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ ในอดีตน้ำในส่วนนี้จะถูกทิ้งลงยังรางระบายน้ำทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมากจึงได้มีการคิดที่จะนำน้ำในส่วนนี้กลับมาใช้ใหม่ โดยได้จัดทำขึ้น 2 โครงการคือ

โครงการที่ 1 การนำน้ำจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนกลับมาใช้ที่หม้อไอน้ำ ซึ่งจะเป็นการลดการใช้น้ำ RO และนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ใหม่ โดยมีเงินลงทุน 150,000 บาท ผลประหยัด 1,920,000 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1 เดือน

โครงการที่ 2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำหล่อเย็นจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยระบบเติมโอโซน ซึ่งจะเป็นการลดการใช้น้ำ RO โดยมีเงินลงทุน 997,133 บาท ผลประหยัด 1,017,393 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1 ปี

4. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าร่วมโครงการ

บริษัท มีการใช้น้ำในปี พ.ศ.2554 ทั้งน้ำประปา และน้ำบาดาล คิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำ 90% และ 10% ตามลำดับ โดยน้ำส่วนใหญ่จะมีการเตรียมเป็นน้ำอ่อน (น้ำ soft) โดยการผ่านถังกรองคาร์บอนและเรซิน น้ำอ่อนนี้บางส่วนจะเข้าเครื่องรีเวอร์สออสโมซิสเพื่อนำน้ำที่ได้ (น้ำ RO) ไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งใช้ในหม้อไอน้ำ และระบบการล้างแบบ CIP

ดัชนีการใช้น้ำดิบต่อผลผลิตในปี 2554 เท่ากับ 4.95 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลิตภัณฑ์

5. โครงการ/มาตรการที่ได้ดำเนินการในโครงการนี้

มาตรการที่ได้ดำเนินการคือ โครงการนำน้ำ Concentrate มาใช้ล้างถังกรองทราย เนื่องจากการผลิตน้ำ Soft จะได้จากการนำน้ำประปามาผ่านกระบวนการกรอง เพื่อที่จะทำให้น้ำมีคุณภาพที่ดีขึ้น แต่เมื่อใช้ถังกรองไปแล้วระยะหนึ่ง ถังกรองจะต้องถูกทำความสะอาด (Back wash) เพื่อขจัดสิ่งสกปรกออกไป โดยที่จะต้องนำน้ำประปามาใช้ในกระบวนการนี้ประมาณ 3,600 ลบ.ม./เดือน เมื่อน้ำประปาได้ผ่านกระบวนการนี้เรียบร้อยแล้ว ก็จะถูกปล่อยลงไปยังรางระบายน้ำเพื่อไปที่บ่อน้ำเสีย และในการผลิตน้ำ RO จะนำน้ำ Soft เข้ามาผ่านกระบวนการต่างๆ จนได้น้ำ RO ออกมา แต่จะมีน้ำส่วนหนึ่งที่ถูกทิ้งออกมาจากระบบ RO เรียกว่า Concentrate (Reject RO) โดยจะมีปริมาณอยู่ที่ 7,200 ลบ.ม./เดือน และจะถูกปล่อยทิ้งลงรางระบายน้ำเพื่อไปยังบ่อน้ำเสีย เพื่อเป็นการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพจึงมีการนำน้ำ Concentrate ที่ปัจจุบันทำการปล่อยทิ้งลงรางระบายน้ำ กลับมาเก็บไว้ที่ถังพัก แล้วนำไปใช้ในการล้างถังกรองทรายของระบบผลิตน้ำ Soft ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้น้ำประปาในการล้างถังกรอง 3,600 ลบ.ม./เดือน หรือ 43,200 ลบ.ม./ปี

6. ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์หลังการดำเนินการ

จากการนำน้ำ Concentrate กลับมาใช้ประโยชน์จะทำให้ดัชนีการใช้น้ำจาก 4.95 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์ ลดลงเป็น 4.35 ลูกบาศก์เมตร/ตันผลิตภัณฑ์ สามารถประหยัดน้ำได้ 12 เปอร์เซ็นต์

7. การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์

การนำน้ำ Concentrate มาใช้ล้างถังกรองสามารถลดปริมาณการใช้น้ำประปาได้ 3,600 ลบ.ม./เดือน หรือ 43,200 ลบ.ม./ปี คิดเป็นการประหยัดน้ำประปา $43,200 \times 18.75 = 810,000$ บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า = $18 \text{ kw.} \times 2 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 330 \text{ วัน/ปี} \times 3.28 \text{ บาท/หน่วย} = 38,966$ บาท/ปี

ดังนั้น จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ $= 810,000 - 38,966 = 771,034$ บาท/ปี

เงินลงทุน 315,000 บาท

จุดคุ้มทุน 0.41 ปี ประมาณ 4.90 เดือน

8. โครงการที่จะทำในอนาคต

จะมีการศึกษาโครงการนำน้ำหล่อเย็น ในส่วนของโรงงานที่ปัจจุบันยังปล่อยน้ำหล่อเย็นทิ้งอยู่ โดยการนำน้ำหล่อเย็นกลับมาเข้าระบบที่เป็นระบบปิด

9. แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices)

การนำน้ำจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนกลับมาใช้ที่หม้อไอน้ำ ซึ่งจะเป็นการลดการใช้น้ำ RO และนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ใหม่

10. สรุปความคิดเห็นของผู้บริหารหรือหัวหน้าคณะทำงานเทคโนโลยีสะอาด

น้ำเป็นทรัพยากรสำคัญและมีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็น มนุษย์ ต้นไม้ หรือสัตว์ ต่างๆ ดังนั้น การใช้น้ำก็ควรใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรจะคำนึงถึงความประหยัดโดยใช้หลัก 3 R คือ 1.Reduce 2. Reuse 3. Recycle มาใช้บริหารจัดการน้ำอย่างมีคุณค่า ทุกอุตสาหกรรมมีความจำเป็นต้องใช้น้ำไม่ว่าจะใช้ในขบวนการผลิตหรือการใช้น้ำทั่วไปในโรงงาน หากถ้าพวกเราใช้น้ำอย่างไม่คำนึงถึงคุณค่า พวกเราอาจจะต้องใช้น้ำในราคาที่แพงมากก็ได้ในอนาคต

3.5 ตารางที่ 3.1 ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ของสถานประกอบการที่ร่วมโครงการ 13 บริษัท หลังการดำเนินการ

บริษัท	ผลิตภัณฑ์	ดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์
บริษัท เชียงแสงเท็กซ์ไทล์อินดัสตรีส์ จำกัด น้ำบาดาล : น้ำผิวดิน 88.3 : 11.7 (%)	ผ้าย้อมลูกไม้ฝ้าย ผ้าย้อมลูกไม้ polyester TC CVC ผ้าย้อมพิเศษด้วยเครื่องปั๊ม ผ้าย้อมเบาะรถยนต์	141.94 ลบ.ม./ตัน 84.79 ลบ.ม./ตัน 195.01 ลบ.ม./ตัน 65.03 ลบ.ม./ตัน
บริษัท โรงงานทอผ้ากรุงเทพ จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล 35 : 65 (%)	เส้นด้ายผสมใยสังเคราะห์ ผ้าผืน	16.42 ลบ.ม./ตัน 16.17 ลบ.ม./ตัน
บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน) น้ำบาดาล 100%	เม็ดและเส้นใยไนลอน เส้นด้ายใยไนลอน ผ้าทอ ผ้าทอเส้นใยสังเคราะห์ ย้อมแต่ง	2.05 ลบ.ม./ตัน 155.6 ลบ.ม./ตัน 0.0082 ลบ.ม./ตัน 0.0128 ลบ.ม./ตัน
บริษัท ท่าไทย จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล : น้ำผิวดิน 6.1 : 62.5 : 31.4 (%)	กรดซัลฟิวริก สารส้มน้ำบอกลไฮต์ สารส้มอะลูมินา	3.33 ลบ.ม./ตัน 0.91 ลบ.ม./ตัน 0.86 ลบ.ม./ตัน
บริษัท ไทยยูริเทคนพลาสติก จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล 80 : 20 (%)	หนังเทียมพอลิยูรีเทน	2.72 ลบ.ม./ตัน
บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกียรติเทอราฟาร์มา จำกัด น้ำประปา 100%	ยาเม็ด ยาแคปซูล ยาน้ำ น้ำยาบ้วนปาก	0.185 มล./เม็ด 0.5 มล./แคปซูล 135 มล./ขวด ขนาด 60 มล. 205 มล./ขวด ขนาด 250 มล. 74.8 ลบ.ม./ตัน (ทั้งบริษัท รวมการล้างอุปกรณ์)
บริษัท ไทยสะเปเชียลไวร์ จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล 69 : 31 (%)	ลวดเหล็กทนแรงดึงสูงสำหรับงาน คอนกรีตอัดแรง ลวดเหล็กกล้าดัดแข็ง	0.93 ลบ.ม./ตัน (การผลิต) 1.99 ลบ.ม./ตัน (ทั้งบริษัท)
บริษัท บีสไพพ์ฟิตติงอินดัสตรี จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล 27 : 73 (%)	ข้อต่อเหล็กหล่อ (Pipe fittings)	8.44 ลบ.ม./ตัน
บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน) น้ำประปา 100%	ลวดเหล็กกล้าไร้สนิม	2.23 ลบ.ม./ตัน
บริษัท ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล 95 : 5 (%)	อาหารแห้ง ย่าง	14.44 ลบ.ม./ตัน
บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล 73 : 27 (%)	เครื่องดื่มโค้ก แฟนต้า สไปรท์	3.41 ลิตร/ลิตรเครื่องดื่ม (2553) 2.81 ลิตร/ลิตรเครื่องดื่ม (2554)
บริษัท ไทยยูเนี่ยน ฟีด มิลล์ จำกัด น้ำบาดาล 100%	อาหารกุ้ง อาหารปลา และอาหารกบ	0.83 ลบ.ม./ตัน
บริษัท โอสธสกา จำกัด น้ำประปา : น้ำบาดาล 90 : 10 (%)	เครื่องดื่มบำรุงกำลัง M100, M150, Peptine	4.35 ลบ.ม./ตัน

ทั้งนี้ประเด็นของอัตราส่วนการใช้น้ำประปา : น้ำบาดาล : น้ำผิวดิน ผู้เขียนมีความเห็นว่าการเลือกใช้แหล่งน้ำสำหรับ วัตถุประสงค์ หรือกระบวนการผลิต มีผลจากหลายปัจจัย เช่น ราคาต้นทุนน้ำประปา ค่าธรรมเนียมการใช้น้ำบาดาล คุณภาพของ แหล่งน้ำ ราคาที่ต้องใช้ในการปรับปรุงสภาพน้ำ ผลกระทบของคลองอื่นในน้ำประปาต่อวัตถุประสงค์และกระบวนการผลิต หรือ คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต้องใช้น้ำบาดาล และการเข้าถึงของประปาผิวดินของสถานประกอบการ (จังหวัดอยุธยา นครปฐม และสมุทรสาคร เป็นจังหวัดที่มีสัดส่วนของโรงงานที่ยังไม่เชื่อมต่อกับระบบประปามากที่สุด สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และ คณะ 2550 “แนวทางการสำรวจการใช้น้ำและการประมาณความต้องการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม”)

ตารางที่ 3.2 ประเภทของอุตสาหกรรมที่การใช้น้ำประปามีและไม่มีผลกระทบต่อวัตถุประสงค์และกระบวนการผลิต

ประเภทอุตสาหกรรม	ความต้องการใช้น้ำ (%)			อุปโภคบริโภค
	วัตถุประสงค์	กระบวนการผลิต		
		ได้รับผลกระทบ	ไม่ได้รับผลกระทบ	
ธุรกิจ (บริการ)	-	-	-	100
ฟอกย้อมสิ่งทอ	-	85	10	5
กระดาษ	-	75	15	10
ยางรถยนต์	-	70	20	10
อิเล็กทรอนิกส์	-	65	25	10
อาหารและยา	20	50	20	10
เครื่องดื่ม	65	10	15	10
ฟอกหนัง	-	80	10	10
เคมีและปิโตรเคมี	-	50	30	20
ห้องเย็น	-	50	30	20
เขตนิคมอุตสาหกรรม	-	50	20	30
เหล็ก	-	30	50	20
เหล็กแผ่นเคลือบดีบุก/ โครเมียม	-	90	5	5
ยานยนต์	-	30	50	20
ชิ้นส่วนรถยนต์และอะไหล่	-	20	60	20
พลาสติก	-	20	60	20
อื่นๆ	-	50	30	20

ที่มา : จากการประชุมร่วมกันระหว่าง กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมโรงงานอุตสาหกรรม การประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย นิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เมื่อเดือนมกราคม 2547

หมายเหตุ :

1. วัตถุประสงค์ หมายถึง ใช้น้ำบาดาลเป็นวัตถุประสงค์หลักในการผลิต ไม่สามารถใช้น้ำประปาได้
2. ได้รับผลกระทบ หมายถึง จะต้องใช้น้ำบาดาลเท่านั้น ไม่สามารถใช้น้ำประปาได้
3. ไม่ได้รับผลกระทบ หมายถึง สามารถใช้น้ำประปาได้โดยไม่ได้รับผลกระทบ
4. อุปโภคบริโภค หมายถึง ใช้น้ำประปาในการอุปโภคบริโภคได้
5. ความต้องการใช้น้ำ หมายถึง ปริมาณการใช้น้ำตามที่ใช้จริง

ผู้เขียนอนุมานว่าเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำประปาที่มีและไม่มีผลกระทบต่อวัตถุดิบและกระบวนการผลิตตามที่ยังรายงานในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของหลายกระบวนการจากกลุ่มอุตสาหกรรมที่เป็นกรณีศึกษา อย่างไรก็ตามจากตัวอย่างกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและยา รายงานว่า 20% ของอุตสาหกรรมอาหารและยา เป็นกลุ่มที่ใช้น้ำบาดาลเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ไม่สามารถใช้น้ำประปาได้ 50% เป็นกลุ่มที่จะต้องใช้น้ำบาดาลเท่านั้น ไม่สามารถใช้น้ำประปาได้ และ 20% เป็นกลุ่มที่สามารถใช้น้ำประปาได้โดยไม่ได้รับผลกระทบ (หมายเหตุท้ายตารางเขียนไม่ชัดเจน ควรแก้ไข 1. วัตถุดิบ หมายถึง ต้องใช้น้ำบาดาลในวัตถุดิบ ไม่สามารถใช้น้ำประปาได้ 2. ได้รับผลกระทบ หมายถึง จะต้องใช้น้ำบาดาลเท่านั้น ในกระบวนการผลิต ไม่สามารถใช้น้ำประปาได้ 3. ไม่ได้รับผลกระทบ หมายถึง สามารถใช้น้ำประปาในกระบวนการผลิตได้โดยไม่ได้รับผลกระทบ และส่วนหัวตารางควรใช้ “ความต้องการใช้น้ำบาดาล (%)”)

นอกจากนี้ตัวเลขจะสื่อความหมายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้ามีหมายเหตุกำกับรายละเอียดประเภทของอุตสาหกรรมและกระบวนการผลิตอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี มีความหลากหลายของประเภทผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงไม่สามารถทราบได้ว่าอุตสาหกรรมเคมี และอุตสาหกรรมปิโตรเคมีประเภทใด (ที่มีกระบวนการผลิตประเภทใด หรือผลิตผลิตภัณฑ์ใด) ได้รับผลกระทบคือจะต้องใช้น้ำบาดาลเท่านั้นในกระบวนการผลิต ไม่สามารถใช้น้ำประปาได้

3.6 สรุปและวิเคราะห์การใช้หลักการ 5R ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

(อาจารย์อุษะ ศิริแก้ว รศ.ดร. กอบบุญ หล่อทองคำ รศ.ดร. อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ รศ.ชนิษฐา เจริญลาภ และ ดร.กัณฑ์นิษฐ์ ขวัญพฤษ)

กิจกรรมต่าง ๆ ที่สถานประกอบการ 13 แห่งในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย 4 กลุ่ม ซึ่งดำเนินงานในโครงการฯ ตามหลักการ 5 R คือ Reduce, Reuse, Recycle, Reserve และ Revisualize ได้วิเคราะห์และจำแนกไว้ในตารางที่ 3.3-3.6 ซึ่งทุกกิจกรรมสรุปจากรายงานของสถานประกอบการที่ใช้ใน “การประชุมเชิงปฏิบัติการ” วันศุกร์ที่ 6 กรกฎาคม 2555 ในที่นี้ให้ความหมายของ Revisualize คือ การทบทวนและบูรณาการระบบทั้งหมดหรือบางส่วน เพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการสร้างทัศนคติให้บุคลากรและประชาชนทั่วไปเห็นความสำคัญของทรัพยากรน้ำ

จากตารางที่ 3.3-3.6 สามารถสรุปแนวปฏิบัติที่คล้ายกันของทุกโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้ดังนี้

1. การติดตั้งมิเตอร์ในจุดสำคัญ เพื่อใช้เก็บข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ ณ ตำแหน่งจ่ายน้ำของกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับตรวจติดตามการใช้น้ำและปรับปรุงระบบ (Revisualize)
2. การตรวจสอบและแก้ไขรอยรั่วซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดที่ทุกโรงงานใช้ (Reduce)
3. มีระบบปรับปรุงน้ำก่อนนำไปใช้ เช่น การกรอง หน่วยทำน้ำอ่อน ระบบ RO หรือ ระบบ DI เพื่อปรับคุณภาพน้ำที่จะนำไปใช้ให้เหมาะสมกับจุดใช้งาน (Revisualize)
4. การบำบัดน้ำเสียและนำกลับมาใช้รดน้ำต้นไม้ และปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ (Recycle)
5. การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำ โดยต้องตรวจสอบคุณภาพและเลือกให้เหมาะสมกับจุดใช้งาน (Reuse)
6. การมีแหล่งเก็บกักน้ำฝน น้ำผิวดิน เพื่อแหล่งน้ำสำรองและใช้ทดแทนน้ำบาดาล/น้ำประปา (Reserve)
7. การใช้น้ำป้อนหม้อไอน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง ทำให้สามารถขยายระยะเวลาก่อนการไบลวดวาร์ (พิจารณาจากค่า TDS) เป็นการลดปริมาณน้ำใช้ (Reuse, Revisualize)

8. การปรับปรุงวิธีการล้าง เช่น การทำความสะอาดในที่โดยไม่ต้องถอดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ออกมาโดยใช้แรงดันที่เหมาะสม การใช้หัวฉีดสเปรย์ (Spray nozzle) และหัวฉีดน้ำ (Spray gun) น้ำที่ใช้ล้างเป็นน้ำใช้ซ้ำ เช่น น้ำ RO reject (Reduce, Reuse, Revisualize)

9. การสร้างการมีส่วนร่วมและมีจิตสำนึกประหยัดทรัพยากรน้ำ (Revisualize)

10. การสนับสนุนจากโรงงาน และผู้บริหาร ทั้งด้านนโยบาย และกำลังคน (รวมทั้งจากหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้อง ถึงแม้ว่างบประมาณที่ภาครัฐให้การสนับสนุนผ่านโครงการนี้จะมีจำนวนจำกัด) ในการใช้หลักการ 5 R เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรน้ำของโรงงาน (Revisualize)

นอกจากนี้ คณะที่ปรึกษา มีข้อสังเกตจากโครงการฯ ดังนี้

1. มีโรงงานจำนวนน้อยที่มีการปล่อยน้ำทิ้งสู่สาธารณะเป็นศูนย์ (Zero discharge) ซึ่งในอนาคตอันใกล้อุตสาหกรรมต้องดำเนินการมุ่งเป้าเข้าสู่ Zero discharge

2. โรงงานส่วนใหญ่มีกิจกรรมการประหยัดพลังงาน หรือน้ำ ก่อนเข้าร่วมโครงการ บางโรงงานดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะกิจกรรมการประหยัดพลังงาน

3. บุคลากรของทุกโรงงานมีความตั้งใจร่วมกิจกรรมในโครงการฯ สูง และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

4. โรงงานบางแห่งไม่มีการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นระบบ โครงการนี้ช่วยให้บุคลากรของโรงงานรู้จักเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยหลักวิชาการ เพื่อการแก้ไขปัญหา บุคลากรได้พัฒนาความสามารถมากขึ้น

5. โรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ บางแห่งสามารถสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อลดการใช้น้ำได้

6. กิจกรรมการปรับปรุงวิธีการใช้น้ำของโรงงานบางแห่ง ส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และความพึงพอใจของลูกค้าในเชิงบวก

7. โรงงานมีการพัฒนาศักยภาพของการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยซื้อเครื่องจักร เครื่องมือใหม่ที่ลดการใช้น้ำและพลังงานมาใช้แทนเครื่องจักรเก่าที่ใช้น้ำและพลังงานสูง

8. น้ำเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับทุกโรงงาน บางโรงงานให้ข้อคิดเรื่องความไม่แน่นอนของการบริการประปาจึงจำเป็นต้องมีน้ำบาดาลเพื่อเป็นแหล่งน้ำสำรอง และต้องการให้ทางกรมทรัพยากรน้ำบาดาลพิจารณาอนุญาตเพิ่มปริมาณการสูบน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำของแต่ละโรงงานที่ขออนุญาตใช้น้ำบาดาล

ตารางที่ 3.3 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีและวิเคราะหตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
1	บริษัท เขียงแสงเท็กซ์ไทล์อินดัสตริส จำกัด <u>กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ</u>					
1.1	การนำน้ำจากหอทำความเย็นกลับมาใช้ซ้ำที่เครื่องฟอกและเครื่องย้อม		X			
1.2	การนำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ซ้ำที่หม้อไอน้ำ		X			
1.3	การใช้น้ำล้างย้อม คือ น้ำนี้ที่จากอ่างล้างที่สะอาดกว่าจึงย้อมขึ้นมาล้างผ้าในอ่างแรกๆ ที่เครื่องฟอก CB		X			
	<u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u>					
1.4	การปรับปรุงกระบวนการล้างเส้น	X				X
1.5	การปรับปรุงคุณภาพน้ำป้อนในพื้นที่โรงงานเพื่อใช้ทดแทนน้ำบาดาล	X			X	X
1.6	การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต	X	X	X	X	X
1.7	การลดปริมาณน้ำในกระบวนการ Reduction clearing	X				
1.8	การลดปริมาณน้ำในกระบวนการ Pretreatment	X				
2	บริษัท ทอผ้ากรุงเทพ จำกัด <u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u>					
2.1	การติดตั้งมิเตอร์เพื่อวัดการใช้น้ำในแต่ละจุดเป้าหมายเพื่อกำหนดกิจกรรมลดการใช้น้ำ					X
2.2	การลดปริมาณน้ำล้างถังกองทราย	X				
2.3	การลดการใช้น้ำที่หอยหลอดเย็น (การกระเซ็นและการใบรดวน)	X				
2.4	การใช้น้ำป้อนในพื้นที่โรงงานแทนน้ำประปาในการรดต้นไม้ และทำความสะอาดภายในโรงงาน	X			X	X
2.5	การลดปริมาณการใช้น้ำในบริเวณห้องพัก และโรงอาหาร	X				

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ					
3	บริษัท เอลียไฟเบอร์ จำกัด กิจกรรมที่ทำในโครงการ					
3.1	การลดการใช้ผ้าหรือการใช้เท่าที่จำเป็น					
3.2	การนำน้ำจากการล้างกลับ (Backwash) ของถังกรองทรายมาใช้ล้าง Filter bag					
3.3	การปรับปรุงกระบวนการฟื้นฟูสภาพเรซิน					
3.4	การนำน้ำ RO มาผลิตน้ำบริสุทธิ์ (De-mineralized water)					
3.5	การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วลงบ่อเก็บ และเท็งก์เพื่อใช้ในการบรรณาการผลิต รดน้ำต้นไม้ และเป็นบ่อปลา					

- แนวทางปฏิบัติที่คล้ายกันของกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้แก่

1. การติดตั้งเครื่องเพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้ผ้า ณ ตำแหน่งจ่ายน้ำของกิจกรรมต่างๆ

2. การใช้ผ้าใน น้ำผิวดินทดแทนน้ำบาดาล/น้ำประปา

3. การนำน้ำทิ้งจากหอทำความเย็นมาใช้น้ำซ้ำ

4. การฟื้นฟูสภาพเรซิน

5. การนำน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตมาใช้ซ้ำและกลับมาใช้ใหม่

หมายเหตุ

สรุปจากรายงานของสถานประกอบการที่ใช้ใน “การประชุมเชิงปฏิบัติการ” วันที่ 6 กรกฎาคม 2555

ตารางที่ 3.4 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมเคมี

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ					
1	บริษัท ไทย จำกัด	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
	กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ					
1.1	การอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม	X	X	X	X	X
1.2	การจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน ISO 14000	X	X	X	X	X
1.3	การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้ว ส่งเก็บไปบ่อ เพื่อไว้ใช้รดน้ำต้นไม้			X	X	X
	กิจกรรมที่ทำในโครงการ					
1.4	การลดปริมาณการใช้น้ำที่สำนักงานหลังเก่า	X				
	กิจกรรมที่จะทำในอนาคต					
1.5	การนำน้ำผิวดินมาใช้ในกระบวนการผลิตแทนน้ำประปาและน้ำบาดาล	X			X	X
1.6	การรณรงค์การลดปริมาณการใช้น้ำที่สำนักงาน	X				X
2	บริษัท ไทยยูนิเทคพลาสติก จำกัด					
	กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ					
2.1	การลดการใช้น้ำที่หน่วยบำบัดก่อนของระบบบำบัดน้ำเสีย	X				
2.2	การนำน้ำจากการกลั่นมาใช้ในกระบวนการผลิตแห้งเทียม	X	X			X
2.3	การลดการสูญเสีย น้ำที่หอทำความเย็น	X				
2.4	การนำน้ำหลังบำบัดกลับมาใช้ในสกริปเปอร์	X				
2.5	การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้ว ส่งเก็บไปบ่อ และแ่งทิ้ง เพื่อไว้รดน้ำต้นไม้			X	X	X

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิธีคิดตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมเคมี

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
2	บริษัท ไทยยูนิเฟนพลาสติก จำกัด (ต่อ) <u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u>					
2.6	การใช้น้ำจากหอทำความเย็นแทนน้ำประปา เพื่อการหล่อเย็นเครื่องอัดผสม (Extruder) ในห้องปฏิบัติการ	X	X			
2.7	การติดตั้งหัวฉีดน้ำในกระบวนการล้างหน้าหมึง	X				
2.8	การขยายเวลาก่อนการบิลวดาวน์ และควบคุมค่า TDS ของน้ำในหม้อไอน้ำ	X				X
2.9	การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้ว ส่งเก็บในบ่อ และเท็งก์ เพื่อใช้รดน้ำต้นไม้			X	X	X
2.10	จะแยกระบบทำน้ำอ่อนใช้เฉพาะหม้อไอน้ำ (โครงการจะทำต่อเนื่อง)	X				X
3	บริษัท โรงงานเภสัชกรรม เกรทเตอร์ฟาร์มา จำกัด <u>กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ</u>					
3.1	การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วใช้รดน้ำต้นไม้			X		
3.2	<u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u> การนำน้ำ Reject จากระบบ RO เก็บไว้ใช้ เพื่อใช้สำหรับระบบสุญญากาศ และนำล้างอุปกรณ์		X		X	X
3.3	เพิ่มถังจذبกับน้ำเสียที่บำบัดแล้วเพื่อใช้รดน้ำต้นไม้			X	X	X
3.4	การติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่ใช้ทุกจุดพนักงาน เพื่อหาวิธีลดปริมาณการใช้น้ำ	X				X
	<u>กิจกรรมที่จะทำในอนาคต</u>					
3.5	การหาแนวทางลดการสูญเสียจากหอทำความเย็นและที่หม้อน้ำ โดยใช้หม้อน้ำร้อน หรือน้ำ RO เป็นน้ำป้อน	X	X			X
3.6	การนำน้ำ Reject จากระบบ DI มาใช้สำหรับน้ำระบบสุญญากาศ น้ำล้างพื้นรอบบริเวณโรงงาน		X			X
3.7	การจัดแผนการผลิตให้เหมาะสม เพื่อลดการสิ้นเปลืองน้ำในการล้างอุปกรณ์โดยไม่จำเป็น	X				X

แนวทางปฏิบัติที่คล้ายกันของกลุ่มอุตสาหกรรมเคมี ได้แก่

1. การติดมิเตอร์เพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้ น้ำ ณ ตำแหน่งจ่ายน้ำของกิจกรรมต่าง ๆ 2. การนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วใช้รดน้ำต้นไม้

หมายเหตุ สรุปลักษณะงานของสถานประกอบการที่ใช้ใน “การประเมินเชิงปฏิบัติการ” วันศุกร์ที่ 6 กรกฎาคม 2555

ตารางที่ 3.5 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ให้ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
1	บริษัท ไทยสะเปเซียลไวร์ จำกัด					
1.1	การเปลี่ยนมิเตอร์วัดน้ำบาดาลใหม่ และตรวจสอบปริมาณการใช้ น้ำ					X
1.2	การซ่อมวาล์วเอน์ที่หน่วยกักด้วยกรด เพราะมีน้ำรั่ว	X				
1.3	การติดตั้งมาตรวัดน้ำและดูกลอยควบคุมระดับน้ำเข้าสู่ระบบออร์ที่หน่วยกักด้วยกรด	X				
1.4	การติดตั้งสปริงเกอร์เพื่อรดน้ำต้นไม้ และติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้น้ำที่อ่างล้างจานในห้องอาหาร และที่จุดล้างรถ	X	X			X
1.5	การติดตั้งระบบเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงที่หน่วยกักด้วยกรด เพื่อล้างหลอด ทำให้ไม่มีการนำหลอดกลับมาล้างซ้ำ และผลิตภัณฑ์คุณภาพสูง ไม่มีของเสียทิ้งจากลูกค้า					X
1.6	การปรับปรุงระบบควบคุมการจ่ายน้ำของระบบหล่อเย็นเครื่องจักรด้วยระบบ VSD	X				
1.7	การตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำในภายในบริษัททั้งหมด นอกเหนือจากการระบอบการผลิต	X				
1.8	การสร้างจิตสำนึก ประชาสัมพันธ์ และรณรงค์การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ					X
2	บริษัท บีสไฟฟ์ดีดี อีนัสตี้ จำกัด					
2.1	การติดตั้งมิเตอร์เพิ่มเพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำประปาเข้าโรงงาน และเก็บข้อมูลเพื่อประเมินการใช้น้ำ					X
2.2	การตรวจสอบและแก้ไขรอยรั่วต่าง ๆ ทั่วโรงงาน	X				
2.3	การปรับปรุงกระบวนการล้างเหล็กหล่อก่อนการชุบสังกะสี	X				X
2.4	การติดตั้งถังเก็บน้ำแทนการระบาย รมแรงคี่ให้พนักงานมีส่วนร่วมประหยัดน้ำ (โครงการจะทำต่อเนื่อง)	X				X

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
3	บริษัท แม่น้ำสแตนเลสไวร์ จำกัด (มหาชน) กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ					
3.1	โครงการโรงงานสีเขียว “Green Factory” กิจกรรมในโครงการ	x	x	x	x	x
3.2	การติดตั้งเครื่องรีดน้ำที่แผนกอบอ่อน และหอทำความเย็น เพื่อเก็บข้อมูลประเมินการใช้น้ำ					
3.3	การนำน้ำทิ้งมาผ่านกระบวนการกรอง แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ที่แผนกอบอ่อน	x	x			x
3.4	การสร้างมาตรฐานการเปลี่ยนน้ำล้างลวดเมื่อผลิตได้ 25,000-30,000 กก. หรือสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ที่แผนกอบอ่อน					x
3.5	การนำน้ำทิ้งจากเครื่องรีดกลับมาใช้ใหม่ที่แผนกอบอ่อน	x	x			
3.6	การสร้างมาตรฐานการนำน้ำทิ้งที่ยังคงมีคุณภาพดีจากเครื่องรีดมาล้างลวดที่แผนกอบอ่อน					x
3.7	การสร้างการมีส่วนร่วมของพนักงาน					x

แนวทางปฏิบัติที่คล้ายกันของกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะ ได้แก่

1. การติดตั้งเครื่องเพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำ ณ ตำแหน่งจ่ายน้ำของกิจกรรมต่างๆ
 2. การนำน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตมาใช้น้ำ
 3. การสร้างจิตสำนึกประหยัดน้ำและการมีส่วนร่วมของพนักงาน
- หมายเหตุ สรุปจากรายงานของสถานประกอบการที่ใช้ใน “การประชุมเชิงปฏิบัติการ” วันศุกร์ที่ 6 กรกฎาคม 2555

ตารางที่ 3.6 สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีและวิเคราะหตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
1	บริษัท ซี.พี. จำกัด <u>กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ</u> การปรับปรุงคุณภาพน้ำเข้าหอทำความเย็นด้วยระบบเดิมโอโซนน้ำ การลดการใช้ [้] น้ำโดยปรับลดแรงดันส่งจ่ายน้ำ การนำ [้] น้ำ Reject จากระบบ RO มาใช้ในห้องน้ำพนักงาน การผลิตน้ำใช้จากน้ำทิ้งโรงงาน การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานเพื่อใช้ระบายความร้อนหอทำความเย็น <u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u> การติดตั้งหัวฉีดน้ำทดแทนการใช้สายยางแบบปลายเปิด	X	X	X X		X
2	บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (มหาชน) <u>กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ</u> การหมุนเวียนน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ซ้ำ การหมุนเวียนน้ำล้างขวดจากสายการผลิต PET 2 กลับมาใช้ซ้ำ การหมุนเวียนน้ำตัวอย่างของระบบตกตะกอนกลับเข้าสู่ปฏิบัติการในระบบปรับสภาพน้ำ Plant AB การลดการสูญเสีย [้] น้ำฟรี [้] จากขั้นตอนการส่งน้ำทิ้งไปใช้ในกระบวนการ CIP <u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u> การหมุนเวียนน้ำตัวอย่างของระบบตกตะกอนกลับเข้าสู่ปฏิบัติการในระบบปรับสภาพน้ำ Plant CD & E การติดตั้ง [้] เดอรัว [้] น้ำ ติดตามการใช้น้ำในจุดที่รั่วไหล	X	X X X X			X

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและวิเคราะห์ตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
3	บริษัท ไทยยูเนี่ยน ฟีดมิลล์ จำกัด <u>กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ</u>					
3.1	การหุ้มฉนวนท่อไอน้ำ	X				
3.2	การติดตั้งถังเก็บน้ำคอนเดนเสท	X				
3.3	การลดการรั่วไหลของไอน้ำ	X				
3.4	การนำความร้อนจากไอน้ำฟลชกลับมาใช้	X				
3.5	การตรวจสอบรอยรั่วของท่อไอน้ำได้ดิน ติดตั้งมิเตอร์น้ำตามตำแหน่งใช้งานย่อย					X
	<u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u>					
3.6	การนำน้ำคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่		X			
3.7	การนำน้ำ Reject จากระบบ RO มาใช้เป็นน้ำล้างพื้นในส่วนโรงบรรจุโปรตีน		X			
3.8	การติดตั้งหัวฉีดน้ำที่ปลายท่อไอน้ำพื้นในส่วนโรงบรรจุโปรตีน	X				
3.9	การนำน้ำจากการล้างถังของระบบผลิตน้ำคั้นไปใช้รดน้ำต้นไม้		X			
	<u>กิจกรรมที่จะทำในอนาคต</u>					
3.10	การพัฒนาต่อเนื่อง นำน้ำ Reject จากระบบ RO มาใช้ 100 %		X			X
3.11	การพัฒนาต่อเนื่อง เพิ่มปริมาณการจับเก็บน้ำจากการล้างถัง 100% เพื่อการใช้ซ้ำ		X			X
3.12	การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ใหม่ในกิจกรรมการซักล้างและจุดอื่นๆ ที่สามารถทำได้			X		X

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) สรุปแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในครัวเรือนตามหลักการ 5 R ของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

ข้อที่	รายการกิจกรรมที่บริษัทดำเนินการ	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
4	บริษัท โอสถสภา จำกัด <u>กิจกรรมที่ทำก่อนเข้าโครงการ</u>					
4.1	โครงการนำน้ำจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมาใช้ในหม้อไอน้ำ	X	X			
4.2	โครงการปรับปรุงคุณภาพน้ำเข้าหอทำความเย็นด้วยระบบเดิมไอซีเอ็นน้ำ					X
4.3	<u>กิจกรรมที่ทำในโครงการ</u> การติดตั้งมีเตอร์วัดการใช้น้ำที่ตำแหน่งใช้น้ำมาก เช่น ห้องน้ำพนักงาน					X
4.4	การสร้างจิตสำนึกประหยัดน้ำและพลังงาน					X
4.5	การนำน้ำ Reject จากระบบ RO มาล้างถังกรอง		X			
4.6	<u>กิจกรรมที่จะทำในอนาคต</u> การติดตั้งหัวฉีดน้ำที่ปลายท่อเพื่อล้างพื้น	X				
4.7	การนำน้ำจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทุกส่วนในโรงงานกลับมาใช้	X	X			X

แนวทางปฏิบัติที่ดีด้วยกันของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่

1. การติดตั้งเดือร์เพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำ ณ ตำแหน่งจ่ายน้ำของกิจกรรมต่างๆ
2. การติดตั้งหัวฉีดน้ำที่ปลายท่อล้างพื้น
3. การนำน้ำทิ้งจากระบบการผลิตมาใช้ใหม่
4. การปรับปรุงคุณภาพน้ำเข้าหอทำความเย็นด้วยระบบเดิมไอซีเอ็น
5. การรณรงค์การประหยัดทรัพยากรน้ำและพลังงาน

หมายเหตุ สรุปจากรายงานของสถานประกอบการที่ใช้ใน “การประชุมเชิงปฏิบัติการ” วันศุกร์ที่ 6 กรกฎาคม 2555

ตารางที่ 3.7 แสดงสรุปการใช้หลักการ 5R กับกิจกรรมในโครงการฯ ของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย พบว่าในภาพรวมจำนวนกิจกรรมที่เป็น Reduce จำนวน 29 กิจกรรม เป็น Reuse จำนวน 13 กิจกรรม เป็น Recycle จำนวน 4 กิจกรรม เป็น Reserve จำนวน 5 กิจกรรม และเป็น Revisualize จำนวน 29 กิจกรรม กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายมีการใช้หลักการ 5R บริหารจัดการน้ำครบทุก R ทั้งนี้เป็นเพราะโรงงานเห็นความจำเป็นของการเข้าร่วมโครงการ จึงให้การสนับสนุนทั้งนโยบาย บุคลากร และงบประมาณบางส่วนอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

บางกลุ่มอุตสาหกรรมที่ไม่ได้ใช้ครบทั้ง 5R เนื่องจากได้มีกิจกรรมที่ทำมาก่อนเข้าร่วมโครงการ และประสบผลสำเร็จในการลดการใช้น้ำอย่างยั่งยืน กิจกรรมที่เป็น Recycle และ Reserve ใช้น้อยที่สุด อาจเป็นเพราะกิจกรรม Recycle และ Reserve มีอยู่แล้วในระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสีย ตามการควบคุมของกรมโรงงานอุตสาหกรรม และกรมควบคุมมลพิษ และตามมาตรฐาน ISO 14000 กิจกรรม Reserve โรงงานต้องใช้พื้นที่มากในการจัดเก็บน้ำ เห็นได้ว่ากิจกรรมที่มีการใช้มากที่สุดในโรงงานของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย คือ Reduce และ Revisualize การลดการใช้น้ำเป็นเรื่องที่ทำได้ง่ายและเห็นผลทันที และที่สำคัญเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของทุกกิจกรรม การดำเนินโครงการนี้มีจำนวนการใช้ Revisualize มาก แสดงว่าพนักงานในกลุ่มอุตสาหกรรมที่ศึกษามีวิสัยทัศน์และพยายามใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์สูง

ตารางที่ 3.7 สรุปการใช้หลักการ 5R กับกิจกรรมในโครงการฯ ของกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย

กลุ่มอุตสาหกรรม	จำนวนกิจกรรมที่เป็น				
	Reduce	Reuse	Recycle	Reserve	Revisualize
สิ่งทอ	11	3	2	4	8
เคมี	6	2	2	3	6
โลหะ	10	3	0	0	12
อาหารและเครื่องดื่ม	2	5	0	0	3
รวม	29	13	4	7	29

การดำเนินงานโครงการนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ คือ ทุกโรงงานในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายสามารถลดการใช้น้ำในสถานประกอบการได้โดยเฉลี่ยเกินกว่าร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้าร่วมโครงการฯ ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม และแสดงผลเป็นค่าดัชนีการใช้น้ำต่อผลิตภัณฑ์ที่ลดลงจากเดิม ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล นับเป็นการดียิ่งหากมีการดำเนินงานโครงการดังกล่าวอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน เพราะโครงการลักษณะนี้ทำให้เห็นเป็นรูปธรรมของการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ อุตสาหกรรม และสถาบันการศึกษา และในที่สุดจะทำให้ประชาชนทั่วไปได้ตระหนักถึงความสำคัญและมีส่วนร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรทั้งน้ำบาดาลและน้ำผิวดินซึ่งเป็นแหล่งเติมน้ำต้นทุนให้กับน้ำบาดาล

บทที่ 4 การผลิต การปรับปรุงสภาพ และการใช้น้ำสำหรับอุตสาหกรรม

(รศ.ดร. กอบบฏ หล่อทองคำ รศ.ดร. อัญชลีพร วาริษฐ์สวัสดิ์ หล่อทองคำ และนายพรพร อภิมาศ)

4.1 บทนำ

อัตราความต้องการบริโภคของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผู้ผลิตทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคบริการต้องเพิ่มการผลิตให้เพียงพอกับการบริโภค การขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรต่างๆ เพิ่มขึ้น แม้น้ำจะเป็นทรัพยากรประเภทหมุนเวียนและทดแทนได้ แต่เนื่องจากแทบทุกกิจกรรมในอุตสาหกรรม และชีวิตประจำวันของมนุษย์จำเป็นต้องใช้น้ำ ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดวิกฤติของการขาดแคลนน้ำใช้ในอุตสาหกรรม โรงงานทั้งหลายควรให้ความสำคัญและระดมทรัพยากรอนุรักษ์น้ำ (Reserve) และใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อความยั่งยืน ไม่ว่าจะเป็นการเลือกอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีที่สามารถลดการใช้น้ำ (Reduce) การปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม (Re-technology) การใช้น้ำที่ผ่านการใช้แล้วซ้ำทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงสภาพ (Reuse) การเก็บกลับคืน (Recovery) และการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ผ่านการใช้แล้วเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ทั้งนี้การพัฒนาที่ยั่งยืนจะต้องมุ่งเน้นสมดุลความพอเพียงของการเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรม เศรษฐกิจ และการดูแลสิ่งแวดล้อมเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชากรในสังคม จึงต้องหามาตรการบริหารจัดการน้ำและทบทวนระบบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ (Revisualize) ทั้ง Reduce, Reuse, Recycle, Reserve รวมถึงการสร้าง ความตระหนักและเปลี่ยนทัศนคติของผู้บริโภคให้ถูกต้องและเห็นความสำคัญยิ่งของทรัพยากร เพราะศักยภาพของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain management) ของการผลิตและจัดหาน้ำโดยภาครัฐ (Supply) และการใช้น้ำของภาคอุตสาหกรรม (Demand) อย่างมีประสิทธิภาพมีผลต่อการใช้ทรัพยากรต่างๆ การเกิดของเสีย (Waste) และต้นทุน (Cost) ของน้ำที่ใช้ต่ำที่สุด

น้ำใต้ดิน หรือน้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เสริม หรือทดแทนการใช้น้ำผิวดิน และน้ำประปาในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในเขตพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำผิวดินหรือน้ำประปาเข้าถึง แหล่งและระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาลสำคัญต่อคุณภาพของน้ำ และสัมพันธ์กับชนิดของกิจการอุตสาหกรรม ดังนั้นจำเป็นที่โรงงานอุตสาหกรรมต้องปรับปรุงน้ำให้ได้คุณภาพเหมาะสมตามข้อกำหนดที่จะใช้ในแต่ละกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการผลิต ส่วนช่วยการผลิต และส่วนของการบำบัดน้ำเสีย ตัวอย่างเช่น ใช้ในการผสมทำผลิตภัณฑ์ ใช้ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ ใช้ทำน้ำร้อนและไอน้ำ ทั้งนี้คุณภาพของน้ำที่ใช้ อาจอยู่ในระดับน้ำที่ผ่านการกรองให้ใส น้ำที่ถูกลดความกระด้าง น้ำอ่อน หรือน้ำบริสุทธิ์ หากน้ำที่ใช้มีคุณภาพไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดปัญหา เช่น การกัดกร่อนอุปกรณ์ หรือการเกิดสนิม และฟาวลิง ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นในการเปลี่ยนอุปกรณ์ หรือการทำความสะอาดเพื่อกำจัดสนิมและฟาวลิงซึ่งเป็นฉนวนขัดขวางการถ่ายเทความร้อน ประมาณ 80 % ของน้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ใช้สำหรับระบายความร้อนซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพดีนัก แต่ต้องการน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำและไม่มีสารที่กัดกร่อนอุปกรณ์ ถ้าเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำเป็นองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ สัดส่วนของปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ทั้งนี้ใช้ในการผสมทำผลิตภัณฑ์ และน้ำที่ใช้สำหรับหม้อไอน้ำ หรือเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) ต้องเป็นน้ำอ่อนที่มีคุณภาพดี หรือเป็นน้ำบริสุทธิ์ถ้าเป็นน้ำกระด้างจะทำให้เกิดสนิมภายในหม้อไอน้ำ บทนี้อธิบายความรู้เบื้องต้นและสมบัติทั่วไปของน้ำ และหน่วยปฏิบัติการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การปรับปรุงสภาพ และการใช้น้ำสำหรับโรงงาน

อุตสาหกรรมให้ผู้สนใจเข้าใจหลักการทั่วไป สภาพปัญหาที่มักพบ ข้อควรระวังหรือการแก้ไข และแนวทางลดปริมาณการใช้น้ำที่หน่วยปฏิบัติการดังกล่าว เพื่อการใช้ทรัพยากรน้ำเชิงอนุรักษ์ การลดต้นทุนในการผลิต การปรับปรุง และการใช้น้ำ ในส่วนของค่าน้ำ ค่าใช้จ่ายของการใช้สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งต้นทุนของการบำบัดน้ำทิ้งของโรงงาน

4.2 แหล่งน้ำหลักและสมบัติทั่วไปของน้ำสำหรับผลิตน้ำใช้ในอุตสาหกรรม

แหล่งน้ำหลักสำหรับผลิตน้ำใช้ในอุตสาหกรรม

1) น้ำผิวดิน (Surface water) ได้แก่ น้ำที่ถูกกักเก็บไว้บนผิวดิน ในแม่น้ำ คลอง บึง อ่างเก็บน้ำ ปกติจะมีของแข็งแขวนลอยสูง (Suspended solid: SS) และของแข็งละลายน้ำได้ (Dissolved solid: DS) ค่อนข้างต่ำ ยกเว้นน้ำผิวดินที่อยู่ในแหล่งที่มีเกลือแร่สูงจะมีของแข็งละลายน้ำได้ค่อนข้างสูง น้ำในแม่น้ำจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำในบึงหรืออ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ เนื่องจากบึงหรืออ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งรับน้ำเสีย และการระบายน้ำ ทำให้มีปริมาณไฮดรอกไซด์และสิ่งเจือปนต่างๆ สะสมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2) น้ำประปา ส่วนใหญ่ที่ใช้สำหรับชุมชนจะใช้แหล่งน้ำผิวดินเป็นหลัก

3) น้ำใต้ดิน (Ground water) ได้แก่ น้ำฝนที่ตกลงสู่ผิวดินแล้วซึมลงไปกักเก็บอยู่ใต้ผิวดินในชั้นน้ำใต้ดิน แบ่งเป็น

- น้ำในดิน คือ น้ำที่แทรกอยู่ในเนื้อดิน และอยู่ในระดับชั้นบนสุดของพื้นดินในระยะที่รากต้นไม้ดูดน้ำ

- น้ำบาดาล คือ น้ำที่แทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างชั้นหิน ส่วนใหญ่ค่อนข้างใส ไม่มีของแข็งแขวนลอย แต่จะมีของแข็งละลายน้ำได้สูงกว่าน้ำผิวดิน มีค่า pH ต่ำเนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายสูง และมักไม่มีแก๊สออกซิเจนละลายเพราะถูกใช้ไปจนหมดแล้ว เพราะมีการย่อยสลายทางชีวภาพในบริเวณแอ่งน้ำใต้ดิน โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้น้ำบาดาล เนื่องจากอยู่ในเขตพื้นที่ที่น้ำประปาเข้าไม่ถึงหรือมีปริมาณน้ำประปาไม่เพียงพอ

4) น้ำกร่อย (Brackish water) อาจจะเป็นน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินก็ได้ น้ำประปาที่ส่วนใหญ่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล และเป็นน้ำใต้ดินที่เกิดจากการผสมกันของน้ำทะเลและน้ำจืด และมีปริมาณแร่ธาตุระหว่างน้ำทะเลและน้ำจืด ความกร่อยของน้ำจะสูงหรือต่ำ ขึ้นกับปริมาณมากน้อยของเกลือคลอไรด์ (Chloride) ปกติน้ำกร่อยมีความเข้มข้นของของแข็งละลายน้ำประมาณ 10,000 มก./ล. หรือ พีพีเอ็ม (ส่วนในล้านส่วน)

5) น้ำทะเล (Sea water) เป็นแหล่งน้ำที่ใหญ่ที่สุด แต่นำไปผลิตเป็นน้ำใช้น้อยที่สุดเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการผลิตและราคาเครื่องจักรที่ต้องใช้ค่อนข้างสูงจึงเป็นแหล่งน้ำสำหรับพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำจืด

สมบัติทั่วไปของน้ำ

1) ของแข็งแขวนลอย (ตารางที่ 4.2) เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ แบ่งออกได้ดังนี้

- ของแข็งแขวนลอยและตกตะกอนได้ (Suspended and settleable solids) เป็นสารที่มีขนาดอนุภาคค่อนข้างใหญ่ สามารถตกตะกอนได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง และรวมตัวตกตะกอนได้โดยใช้สารเคมี สามารถกำจัดออกจากน้ำด้วยวิธีการกรองธรรมดา

- ของแข็งแขวนลอยและไม่ตกตะกอน หรือ คอลลอยด์ (Colloids) เป็นสารที่มีอนุภาคขนาดเล็ก เช่น ดินเหนียวหรือดินโคลน บางครั้งมีประจุบวกหรือลบ และผลึกกันเอง ทำให้ของแข็งแขวนลอยไม่ยอมตกตะกอน สามารถทำให้เกิดการรวมตัวกันและตกตะกอนได้โดยใช้สารเคมีทำลายประจุให้กลายเป็นกลาง แล้วจึงกำจัดตะกอนออกด้วยวิธีการกรองธรรมดา

2) ของแข็งละลายน้ำได้ (Dissolved solids) ส่วนมากละลายในรูปของไอออนที่มีประจุบวกหรือประจุลบ เช่น คลอไรด์ (Cl^-) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไนเตรต (NO_3^-) เป็นต้น

3) ความขุ่น (Turbidity) เป็นผลจากการมีของแข็งแขวนลอย หรือพวงสารคอลลอยด์อยู่ในน้ำ ทำให้กั้นทางเดินของแสงในน้ำ ทำให้การมองเห็นในน้ำมีระยะจำกัด ความขุ่นเป็นลักษณะเฉพาะของน้ำผิวดินเท่านั้นเนื่องจากน้ำผิวดินมีการสัมผัสสิ่งปนเปื้อนต่างๆ บนผิวโลกอยู่ตลอดเวลา เช่น ฝุ่นละออง

4) สี (Color) ที่เกิดในน้ำมีอยู่ 2 ชนิด คือ สีที่เกิดขึ้นจากสีของแข็งแขวนลอย และของแข็งละลายน้ำได้ ปกติสีของน้ำตามธรรมชาติมักเป็นสีเหลือง หรือสีชา ซึ่งเกิดจากการเนาเปื้อยของพืชต่างๆ และจะเกิดในน้ำผิวดินเท่านั้นที่มัก และส่วนใหญ่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง เช่น อ่างเก็บน้ำ สีที่เกิดจากสีของน้ำและของแข็งแขวนลอย เรียกว่า สีปรากฏ (Apparent color) ส่วนสีของน้ำที่เกิดจากการย่อยสลายของพืชหรืออนุภาคคอลลอยด์ หรือสีของน้ำที่ยังปรากฏอยู่หลังกรองของแข็งแขวนลอยออกแล้ว เรียกว่า สีแท้ (True color)

5) แก๊สที่ละลายน้ำ (Dissolved gas) และแก๊สที่มีผลต่อคุณภาพน้ำใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และ แก๊สออกซิเจน

6) ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ขึ้นอยู่กับปริมาณของไอออนไฮโดรเจนที่แตกตัวในน้ำ ค่า pH มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 14 น้ำธรรมชาติมักมีค่า pH ใกล้ 7 น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมักอยู่ในช่วง 6.5 – 7.5 แต่บางครั้งน้ำใต้ดินอาจมีฤทธิ์เป็นกรด เช่น ค่า pH ต่ำกว่า 6

7) ความเป็นกรด (Acidity) คือ ความสามารถของน้ำที่ทำปฏิกิริยาสะเทินกับด่าง (ต่างกับค่า pH ที่วัดค่าความเข้มข้นของกรดหรือด่างในน้ำ) ความเป็นกรดของน้ำเกิดจากการละลายของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์ และเกลือของกรดแก่ในน้ำ น้ำบาดาลที่มีอายุมากจะมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง และแก๊สออกซิเจนน้อย หรือแทบไม่มีแก๊สออกซิเจนละลายอยู่ น้ำธรรมชาติที่ภาวะปกติ (20°C) จะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 0.5 มก./ล. น้ำที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าระดับปกติ จะมีค่า pH ต่ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการกำจัดเหล็กและแมงกานีส ต้องใช้ปูนขาวปริมาณมากในการกำจัดความกระด้าง และทำให้เกิดการกัดกร่อนส่วนของอุปกรณ์ที่เป็นโลหะ

8) ความเป็นด่าง (Alkalinity) ดังตารางที่ 4.2 คือ ความสามารถของน้ำที่ทำปฏิกิริยาสะเทินกับกรด ความเป็นด่างของน้ำเกิดจากการละลายของเกลือของกรดอ่อน ด่างอ่อน หรือด่างแก่ ในทางปฏิบัติความเป็นด่างเกิดจากไอออน 3 ชนิด ได้แก่ ไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ความเป็นด่างสำคัญต่อกระบวนการบำบัดต่างๆ เช่น กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) การบำบัดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic treatment process) และการกัดกร่อนโลหะ หรือการเกิดฟาวลิง ความเป็นด่างของน้ำแสดงได้ 3 แบบ คือ

- Hydroxide or Caustic alkalinity ความเป็นด่างลักษณะนี้เกิดจากหมู่ไฮดรอกไซด์ ซึ่งหาได้จากปริมาณของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานเข้มข้น 0.02 นีฟีเอ็ม (ส่วนในล้านส่วน) ที่ใช้ไทเทรตกับน้ำตัวอย่างที่เติมแบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2) เมื่อสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีที่ pH 8.3

- Phenolphthalein alkalinity (P-Alkalinity) คือ ความเป็นด่างเนื่องจากไฮดรอกไซด์ทั้งหมด และคาร์บอเนตครึ่งหนึ่งของทั้งหมด ซึ่งหาได้จากปริมาณของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานเข้มข้น 0.02 นีฟีเอ็ม ที่ใช้ไทเทรตกับน้ำตัวอย่าง เมื่อสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีที่ pH 8.3 น้ำธรรมชาติที่มีคาร์บอนไดออกไซด์อิสระละลายอยู่ไม่มีค่า P-Alkalinity

- Methyl orange alkalinity (M-Alkalinity) คือ ค่าความเป็นด่างทั้งหมด (Total alkalinity) บางครั้งเรียก T-Alkalinity ซึ่งเกิดจากไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และเกลือของกรดอ่อน ซึ่งหมายถึงค่าความเป็นด่างที่ได้จากการไทเทรตกับกรดซัลฟิวริกมาตรฐานเข้มข้น 0.02 นีปีเอ็ม จนถึง pH 4.3-4.5 ซึ่งเป็นจุดเปลี่ยนสีของเมทิลออเรนจ์

ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ค่าความเป็นกรด และค่าความเป็นด่างสัมพันธ์กันดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ค่าความเป็นกรด และค่าความเป็นด่าง (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 4.6-4.7)

H ⁺ , mg/L as CaCO ₃	pH	OH ⁻ , mg/L as CaCO ₃	pH
2-3	4.3	2-3	9.7
4-5	4.0	4-5	10.0
6-7	3.9	6-7	10.1
8-9	3.8	8-9	10.2
10-11	3.7	10-11	10.3
12-13	3.6	12-13	10.4
14-16	3.5	14-16	10.5
17-20	3.4	17-20	10.6
21-25	3.3	21-25	10.7
26-30	3.2	26-30	10.8
31-40	3.1	31-40	10.9
41-50	3.0	41-50	11.0

9) ความกระด้าง (Hardness) แสดงในตารางที่ 4.2 เกิดจากกลุ่ม Alkaline earth metals ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไอออนของโลหะ เช่น ไอออนแคลเซียม (Ca²⁺) แมกนีเซียม (Mg²⁺) เหล็กเฟอร์รัส (Fe²⁺) และแมงกานีส (Mn²⁺) ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness) แบ่งออกตามอนุมูลที่เป็นสาเหตุของความกระด้างได้ 2 แบบ ดังนี้

- แบ่งตามประจุลบ เช่น CO₃²⁻, SO₄²⁻, Cl⁻ ที่จับกับไอออนประจุบวก เป็นความกระด้างคาร์บอเนต หรือความกระด้างชั่วคราว เช่น พวกเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (MgCO₃) เป็นต้น และความกระด้างที่ไม่ใช่คาร์บอเนต หรือความกระด้างถาวร เช่น พวกเกลือแคลเซียมซัลเฟต (CaSO₄) แมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl₂) แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl₂) เป็นต้น

- แบ่งตามไอออนประจุบวก ได้แก่ ความกระด้างแคลเซียม และความกระด้างแมกนีเซียม ซึ่งสำคัญต่อกระบวนการปรับสภาพน้ำ เช่น กระบวนการกำจัดความกระด้างด้วยปูน - โซดา (Lime-soda softening) เมื่อทราบความกระด้างแมกนีเซียมจะสามารถคำนวณปริมาณปูนขาว (Ca(OH)₂) ที่ต้องใช้เพื่อลดความกระด้างได้

น้ำบาดาลมักมีความกระด้างสูงกว่าน้ำผิวดิน เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำบาดาลเป็นตัวทำละลายแร่แคลเซียมและแมกนีเซียมที่อยู่ในดินให้กับน้ำ

ตารางที่ 4. 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต หมู่ซัลเฟต หมู่ฟอสเฟต ของแข็งแขวนลอย คลอไรด์ กับสภาพน้ำ (ณรงค์ วุฑฒเสถียร การปรับสภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม สสท. 2540 หน้า 51-52)

สมบัติ	หน่วย	สภาพน้ำ
ความกระด้างทั้งหมด (พีพีเอ็ม ในรูป CaCO_3)	0 – 100	น้ำอ่อน
	100 - 200	น้ำกระด้าง
	200 - 400	น้ำกระด้างมาก
ความเป็นด่างทั้งหมด (พีพีเอ็ม ในรูป CaCO_3)	0 – 50	ความเป็นด่างต่ำ
	50 – 100	ความเป็นด่างปานกลาง
	100 - 200	ความเป็นด่างสูง
	200 – 400	ความเป็นด่างสูงมาก
ซัลเฟต (พีพีเอ็ม ในรูปหมู่ SO_4)	0 – 50	ปริมาณซัลเฟตต่ำ
	50 – 100	ปริมาณซัลเฟตปานกลาง
	100 - 200	ปริมาณซัลเฟตสูง
	200 – 400	ปริมาณซัลเฟตสูงมาก
ฟอสเฟต (พีพีเอ็ม ในรูปหมู่ PO_4)	0 – 5	ปริมาณฟอสเฟตต่ำ
	5 – 10	ปริมาณฟอสเฟตสูง
	10 - 50	ปริมาณฟอสเฟตสูงมาก
ของแข็งแขวนลอย (พีพีเอ็ม)	0 – 5	น้ำใส
	5 – 10	น้ำขุ่น
	10 - 50	น้ำขุ่นมาก
คลอไรด์ (พีพีเอ็ม)	0 – 250	ปกติ
	250 – 1,000	น้ำกร่อย
	มากกว่า 1,000	น้ำเค็ม

10) ดัชนีคุณภาพน้ำทั้ง เป็นค่าการวัดปริมาณสิ่งสกปรกโดยวิธีทางชีวเคมีของความสัมพันธ์ระหว่าง สารอินทรีย์และจุลินทรีย์ มีดังนี้

- ค่าบีโอดี (biochemical oxygen demand: BOD) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี หรือบีโอดี คือ ค่าที่วัดความสกปรกของน้ำในรูปปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ ปฏิกริยาทางชีวเคมีระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำเกิดขึ้นอย่างช้าๆ จนกว่าสารอินทรีย์จะถูกทำลายหมด ค่าบีโอดี สัมพันธ์กับเวลาและอุณหภูมิ ปกติกำหนดที่ระยะเวลา 5 วัน และอุณหภูมิ 20°C ซึ่งจะมีค่าประมาณ 70 – 80 % ของค่าบีโอดีที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ทั้งหมด ค่าบีโอดีของแหล่งน้ำผิวดินต่างๆ และจาก อ่างเก็บน้ำมีค่าต่ำกว่าค่าบีโอดีของน้ำเสียมาก แหล่งน้ำผิวดินที่สะอาดต้องมีค่าบีโอดีได้ไม่เกิน 1-2 มก./ล. หรือ ต้องไม่ตรวจพบค่าบีโอดีเลย (ถ้าพบค่าบีโอดีสูงถึง 3-5 มก./ล. ถือว่าแหล่งน้ำนั้นมีความสกปรกมาก) ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับคุณภาพน้ำและค่าบีโอดี

- ค่าซีไอดี (chemical oxygen demand: COD) ความต้องการออกซิเจนทางเคมี หรือซีไอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี เป็นวิธีที่นิยมใช้วิเคราะห์ความสกปรกของน้ำเสีย เนื่องจากใช้เวลาวิเคราะห์ค่าประมาณ 3 ชั่วโมง ซึ่งเร็วกว่าการวิเคราะห์ค่าบีไอดี ปกติค่าซีไอดีสูงกว่าค่าบีไอดี และจะสูงกว่ามากถ้าในน้ำมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากอยู่เป็นจำนวนมาก

อัตราส่วนของค่าบีไอดีและค่าซีไอดี อยู่ระหว่าง 0.1 – 0.8 (หรืออยู่นอกช่วงก็ได้ แต่ไม่เกิน 1) น้ำเสียที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ควรมีค่าบีไอดีต่อค่าซีไอดีไม่น้อยกว่า 0.5 ยิ่งอัตราส่วนนี้ต่ำ แสดงว่าการย่อยสลายทางชีวภาพเกิดขึ้นได้ยาก บางครั้งการย่อยสลายทางชีวภาพได้ง่าย แต่มีอัตราส่วนของค่าบีไอดีและค่าซีไอดีต่ำ เป็นเพราะน้ำเสียนั้นมีของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (Volatile suspended solids: VSS) สูง ดังนั้นการอ่านความหมายของอัตราส่วนของค่าบีไอดีและค่าซีไอดีในตารางที่ 4.4 ต้องใช้เฉพาะกับน้ำเสียที่มี VSS ต่ำเท่านั้น

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและค่าบีไอดี (สมบุญณ์ ลูวีระ เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ พิมพ์ครั้งที่ 3 2539 หน้า 249)

คุณภาพของน้ำ	ค่าบีไอดี 5 วัน, 20 °C (มก./ล.)
น้ำบริสุทธิ์	0
น้ำสะอาดมาก	1
น้ำสะอาด	2
น้ำสะอาดพอประมาณ	3
น้ำไม่สะอาด	5
น้ำสกปรก	10

ตารางที่ 4.4 อัตราส่วนของค่าบีไอดีและค่าซีไอดีของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท (มันสิน ตันกุลเวศม์ และคณะ เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่ 2 2547 หน้า 17/7-17/8)

ประเภทอุตสาหกรรม	BOD (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	BOD/COD	หมายเหตุ
ฟอกย้อมผ้าผืนแบบหนา	512	2,108	0.24	ส่วนใหญ่เป็นผ้าฝ้าย
ฟอกย้อมผ้าผืนแบบธรรมดา	403	1,403	0.29	ส่วนใหญ่เป็นผ้าฝ้าย
ฟอกย้อมด้าย	113	423	0.27	ส่วนใหญ่เป็นผ้าฝ้าย
สารเคมีฟอกย้อมต่างๆ	580	1,644	0.35	
สีฟอกย้อม	1,410	7,000	0.20	
ขนมขบเคี้ยว	1,711	4,236	0.40	
ก๋วยเตี๋ยว	2,520	3,410	0.74	
มันฝรั่งทอด				
- น้ำล้างเตาทอด	475	9,300	0.05	
- น้ำล้างหัวมันฝรั่ง	2,220	3,200	0.69	
- น้ำล้างพื้นและภาชนะ	2,160	6,250	0.35	

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) อัตราส่วนของค่าบีโอดีและค่าซีโอดีของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

ประเภทอุตสาหกรรม	BOD (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	BOD/COD	หมายเหตุ
หมากฝรั่ง ลูกกวาด	5,238	8,925	0.59	FOG 5,674 มก./ล. TS 90,000 มก./ล. SS 23,300 มก./ล.
ลูกชิ้นปลา ลูกชิ้นกุ้ง	1,493	1,403	0.61	
สับปะรดกระป๋อง	8,405	423	0.60	
บะหมี่สำเร็จรูป	1,387	1,644	0.64	
โรงฆ่าและแปรรูปสัตว์	-	-	3	
ผลิตภัณฑ์นม	-	-	2	
ไอศกรีม	3,000	-	-	
โรงงานผลิตเนย	210-220	-	-	
น้ำมันประกอบอาหาร	-	-	1.2	
ผลิตกาแฟ	-	-	3	
หมักยีสต์ ผลิตน้ำตาล	-	-	2.5	
โรงแป่งมันสำปะหลัง	6,550	-	-	
แป้งและแป้งแปรรูป	-	-	1.7-2	
แป้งข้าวโพด	1,725	6,773	0.25	
ปลาแปรรูป	-	-	1.5	
ผักและผลไม้	-	-	1.5	
น้ำผลไม้และเครื่องดื่ม	-	-	2.5	
ไร้อัลกอฮอล์	-	-	-	
น้ำอัดลม	71,200	-	-	
เบียร์	-	-	1.5-2.5	
น้ำเสียชุมชน	-	-	2-3	
กระดาษ	750	-	-	
กระดาษและเยื่อกระดาษ	-	-	2	
น้ำยา Coolant (โรงงานผลิตจักรยานยนต์)	2,000	8,000	0.25	
โรงงานประกอบรถยนต์	25	-	-	
โพลีอะเซทิล (Polyacetyl)	270	2,100	0.13	
อีควิคลอร์ไฮดรีน (ECH)	644	1,495	0.43	
น้ำเสียลาเท็กซ์	2,940	37,548	0.08	
เรซิน	299	1,531	0.20	
ปิโตรเคมี	-	3,340	-	
เคมีภัณฑ์ 1	24,000	41,300	0.58	

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) อัตราส่วนของค่าบีโอดีและค่าซีโอดีของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

ประเภทอุตสาหกรรม	BOD (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	BOD/COD	หมายเหตุ
เคมีภัณฑ์ 2	-	580	-	
เคมีภัณฑ์ 3	850	1,900	0.45	
เคมีภัณฑ์ 4	700	1,400	0.50	
เคมีภัณฑ์ 5	8,000	17,500	0.46	
เคมีภัณฑ์ 6	60,700	78,000	0.78	
เคมีภัณฑ์ 7	9,700	15,000	0.65	

4.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

คุณภาพของน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมแต่ละประเภทแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น น้ำที่ใช้ผสมกับผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคจะใช้มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มเป็น มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับ อุตสาหกรรมกำหนดในมาตรา 32 ของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเป็นมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่ง เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ และมีความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และเพื่ออนุรักษ์ ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมสำหรับเป็นเป้าหมายใน การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมโดยอาศัยหลักวิชาการ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐาน และคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ประเภทแหล่งน้ำผิวดินแบ่งเป็น

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรม ทุกประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ 1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน 2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน และ 3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ 1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน 2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ 3) การประมง และ 4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ 1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และ 2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อ 1) การอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษ ก่อน และ 2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการ คมนาคม

ตารางที่ 4.5 แสดงมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินที่เสนอโดยสำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ และกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ และการจัดแบ่งลักษณะการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ

ตารางที่ 4.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537)

ดัชนีคุณภาพน้ำ ¹	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ² ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			1	2	3	4	5	
1.สี กลิ่นและรส (Color, odor and taste)	-	-	ก	ก'	ก'	ก'	-	-
2.อุณหภูมิ (Temperature)	°C	-	ก	ก'	ก'	ก'	-	เทอร์โมมิเตอร์
3.ความเป็นกรดและเบส (pH)	-	-	ก	5-9	5-9	5-9	-	pH meter
4.ออกซิเจนละลาย (DO) ²	mg/L	P20	ก	6.0	4.0	2.0	-	Azide modification อุณหภูมิ 20 °C
5.บีโอดี (BOD)	mg/L	P80	ก	5	2.0	4.0	-	"
6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria)	MPN/100 mL	P80	ก	5,000	20,000	-	-	Multiple tube fermentation technique
7.แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria)	MPN/100 mL	P80	ก	1,000	4,000	-	-	"
8.ไนเตรต (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	mg/L	-	ก	5.0			-	Cadmium reduction
9.แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	mg/L	-	ก	0.5			-	Distillation nesslerization
10.ฟีนอล (Phenols)	mg/L	-	ก	0.001			-	Distillation, 4-Amino antipyrine
11.ทองแดง (Cu)	"	-	ก	0.1			-	Atomic absorption - direct aspiration

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ ¹	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ² ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			1	2	3	4	5	
12.นิกเกิล (Ni)	"	-	ก	0.1			-	Atomic absorption - direct aspiration
13.แมงกานีส (Mn)	"	-	ก	1.0			-	"
14.สังกะสี (Zn)	"	-	ก	1.0			-	"
15.แคดเมียม (Cd)	"	-	ก	0.005* 0.05**			-	"
16.โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr ⁶⁺)	"	-	ก	0.05			-	"
17.ตะกั่ว (Pb)	"	-	ก	0.05			-	"
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	"	-	ก	0.002			-	Atomic absorption-cold vapor technique
19.สารหนู (As)	"	-	ก	0.01			-	Atomic absorption - direct aspiration
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)	"	-	ก	0.001			-	Pyridine-barbituric acid
21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) -ค่ารังสีแอลฟา(Alpha) -ค่ารังสีเบตา(Beta)	Bq/L	-	ก	0.1 1.0			-	Gas-chromatography
22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด	mg/L	-	ก	0.01			-	"
23.ดีดีที (DDT)	µg/L	-	ก	1.0			-	"
24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	µg/L	-	ก	0.02			-	"
25.ดิลดริน (Dieldrin)	"	-	ก	0.1			-	"
26.อัลดริน (Aldrin)	"	-	ก	0.1			-	"
27.เฮปตะคลอร์และเฮปตะคลออีพอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)	"	-	ก	0.2			-	"
28.เอนดริน (Endrin)	"		ก	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-	"

หมายเหตุ

1) กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

2) ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 °C

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 mg/L

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 mg/L

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most probable number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามมาตรฐานการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA: American Public Health Association, AWWA: American Water Works Association และ WPCF: Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

ตารางที่ 4.6 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน และตารางที่ 4.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค

ตารางที่ 4.6 มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543)

ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง

กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนพิเศษ 95 ง ลงวันที่

15 กันยายน 2543)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
1.สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compounds)			
1) เบนซีน (Benzene)	µg/L	ต้องไม่เกิน 5	วิธี Purge and trap gas chromatography หรือวิธี Purge and trap gas chromatography/mass spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon tetrachloride)	"	ต้องไม่เกิน 5	"
3) 1,2 - ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane)	"	ต้องไม่เกิน 5	"
4) 1,1-ไดคลอโรเอทิลีน (1,1-Dichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 7	"
5) ซิส -1,2 - ไดคลอโรเอทิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 70	"
6) ทรานส์ -1,2-ไดคลอโรเอทิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 100	"

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
7) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)	"	ต้องไม่เกิน 5	"
8) เอทิลเบนซีน (Ethylbenzene)	"	ต้องไม่เกิน 700	"
9) สไตรีน (Styrene)	"	ต้องไม่เกิน 100	"
10) เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 5	"
11) โทลูอีน (Toluene)	"	ต้องไม่เกิน 1,000	"
12) ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 5	"
13) 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane)	"	ต้องไม่เกิน 200	"
14) 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane)	"	ต้องไม่เกิน 5	"
15) ไซลีนทั้งหมด (Total xylenes)	"	ต้องไม่เกิน 10,000	"
2. โลหะหนัก (Heavy metals)			
1) แคดเมียม (Cadmium)	mg/L	ต้องไม่เกิน 0.003	วิธี Direct aspiration/atomic absorption spectrometry หรือวิธี Inductively coupled plasma/plasma emission spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr ⁶⁺)	"	ต้องไม่เกิน 0.05	"
3) ทองแดง (Copper)	"	ต้องไม่เกิน 1.0	"
4) ตะกั่ว (Pb)	"	ต้องไม่เกิน 0.01	"
5) แมงกานีส (Mn)	"	ต้องไม่เกิน 0.5	"
6) นิกเกิล (Ni)	"	ต้องไม่เกิน 0.02	"
7) สังกะสี (Zn)	"	ต้องไม่เกิน 5.0	"
8) เอทิลเบนซีน (Ethylbenzene)	"	ต้องไม่เกิน 700	"
9) สไตรีน (Styrene)	"	ต้องไม่เกิน 100	"
10) เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)	"	ต้องไม่เกิน 5	"
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)			
1) คลอเดน (Chlordane)	µg/L	ต้องไม่เกิน 0.2	วิธี Liquid - liquid extraction gas chromatography/mass spectrometry หรือวิธี Liquid - liquid extraction gas chromatography (method i) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) ดิลดริน (Dieldrin)	"	ต้องไม่เกิน 0.03	"
3) เฮปตะคลอร์ (Heptachlor)	"	ต้องไม่เกิน 0.4	"

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	วิธีการตรวจวัด
4) เฮปตะคลอร์ อีพอกไซด์ (Heptachlor epoxide)	"	ต้องไม่เกิน 0.2	"
5) ดีดีที (DDT)	"	ต้องไม่เกิน 2	"
6) 2,4-ดี (2,4-D)	"	ต้องไม่เกิน 30	วิธี Liquid-liquid extraction gas chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
7) อะทราซีน (Atrazine)	"	ต้องไม่เกิน 3	"
8) ลินเดน (Lindane)	"	ต้องไม่เกิน 0.2	วิธี Liquid-liquid extraction gas chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
9) เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol)	"	ต้องไม่เกิน 1	วิธี Liquid - liquid extraction chromatography หรือวิธี Liquid - liquid extraction gas chromatography/mass spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4. สารพิษอื่น ๆ			
1) เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene)	µg/L	ต้องไม่เกิน 0.2	"
2) ไซยาไนด์ (CN)	"	ต้องไม่เกิน 200	วิธี Pyridine barbituric acid หรือวิธี Colorimetry หรือวิธี Ion chromatography
3) พีซีบี (PCBs)	"	ต้องไม่เกิน 0.5	วิธี Liquid - liquid extraction gas chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl chloride)	"	ต้องไม่เกิน 2	วิธี Purge and trap gas chromatography หรือวิธี Purge and trap gas chromatography mass spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

หมายเหตุ

- 1) การตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินใช้วิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) ซึ่ง American Public Health Association, American Water Works Association และ Water Environment Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด หรือตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
- 2) วิธีการเก็บและรักษาดตัวอย่างน้ำใต้ดินให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ตารางที่ 4.7 มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 332 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 95 ตอนที่ 68 ลงวันที่ 4 กรกฎาคม 2521)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด (Maximum acceptable concentration)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด ^a (Maximum allowable concentration)
ทางกายภาพ	1.สี (Color)	แพลทินัม-โคบอลต์ (Platinum-Cobalt)	5	15
	2.รส (Taste)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	3.กลิ่น (Odor)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	4.ความขุ่น (Turbidity)	ซิลิกา สเกล ยูนิต (Silica scale unit)	5	20
	5.ความเป็นกรด-เบส (pH)	-	6.5-8.5	9.2
ทางเคมี	6.ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solids)	mg/L	500	1,500
	7.เหล็ก (Fe)	"	0.5	1.0
	8.แมงกานีส (Mn)	"	0.3	0.5
	9.เหล็กและแมงกานีส (Fe & Mn)	"	0.5	1.0
	10.ทองแดง (Cu)	"	1.0	1.5
	11.สังกะสี (Zn)	"	5.0	15.0
	12.แคลเซียม (Ca)	"	75 ^b	20.0
	13.แมกนีเซียม (Mg)	"	50	150
	14.ซัลเฟต (SO ₄)	"	200	250 ^c
	15.คลอไรด์ (Cl)	"	250	600
	16.ฟลูออไรด์ (F)	"	0.7	1.0
	17.ไนเตรต (NO ₃)	"	45	45

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด (Maximum acceptable concentration)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด ^a (Maximum allowable concentration)
ทางเคมี	18.อัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต (Alkylbenzene sulfonate, ABS)	"	0.5	1.0
	19.ฟีนอลิกซับสแตนซ์ (Phenolic substances)	"	0.001	0.002
สารเป็นพิษ	20.ปรอท (Hg)	"	0.001	-
	21.ตะกั่ว (Pb)	"	0.05	-
	22.อาร์เซนิก (As)	"	0.05	-
	23.ซีลีเนียม (Se)	"	0.01	-
	24.โครเมียม (Cr)	"	0.05	-
	25.ไซยาไนด์ (CN)	"	0.2	-
	26.แคดเมียม (Cd)	"	0.01	-
	27.แบเรียม (Ba)	"	1.0	-
ทางจุลชีววิทยา	28.แอสตันคาร์ดเพลตเคานต์ (Standard plate count)	โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Colonies/cm ³)	500	-
	29.เอ็มพีเอ็น (MPN)	โคลิฟอร์มอออร์กานิสซึมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร (Coliform organism/100 cm ³)	น้อยกว่า 2.2	-
	30.อีโคไล (Ecoli)		ไม่มี	-

หมายเหตุ

^a เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุดเป็นเกณฑ์ที่อนุญาตให้สำหรับน้ำประปาหรือน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นต้องใช้บริโภคเป็นการชั่วคราว

^b หากมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าที่กำหนด และมีปริมาณแมกนีเซียมต่ำกว่าที่กำหนดในมาตรฐาน ให้พิจารณาแคลเซียมและแมกนีเซียมในเทอมของความกระด้างทั้งหมด (Total hardness) ถ้ารวมความกระด้างทั้งหมดเมื่อ

คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตมีปริมาณต่ำกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ถือว่าน้ำนั้นเป็นไปตามมาตรฐานการแบ่งระดับความกระด้างของน้ำดังนี้

0 ถึง 75 mg/L เรียก น้ำอ่อน

75 ถึง 150 mg/L เรียก น้ำกระด้างปานกลาง

150 ถึง 300 mg/L เรียก น้ำกระด้าง

300 mg/L ขึ้นไป เรียก น้ำกระด้างมาก

^c หากมีซัลเฟตถึง 250 mg/L ต้องมีแมกนีเซียมไม่เกิน 30 mg/L (mg/L = มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)

มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตาม ASME มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำชนิดทนน้ำตาม British Standard และมาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตาม JIS แสดงในตารางที่ 4.8, 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตาม ASME (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

Drum pressure (psig)	ซิลิกา (ฟิฟิเอ็มในรูป SiO ₂)	ความเป็นด่างทั้งหมด ** (ฟิฟิเอ็มในรูป CaCO ₃)	ความนำไฟฟ้า จำเพาะ (ไมโครโมห์ต่อ เซนติเมตร)
0-300	150	700 [*]	7,000
301-450	90	600 [*]	6,000
451-600	40	500 [*]	5,000
601-750	30	400 [*]	4,000
751-900	20	300 [*]	3,000
901-1,000	8	200 [*]	2,000
1,001-1,500	2	0 ^{***}	150
1,501-2,000	1	0 ^{***}	100

หมายเหตุ

ความนำไฟฟ้าจำเพาะ (Specific conductance) หมายถึง ความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตร. ซม. และยาว 1 ซม.

* ความเป็นด่างจะมีค่าไม่เกินกว่าร้อยละ 10 ของความนำไฟฟ้าจำเพาะ

** ความเป็นด่างไฮดรอกไซด์ (OH-alkalinity) ในหม้อไอน้ำความดันต่ำกว่า 1,000 psi กำหนดช่วงต่ำสุดได้ตามแต่ละกรณี ขึ้นกับการละลายของซิลิกาและสารอื่นๆ ในการปรับสภาพน้ำในหม้อไอน้ำ

*** เป็นศูนย์ในที่นี้หมายถึง Free sodium หรือ Potassium alkalinity อาจมีความเป็นด่างทั้งหมดอยู่บ้างเล็กน้อยพอที่จะวัดได้ โดยมี Congruent control volatile treatment ในช่วงความดันสูงเช่นนี้ สำหรับพิกัดปริมาณสารทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยของน้ำในหม้อไอน้ำ รายงานในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 พิกัดปริมาณสารทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยในน้ำในหม้อไอน้ำที่ความดันต่างๆ
(กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

ความดันใช้งาน (psig)	ของแข็งทั้งหมด (TS) (พีพีเอ็ม)	ของแข็งแขวนลอย (SS) (พีพีเอ็ม)
0-300	3,500	300
301-450	3,000	250
451-600	2,500	150
601-750	2,000	100
751-900	1,500	60
901-1,000	1,250	40
1,001-1,500	1,000	20
1,501-2,000	750	10
สูงกว่า 2,000	500	5

ตารางที่ 4.12-4.13 แสดงมาตรฐานน้ำป้อนหม้อไอน้ำ ดังได้กล่าวแล้วว่าน้ำอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานของกระบวนการ และอุปกรณ์ต่างๆ ตารางที่ 4.14 แสดงปัญหาที่มักพบเมื่อมีสิ่งปนเปื้อนในน้ำต่อกระบวนการผลิต หม้อไอน้ำ และหอทำความเย็น ตารางที่ 4.15 กระบวนการและสารเคมีที่ใช้สำหรับการปรับสภาพน้ำ

ตารางที่ 4.10 มาตรฐานคุณภาพน้ำในเหมืองไอน้ำชนิดพอน้ำตาม British Standard (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

ความดันที่จ่ายออก (kg/cm ²)		20	40	60	80	100	120	< 130
โซเดียมฟอสเฟต	มก./ล. ในรูป Na ₃ PO ₄	50-100	30-70	20-50	10-40	5-20	3-10	*
ความเป็นด่างไฮดรอกไซด์	มก./ล. ในรูป CaCO ₃ ต่ำสุด	300	150	30	10	5	2	2
ความเป็นด่างทั้งหมด	มก./ล. ในรูป CaCO ₃ สูงสุด	700	500	300	200	100	40	10
ซิลิกา	มก./ล. ในรูป SiO ₂ สูงสุด	มีค่าน้อยกว่า 0.4 ของความเป็นด่างไฮดรอกไซด์		20	20	*	*	*
โซเดียมซัลเฟต หรือไฮดรารีน	มก./ล. ในรูป Na ₂ SO ₄	30-50	20-40	15-30	10-20	*	*	-
	มก./ล. ในรูป N ₂ H ₄	0.1-1.0	0.1-0.5	0.05-0.3	0.05-0.1	*	*	*
ของแข็งแขวนลอย (SS)	มก./ล. สูงสุด	200	200	-	-	-	-	-
ของแข็งละลายน้ำได้ (DS)	มก./ล. สูงสุด	3,000	2,000	1,200	700	350	100	15
คลอไรด์	มก./ล. ในรูปคลอไรด์สูงสุด	-	-	-	-	10	5	1

หมายเหตุ * ค่าขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน

ตารางที่ 4.11 มาตรฐานคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำตาม JIS (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

ชนิดของหม้อไอน้ำ	ท่อไฟ		ท่อน้ำ													
			ใช้ต่างปรับ		ใช้		ใช้		ใช้		ใช้		ใช้		ใช้	
ความดันใช้งานสูงสุด kg/cm ²			< 10		>10-20		20-30		30-50		50-75		75-100		100-125	
อัตราการระเหยเป็นไอน้ำ kg/cm ² -h	<30		>30		<50		-		-		-		-		-	
การปรับความดันต่าง																
pH ที่ 25°C	11.0-11.8		11.0-11.5		10.8-11.3		10.5-11.0		10.5-11.0		10.0-10.5		10.5-11.0		9.0-10.0	
M-Alkalinity พีพีเอ็ม ในรูป CaCO ₃	500-1,000		500-1,000		< 600		<150		<100		-		-		-	
P-Alkalinity พีพีเอ็ม ในรูป CaCO ₃	300-800		300-800		<400		<120		<70		-		-		-	
ของแข็งทั้งหมด (TS) พีพีเอ็ม	<4,000		<3,000		<2,000		<700		500		<400		<300		50	
คลอไรด์ พีพีเอ็ม	<800		<500		<300		<100		-		-		-		-	
ฟอสเฟต พีพีเอ็ม	20-40		20-40		20-40		20-40		10-30		5-15		3-10		-	
ซิลิเกต พีพีเอ็ม	-		-		10-20		10-20		10-20		5-10		1-3		-	
ซิลิกา พีพีเอ็ม	-		-		-		<0		<40		10		<5		<0.5	

หมายเหตุ * ในกรณีที่อยู่การณ์น้ำป้อนหม้อไอน้ำเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน pH ของน้ำป้อนและน้ำในหม้อไอน้ำต้องมิต่ำ 9.0-9.5

ตารางที่ 4.12 มาตรฐานน้ำป้อนหม้อไอน้ำชนิดไหลผ่าน (One-through boiler) ตาม JIS (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

รายการ		ความดันใช้งาน kg/cm ²		<20		75-100		100-125		125-150		>150	
pH ที่ 25°C				10.5 - 11.0		8.5 - 9.0 ^ก	9.0 - 9.5 ^ข	8.5 - 9.0 ^ก	9.0 - 9.5 ^ข	8.5 - 9.0 ^ก	9.0 - 9.5 ^ข	8.5 - 9.0 ^ก	9.0 - 9.5 ^ข
ความกระด้างทั้งหมดในรูป CaCO ₃	ฟิฟตีเอม		มีค่าน้อยใกล้เคียงศูนย์				-		-		-		-
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (O ₂)	ฟิฟตีเอม		<0.5			<0.007		<0.007		<0.007		<0.007	
เหล็กทั้งหมด (Fe)	ฟิฟตีเอม		<0.3*			<0.03 ^ค		<0.03 ^ค		<0.02 ^ง		<0.02 ^ง	
ทองแดงทั้งหมด (Cu)	ฟิฟตีเอม		-			<0.01		<0.01		<0.005		<0.003	
ไฮดรารีน (N ₂ H ₄)	ฟิฟตีเอม		-			<0.001 ^จ		<0.001 ^จ		<0.001 ^จ		<0.001 ^จ	
ซิลิกา (SiO ₂)	ฟิฟตีเอม		-			<0.04 ^ก	<0.02 ^ข	<0.04 ^ก	<0.02 ^ข	<0.03 ^ก	<0.02 ^ข	<0.02	
สารทั้งหมด (Total solids)	ฟิฟตีเอม		<700			-	-	-	-	-	-	-	-
ความนำไฟฟ้า ที่ 25°C ไม่โครนิมิตต่อเซนติเมตร			-			<0.3		<0.3		<0.03		-	-
ความขุ่น	ฟิฟตีเอม		<4*			-	-	-	-	-	-	-	-
ฟอสเฟต (PO ₄ ⁻³)	ฟิฟตีเอม		10-40			-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ

- ในการที่อุปกรณ์น้ำป้อนหม้อไอน้ำ (Feed water heater) เป็นโลหะผสม
 - พยายามทำให้มีค่าต่ำกว่า 0.02 ฟิฟตีเอม
 - ใช้ไฮดรารีนที่มีความเข้มข้นสูงสุดไม่เกินค่า pH ของน้ำป้อนหม้อไอน้ำ
 - กรณีที่ไม่ใช้ Steam separator
- ในการที่อุปกรณ์น้ำป้อนหม้อไอน้ำเป็นเหล็กกล้าคาร์บอน
 - พยายามทำให้มีค่าต่ำกว่า 0.01 ฟิฟตีเอม
 - กรณีที่มี Steam separator
 - เป็นตัวเลขที่คิดเทียบกับปริมาณน้ำชดเชย (Make-up water)

ตารางที่ 4.13 มาตรฐานน้ำป้อนหม้อไอน้ำที่มีความดันระดับต่างๆ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

Boiler feed water			
Drum pressure (psig)	Fe (พีพีเอ็ม)	Cu (พีพีเอ็ม)	Total hardness: CaCO ₃ (พีพีเอ็ม)
0-300	0.100	0.050	0.300
301-450	0.050	0.025	0.300
451-600	0.030	0.020	0.200
601-750	0.025	0.020	0.200
751-900	0.020	0.015	0.100
901-1,000	0.020	0.015	0.050
1,001-1,500	0.010	0.010	ND
1,501-2,000	0.010	0.010	ND

ตารางที่ 4.14 ปัญหาที่มักพบเมื่อติดตั้งปั๊มน้ำ (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 4.27)

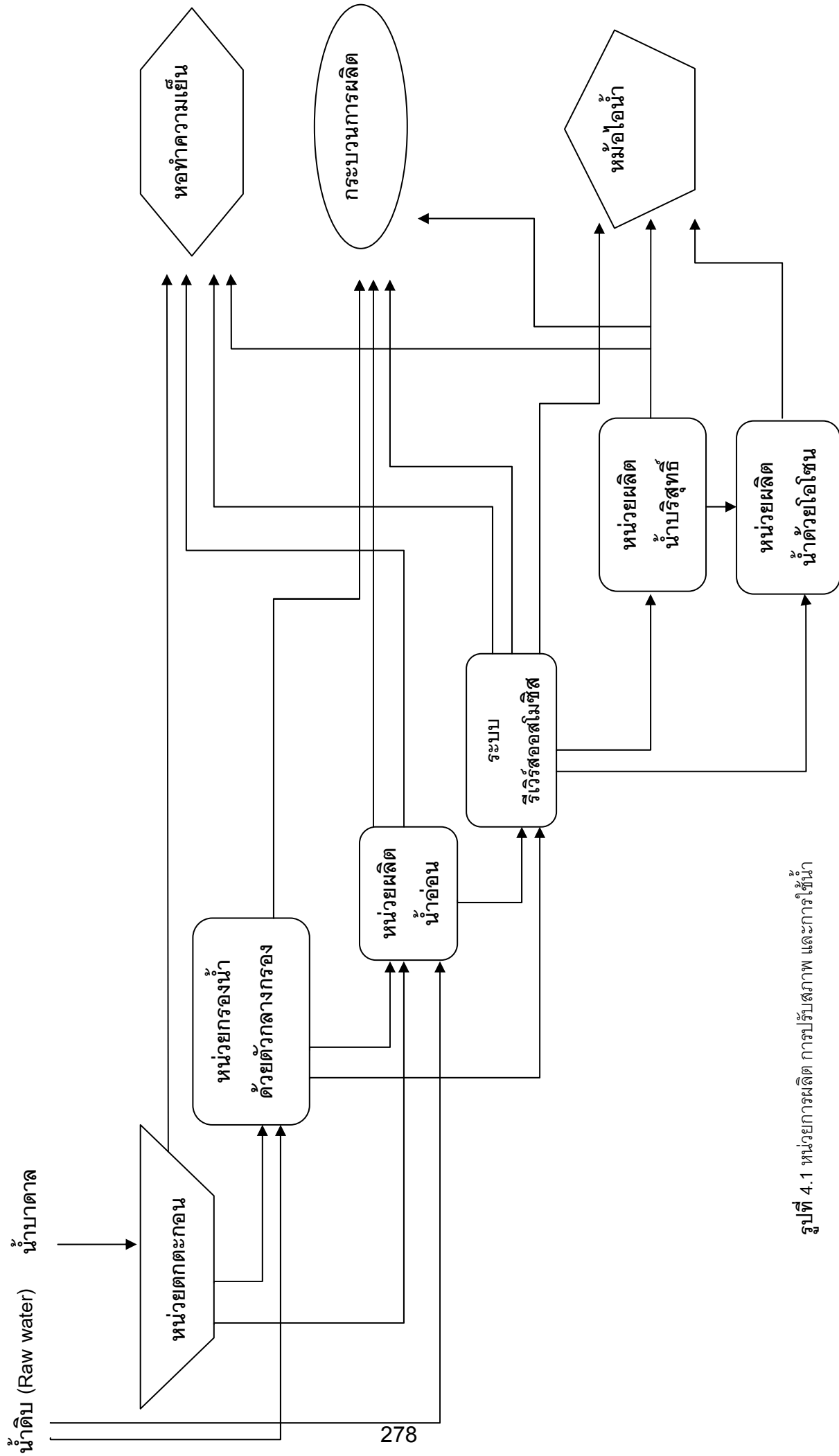
Substances in water	Process water		Boiler water			Cooling water		
	Industries affected	How affected	Deposits	Corrosion	Other	Deposits	Corrosion	Other
Hardness (Ca,Mg)	All Paper and textile Laundries	Scale and deposits Deposits on fibers Soap scum on fabrics	M	-	-	M	-	-
Alkalinity	Paper, textile, beverages	Destroys acid reagents, dyes, alum, flavors	-	M (1)	-	M	-	-
Dissolved solids	Electronics, utilities	Add to cost of making high-purity water	-	-	High blowdown	-	C	High blowdown
Suspended solids	All		M	-	-	M	M	
Dissolved oxygen	All		-	M	-	-	M	-
Carbon dioxide	All (3)		-	M (1)	-	-	-	Affects pH
Iron and manganese	All		M	-	-	M	-	-
Organic matter	Foods, beverages All		-	-	May cause foaming	-	-	May cause foaming
Silica	-	-	C	-	M (2)	C	-	-
Microorganisms	All		-	-		M	-	-

หมายเหตุ

M, major factor in problem; C, contributor to problem; - no significant effect; (1) in steam condensate system; (2) in steam turbine; (3) deep well water supply

ตารางที่ 4.15 กระบวนการและสารเคมีที่แนะนำสำหรับการบำบัดน้ำ (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 4.28)

Substances in water	Process used for removal	Chemical used
Hardness	Precipitation Ion exchange	Lime, soda ash, caustic, phosphate Salt, acid
Alkalinity	Precipitation Ion exchange Neutralization	Lime, gypsum Acid, salt Acid
Carbon dioxide	Precipitation Ion exchange Neutralization Degasification	Lime Caustic Lime, caustic None
Dissolved solids	Reverse osmosis Reduction by removal of separate components adding to dissolved solids	None None
Suspended solids	Coagulation, flocculation, sedimentation	Alum, aluminate, coagulant aids
Iron and manganese	Oxidation and filtration Precipitation Ion exchange	Chlorine, lime Lime, chlorine, air Salt, acid
Silica	Precipitation Ion exchange	Iron, salts, magnesia Caustic
Organic matter	Clarification Oxidation Adsorption	Alum, aluminate Chlorine Activated carbon
Oxygen	Degasification Reduction	None Sulfite, hydrazine
Microorganisms	Clarification Sterilization	Coagulants, coagulant aids Chlorine, sterilants, heat



รูปที่ 4.1 หน่วยการผลิต การปรับปรุงสภาพ และการใช้

4.4 หน่วยการผลิต การปรับสภาพ และการใช้น้ำสำหรับอุตสาหกรรม

การบูรณาการการผลิต การปรับสภาพ และการใช้น้ำในโรงงานอุตสาหกรรมสำคัญต่อมาตรฐานคุณภาพของน้ำที่ต้องการใช้ เช่น สำหรับใช้ผสมทำผลิตภัณฑ์ ใช้กับอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ใช้สำหรับอุปโภคบริโภค หรือใช้ในส่วนยูทิลิตี้ ดังได้กล่าวแล้วว่าแต่ละส่วนของกิจกรรมต้องการคุณภาพของน้ำที่ต่างกัน เช่น น้ำสำหรับหม้อไอน้ำต้องเป็นน้ำอ่อนที่มีคุณภาพดี หรือเป็นน้ำบริสุทธิ์ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสนิมภายในหม้อไอน้ำ และช่วยลดความถี่ของการไหลวนวนได้ การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบอย่างมีประสิทธิภาพในแง่ของการใช้น้ำที่มีคุณภาพเหมาะสม ช่วยให้ไม่เกิดปัญหาในกระบวนการผลิต สามารถลด break down ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ การใช้น้ำตามความจำเป็น การใช้น้ำซ้ำ หรือการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่อย่างเหมาะสมช่วยลดต้นทุนการผลิต ทั้งค่าน้ำ ค่าสารเคมีและการใช้พลังงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งลดการบำบัดน้ำทิ้ง

ส่วนนี้จะยกตัวอย่างลำดับของหน่วยปฏิบัติการที่ผลิตและปรับสภาพน้ำ ได้แก่ หน่วยตกตะกอน (Sedimentation unit) หน่วยกรองน้ำด้วยตัวกลางกรอง (Filtration unit) หน่วยผลิตน้ำอ่อน (Softener) ระบบรีเวิร์สออสโมซิส (Reverse osmosis) หน่วยผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralization unit) หน่วยบำบัดน้ำด้วยโอโซน (Ozonation unit) และอธิบายอุปกรณ์หลักที่จำเป็นต้องควบคุมคุณภาพของน้ำที่ใช้ คือ หม้อไอน้ำ ซึ่งใช้น้ำผลิตไอน้ำเพื่อให้ความร้อนในกระบวนการ หอทำความเย็น หอหล่อเย็น หรือหอผึ่งเย็น (Cooling tower) ซึ่งผลิตน้ำหล่อเย็นสำหรับควบคุมอุณหภูมิของเครื่องจักร กระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ ดังภาพรวมแสดงในรูปที่ 4.1

1) หน่วยตกตะกอน (Sedimentation unit) หรือหน่วยทำน้ำให้ใส (Clarification unit)

หน่วยตกตะกอน มีหน้าที่ทำให้ของแข็งแขวนลอย (Suspended solid: SS) ประเภทที่ตกตะกอนได้ และคอลลอยด์ (Colloids) ประเภทต่างๆ รวมถึงสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่ทำให้เกิดความขุ่นในน้ำ เช่น กรวดทราย โคลน เป็นต้น เกิดการตกตะกอน เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำออกไประดับหนึ่งก่อนเข้าสู่กระบวนการกรองต่อไป

กระบวนการในหน่วยตกตะกอนนี้ประกอบด้วย 1) กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) หรือกระบวนการการจับตัว 2) กระบวนการฟล็อกกูเลชัน (Flocculation) กระบวนการสร้างฟล็อก หรือกระบวนการรวมตะกอน และ 3) กระบวนการตกตะกอน (Sedimentation) ตามลำดับ

1.1 กระบวนการโคแอกกูเลชัน

อนุภาคคอลลอยด์ถือเป็นความขุ่นรูปแบบหนึ่งที่ปรากฏอยู่ในน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ พวกที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) เช่น เศษดินโคลนในน้ำ และพวกที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่ทำให้น้ำมีสี เนื่องจากคอลลอยด์เป็นอนุภาคนาโนขนาดเล็ก และมีแรงกระทำบนคอลลอยด์ทั้งแรงดูดและแรงผลัก จึงทำให้คอลลอยด์มีความเสถียรที่จะลอยตัวอยู่ในน้ำโดยไม่ตกตะกอน ดังนั้นต้องใช้กระบวนการโคแอกกูเลชันช่วยให้คอลลอยด์รวมตัวเป็นกลุ่มก้อนและตกตะกอน โดยการเติมสารโคแอกกูแลนต์ (Coagulants) เช่น สารส้ม ปูนขาว โซเดียมไฮดรอกไซด์ อะลูมิเนียมซัลเฟต เฟอริกคลอไรด์ และพอลิเมอร์ต่างๆ เป็นต้น เนื่องจากสารเคมีเหล่านี้จะแตกตัวในน้ำ เป็นไอออนของโลหะที่มีประจุบวก จึงช่วยลดแรงผลักระหว่างคอลลอยด์ด้วยการลดชั้นประจุไฟฟ้า (Diffused double layer) ที่ห่อหุ้มคอลลอยด์ หลังจากแรงผลักระหว่างคอลลอยด์ลดลงแล้ว

การกวนน้ำเพียงเล็กน้อยจะทำให้คอลลอยด์เข้าหากัน แล้วรวมตัวเป็นกลุ่มอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น เพราะการกวนจะช่วยให้สารโคแอกกูแลนต์กระจายตัวในน้ำและระหว่างอนุภาคได้ทั่วถึง ทำให้โอกาสที่อนุภาคจะรวมตัวกันมากขึ้น

1.2 กระบวนการฟล็อกคูเลชัน

กระบวนการนี้ประกอบด้วย การกวนเร็ว (Rapid mix หรือ Flash mix) และการกวนช้า (Slow mixing) เป็นกระบวนการที่ทำให้อนุภาคขนาดเล็กที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันแล้ว (Coagulated particles) ที่ยังแขวนลอยอยู่ในน้ำรวมเป็นกลุ่มใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากพอที่จะสามารถตกตะกอน (Settle) โดยใช้สารรวมตะกอน (Flocculants) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น พอลิเมอร์ พอลิอิเล็กโทรไลต์ (Polyelectrolyte) และมีประจุไฟฟ้าตรงข้ามกับอนุภาค โดยทั่วไปฟล็อกคูเลชันจะเกิดขึ้นในกระบวนการกวนช้า ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เรียกกลุ่มอนุภาคที่ตกตะกอนนี้ว่า ฟล็อก (Floc) แต่หากมีการกวนเร็วเกินไปจะเกิดแรงเฉือน (Shear force) ทำให้ฟล็อกแตกออกได้

การกวนเร็ว (Rapid mix หรือ Flash mix)

การกวนเร็วเป็นวิธีการผสมสารเคมีกับน้ำให้ทั่วถึงโดยเร็ว เพื่อทำให้เกิดภาวะความปั่นป่วน (Turbulent flow) ในน้ำ สารเคมีที่เติมลงไปจะกระจายตัวในน้ำได้อย่างสม่ำเสมอ ฟล็อกจะเกิดขึ้นทันทีที่สารเคมีสัมผัสกับน้ำ ถ้าการกวนเร็วเกิดขึ้นช้าเกินไป จะทำให้น้ำบางส่วนสัมผัสกับสารเคมีมากเกินไป ในขณะที่บางส่วนจะไม่สัมผัสกับสารเคมีเลย และถ้ากวนแรงเกินไป ฟล็อกที่เกิดขึ้นแล้วจะแตกออกเป็นคอลลอยด์อีก วิธีการกวนเร็วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม มีหลายแบบดังนี้

ก. การผสมโดยเครื่องสูบน้ำและท่อ

การผสมแบบนี้จะผสมสารเคมีกับน้ำได้ภายในเวลาไม่กี่วินาที ถ้าจะใช้ต้องตรวจสอบก่อนว่าวัสดุของเครื่องสูบน้ำ วาล์ว และท่อเหมาะสมกับสารเคมีที่ใช้

ข. การผสมโดยเวนตูรี (Venturi) หรืออีเจ็คเตอร์ (Ejector)

การผสมแบบนี้ต้องอาศัยการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow) ในอุปกรณ์ Ejector เพื่อช่วยในการผสม และต้องใช้ความดันของน้ำเข้าช่วยด้วย

ค. การผสมโดยเครื่องผสมติดกับที่ (Static mix)

เป็นเครื่องผสมกับที่เป็นชุดสำเร็จรูปที่มีผลิตขายโดยทั่วไป การผสมแบบนี้มีการสูญเสียความดัน (Head loss) สูง

ง. การผสมแบบใช้พลังงานเครื่องกล (Mechanical mix)

เครื่องกวนผสมแบบนี้นิยมใช้มากในระบบผลิตน้ำ เพราะสามารถคำนวณเวลาและพลังงานที่ใช้ในการกวนผสมได้โดยตรง

จ. การผสมโดยใช้อากาศหรือออกซิเจน (Air mix)

การกวนผสมแบบใช้อากาศนี้เหมาะสำหรับน้ำที่มีกลิ่น เนื่องจากมีแก๊สบางประเภทละลายอยู่ หรือน้ำที่มีเหล็กหรือแมงกานีสละลายอยู่ ซึ่งการเติมอากาศจะทำให้เกิดออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีสและตกตะกอน

การกวนช้า (Slow mix)

หลังจากเติมสารเคมีและการกวนเร็ว จะตามด้วยการกวนช้าเพื่อให้สารเคมีเกาะรวมตัวกับของแข็งแขวนลอยต่างๆ ให้เป็นก้อนอนุภาคหรือฟล็อกที่ใหญ่ขึ้น และทำให้เกิดการตกตะกอนได้เร็วขึ้น การให้พลังงานสำหรับการกวนต้องเหมาะสม เพราะมีผลต่อการรวมตัวและการแตกตัวของตะกอน รวมถึงการไม่ตกตะกอนตามที่ต้องการ และค่าพลังงานที่ต้องใช้ วิธีการกวนช้าเหมาะสำหรับการผลิตน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม นิยมใช้ 2 วิธี คือ การกวนด้วยพลังงานเชิงกล และการกวนด้วยอากาศ

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดการรวมตัวของฟล็อกเล็ก ๆ ให้เป็นฟล็อกหรือตะกอนขนาดใหญ่สำหรับการกวนช้า ได้แก่ จำนวนฟล็อกหรือความเข้มข้นของฟล็อกในน้ำ ปริมาตรของฟล็อกในน้ำ และความแรงของการกวนช้า

ข้อแนะนำสำหรับถังกวนช้า มีดังนี้

- 1) ต้องออกแบบช่องน้ำไหลเข้าและออกให้ดี เพื่อป้องกันการไหลลัดวงจร (Short circuiting) และไม่ให้เกิดตะกอนตก เพราะถ้าการไหลแรงจะทำให้แรงเฉือนมากเกินไป
- 2) ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านถังกวนช้าไม่ควรน้อยกว่า 0.5 ฟุตต่อวินาที และไม่ควรมากกว่า 1.5 ฟุตต่อวินาที และมีเวลาเก็บกักน้ำเพื่อให้เกิดตะกอนไม่น้อยกว่า 30 นาที
- 3) ใบพัดกวนต้องปรับความเร็วได้ มีความเร็วที่ปลายใบกวน (Peripheral speed) 0.5 – 2.5 ฟุตต่อวินาที
- 4) ถังกวนช้าและถังตกตะกอนควรอยู่ใกล้กันมากที่สุด

1.3 กระบวนการตกตะกอน

กระบวนการตกตะกอนเป็นแยกตะกอนออกจากน้ำโดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลก ความแตกต่างของขนาดตะกอน ความหนาแน่น หรือน้ำหนักที่แตกต่างกันระหว่างของแข็งแขวนลอยและน้ำ สำหรับความเร็วในการตกตะกอนหรือการจมตัว (Settling velocity) ขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น และความหนืดของของแข็งแขวนลอย โดยทั่วไปการตกตะกอนของของแข็งแขวนลอยสามารถแบ่งตามระดับความเข้มข้นและลักษณะของของแข็งแขวนลอยในน้ำได้ 4 แบบ ได้แก่ การตกตะกอนหรือการจมตัวแบบโดด (Discrete settling) การตกตะกอนหรือการจมตัวแบบสร้างฟล็อก (Flocculant settling) การตกตะกอนแบบเป็นชั้นหรือแบบหน่วง (Hindered settling หรือ Zone settling) และการตกตะกอนหรือการจมตัวแบบอัด (Compression settling)

- 1) การตกตะกอนหรือการจมตัวแบบโดดเป็นการตกตะกอนของอนุภาคที่ไม่สามารถจับตัวเป็นก้อนได้ เช่น การตกตะกอนของเม็ดกรวด หรือทรายขนาดต่างๆ
- 2) การตกตะกอนหรือการจมตัวแบบสร้างฟล็อกเป็นการตกตะกอนของของแข็งแขวนลอยที่สามารถจับตัวเป็นก้อนได้ หรือการจมตัวของอนุภาคที่รวมตัวกันเป็นฟล็อก เช่น การตกตะกอนของฟล็อก หรืออนุภาคที่ผ่านการโคแอกกูเลชัน ซึ่งจะจมตัวเร็วกว่าการจมตัวแบบโดด
- 3) การตกตะกอนแบบเป็นชั้นหรือแบบหน่วงเป็นการตกตะกอนของอนุภาคแขวนลอยที่มีความเข้มข้นในระดับปานกลางหรือสูง หรือการจมตัวของฟล็อกที่มีความเข้มข้นสูง มีการสะสมจากฟล็อกด้านล่าง ทำให้จมตัวยาก เช่น การตกตะกอนของระบบบำบัดน้ำแบบเอเอส (Activated sludge: AS)
- 4) การตกตะกอนหรือการจมตัวแบบอัดเป็นการตกตะกอนเมื่อมีตะกอนแขวนลอยระดับสูงมากในน้ำ มักเกิดขึ้นที่ก้นถังตกตะกอนจากการอัดตัวของอนุภาคตะกอนทับถมกันเนื่องจากน้ำหนัก หรือเป็นการจมตัวของ

ตะกอนชั้นในช่วงท้ายของการตกตะกอน ทำให้มีสัณฐานความเข้มข้นสูง การจมตัวของตะกอนจึงอัดทับ หรือกดลงบนตะกอนส่วนล่าง ความเร็วในการจมตัวในช่วงนี้จะช้ามาก

ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอน มีดังต่อไปนี้

1) ลักษณะเฉพาะของของแข็งแขวนลอย พวกทรายอัดแน่นและโคลนที่มีน้ำหนักจะตกตะกอนได้เร็วกว่าอนุภาคฟล็อกอื่นๆ ที่มีน้ำหนักเบา ประสิทธิภาพของโคแอกกูเลชันและฟล็อกคูเลชันขึ้นกับลักษณะการตกตะกอนของฟล็อก

2) ความเร็วหรืออัตราการไหลของน้ำที่จะเข้าถึงตกตะกอน

3) การจัดการทางเข้าและทางออกของน้ำของถังตกตะกอน ทางเข้าของถังตกตะกอนควรกระจายน้ำที่เข้ามาให้เต็มพื้นที่หน้าตัดของถังตกตะกอน เพื่อให้เกิดกระจายอย่างสมบูรณ์ช่วยให้การตกตะกอนได้ดี ส่วนทางออกของถังตกตะกอนควรเก็บน้ำจากพื้นผิวได้อย่างเท่าๆ กัน

4) การลัดวงจรจะเกิดเมื่อน้ำบางส่วนที่เข้าไปในถังตกตะกอนเร็วกว่าส่วนที่เหลือ ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการตกตะกอนลดลง หรือตะกอนแตกได้

5) อุณหภูมิของน้ำ การตกตะกอนในน้ำเย็นเกิดได้ช้า

6) ระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอน

1.4 ปัญหาที่พบในหน่วยตกตะกอนและวิธีการแก้ไข

ปัญหาที่พบมากในกระบวนการโคแอกกูเลชัน ฟล็อกคูเลชัน และตกตะกอน เช่น

1.4.1 ประสิทธิภาพของการรวมตัวและการตกตะกอนของฟล็อกต่ำ ส่วนใหญ่มีสาเหตุดังต่อไปนี้

1) การกระจายตัวของสารโคแอกกูแลนต์ที่ช่วยการเกาะตัวของฟล็อกในระหว่างการกวนเร็วไม่ดี แก้ไขโดยเพิ่มความเร็วของอุปกรณ์ที่ใช้ในการกวนเร็ว แต่ต้องไม่เร็วจนทำให้เกิดแรงเฉือนเพราะฟล็อกจะแตกตัวได้

2) ระยะเวลาในการกวนเร็วนานเกินไป ทำให้ฟล็อกแตกตัว แก้ไขโดยลดระยะเวลาในการกวนเร็ว (ส่วนมากใช้ 15 ถึง 60 วินาที)

3) ปริมาณของสารโคแอกกูแลนต์น้อยเกินไป ดังนั้นต้องคำนวณค่าที่เหมาะสมด้วยวิธี Jar test

4) ความขุ่น สี ความเป็นด่างและอุณหภูมิของน้ำดิบเปลี่ยนแปลง แก้ไขโดยการปรับปริมาณสารโคแอกกูแลนต์เพื่อช่วยการเกาะตัวของฟล็อกและเติมโซเดียมคาร์บอเนตเพื่อปรับค่าความเป็นด่างและค่าความเป็นกรด-เบส

1.4.2 ประสิทธิภาพของการตกตะกอนต่ำ

แม้ว่าการเกาะตัวของฟล็อกด้วยสารโคแอกกูแลนต์ในกระบวนการฟล็อกคูเลชันสูง แต่ประสิทธิภาพของการตกตะกอนอาจต่ำ ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากความเร็วของน้ำในกระบวนการสูงเกินไป แก้ไขโดยใช้ความเร็วไม่เกิน 0.3 เมตรต่อวินาที

1.4.3 ฟล็อกไม่ตกตะกอน มีสาเหตุจาก

1) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำดิบซึ่งมีผลต่อการเกาะตัวของฟล็อก แก้ไขโดยการเติมสารโคแอกกูแลนต์ในปริมาณตามวิธี Jar test และเติมสารช่วยโคแอกกูแลนต์ประเภทพอลิเมอร์เพื่อทำให้เกิดการตกตะกอนมากขึ้น

2) ความเร็วของความเร็วของอุปกรณ์ที่ใช้ในการกวนช้าต่ำหรือสูงเกินไป ดังนั้นต้องทดลองปรับความเร็วเพื่อหาค่าที่เหมาะสม

1.4.4 สลัดจ์ลอยตัวเหนือผิวน้ำ (Sludge rising) ในถังสร้างฟล็อก (Flocculating tank) มีสาเหตุจาก

- 1) การสะสมและการลอยตัวของสลัดจ์จะขัดขวางการตกตะกอนของฟล็อก แก้ไขโดยการกำจัดและเพิ่มความถี่ในการกำจัดสลัดจ์ส่วนเกินออกจากถังสร้างฟล็อก
- 2) สลัดจ์ติดเชื้อมีแบคทีเรีย แก้ไขโดยการเติมคลอรีน หรือตัวออกซิไดส์ (Oxidant) เพื่อป้องกันการเกาะตัวของเชื้อแบคทีเรียกับสลัดจ์ และหมั่นกรองสลัดจ์ที่ติดเชื้อมีแบคทีเรียออกจากถังสร้างฟล็อก
- 3) มีของแข็งอินทรีย์ (Organic solids) ปนอยู่ในน้ำดิบมากเกินไป แก้ไขโดยเพิ่มปริมาณสารโคแอกกูแลนต์ และปรับค่าความเป็นกรด-เบสในกระบวนการโคแอกกูเลชันเพื่อเพิ่มความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ต่างๆ และเพิ่มความถี่ในการกำจัดสลัดจ์

2) หน่วยกรองน้ำด้วยตัวกลางกรอง (Filtration unit)

การกรองเป็นกระบวนการทางกายภาพและทางเคมีสำหรับแยกและกำจัดของแข็งแขวนลอย คอลลอยด์ เช่น แมงกานีสและเหล็กที่ถูกออกซิไดส์แล้ว และจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส น้ำที่มีสารแขวนลอยของตะกอนที่เกิดจากกระบวนการโคแอกกูเลชันและฟล็อกกูเลชันจะไหลเข้ากระบวนการกรองผ่านช่องว่างของตัวกลางกรอง (Filter media) ที่จะดักจับสารต่างๆ ไว้ น้ำผิวดินที่มีลักษณะค่อนข้างใส (ปริมาณของแข็งแขวนลอยต่ำกว่า 10 mg/L) หลังจากผ่านการกวนเร็วและกวนช้าในกระบวนการตกตะกอนแล้ว แต่ยังมีของแข็งแขวนลอย จะถูกนำมาผ่านหน่วยกรองน้ำด้วยตัวกลางกรองได้โดยตรง สำหรับน้ำใต้ดินที่มีของแข็งแขวนลอยต่ำมาก สามารถผ่านหน่วยกรองน้ำด้วยตัวกลางกรองโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการตกตะกอนก็ได้ หลังจากกำจัดของแข็งแขวนลอยด้วยการกรองแล้ว น้ำที่ยังมีสี กลิ่น และรส จะผ่านการกรองด้วยตัวดูดซับ กล่าวได้ว่าหน่วยกรองน้ำด้วยตัวกลางกรอง มีหน้าที่กรองเพื่อกำจัดของแข็งแขวนลอย และการกรองเพื่อดูดซับสี กลิ่น และรส

2.1 การกรองเพื่อกำจัดของแข็งแขวนลอย

ตัวกลางกรองที่เรียงตัวเป็นชั้นกรองมีหน้าที่ดักของแข็งแขวนลอยต่างๆ ให้ตกค้างบนตัวกลางกรอง ส่วนอนุภาคหรือตะกอนเล็กๆ จะแทรกผ่านเข้าไปในช่องว่างของชั้นกรองและช่วยทำหน้าที่เป็นตัวกรองอนุภาคเล็กๆ อื่นๆ ต่อไป ถ้าปริมาณอนุภาคเล็กๆ ที่เข้าไปในช่องว่างของตัวกลางกรองเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นชั้นสะสมบนพื้นผิวของตัวกลางกรอง จะทำให้อัตราการไหลผ่านตัวกลางกรองลดลง ทำให้ต้องใช้แรงดันในการกรองสูงขึ้นเพื่อต้านการสูญเสียความดัน จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของการกรองต่ำลง จนหมดความสามารถในการกรอง จึงต้องทำความสะอาดตัวกลางกรอง หรือเปลี่ยนตัวกลางกรองใหม่ เพื่อให้ตัวกลางกรองสามารถกลับมากรองสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1 ตัวกลางกรอง (Filter media)

- 1) ขนาดของตัวกลางกรอง สำคัญต่อประสิทธิภาพของการกรอง ซึ่งถูกกำหนดไว้ดังต่อไปนี้
 - Effective size (ES) คือ ขนาดของตัวกลางกรองที่ผ่านขนาดตะแกรงร่อนที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ท ร า ย กรองมี ES = 0.6 มม. หมายถึง ทรายนที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาดรูเปิด 0.6 มม. ปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ขนาดเล็กกว่า 0.6 มม.) และไม่ผ่านตะแกรงร่อน 90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ขนาดใหญ่กว่า 0.6 มม.)
 - Uniformity coefficient (UC) คือ ความสม่ำเสมอของตัวกลางกรอง หรือดัชนีที่ใช้ในการวัดขนาดของตัวกลางกรอง เพื่อให้มีขนาดเล็กใหญ่ใกล้เคียงกัน เป็นอัตราส่วนระหว่างตะแกรงร่อน (มิลลิเมตร) กับ ES ที่ยอมให้ตัวกลางกรองผ่าน 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ค่า UC ต่ำ หมายถึง ขนาดของตัวกลางกรองจะใกล้เคียงกัน

มาก ยกตัวอย่างเช่น ทราयरกรองมีขนาด ES เท่ากับ 0.6 มม. และ UC เท่ากับ 1.2 ขนาดตะแกรงจึงจะเท่ากับ 0.72 มม. แสดงว่าขนาดทรายที่ใช้กรองจะอยู่ระหว่าง 0.6 - 0.8 มม.

2) สมบัติของตัวกลางกรองหรือสารกรองที่ดี ควรมีสมบัติดังนี้

- ป้องกันไม่ให้สารแขวนลอย (Suspended matter) ไหลผ่านตัวกลางกรองได้
- สามารถดักจับตะกอนหรืออนุภาคแขวนลอยไว้ได้มากที่สุดอย่างพอเหมาะ โดยไม่อุดตันได้ง่ายและสะดวกในการล้างกลับ

3) ชนิดของตัวกลางกรอง สารที่นำมาใช้เป็นตัวกลางกรองมีอยู่หลายชนิด เช่น

- ทรายซิลิกา เป็นตัวกลางกรองที่นิยมใช้มากที่สุด เป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด ความถ่วงจำเพาะ 2.6 เมื่อแช่ในกรดเกลือ 40 wt% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะสูญเสียน้ำหนักได้ไม่เกิน 5 % ปกติจะมีขนาด ES ระหว่าง 0.4 – 0.6 มม. และ UC ระหว่าง 1.2 – 1.7 มม. ในการกรองเร็ว ความหนาของชั้นทรายทั่วไปที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 450 – 900 มม.

- แอนทราไซต์ (Antracite) ขนาดที่ใช้จะมี ES ระหว่าง 0.7 – 1.1 มม. และ UC น้อยกว่า 1.75 ความถ่วงจำเพาะ 1.4 ถ้าใช้แอนทราไซต์เป็นสารกรองอย่างเดียว (Mono-medium) ความหนาของชั้นกรองควรอยู่ประมาณ 450 – 750 มม. โดยทั่วไปจะใช้เป็นตัวกลางกรองคู่ (Dual media) ร่วมกับทรายซิลิกา โดยแอนทราไซต์จะอยู่ชั้นบน และทรายซิลิกาอยู่ด้านล่าง มีความหนาประมาณ 450 – 600 มม. และ 300 – 450 มม. ตามลำดับ เป็นการกรองแบบ Depth filtration คือ ยอมให้ของแข็งแขวนลอยแทรกเข้าไปในชั้นสารกรอง การใช้แอนทราไซต์ร่วมกับทรายซิลิกาจะทำให้ราคาตัวกลางกรองถูกลง และยังสามารถกรองได้นานกว่าเมื่อเทียบกับการกรองน้ำด้วยทรายซิลิกาอย่างเดียว เหมาะกับการกรองน้ำที่ผ่านกระบวนการปูน-โซดาอ่อน (Hot-lime softening) เพราะเมื่อใช้ทรายซึ่งเป็นสารซิลิกาจะช่วยเพิ่มปริมาณซิลิกาในน้ำ

- ทรายเขียว (Garnet) มีความถ่วงจำเพาะ 4.2 ราคาค่อนข้างแพง มี ES ระหว่าง 0.4 – 0.6 มม. และ UC ระหว่าง 1.2 – 1.7 โดยปกติจะใช้ร่วมกับทรายและแอนทราไซต์เป็นแบบ Multi-media โดยให้แอนทราไซต์อยู่ชั้นบนสุดตามด้วยชั้นทรายซิลิกา และชั้นทรายเขียวอยู่ล่างสุด เป็นการกรองแบบ Depth filtration

- การใช้ตัวกลางกรองต่างชนิดรวมกันจะเพิ่มประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกรอง เมื่อเวลาผ่านไป สิ่งสกปรกจะอุดตันทำให้สูญเสียพลังงานในการปฏิบัติงาน จึงต้องล้างกลับ (Back wash) เพื่อทำความสะอาดตัวกลางกรอง ถ้าขนาดของตัวกลางกรองที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการล้างกลับ เพราะตัวกลางกรองแต่ละชนิดมีความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างกัน

การกรองผ่านตัวกรองประกอบด้วย

1) การกรองเร็ว (Rapid filtration) นิยมใช้ในการกรองน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

2) การกรองช้า (Slow filtration) นิยมใช้ในการผลิตน้ำประปา และต้องใช้พื้นที่มากเพียงพอสำหรับติดตั้งถังกรอง เนื่องจากเป็นการกรองที่มีอัตราการกรองต่ำ คุณภาพน้ำที่ได้จากการกรองช้าจะได้น้ำที่ใสพอสมควรสามารถใช้กรองน้ำที่มีความขุ่นต่ำได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านหน่วยตกตะกอน

2.2 การกรองเพื่อดูดซับสี กลิ่น และรส

สี รส กลิ่น สารสลายตัวได้ (Volatile organic compound, VOCs) และยาปราบศัตรูพืช และยาฆ่าแมลงต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ ไม่สามารถจะกรองออกได้ด้วยตัวกลางกรองที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่จะต้องใช้คาร์บอนกัมมันต์ (Activated carbon) เป็นตัวกลางกรอง สี เกิดขึ้นจากสีของธาตุหรือไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น เหล็ก และ

แมงกานีส หรืออาจจะเกิดจากสารอินทรีย์บางชนิด เช่น กรด Humic กรด Furic รวมทั้งสารละลายจากพืชบางชนิด น้ำเสียจากอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้เกิดสีในน้ำเช่นกัน ความขุ่น (Turbidity) ก็ทำให้เกิดสี แต่จะไม่ใช่สีที่แท้จริง (Apparent color) การวัดสีใช้หน่วย TCU (True color unit) กลิ่น และรส เกิดจากสารละลายแปลกปลอม และ สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค เช่น คลอรีน แอมโมเนีย

คาร์บอนกัมมันต์ ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพสูง มีลักษณะเป็นเม็ด (Granular activated carbon, GAC) คาร์บอนกัมมันต์ ผลิตด้วยการเผาวัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอนโดยไม่มีอากาศจนเหลือแต่คาร์บอน แล้วทำการกระตุ้น (Activation) ด้วยไอน้ำ ทำให้เกิดรูพรุนขึ้นภายในและเพิ่มพื้นที่สำหรับการดูดซับโมเลกุลของสารที่ทำให้เกิดสี กลิ่น และรส โดยทั่วไปคาร์บอนกัมมันต์มีพื้นที่ผิวภายในประมาณ 600 – 1,400 ตารางเมตรต่อกรัม ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ ทำคาร์บอนกัมมันต์ เช่น ไม้ ถ่านหิน กะลามะพร้าว กากขานอ้อย ชีล้อย

2.3 ประสิทธิภาพของการกรองที่เกี่ยวข้องกับการลดน้ำที่ใช้

ประสิทธิภาพของการกรองขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.3.1 การเตรียมน้ำก่อนเข้ากรอง

หากน้ำดิบที่จะเข้ากรองมีความขุ่นน้อย หรือได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นบ้าง นอกจากจะช่วยให้ ประสิทธิภาพของการกรองเพิ่มขึ้น เพราะเกิดการอุดตันช้า ยังทำให้ช่วงเวลาที่ใช้งานกรองนานขึ้นก่อนที่จะ ทำการล้างกลับ จึงลดการใช้น้ำล้างได้ แต่ถ้าน้ำที่เข้ากรองมีความขุ่นมากเกินไป เครื่องกรองจะอุดตันเร็ว อายุของตัวกลางกรองจะสั้น และน้ำที่ผ่านการกรองยังมีความขุ่นสูงกว่ามาตรฐาน เพราะความขุ่นบางส่วน ในน้ำดิบจะเล็ดลอดออกมากับน้ำกรองได้

2.3.2 วิธีการทำความสะอาดตัวกลางกรอง

การทำความสะอาดหรือล้างตัวกลางกรองเพื่อไล่ตะกอนหรืออนุภาคที่ถูกตัวกลางกรองดักจับไว้ ให้ออกไปกับน้ำล้าง ใช้น้ำล้างกลับไหลสวนทางกับทิศทางการกรองแล้ว ถ้าเป็นเครื่องกรองที่มีขนาดใหญ่หรือ มีอัตราการกรองสูง ในการล้างกลับมักใช้อัตราการไหล 5 – 8 เท่าของอัตราการกรอง ซึ่งต้องใช้น้ำปริมาณมากเพื่อ ล้างกลับ และต้องสร้างถังบรรจุน้ำสำรองขนาดใหญ่ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นเพื่อประหยัดปริมาณน้ำล้างกลับ จึงนิยมใช้อากาศเป่ากวนให้ชั้นตัวกลางกรองทรายขยับตัวและปล่อยอนุภาคและตะกอนต่างๆ ที่ดักเอาไว้ออกมา แล้วจึงใช้น้ำล้างไล่ตะกอนต่างๆ ออกไปกับน้ำ

2.3.3 พิกัดการสูญเสียความดัน (Head loss) ของเครื่องกรอง

ควรเลือกเครื่องกรองที่มีพิกัดการสูญเสียความดันสูง เพราะมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง สามารถ กรองได้ในระยะเวลาอันยาวนานจนกว่าจะถึงจุดที่มีความขุ่นรั่วไหลออกมา (Break through)

2.3.4 ขนาดของตัวกลางกรองทราย

ตัวกลางกรองที่ดีจะต้องมี Effective size และ Uniformity coefficient ที่เหมาะสมดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ตัวกลางกรองทรายที่ดีจะต้องมี UC ใกล้ 1.5 และไม่ควรมากเกิน 2 ส่วน ES จะบอกถึงความหยาบและละเอียดของ ขนาดของตัวกลางกรอง ถ้าหากตัวกลางกรองมีขนาดเม็ดใหญ่ โอกาสที่อนุภาคและตะกอนจะแทรกเข้าไปในชั้น ของตัวกลางกรองได้ลึกโดยมีความดันสูญเสียต่ำก็มาก แต่ถ้าขนาดของตัวกลางกรองใหญ่เกินไป ตะกอนและ อนุภาคที่ทำให้เกิดความขุ่นจะเล็ดลอดออกมากับน้ำกรองได้ง่าย

2.3.5 ความเร็วในการกรอง (Speed of filtration)/ อัตราเร็วในการกรอง (Filtration rate)

ความเร็วในการกรองไม่มีผลต่อคุณภาพของน้ำที่ผ่านการกรอง แต่มีผลต่อระยะเวลาในการกรอง เพราะสัมพันธ์กับปริมาณความขุ่นที่ไปกับน้ำ และมีผลต่อความดันสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากความเสียดทานระหว่างน้ำไหลผ่านเม็ดตัวกลางกรอง

2.3.6 ความสามารถในการดักจับตะกอน (Solid holding capacity)

ความสามารถในการดักจับตะกอนเป็นความสามารถที่ชั้นตัวกลางกรองจะดักจับอนุภาคและตะกอนไว้ได้โดยมีความดันสูญเสียคงที่ค่าหนึ่งในขณะใช้งาน ความสามารถในการดักจับตะกอนขึ้นกับชนิดและลักษณะการเรียงตัวของชั้นตัวกลางกรอง และทิศทางการไหลของน้ำ ความสามารถนี้จะลดลงหากมีตะไคร่น้ำหรือเมือกที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จับบนเม็ดตัวกลางกรอง เพราะช่องว่างระหว่างเม็ดตัวกลางกรองจะลดลง

2.4 ปัญหาที่พบในการกรองด้วยตัวกลางกรองและทำให้การล้างกลับบ่อยขึ้น

2.4.1 การอุดตันผิวหน้าของตัวกลางกรอง

ถ้าตัวกลางกรองมีขนาดเล็กและตะกอนแขวนลอยมีความเหนียวมากจนแตกสลายยาก การแทรกตัวของฟล็อกเข้าไปในตัวกลางกรองจะเกิดได้น้อย จึงตกค้างอยู่บนผิวหน้าของตัวกลางกรองและเกิดการอุดตันทำให้ระยะเวลาการกรองสั้นลง ต้องล้างกลับถี่ขึ้น การอุดตันนี้จะลดลงได้เมื่อใช้ตัวกลางกรองผสมหรือตัวกลางกรองคู่ เนื่องจากช่องว่างในชั้นกรองจะมากกว่า

2.4.2 ระยะเวลาการกรองสั้น เนื่องจากมี Head loss เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เมื่อน้ำที่ส่งเข้ากรองมี Solids loading สูง คือ มีความขุ่นสูงกว่าปกติมาก เครื่องกรองจะสูญเสียความดัน (Head loss) เร็ว เพราะความสามารถในการดักจับตะกอนของชั้นตัวกลางกรองยังเท่าเดิม ดังนั้นชั้นตัวกลางกรองจึงอุดตันเร็วขึ้น ทำให้ระยะเวลาการกรองสั้นและต้องล้างกลับถี่ขึ้น ตะไคร่น้ำหรือเมือกที่จับบนตัวกลางกรองก็ทำให้ชั้นของตัวกลางกรองเกิดความดันสูญเสียเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

2.4.3 น้ำที่กรองมีความขุ่นติดออกมา

ถ้าบางครั้งตะกอนแทรกตัวเข้าไประหว่างชั้นของตัวกลางกรองมากเกินไป มีโอกาสที่ตะกอนจะหลุดไปกับน้ำที่ผ่านการกรองแล้ว ทำให้คุณภาพของน้ำที่ได้ต่ำกว่ามาตรฐาน และอายุการใช้งานตัวกลางกรองสั้น แก้ปัญหานี้ได้โดยเปลี่ยนชนิดของตัวกลางกรองให้เหมาะสมกับสภาพการกรอง

2.4.4 การอุดตันเฉพาะแห่ง (Clogging) บนผิวหน้าของชั้นตัวกลางกรอง

ในกรณีที่ทำความสะอาดตัวกลางกรองไม่ได้ดีพอ ตะกอนต่างๆ ที่ถูกดักไว้บนผิวของตัวกลางกรองซึ่งมีสภาพเป็นก้อนโคลนหรือเศษดิน (Mud balls) จะรวมตัวเป็นกลุ่มก้อนใหญ่ขึ้น เมื่อทำการล้างกลับตะกอนเหล่านี้ อาจแทรกตัวจมอยู่ในชั้นตัวกลางกรอง และทำให้ตัวกลางกรองเกิดการอุดตันเฉพาะแห่ง จนชั้นของตัวกลางกรองหดตัวและแตกออก ในขณะเดียวกันก็เกิดความดันสูญเสียเพิ่มขึ้นด้วย

การใช้เครื่องกรองควรรักษาปริมาตร Mud balls ให้น้อยกว่าร้อยละ 0.1 เสมอ หากเกินกว่าร้อยละ 0.2 ต้องแก้ไขโดยการล้างทำความสะอาดตัวกลางกรอง และใช้อัตราการไหลของการล้างกลับสูง

2.4.5 ตัวกลางกรองทรายรั่วไหลไปกับน้ำกรอง

ถ้าชั้นกรวดที่รองรับชั้นตัวกลางกรองทรายเป็นการเคลื่อนที่หรือมีขนาดเล็กลง อาจเกิดการสูญเสียตัวกลางกรองทรายหลุดปนไปอยู่ในชั้นกรวด และรั่วไหลออกไปกับน้ำกรอง คุณภาพของน้ำที่ได้จึงอาจต่ำกว่ามาตรฐาน การแก้ไขต้องหากกรวดที่มีขนาดเหมาะสมมารับชั้นตัวกลางกรองทราย

2.4.6 การสูญเสียตัวกลางกรอง

สำหรับตัวกลางกรองที่มีชั้นบนสุดเป็นชั้นของแอนทราไซต์หรือคาร์บอนกัมมันต์ที่มีน้ำหนักเบา ถ้าอัตราการไหลของน้ำล้างกลับสูง ชั้นตัวกลางกรองจะขยายตัวมากจึงมีโอกาสที่ตัวกลางกรองจะหลุดไปกับน้ำล้างกลับ การแก้ไขจะต้องเพิ่มระยะห่างระหว่างระดับบนสุดของชั้นตัวกลางกรองที่ขยายตัวให้มากขึ้นคือห่างจากท่อนบนสุดของถังกรองมากยิ่งขึ้น หรือลดอัตราการล้างกลับลง และใช้อากาศช่วยเป่ากวนในขณะล้างกลับ 1 – 2 นาที

3) หน่วยผลิตน้ำอ่อน (Softener)

ความกระด้างของน้ำเกิดจากการละลายเจือปนของกลุ่ม Alkaline earth metals ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไอออนของโลหะ เช่น ไอออนแคลเซียม (Ca^{2+}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) เหล็กเฟอรัส (Fe^{2+}) และแมงกานีส (Mn^{2+}) ระดับของความกระด้างของน้ำได้กล่าวแล้วข้างต้น น้ำที่มีความกระด้างระดับปานกลางขึ้นไปตั้งแต่ 75 – 150 พีพีเอ็มในรูป CaCO_3 จะสร้างปัญหาให้กระบวนการผลิต เช่น เกิดฟาวลิงในหม้อไอน้ำ ทำให้ท่อของหม้อไอน้ำอุดตัน โดยทั่วไปวิธีการกำจัดความกระด้างมี 2 วิธี คือ

1) ใช้สารเคมีทำปฏิกิริยากับความกระด้างเพื่อตกเป็นตะกอน (Precipitate) วิธีนี้สามารถลดความกระด้าง ความเป็นด่าง ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และซิลิกา วิธีการใช้สารเคมีทำปฏิกิริยาประกอบด้วย

ก. กระบวนการปูน – โซดาเย็น (Cold lime-soda process) ใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

ข. กระบวนการปูน – โซดาร้อน (Hot lime-soda process) นิยมใช้ลดความกระด้างของน้ำสำหรับหม้อไอน้ำขนาดความดัน 600 – 1,200 psi

2) ใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Ion exchange resin) ซึ่งสามารถกำจัดความกระด้างจากกรด (Free mineral acidity: FMA) เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก และความเป็นด่างรูปแบบอื่นๆ รวมทั้งของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

3.1 หน่วยผลิตน้ำอ่อนด้วยการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซิน

(Ion exchange resin)

น้ำอ่อน คือ น้ำที่ถูกลดความกระด้างไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมแล้ว แต่ยังคงเหลือไอออนอื่นๆ การกำจัดความกระด้างด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินอาจใช้เรซินแบบแผ่น แบบของเหลว และแบบเม็ด (Beads) ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะการใช้เรซินแบบเม็ดเท่านั้น เรซินรุ่นใหม่เป็นเรซินแบบสังเคราะห์จากพอลิเมอร์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโคพอลิเมอร์ของสไตรีนและไดไวนิลเบนซีน (Divinyl benzene) มีประสิทธิภาพในการกำจัดความกระด้างสูง สมบัติเด่นของการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซิน คือ สามารถนำเรซินกลับมาใช้งานใหม่ได้หลังจากเกิดการแลกเปลี่ยนประจุจนเรซินหมดสภาพ โดยการฟื้นฟูสภาพ หรือล้างคืนประจุ (Regeneration) ด้วยสารฟื้นฟูสภาพ (Regenerant)

3.2 ชนิดของการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซิน

3.2.1 การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุบวก (Cation exchange resin) แบ่งออกเป็น

1) การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุบวกชนิดโซเดียม (Sodium cation resin)

Active group ของเรซินชนิดนี้เป็นหมู่ซัลโฟนิค (SO_3^-) รวมตัวกับไอออนโซเดียม (Na^+) ที่อยู่ในรูป SO_3Na ไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมจะแลกเปลี่ยนประจุกับไอออนโซเดียม และถูกเรซินจับไว้ ส่วนไอออนโซเดียมจะถูกปล่อยออกมา ทำให้ความกระด้างของน้ำลดลง การล้างคืนประจุเรซินชนิดนี้ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์

2) การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุบวกชนิดกรดแก่ (Strong acid hydrogen cation resin)

Active group ของเรซินชนิดนี้เป็นไอออนลบของกรดแก่ (R^- เช่น Cl^- หรือ R^{2-} เช่น SO_4^{2-}) รวมตัวกับไอออนไฮโดรเจน ไอออนแคลเซียมและไอออนแมกนีเซียมจะแลกเปลี่ยนประจุกับไอออนไฮโดรเจน เรซินจะจับไอออนแคลเซียมและไอออนแมกนีเซียมไว้ และปล่อยไอออนไฮโดรเจนออกมา ทำให้ความกระด้างของน้ำลดลง การล้างคืนประจุเรซินชนิดนี้ใช้กรดแก่ เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก

3) การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุบวกชนิดกรดอ่อน (Weak acid hydrogen cation resin)

Active group ของเรซินชนิดนี้เป็นไอออนลบของกรดอ่อน เช่น หมู่คาร์บอกซิลิก (COOH) การแลกเปลี่ยนประจุคล้ายกับการแลกเปลี่ยนประจุของเรซินชนิดกรดแก่ แตกต่างกันที่เมื่อมีการแลกเปลี่ยนแล้ว ถ้าเกิดกรดแก่ ปฏิกิริยาจะผันกลับได้ (Reversible reaction) ดังนั้นจึงมีโอกาสที่ความกระด้างจะกลับคืนได้ แต่ถ้าเกิดกรดอ่อน ปฏิกิริยาจะผันกลับไม่ได้ (Irreversible reaction) การล้างคืนประจุเรซินชนิดนี้ใช้กรดไฮโดรคลอริก หรือกรดซัลฟิวริก

3.2.2 การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุลบ (Anion exchange resin) แบ่งออกเป็น

1) การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุลบชนิดต่างแก่ (Strong base anion resin) เรซินชนิดนี้มี 2 ชนิด คือ

- Type I มี Active group เป็น Quarternary ammonium และ Methyl group มีเสถียรภาพสูงและสามารถกำจัดสารซิลิกาได้ดี

- Type II มี Active group เป็น Quarternary ammonium และ Methyl group กับ Ethanol group กำจัดสารซิลิกาได้ดีไม่เท่าเรซิน Type I

การล้างคืนประจุของเรซินนี้จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่านั้น สามารถใช้เรซินชนิดนี้ร่วมกับเรซินประจุบวกเพื่อผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Demineralized water) ได้

2) การแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้เรซินประจุลบชนิดต่างอ่อน (Weak base anion resin)

เรซินชนิดนี้มี Active group เป็นพอลิเอมีน (Polyamine) การแลกเปลี่ยนประจุจะเกิดขึ้นกับไอออนลบของกรดแก่เท่านั้น เช่น คลอรีน ซัลเฟต และไนเตรต จะไม่แลกเปลี่ยนประจุกับกรดอ่อน เช่น คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต การล้างคืนประจุของเรซินชนิดนี้ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) เรซินชนิดนี้สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเกลือคาร์บอเนตได้โดยการล้างคืนประจุด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต แต่ไม่สามารถแลกเปลี่ยนประจุกับซิลิกาได้

ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของหน่วยผลิตน้ำอ่อนโดยใช้เรซินประจุบวกชนิดโซเดียม (Sodium cation resin)

1) การกรองกำจัดความกระด้าง (Softening cycle) ปล่อน้ำกระด้างให้ไหลผ่านชั้นของเรซินประจุบวกชนิดโซเดียม เมื่อเกิดการเปลี่ยนประจุจะได้น้ำอ่อนออกจากถัง

2) การล้างกลับ (Back wash) เมื่อเรซินหมดสภาพในการแลกเปลี่ยนประจุ จะล้างกลับชั้นเรซินเพื่อไล่ของแข็งแขวนลอยที่ติดอยู่บนผิวหน้าของเรซิน โดยให้น้ำไหลเข้าทางด้านล่างของถังในทิศสวนทางกับทิศของการกรองน้ำ แล้วปล่อน้ำทิ้งออกทางด้านบนของถัง การล้างกลับควรมีอัตราการไหลเพียงพอที่จะทำให้ชั้นเรซินขยายตัว (Bed expansion) ประมาณ 50 – 80 % เพื่อไล่ของแข็งแขวนลอยที่ติดอยู่ออกไป น้ำที่ใช้ล้างกลับอาจเป็นน้ำดิบหรือน้ำอ่อนก็ได้

3) การล้างคืนประจุ (Regeneration) หลังการล้างกลับจะให้น้ำออกมีระดับอยู่เหนือชั้นเรซินพอประมาณ และใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 8 – 20 wt% ไหลผ่านชั้นเรซิน ประมาณ 15 - 30 นาที หลังจากนั้นจะปล่อน้ำไหลผ่านอีกประมาณ 15 – 30 นาที เพื่อไล่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ค้างอยู่ออกไป น้ำที่ใช้ในการล้างคืนประจุเรซินควรเป็นน้ำอ่อน

4) การล้างเร็ว (Fast rinse) เป็นการล้างเพื่อไล่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ และความกระด้างที่หลงเหลืออยู่ อัตราการไหลของการล้างเท่ากับอัตราไหลของการกรอง ใช้เวลาประมาณ 20 – 30 นาที หรือจนกว่าคุณภาพน้ำที่ออกมาเป็นน้ำอ่อนที่ต้องการ จะใช้น้ำดิบในการล้างเร็ว

คุณภาพน้ำที่เข้าหน่วยผลิตน้ำอ่อนควรจะเป็นน้ำที่ใสสะอาด ไม่มีสิ่งแขวนลอย ไม่มีเชื้อแบคทีเรีย และควรมีเหล็กและแมงกานีสต่ำกว่า 0.5 มก./ล. ถ้าน้ำไม่ได้คุณภาพดังกล่าว จะต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำขั้นต้น (Pretreatment) ด้วยการตกตะกอน การกรอง การฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และการกำจัดเหล็กและแมงกานีสก่อน

ข้อดีของเครื่องทำน้ำอ่อนที่ใช้เรซิน

- สามารถผลิตน้ำที่มีความกระด้างน้อยกว่า 2 พีพีเอ็มในรูป CaCO_3
- ควบคุมง่าย สะดวกในการใช้งาน สามารถติดตั้งระบบการล้างเรซินแบบอัตโนมัติได้
- การล้างเรซินเพื่อฟื้นฟูประสิทธิภาพใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ซึ่งหาได้ง่ายและมีราคาถูก
- ไม่มีปัญหาเรื่องการบำบัดน้ำทิ้ง
- การเปลี่ยนแปลงหรือความแปรปรวนของอัตราการไหลของน้ำมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำน้อยมาก
- ประสิทธิภาพสูงไม่ขึ้นกับขนาดของเครื่อง

ข้อจำกัดของเครื่องทำน้ำอ่อนที่ใช้เรซิน

- ถ้าเปรียบเทียบกับการผลิตน้ำอ่อนที่ใช้กระบวนการปูน – โซดาเย็น จะพบว่าน้ำที่ได้จากเครื่องทำน้ำอ่อนที่ใช้เรซินนี้ มีความเป็นด่าง ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และปริมาณซิลิกาสูงกว่า เพราะเครื่องทำน้ำอ่อนที่ใช้เรซินจะสามารถกำจัดได้เฉพาะความกระด้างที่เกิดจากไอออนแคลเซียมและไอออนแมกนีเซียมเท่านั้น และหากนำไปใช้กับหม้อไอน้ำจะต้องโบลดาวน์ (Blowdown) บ่อยเพื่อลดการอุดตันจากฟาวลิง
- น้ำที่จะป้อนเข้าเครื่องทำน้ำอ่อนต้องมีความขุ่นน้อยกว่า 1 พีพีเอ็ม ถ้าคุณภาพน้ำมีความขุ่นสูงกว่า 1 พีพีเอ็ม ต้องบำบัดน้ำเบื้องต้นด้วยหน่วยกรองน้ำด้วยตัวกลางกรองก่อน เพราะความขุ่นของน้ำจะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดความกระด้างลดลง และชั้นเรซินของเครื่องทำน้ำอ่อนอุดตันเร็ว

- ปริมาณเหล็กในน้ำที่จะป้อนเข้าเครื่องทำน้ำอ่อนไม่ควรสูงกว่า 0.1 พีพีเอ็ม เพราะจะทำให้เรซินเสียหายได้จากการแทรกตัวของเหล็กเข้าไปในเนื้อเรซิน ถ้าพบว่ามีเหล็กหรือโลหะอื่นๆ ปนอยู่ในน้ำที่จะป้อนเข้าเครื่องทำน้ำอ่อนมากต้องกำจัดออกก่อน

- น้ำดิบที่ผ่านจากระบวนการตกตะกอนโดยใช้สารส้ม ต้องไม่ให้มีปริมาณของไอออนอะลูมิเนียมมากเกินไปเพราะจะทำให้ลายเรซิน และต้องควบคุมค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำดิบที่ผ่านกระบวนการตกตะกอนให้ตรงตามมาตรฐาน เพื่อให้ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอ่อนสูง

- ถ้ามีสารออกซิไดส์อย่างแรง เช่น คลอรีน ที่สามารถทำลายเรซินปนอยู่ในน้ำดิบที่ผ่านกระบวนการตกตะกอน ต้องกำจัดโดยเติมสารที่มีสมบัติในการรีดิวส์ เช่น สารละลายโซเดียมซัลไฟต์

3.3 ปัญหาที่พบของหน่วยผลิตน้ำอ่อน

3.3.1 การรั่วของไอออน (Ion leakage)

การล้างคืนประจุของเรซินชนิดประจุบวกหรือประจุลบในทิศทางเดียวกับการกรองน้ำ (Co-current regeneration) มีโอกาสที่ไอออนที่ต้องการกำจัดจะรั่วออกมากับน้ำได้ ทำให้คุณภาพน้ำอ่อนที่ได้ต่ำลง การแก้ไขใช้การล้างในทิศสวนทางกับการกรองน้ำ (Counter-current regeneration) แทน

ยกตัวอย่างการล้างคืนประจุของเรซินประจุบวกด้วยกรดในทิศทางเดียวกับการกรองน้ำ เรซินที่อยู่ชั้นล่างสุดใกล้ท่อทางออกของเครื่องทำน้ำอ่อนจะถูกล้างไม่หมด และเมื่อใช้เรซินกรองน้ำอีก ไอออนที่ค้างอยู่ในเรซินส่วนล่างจะหลุดปนออกมากับน้ำอ่อน ทำให้คุณภาพของน้ำอ่อนไม่ได้ตามมาตรฐาน ดังนั้นการล้างคืนประจุในทิศสวนทางกับการกรองน้ำจะสามารถลดการรั่วของไอออนได้มาก และทำให้เรซินกลับคืนความจุ (Capacity) หรือมีความสามารถในการจับไอออนได้เพิ่มขึ้น

ข้อดีของการล้างเรซินแบบไหลสวนทาง

- 1) น้ำอ่อนที่ได้มีคุณภาพดีกว่าการล้างแบบไหลทิศทางเดียวกับการกรองน้ำ
- 2) สิ้นเปลืองน้ำยาล้างเรซินน้อยกว่า
- 3) ทำให้ความจุของเรซิน และประสิทธิภาพของเรซินกลับคืนได้ สามารถดักจับสารอินทรีย์ได้ดีขึ้น
- 4) เกิดน้ำทิ้งที่ต้องบำบัดน้อยกว่า

3.3.2 ความจุหรือความสามารถในการจับไอออนของเรซินลดลง และน้ำที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ มีสาเหตุจาก

- 1) สมบัติของน้ำดิบเปลี่ยนแปลงมาก เช่น ปริมาณไอออนชนิดต่างๆ ที่มีสูงกว่าค่าที่ใช้ในการคำนวณออกแบบ สมรรถนะของเครื่องทำน้ำอ่อนจะลดลง ทำให้ผลิตน้ำในอัตราต่ำกว่ามาตรฐานที่ต้องการ นอกจากนี้ อุณหภูมิของน้ำดิบก็มีความสำคัญเช่นกัน เช่น ถ้าอุณหภูมิของน้ำดิบต่ำจะทำให้ความสามารถในการจับไอออนของเรซินชนิดกรดอ่อนลดลง

- 2) เรซินแตกหรือบิ่น หรือโครงสร้างภายในของเรซินเปลี่ยนแปลง และสูญเสียองค์ประกอบทางเคมีบางอย่าง (Functional group) ทำให้อายุการใช้งานและสมรรถนะลดลง

- 3) ผิวหน้าหรือชั้นภายในของเรซินสกปรกหรืออุดตันจากการตกค้างของสารอินทรีย์ หรือเกลืออนินทรีย์ เช่น แคลเซียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนตหลังการล้างช้าและการล้างเร็ว เกลืออนินทรีย์เหล่านี้จะละลายไปกับน้ำอ่อนที่ผลิตได้ในช่วงแรก ทำให้คุณภาพของน้ำไม่ได้มาตรฐาน โดยเฉพาะในระบบ Mixed-bed

4) การสูญเสียเรซิน มักเกิดระหว่างการล้างกลับ เพราะควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ล้างกลับไม่ได้ตามที่กำหนด (อัตราการไหลของน้ำขึ้นกับความหนืดของน้ำ ซึ่งความหนืดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงตามฤดูกาล) หรือเพราะชั้นเรซินขยายตัวมากเกินไประหว่างการล้างกลับ

5) ปริมาณ (น้ำหนักต่อปริมาตรของเรซิน) ความเข้มข้น และอัตราการไหล (ระยะเวลาในการสัมผัส) ของน้ำยาล้างเรซิน เป็นปัจจัยสำคัญในการฟื้นฟูประสิทธิภาพของเรซินให้ดีขึ้น โดยปกติเพื่อเป็นการประหยัดน้ำล้างจะไม่นิยมล้างคืนประจุเรซินสู่สภาพเดิมเต็มที่ ส่วนใหญ่จะล้างคืนประจุตามค่าการออกแบบของเครื่อง ถ้าใช้ปริมาณน้ำยาล้างเรซินน้อยกว่าค่าการออกแบบ หรือใช้ความเข้มข้นสูงหรือต่ำกว่าค่าการออกแบบ หรืออัตราการไหลของน้ำยาล้างเรซินสูงหรือต่ำเกินไป จะทำให้ความจุ หรือความสามารถในการจับไอออนลดลง บางครั้งต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของน้ำยาล้างด้วย

6) ใช้ น้ำยาล้างเรซินที่มีคุณภาพ ปริมาณ และความเข้มข้นต่ำกว่ามาตรฐานที่ผู้ผลิตเรซินหรืออุปกรณ์กำหนด ดังนั้นความสามารถในการจับไอออนของเรซินจะลดลง และเกิดการรั่วไหลของไอออนที่ต้องการกำจัดได้

7) มิเตอร์วัดอัตราการไหลของน้ำที่เครื่องทำน้ำอ่อนขัดข้องหรือเสีย จึงไม่ทราบอัตราการไหลที่ถูกต้อง ถ้าค่าอัตราการไหลของน้ำที่อ่านได้สูงกว่าที่เป็น การล้างคืนประจุเพื่อฟื้นฟูประสิทธิภาพของเรซินจึงต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

3.3.3 การสูญเสียแรงดัน มีสาเหตุจาก

1) ผิวหน้าของชั้นเรซินอุดตันการตกค้างของสารอินทรีย์ หรือเกลืออนินทรีย์ ทำให้น้ำที่ต้องการปรับสภาพไหลไม่สะดวกและอัตราการไหลลดลง

2) ท่อรับน้ำของเครื่องทำน้ำอ่อนอุดตันจากเรซินขนาดเล็กที่เกิดจากการแตกหรือบิ่น

4) ระบบรีเวิร์สออสโมซิส (Reverse osmosis : RO)

การกำจัดไอออนของเกลือ หรือตะกอนต่างๆ ที่ยังหลงเหลือในน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกลางกรอง หรือในน้ำอ่อน ด้วยเมมเบรน (Membrane) ซึ่งเป็นเยื่อแผ่นสังเคราะห์บางที่มีสมบัติเลือกผ่านด้วยน้ำ เพื่อให้ได้น้ำที่มีความบริสุทธิ์ขึ้นอธิบายโดยย่อในหัวข้อที่ 4.1 ซึ่งจะเน้นเฉพาะหลักการทำงานของระบบรีเวิร์สออสโมซิสที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน เพราะมีขนาดเล็ก ใช้งานง่าย ต้นทุนการผลิตน้ำต่ำ และสามารถแยกไอออนขนาดเล็ก (ต่ำกว่า 500 amu.) ใช้ผลิตน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง น้ำ RO หรือ RO product เหมาะสำหรับใช้กับอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตที่ต้องการคุณภาพน้ำดี เช่น หม้อไอน้ำ และหอทำความเย็น เพื่อลดการสูญเสียน้ำจากการโบลดาวน์

4.1 ระบบการกรองน้ำด้วยเมมเบรน

4.1.1 ไมโครฟิลเตรชัน (Microfiltration: MF)

ไมโครฟิลเตรชันสามารถกรองอนุภาคที่มีขนาดเล็กถึง 0.06 ไมครอน และสามารถกรองแบคทีเรียชนิดต่างๆ ได้เกือบทุกชนิด และกรองไวรัสออกได้บ้าง วัสดุที่ใช้กรองอาจทำจากพลาสติก เช่น พอลิเอสเตอร์ (Polyester) พอลิเอทิลีน (Polyethylene) หรือโลหะ เช่น อะลูมินา (Alumina) เซอร์โคเนีย (Zirconia: ZrO_2) หรือเป็นวัสดุธรรมชาติ ซึ่งสามารถล้างกลับเพื่อทำความสะอาดหลังผ่านการใช้งานได้

4.1.2 อัลตราฟิลเตรชัน (Ultrafiltration: UF)

ระบบนี้ใช้กรองอนุภาคที่มีขนาดเล็กถึง 0.002 ไมครอน และสามารถกรองแบคทีเรีย ไวรัส และสารอินทรีย์ เช่น โปรตีน และไขมันต่างๆ ได้ทั้งหมด ขนาดรูกรอง (Pores) ของ UF ถูกกำหนดความสามารถในการกรองระดับโมเลกุล (Molecular weight cut off) ความดันที่ใช้ในการกรองต่ำ ใช้พลังงานน้อย วัสดุที่ใช้กรองอาจทำจากเซรามิกซึ่งมีลักษณะต่างๆ เช่น แบบกลมยาว (Tubular) แบบเส้นใยกลวง (Hollow fiber) และ Spiral wounded ส่วนใหญ่สามารถล้างกลับเพื่อทำความสะอาดได้ ยกเว้นแบบ Spiral wounded ไม่สามารถล้างกลับได้

4.1.3 นาโนฟิลเตรชัน (Nanofiltration: NF)

ระบบนี้ใช้กรองไอออนของสารอนินทรีย์ประจุสองบวกขึ้นไป (2-Valency ions) ที่ทำให้เกิดความกระด้างในน้ำ ใช้ความดันสูงกว่า MF และ UF เรียกระบบนี้อีกชื่อหนึ่งว่า เมมเบรนทำน้ำอ่อน (Softening membrane) น้ำที่ผ่านเข้ามารองใน NF จะต้องเป็นน้ำที่ปราศจากของแข็งแขวนลอย เพื่อหลีกเลี่ยงการอุดตันในเมมเบรนอย่างถาวร

4.1.4 ระบบรีเวิร์สออสโมซิส (Reverse osmosis: RO)

บางครั้งเรียกว่า Hyper filtration การกรองคล้ายกับ NF แต่ใช้ความดันสูงกว่า สามารถกำจัดของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ในรูปของไอออนของสารอนินทรีย์และอนินทรีย์ได้มากถึง 98% น้ำที่ถูกส่งเข้ากรองด้วยระบบ RO จะต้องเป็นน้ำสะอาดที่ผ่านการกรองด้วยตัวกลางกรองหรือน้ำอ่อน ระบบผลิตน้ำบางระบบจะใช้ระบบ UF กรองน้ำก่อนส่งเข้าระบบ NF หรือ RO

น้ำจะถูกอัดด้วยความดันสูงผ่านเมมเบรนที่ยอมให้น้ำผ่านได้เท่านั้น เพื่อลดปริมาณไอออนได้ RO product หรือ Permeate ส่วนน้ำที่ระบายทิ้งจากระบบ RO และมีความเข้มข้นของของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) เพิ่มขึ้น เรียกว่า RO reject หรือ Concentrate หรือ Brine ปัจจุบันมีระบบ RO ที่ใช้ความดันต่ำ ส่วนใหญ่การทำสะอาดเมมเบรนใช้สารเคมีและสารซักฟอก

จำนวนครั้งที่น้ำไหลผ่านระบบ RO เรียกว่า Stage อาจเป็นการไหลผ่านครั้งเดียว (Single stage) หรือ 2 ครั้ง (Two stages) เช่น Brine-staging คือ Reject จาก Stage แรกจะถูกส่งเข้า Stage ที่สอง เพื่อเพิ่ม Recovery rate หรืออาจเป็น Product-staging คือ RO product จาก Stage แรกจะถูกส่งเข้า Stage ที่สอง เพื่อกำจัดสารละลายเพิ่มเติม

Recovery rate หมายถึง อัตราส่วนของ RO product กับน้ำที่ส่งเข้าระบบ RO (Feed water) เช่น ระบบ RO มี Recovery rate 70% หมายความว่า ส่งน้ำเข้าระบบ RO 100 ส่วน จะได้ RO product 70 ส่วน อีก 30 ส่วนเป็น RO reject

Percent salt rejection คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมมเบรน RO สามารถสกัดสารละลายไว้ได้ เช่น ในน้ำที่ส่งเข้าระบบ RO มีไอออนโซเดียม 100 ส่วน เมื่อผ่านการบำบัดแล้วใน RO product จะมีไอออนโซเดียม 5 ส่วน และ sodium rejection เท่ากับ 95 ส่วน

4.2 วัสดุที่นิยมใช้ทำเมมเบรน RO

1) Cellulose acetate (CA) และ Cellulose triacetate (CTA) เป็นเมมเบรนรุ่นแรก และได้รับความนิยมกว้างขวาง

ข้อดี

- ทนต่อการทำลายจากแบคทีเรีย
- สามารถใช้กับน้ำที่มีความเข้มข้นคลอรีนต่ำกว่า 0.1 ม.ก./ลิตร
- สามารถลดปริมาณสารละลายเกลือได้ถึง 95%
- ราคาถูก

ข้อเสีย

- ใช้งานได้ดีที่ค่าความเป็นกรด-เบส ระหว่าง 4.5 – 7

2) Thin film composite (TFC) เป็นเมมเบรนที่พัฒนาขึ้นมาภายหลังเมมเบรน CA และ CTA มีความหนาแน่นน้อยกว่าเมมเบรน CA และ CTA

ข้อดี

- ใช้งานได้ดีที่ค่าความเป็นกรด-เบสกว้าง คือ 2.0 – 11.0
- ความดันที่ใช้ในการกรองค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเมมเบรน CA และ CTA
- สามารถลดปริมาณสารละลายเกลือได้ถึง 99%
- มีโอกาสเกิดฟาวลิง (Fouling) จากสารอินทรีย์ต่ำ

ข้อเสีย

- ทนต่อการทำลายจากแบคทีเรียได้น้อยกว่าเมมเบรน CA และ CTA
- ไม่สามารถใช้ได้กับน้ำที่มีคลอรีน

3) Aromatic polyamide มีลักษณะคล้ายกับเมมเบรน TFC ส่วนใหญ่นิยมกรองน้ำทะเล

4.3 มอดูลเมมเบรนที่ใช้ในระบบรีเวิร์สออสโมซิส

1) มอดูลแบบ Spiral-wound เป็นรูปแบบที่นิยมใช้มากเนื่องจากมีพื้นที่ในการกรองสูง โดยนำแผ่น RO เมมเบรนเรียงซ้อนกับ Product collection, Feed channel spacer และแผ่นรองรับเมมเบรน (Membrane supporting backing) ทางเข้าของมอดูลต่อกับท่อน้ำป้อนเข้า (Feed inlet) และทางออกต่อกับท่อน้ำทิ้ง (Brine outlet)

2) มอดูลแบบ Hollow fiber นิยมใช้รองจากแบบ Spiral-wound สำหรับกรองน้ำทะเล ภายในมอดูลมีเส้นใยกลวง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 90 – 95 ไมครอน และเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 40 ไมครอน เส้นใยกลวงเหล่านี้รวมเข้าด้วยกันด้วย Epoxy แล้วติดตั้งมอดูลใน Pressure vessel ที่ทางเข้าต่อกับท่อน้ำดิบ ส่วนทางออกต่อกับท่อน้ำ RO Product และท่อน้ำทิ้ง ข้อดีของมอดูลแบบนี้ คือ มีพื้นที่ในการกรองสูงกว่าแบบ Spiral-wound แต่มีข้อจำกัดคือสามารถติดตั้งใน Pressure vessel ได้จำนวนมอดูลน้อยกว่าแบบ Spiral-wound

3) มอดูลแบบ Tubular เป็นท่อยาว มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 นิ้ว นิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร เนื่องจากสามารถทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคได้ง่าย มีความต้านทานต่อการเกิดฟาวลิงสูงกว่าแบบ Spiral-wound และแบบ Hollow fiber ตามลำดับ

4) มอดูลแบบ Plate and frame ประกอบแผ่น RO เมมเบรน และแผ่น Plate ที่เรียงซ้อนกันเป็นชั้นบาง เข้ากันด้วยนอต นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบประเภทของมอดูลสำหรับ RO เมมเบรน (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ การบำบัดน้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่ 2. 2542 หน้า 301)

	หน่วย	มอดูลเมมเบรนสำหรับระบบ RO				
		Spiral-wound	Hollow fiber (Cellulose acetate)	Hollow fiber (Polyamide)	Tubular	Plate and frame
1. ความหนาแน่นบรรจุ	ม. ² /ม. ³	820	8,200	16,400	164	500
2. อัตราป้อนน้ำเข้า	ม. ³ /ม. ² วัน	0.40 ที่ 420 ม.น้ำ	0.12 ที่ 180 ม.น้ำ	0.04 ที่ 280 ม.น้ำ	0.40 ที่ 420 ม.น้ำ	0.40 ที่ 420 ม.น้ำ
3. อัตราน้ำไหลออก/ หน่วยปริมาตร	ม. ³ /ม. ³ วัน	340	1,000	670	70	200
4. pH ที่เหมาะสม	-	2-8	3-7	0-12	2-8	2-8
5. ความสะดวกในการ ล้างทำความสะอาด	-	สะดวกถึง สะดวกมาก	พอใช้	พอใช้	สะดวกมาก	พอใช้

ตารางที่ 4.17 เปอร์เซ็นต์การยอมให้อิออนผ่านและกำจัดไอออนของ RO เมมเบรน (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 15.13)

Ions	% Passage	% Rejection
แอมโมเนียม (Ammonium)	8	92
โซเดียม (Sodium)	5	95
โพแทสเซียม (Potassium)	5	95
แมกนีเซียม (Magnesium)	3	97
สตรอนเทรียม (Strontium)	3	97
แคลเซียม (Calcium)	2	98
ไนเตรต (Nitrate)	15	85
ไบซิลิเกต (Bisilicate)	10	90
คลอไรด์ (Chloride)	5	95
ฟลูออไรด์ (Fluoride)	5	95
ไบคาร์บอเนต (Bicarbonate)	5	95
ซัลเฟต (Sulfate)	3	97
ฟอสเฟต (Phosphate)	1	99

หมายเหตุ 1) การยอมให้ผ่านไม่รวมไอออนของโลหะหนัก ส่วนใหญ่โลหะหนักในน้ำดิบมักอยู่เป็นอนุภาค คอลลอยด์มากกว่าไอออน ซึ่งทำให้เมมเบรนเกิดฟาวลิง

2) ขนาดของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไนโตรเจน และฟีนอล เล็กกว่าขนาดรูพรุนของ เมมเบรน จึงสามารถไหลผ่านออกไปอยู่ในเพอมิเอท

4.4 คุณภาพของน้ำที่เข้าระบบ RO

น้ำที่จะส่งเข้ากรองที่ระบบ RO จะต้องมีความสะอาด คือ ไม่มีสารแขวนลอย และสารประเภทไขมันที่จะเข้าไปอุดตันเมมเบรน ไม่มีเชื้อแบคทีเรียที่จะเข้าไปติดค้างและเจริญเติบโตจนทำลายเมมเบรน ไม่มีไอออนที่จะทำให้เมมเบรนเกิดฟาวลิง และไม่มีคลอรีนเพราะคลอรีนสามารถทำลายเมมเบรนด้วยการออกซิเดชันได้ การปรับปรุงคุณภาพของน้ำก่อนเข้าระบบ RO ได้แก่

4.4.1 การกำจัดของแข็งแขวนลอย

“Silt density index” (SDI) คือ ดัชนีที่วัดแนวโน้มของน้ำที่จะทำให้ RO เมมเบรนอุดตัน ค่า SDI ของน้ำที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 5.0 เมมเบรนบางชนิดอาจถูกกำหนดไว้ให้รองรับน้ำที่มีค่า SDI ไม่เกิน 3.0 การปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อให้ได้ SDI ที่ต้องการทำได้หลายวิธี ดังนี้

- 1) กระบวนการผสมผสานของการกวนเร็ว การกวนช้า การตกตะกอน และการกรอง เป็นกระบวนการที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา เหมาะสำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินที่มีความขุ่นและของแข็งแขวนลอยสูง
- 2) กระบวนการผสมผสานของการกวนเร็ว การกวนช้า และการกรอง หรือบางครั้งจะเรียกว่า “การกรองโดยตรง (Direct filtration) เหมาะสำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินที่มีความขุ่นและของแข็งแขวนลอยต่ำ
- 3) การกรองแบบ Coating filter โดยใช้ Diatomaceous earth เหมาะกับน้ำที่ค่อนข้างใส น้ำที่ผ่านการกรองแบบนี้จะมีค่า SDI ประมาณ 2.0
- 4) การกรองโดยใช้ไมโครฟิลเตรชันแบบ Cartridge filter โดยใช้ไส้กรองขนาด 1.0 ไมครอนหรือต่ำกว่า เหมาะกับน้ำที่ค่อนข้างใสสะอาด ในระบบ RO จะใช้ไมโครฟิลเตรชันแบบนี้เป็น Prefilter ก่อนเสมอ ถึงแม้ว่าน้ำจะผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาแล้วก็ตาม
- 5) การกรองแบบอัลตราฟิลเตรชัน จะลด SDI ได้เหลือประมาณ 1.0 แต่ราคาการลงทุนติดตั้งค่อนข้างสูง จึงมักใช้กับอุตสาหกรรมที่ต้องการน้ำบริสุทธิ์มาก (Ultrapure water)

4.4.2 การกำจัดแบคทีเรีย

แบคทีเรียหรือสารชีวภาพ (Biological matters) จะเกาะกับผิวของ RO เมมเบรน และทำให้เกิดฟาวลิง เพราะวัสดุที่ใช้ทำเมมเบรนส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ทำให้ประสิทธิภาพของการกรองและการกำจัดไอออนที่ปนเปื้อนจะต่ำลง วิธีกำจัดแบคทีเรียที่นิยม คือ ใช้สารละลายคลอรีน (ซึ่งต้องกำจัดต่อ) รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet: UV) หรือการกรองแบบอัลตราฟิลเตรชัน

4.4.3 การกำจัดคลอรีน

คลอรีนอิสระที่เข้าไปในเมมเบรนจะทำให้เมมเบรนเสื่อมสภาพจากการเกิดออกซิเดชัน วิธีกำจัดสารคลอรีนทำได้โดยเติมสารละลาย NaHSO_3 ลงในน้ำก่อนส่งเข้าระบบ RO หรือกรองด้วยคาร์บอนกัมมันต์ หรือหลีกเลี่ยงการใช้คลอรีนในการกำจัดแบคทีเรียโดยใช้โอโซนแทน

4.4.4 การกำจัดน้ำมันและไขมัน

น้ำมันและไขมันที่เข้าไปในเมมเบรนจะทำให้เมมเบรนเสื่อมสภาพ ต้องใช้ระบบแยกน้ำมันออกจากน้ำ (Oil-water separator) หรือระบบตะกอนลอย (Dissolved air flotation unit) กำจัดออก

4.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดฟาวลิง คุณภาพ และปริมาณของ RO product

4.5.1 ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำขาเข้าสูง ถ้าน้ำขาเข้าไม่ได้คุณภาพ คือ มีของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดสูง จะทำให้ความดันออสโมติกสูง และอัตราการไหลออกของ RO product ต่ำ และมีโอกาสการเกิด

ฟาวลิงของเมมเบรนสูง ในกรณีนี้จำเป็นต้องปรับความเป็นกรด-เบสของน้ำขาเข้าด้วยโซเดียมซิลิเกต และถ้าหยุดเดินระบบ RO จะต้องใช้น้ำ RO Product บ้อนกลับเข้าไปไล่น้ำที่มีของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดสูงออกไปทางท่อ RO Reject เพื่อป้องกันการเกิดฟาวลิงของเมมเบรนจากการสะสมของของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมด

นอกจากนี้ น้ำที่มีของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมด TDS สูงกว่า จะดูดน้ำด้าน RO Product กลับ ทำให้ผิวเมมเบรนด้าน RO Product แข็ง และเสียหาย

4.5.2 ความดันที่ใช้ในการเดินระบบ ถ้าใช้ความดันในการเดินระบบสูงเกินไปเมมเบรนจะอัดแน่น และทำให้อัตราการไหลของ RO product ดังนั้นต้องใช้ความดันตามค่าการออกแบบ หรือลด Back pressure ในท่อ RO reject

4.5.3 อัตราการไหลของน้ำขาเข้า ถ้าอัตราการไหลของน้ำขาเข้าสูงจะเกิดความดันสูญเสีย (Head loss) และสิ้นเปลืองพลังงาน แต่ถ้าอัตราการไหลของน้ำขาเข้าต่ำ อาจเกิดฟาวลิง จึงต้องใช้ค่าตามการออกแบบ

4.5.4 คุณภูมิของน้ำขาเข้า ถ้าคุณภูมิของน้ำที่เข้าระบบ RO สูง ความหนืดจะลดลง อัตราการกรองให้ได้ RO product จะสูง แต่ถ้าน้ำมีคุณภูมิต่ำ ความหนืดจะสูงขึ้น ดังนั้นอัตราการกรองผ่านระบบ RO ต่ำ จึงต้องปรับอัตราการไหลให้เหมาะสมกับคุณภูมิของน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณของ RO product

4.5.5 ความเป็นกรด-เบสของน้ำขาเข้า การใช้เมมเบรน CA หรือ CTA น้ำขาเข้าต้องมีความเป็นกรด-เบสระหว่าง 4.5 – 7.0 ถ้าสูงหรือต่ำกว่านี้ เมมเบรนจะเสียหายได้ ต้องควบคุมความเป็นกรด-เบสของน้ำขาเข้าให้เหมาะสม

4.5.6 ปริมาณ RO product ลดลง ในกรณีที่คุณภาพและอัตราการไหลของน้ำขาเข้าคงที่ แต่พบว่าปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดใน RO Product สูง แสดงว่าเมมเบรนเกิดการอุดตัน ซึ่งถ้าทิ้งไว้นานอาจอุดตันถาวร จึงควรล้างทำความสะอาดเมมเบรนทันที

4.5.7 การอุดตันของ RO มอดูล และการรั่วไหลของของแข็งละลายน้ำทั้งหมด โดยทั่วไปจะไม่เกิดขึ้นกับ RO ทุกมอดูลพร้อมกัน สามารถตรวจสอบการอุดตันและการวัดค่าของของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดในแต่ละมอดูลใน Pressure vessel หากค่าที่วัดได้จากแต่ละมอดูลแตกต่างกันมาก แสดงว่ามอดูลนั้นอุดตัน และจะสังเกตว่าประสิทธิภาพการกรองลดลง และมีของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดรั่วไหล

5) หน่วยผลิตน้ำบริสุทธิ์ หรือระบบ Demineralization (Demineralization unit)

ความบริสุทธิ์ของน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมแบ่งได้ 6 ระดับ คือ น้ำบริสุทธิ์ หรือน้ำดีมิน >> น้ำกลั่น >> น้ำ RO >> น้ำอ่อน >> น้ำที่ผ่านเครื่องกรองน้ำ >> น้ำประปา

น้ำบริสุทธิ์ หรือน้ำดีมิน (De-mineralized water หรือ De-ionized water: DI) หมายถึง น้ำที่ปราศจากไอออนของแร่ธาตุ สิ่งเจือปน และไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำ น้ำบริสุทธิ์ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่ม ใช้ในการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ใช้ล้างทำความสะอาดชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ น้ำบริสุทธิ์แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ น้ำบริสุทธิ์ทั่วไป (Pure water) สำหรับใช้ในหม้อไอน้ำ หรือใช้เติมน้ำแบตเตอรี่รถยนต์ และน้ำบริสุทธิ์มาก (Ultra pure water) ใช้ในหม้อไอน้ำความดันสูง หรือ ใช้ล้างทำความสะอาดชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

การเตรียมน้ำสำหรับระบบ Demineralization

น้ำที่ป้อนเข้าถังแลกเปลี่ยนไอออนของหน่วยผลิตน้ำบริสุทธิ์ ต้องใสและสะอาด เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของทั้งเรซินประจุบวกและประจุลบ ถ้าคุณภาพของน้ำต่ำกว่ามาตรฐานจะต้องล้างเรซินบ่อย ทำให้สูญเสีย น้ำมาก การเตรียมน้ำสำหรับระบบ Demineralization ต้องกำจัด

1) ความขุ่น คอลลอยด์ ของแข็งแขวนลอย เหล็ก และแมงกานีสที่จะเกาะจับผิวของเรซิน และทำให้เรซินเสื่อมสภาพ ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนประจุลดลง น้ำสำหรับระบบ Demineralization ต้องมีเหล็กไม่เกิน 0.1 มก./ล.

2) ความกระด้าง โดยเฉพาะความกระด้างแบบถาวร (Non-carbonate hardness) จากเกลือแคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) จะจับผิวเรซิน ทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินลดลง และไม่สามารถฟื้นฟูสภาพได้ ต้องเปลี่ยนเรซินใหม่

3) สารอินทรีย์และแบคทีเรีย จะเจริญเติบโตบนผิวเรซิน ทำให้เรซินเสื่อมสภาพ การกำจัดสารอินทรีย์และแบคทีเรียต้องใช้การกรอง และฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน รังสีอัลตราไวโอเลต หรือโอโซน

4) คลอรีน น้ำป้อนที่มีปริมาณคลอรีนซึ่งเดิมเพื่อใช้ฆ่าเชื้อโรค 0.3 – 0.5 มก./ล. จะกัดกร่อนผิวเรซิน ทำให้เรซินเสื่อมสภาพ จึงต้องกำจัดคลอรีนด้วยการเติมสารเคมี เช่น โซเดียมไบซัลไฟต์ (NaHSO_3) หรือการดูดซับด้วยคาร์บอนกัมมันต์

หลักการทำงาน

ระบบ Demineralization จะกำจัดไอออนของแร่ธาตุ สิ่งเจือปน และไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำออกโดยใช้เรซินประจุบวกและเรซินประจุลบแลกเปลี่ยนไอออน น้ำจะถูกป้อนเข้าถังเรซินประจุบวก เพื่อกำจัดไอออนประจุบวก จากนั้นจะถูกส่งผ่านเข้าถังเรซินประจุลบ เพื่อกำจัดไอออนประจุลบ น้ำที่ออกมาจะเป็นน้ำบริสุทธิ์ตามมาตรฐานที่ต้องการ กรณีที่น้ำป้อนระบบมีค่าความเป็นด่างสูงเนื่องจากไอออนคาร์บอเนต เมื่อส่งเข้าถังเรซินประจุบวก ไอออนคาร์บอเนตจะจับกับไอออนไฮโดรเจนเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งจะแตกตัวเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไอออนไบคาร์บอเนตอยู่ในน้ำซึ่งจะเพิ่มภาระการกำจัดไอออนลบของเรซินประจุลบ จึงต้องกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกด้วยเครื่องไล่แก๊ส (Degasifier) ก่อนส่งน้ำที่ออกจากถังเรซินประจุบวกเข้าถังเรซินประจุลบ

5.1 ถังเรซินประจุบวก (Cation exchange resin) แบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

1) ถังเรซินประจุบวกชนิดกรดแก่ (Strong acidic cation exchange resin: SAC) โครงสร้างหลักของ SAC เป็นกลุ่ม Sulfonic exchange groups การทำงานเริ่มจากไอออนประจุหนึ่งบวก (Monovalent cation) ที่อยู่ในน้ำป้อนระบบ จะแลกเปลี่ยนไอออนกับไฮโดรเจนก่อน และตามด้วยการแลกเปลี่ยนของไอออนประจุสองบวก (Divalent cation) เมื่อเรซินที่หมดสภาพ จะมีไอออนประจุหนึ่งบวก เช่น ไอออนโซเดียมสะสมอยู่ที่ส่วนล่างของเรซิน

2) ถังเรซินประจุบวกชนิดกรดอ่อน (Weak acidic cation exchange resin: WAC) โครงสร้างหลักของ WAC เป็นกลุ่ม Carboxylic exchange groups การแลกเปลี่ยนไอออนจะตามลำดับ คือ ไอออนไฮโดรเจน ไอออนแคลเซียม ไอออนแมกนีเซียม และไอออนโซเดียม ถ้าน้ำป้อนระบบที่มีไอออนคลอไรด์ หรือไอออนโบรไมด์เจือปนผ่านเข้าถังเรซิน ไอออนคลอไรด์ หรือไอออนโบรไมด์จะจับกับไอออนไฮโดรเจน เกิดเป็นกรดไฮโดรคลอริก หรือกรดโบรมิก ซึ่งทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำหลังจากผ่านถังเรซินลดลง

ถ้าต้องการปรับสภาพน้ำป้อนระบบที่มีของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดและความเป็นด่างสูง ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ควรติดตั้ง WAC ก่อน แล้วตามด้วย SAC เพราะ WAC มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุมากกว่า SAC ระบบที่ติดตั้ง WAC ตามด้วย SAC นี้จะใช้จำนวนเรซินน้อย และมีประสิทธิภาพในการล้างคืนสภาพได้ดี จึงลดค่าใช้จ่ายการล้างคืนประจุ

5.2 ถึงเรซินประจุลบ (Anion exchange resin) แบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

1) **ถึงเรซินประจุลบแบบต่างแก่ (Strong basic anion exchange resin: SBA)** โครงสร้างหลักของ SBA เป็น Hydroxide groups การทำงานเริ่มจากการแลกเปลี่ยนกับไอออนประจุลบ ตามด้วยไอออนประจุหนึ่งลบ เช่น ไอออนซัลเฟต ไอออนคลอไรด์ ไอออนไบคาร์บอเนต ตามลำดับ

2) **ถึงเรซินประจุลบแบบอ่อน (Weak basic anion exchange resin: WBA)** โครงสร้างหลักของ WBA มี Active groups เป็น พอลิเอมีน (Polyamines) แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ Primary, Secondary และ Tertiary amines การทำงานของ WBA เริ่มจากการแลกเปลี่ยนกับไอออนลบของกรดแก่ เช่น ไอออนคลอไรด์ ไอออนซัลเฟต และไอออนไนเตรต แต่ไม่แลกเปลี่ยนกับไอออนลบของกรดอ่อน เช่น ไอออนคาร์บอเนต ไอออนไบคาร์บอเนต

ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์โดยทั่วไปนิยมติดตั้ง WBA ต่อจาก SAC เนื่องจากน้ำที่ผ่านออกจากถัง SAC จะมีสภาพเป็นกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก และกรดซัลฟิวริก และเมื่อผ่านถัง WBA กรดไฮโดรคลอริกและกรดซัลฟิวริก จะถูกกำจัดออก

5.3 การคืนสภาพระบบ Demineralization ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) การล้างกลับ (Backwash) จะทำเมื่อเรซินหมดความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน ขั้นตอนแรกจะล้างกลับโดยป้อนน้ำล้างเข้าทางด้านล่างของถังเรซิน เพื่อให้ น้ำไหลย้อนขึ้นไปทางด้านบนเพื่อไล่สิ่งเจือปนที่ตกค้างบนผิวเรซินและเรซินที่แตกหักออก การล้างกลับแต่ละครั้งควรทำให้ชั้นเรซินขยายตัวและขยับตัวขึ้น (Bed expansion and fluidization) ประมาณ 50 – 80% และใช้เวลาล้างกลับประมาณ 5 – 10 นาที น้ำที่ใช้ล้างกลับถึงเรซินประจุบวกและเรซินประจุลบควรเป็นน้ำอ่อน หรือน้ำบริสุทธิ์

2) การล้างคืนประจุ (Regeneration) การล้างคืนประจุมี 2 แบบ คือ

- การล้างแบบให้น้ำล้างไหลทิศทางเดียวกับน้ำป้อนระบบ (Co-current regeneration) เป็นการล้างด้วยกรดหรือด่างในทิศทางที่ไหลเดียวกับน้ำป้อนระบบ ถ้าการล้างคืนประจุไม่สมบูรณ์ จะมีไอออนค้างอยู่บนผิวเรซินในส่วนล่างของถัง เมื่อนำไปใช้ใหม่ ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินจะต่ำลง

- การล้างแบบให้น้ำล้างไหลสวนทางกับน้ำป้อนระบบ (Counter-current regeneration) เป็นการล้างด้วยกรดหรือด่างในทิศไหลสวนทางกับน้ำป้อนระบบ ไอออนและสิ่งเจือปนที่ค้างอยู่บนผิวเรซินทั้งหมดจะถูกไล่ออกทางด้านบนของถัง การล้างแบบนี้ให้ประสิทธิภาพการล้างคืนประจุดีกว่าการล้างแบบน้ำล้างไหลทิศทางเดียวกับน้ำป้อนระบบ

การล้างคืนประจุเรซินประจุบวก ใช้กรดซัลฟิวริก 0.5 – 5% หรือกรดไฮโดรคลอริก 4 – 10% ผ่านชั้นเรซินในเวลาประมาณ 30 นาที แล้วตามด้วยการล้างช้า (Slow rinse) ด้วยน้ำบริสุทธิ์ อีกประมาณ 60 นาที เพื่อไล่น้ำกรดที่หลงเหลือทั้งหมดออกจากถัง

การล้างคืนประจุเรซินประจุลบ ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 – 6% ผ่านชั้นเรซินในเวลาประมาณ 30 นาที แล้วตามด้วยการล้างซ้ำด้วยน้ำที่ผ่านการล้างซ้ำจากถังเรซินประจุบวก อีก 60 นาที เพื่อไล่ด่างที่หลงเหลือทั้งหมดออกจากถัง

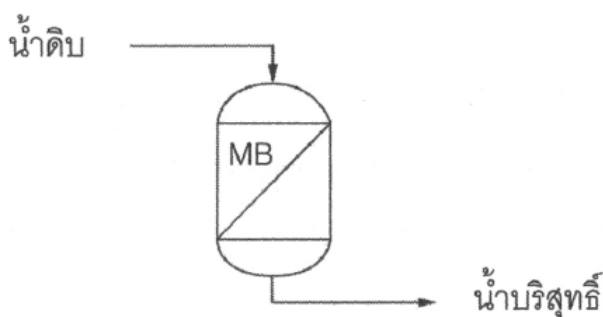
เมื่อเสร็จการล้างซ้ำถังเรซินประจุบวกและประจุลบ ขั้นตอนต่อไปเป็นการล้างเร็ว (Fast rinse) โดยการผ่านน้ำบริสุทธิ์เข้าถังเรซินประจุบวก ตามด้วยถังเรซินประจุลบ ระยะเวลาที่ใช้ในการล้างเร็วจะอยู่ระหว่าง 10 นาที – 1 ชั่วโมง

การล้างคืนประจุเรซินสามารถคืนสภาพได้เพียง 80 – 90% ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเรซิน โดยปกติความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เพราะเรซินเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน และเกิดการแตกหัก หรือถูกปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ เหล็ก แมงกานีส หรือแคลเซียมซัลเฟต

5.4 ตัวอย่างระบบ Demineralization

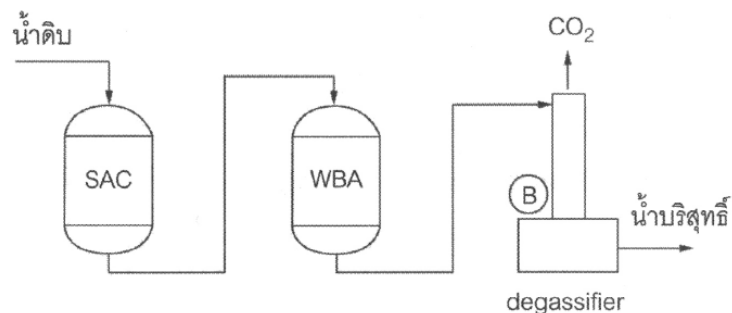
คุณภาพน้ำป้อนและมาตรฐานน้ำบริสุทธิ์ที่ต้องการ ใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกระบบ Demineralization ที่เหมาะสม ตัวอย่างระบบ Demineralization มีอยู่ 5 แบบ ดังนี้

1) ระบบ Mixed bed แสดงดังรูปที่ 4.2 เป็นระบบใช้ถังที่มีทั้งเรซินประจุบวกและประจุลบผสมกัน ซึ่งเรซินอาจเป็น SAC กับ SBA, SAC กับ WBA, WAC กับ SBA หรือ WAC กับ WBA แต่ที่นิยมมากที่สุด คือ SAC กับ SBA ระบบนี้เหมาะสำหรับผลิตน้ำบริสุทธิ์จำนวนน้อย ต้นทุนการสร้างระบบต่ำ สามารถผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่มีสภาพนำไฟฟ้า 0.1 – 1.5 ไมโครโมห์/ซม. (สภาพต้านทานไฟฟ้า ระหว่าง 0.6 – 1.0 เมกะโอห์ม-ซม.) และสามารถลดซิลิกาหลงเหลือประมาณ 0.02 – 0.1 มก./ล. ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำที่ผ่านถังออกมาจะต่ำกว่า 7.0



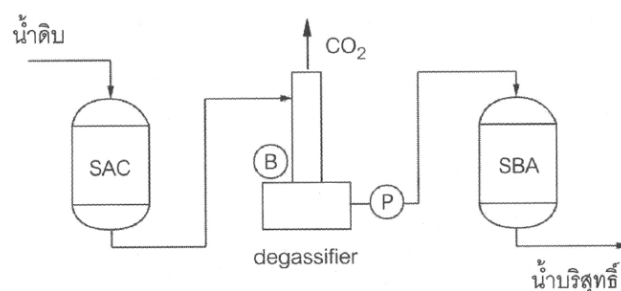
รูปที่ 4.2 ระบบ Mixed bed (ไพศาล วีรกิจ การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549 หน้า 136)

2) ระบบสองถัง SAC และ WBA แสดงดังรูปที่ 4.3 ระบบนี้ถัง SAC จะกำจัดไอออนบวกออก ส่วนถัง WBA จะกำจัดไอออนลบ เช่น คลอไรด์ และซัลเฟต ส่วนเครื่องไล่แก๊ส (Degasifier) ติดตั้งดังรูปเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ระบบนี้จะผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่มีสภาพนำไฟฟ้า 1.0 – 6.0 ไมโครโมห์/ซม. (ค่าความต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 0.2 – 10.0 เมกะโอห์ม-ซม.) ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำที่ผ่านถังออกมาอยู่ระหว่าง 6.0 – 7.0



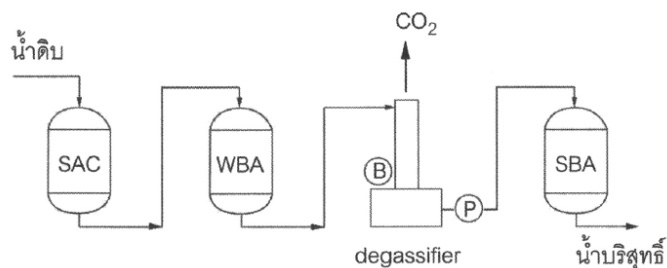
รูปที่ 4.3 ระบบสองถัง SAC และ WBA (ไพศาล วีรกิจ การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549 หน้า 136)

3) ระบบสองถัง SAC และ SBA เป็นระบบที่นิยมใช้มากที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.4 ระบบนี้ SAC จะกำจัดไออนอนประจุบวก น้ำที่ผ่านออกมาจะมีสภาพเป็นกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก และกรดคาร์บอนิก ซึ่งกรดคาร์บอนิกจะสามารถแตกตัวเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นต้องติดตั้งเครื่องไล่แก๊สเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างถัง SAC และ ถังSBA และส่งน้ำที่ผ่านเครื่องไล่แก๊สแล้วมาผ่านถัง SBA เพื่อจะกำจัดไออนอนประจุลบ ระบบนี้ผลิตน้ำบริสุทธิ์ได้ใกล้เคียงกับระบบ Mixed bed



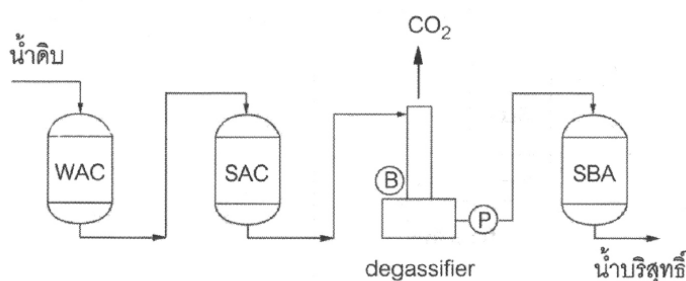
รูปที่ 4.4 ระบบสองถัง SAC และ SBA (ไพศาล วีรกิจ การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549 หน้า 137)

4) ระบบสามถัง SAC, WBA และ SBA แสดงดังรูปที่ 4.5 ระบบนี้คล้ายคลึงกับระบบสองถัง SAC และ WBA แต่เพิ่มถัง SBA เข้าไปเพื่อกำจัดไออนอนประจุลบ เช่น คลอไรด์ และซัลเฟต เหมาะสำหรับน้ำป้อนระบบที่มีปริมาณไออนอนของแร่ธาตุ (Minerals) สูง ข้อดีของระบบนี้ คือ WBA จะกำจัดสารอินทรีย์และแบคทีเรียออกก่อนเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพและยืดอายุใช้งานของ SBA แต่บางครั้งหลังขั้นตอนการล้างกลับ เรซินอาจเกิดการขยายตัวมากเกินไป (Swelling) ทำให้พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนไออนอนของเรซินลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนไออนอนต่ำลง จึงไม่ค่อยนิยมใช้



รูปที่ 4.5 ระบบสามถัง SAC, WBA และ SBA (ไพศาล วีรกิจ การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549 หน้า 138)

5) ระบบสามถัง WAC, SAC และ SBA แสดงดังรูปที่ 4.6 ในระบบนี้ติดตั้ง WAC ไว้ก่อนถัง SAC ระบบนี้เหมาะสำหรับใช้ปรับสภาพน้ำป้อนระบบที่มีความกระด้างและมีความเป็นด่างสูง



รูปที่ 4.6 ระบบสามถัง WAC, SAC และ SBA (ไพศาล วีรกิจ การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549 หน้า 138)

5.5 ปัจจัยในการเลือกใช้ระบบ Demineralization มีดังนี้

1) **มาตรฐานคุณภาพน้ำบริสุทธิ์ที่ต้องการ** การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำบริสุทธิ์ที่ต้องการแน่นอน จะทำให้สามารถเลือกกระบวนที่ประหยัดต้นทุนในการก่อสร้าง ติดตั้ง และการเดินระบบ

2) **กำหนดอัตราการไหล และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินระบบ** การทราบตัวอย่างอัตราการไหลและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินระบบที่ต้องการแน่นอน จะทำให้สามารถเลือกกระบวนที่ประหยัดต้นทุนในการก่อสร้าง ติดตั้ง และการเดินระบบ

3) **คุณภาพน้ำป้อนที่ต้องการปรับสภาพด้วยระบบ Demineralization** ต้องวิเคราะห์ไอออน ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และความขุ่นในน้ำป้อนระบบอย่างละเอียด จะช่วยให้สามารถเลือกเรซินที่ใช้แลกเปลี่ยนไอออนได้เหมาะสม

4) **ขนาดของถังเก็บน้ำบริสุทธิ์** ระบบ Demineralization จำเป็นต้องมีถังเก็บน้ำบริสุทธิ์ให้เพียงพอ เพื่อใช้ในการล้างกลับ และการล้างคั้นประจุ

5) **รายละเอียดของเรซินที่ใช้** ผู้ผลิตเรซินจะมีข้อมูลทางด้านเทคนิคที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน แต่การเลือกใช้เรซินควรใช้ข้อมูลจากผู้ผลิตรายเดียวเพื่อความสะดวกและความถูกต้อง ตัวอย่างข้อมูลของเรซิน SAC และ SBA มีดังนี้

- เรซิน SAC เป็นเรซินที่อยู่ในรูปไอออนไฮโดรเจน การล้างคืนประจุใช้กรดไฮโดรคลอริก รายละเอียดการใช้งานของเรซิน SAC แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 รายละเอียดการใช้งานของเรซิน SAC (ไพศาล วีรภิก การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549 หน้า 145)

การใช้งาน	อัตราการใช้ (ม. ³ /ม. ² ชม.ต่อลิตรเรซิน)	ของเหลวที่ใช้	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณที่ใช้ (ลิตร/ลิตรเรซิน)
การทำน้ำบริสุทธิ์	0.085 – 0.425	น้ำที่ผ่านการกรอง หรือน้ำอ่อน	-	-
การล้างกลับ	7.2 – 12.0	น้ำบริสุทธิ์	5 – 20	1.3 – 3.3
การล้างคืนประจุ	0.017 – 0.068	กรดไฮโดรคลอริก 4 – 10%	30	-
การล้างช้า	0.017 – 0.068	น้ำอ่อน หรือน้ำบริสุทธิ์	60	2.6
การล้างเร็ว	0.085 – 0.425	น้ำอ่อน หรือน้ำบริสุทธิ์	60	3.9

หมายเหตุ อัตราการทำน้ำบริสุทธิ์ควรอยู่ระหว่าง 15 – 30 ม.³/ม.² ชม. ความลึกของชั้นเรซินไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร

สำหรับการออกแบบระบบ Demineralization ที่ใช้เรซิน SAC ต้องทราบสัดส่วนของไอออนโซเดียม และเปอร์เซ็นต์ความเป็นด่าง (% Alkalinity) ของน้ำป้อนระบบ เพื่อใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเรซิน (kg) ที่ใช้ต่อปริมาณน้ำป้อนระบบ (ม.³) และปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ล้างคืนประจุ (g) ต่อปริมาตรเรซิน (L) รายละเอียดการออกแบบสามารถหาได้จากคู่มือการใช้เรซินและการออกแบบระบบจากผู้ผลิต หรือตัวอย่างในหนังสือการผลิตน้ำ (ไพศาล วีรภิก การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549)

- เรซิน SBA เป็นเรซินที่อยู่ในรูปไอออนไฮดรอกไซด์ การล้างคืนประจุใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ รายละเอียดการใช้งานของเรซิน SBA แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 รายละเอียดการใช้งานของเรซิน SBA (ไพศาล วีรภิก การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549 หน้า 150)

การใช้งาน	อัตราการใช้ (ม. ³ /ม. ² ชม.ต่อลิตรเรซิน)	ของเหลวที่ใช้	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณที่ใช้ (ลิตร/ลิตรเรซิน)
การทำน้ำบริสุทธิ์	0.085 – 0.425	น้ำที่ผ่านการกรอง หรือน้ำอ่อน	-	-
การล้างกลับ	5 – 7.5	น้ำดิบ	5 – 20	1.3 – 3.3
การล้างคืนประจุ	0.02 – 0.04	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	30	-
การล้างช้า	0.02 – 0.04	น้ำอ่อน หรือน้ำบริสุทธิ์	60	2 - 4
การล้างเร็ว	0.085 – 0.425	น้ำอ่อน หรือน้ำบริสุทธิ์	20	4 - 8

สำหรับการออกแบบระบบ Demineralization ที่ใช้เรซิน SBA ต้องทราบสัดส่วนรวมของไอออนซัลเฟตและไอออนคาร์บอเนตในน้ำป้อนระบบ เพื่อใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเรซิน (kg) ที่ใช้ต่อปริมาณน้ำป้อนระบบ (m^3) และปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ล้างคืนประจุ (g) ต่อปริมาตรเรซิน (L) รายละเอียดการออกแบบสามารถหาได้จากคู่มือการใช้เรซินและการออกแบบระบบจากผู้ผลิต หรือตัวอย่างในหนังสือการผลิตน้ำ (ไพศาล วีรกิจ การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 2549)

ตารางที่ 4.20 เป็นตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบระบบ Demineralization เพื่อกำจัดไอออนโซเดียม การออกแบบต้องทราบอัตราน้ำป้อนสูงสุด และจำนวนถังเรซินที่ต้องการใช้ (ควรใช้ 2-3 ถัง เมื่อหยุดการฟื้นฟูสภาพ หรือการล้างคืนประจุ 1 ถัง) เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ปริมาณไอออนโซเดียมที่ยอมให้มีได้ในน้ำป้อนหลังจากผ่านเรซิน (เช่น 3 มก./ลิตร) แล้วคำนวณหาปริมาณเรซิน และอัตราการล้างกลับ รายละเอียดการคำนวณออกแบบหาได้จากตัวอย่างในหนังสือ Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 12-16 ถึง 12-18.

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลใช้ออกแบบระบบเรซินกำจัดไอออนโซเดียม (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 12.18)

อัตราน้ำป้อนสูงสุด (gal/min max.)			เส้นผ่าน ศูนย์กลางของถัง	พื้นที่หน้าตัด ของถัง (ft ²)	ปริมาตร เรซินต่ำสุดที่ความ สูงของชั้นเรซิน (ft ³ at 30 in)	อัตราการล้างกลับ (gal/min)		
1 ถัง	2 ถัง	3 ถัง				ξ	ψ	ζ
19	25	50	2ft – 0 in	3.14	8	9	19	38
30	40	80	2ft – 6 in	4.91	12	15	30	59
42	56	112	3ft – 0 in	7.07	18	21	42	85
58	77	154	3ft – 6 in	9.62	24	29	58	116
75	100	200	4ft – 0 in	12.6	32	38	75	150
95	130	260	4ft – 6 in	15.9	40	48	95	190
118	160	320	5ft – 0 in	19.6	49	59	118	235
143	190	380	5ft – 6 in	23.8	60	71	143	285

หมายเหตุ

ξ อัตราการล้างกลับสำหรับเรซินประจุลบที่อุณหภูมิประมาณ 20 °C

ψ อัตราการล้างกลับสำหรับเรซินประจุบวกที่อุณหภูมิประมาณ 20 °C

ζ อัตราการล้างกลับสำหรับเรซินประจุบวกที่อุณหภูมิ ประมาณ 105 °C

5.6 การเสื่อมสภาพของเรซินในระบบ Demineralization มีสาเหตุจาก

1) เรซินเสื่อมสภาพจากสารประกอบเหล็กออกไซด์ เมื่อไอออนเฟอร์รัส (Fe^{2+}) ที่ยังเหลืออยู่ในน้ำป้อนระบบสัมผัสกับออกซิเจนจะถูกออกซิไดส์เป็นไอออนเฟอร์ริก (Fe^{3+}) และในที่สุดจะตกตะกอนเป็นสารประกอบเฟอร์ริกออกไซด์เกาะจับผิวของเรซิน สีของเรซินจะเปลี่ยนจากเหลืองหรือน้ำตาลอ่อนเป็นสีน้ำตาลแดง ส่วนใหญ่จะเกิดกับเรซินประจุบวกในขั้นตอนล้างกลับคืนประจุด้วยกรดซัลฟิวริก แก้ไขโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกแทนในขั้นตอนการล้างคืนประจุ หรือใช้สารเคมีที่เป็นตัวรีดิวซ์ (Reducing agent) เช่น โซเดียมไบซัลไฟต์ ($NaHSO_3$)

2) **เรซินถูกเคลือบด้วยแคลเซียมซัลเฟต** มักเกิดกับเรซินประจุบวกที่ใช้กรดซัลฟิวริกล้างคืนประจุ ซึ่งจะเกิดเกลือแคลเซียมซัลเฟตที่ไม่ละลายน้ำ ค้างอยู่บนผิวเรซิน สีของเรซินจะมีสีขาวขุ่นเหมือนถูกเคลือบด้วยหินปูน แก้ไขด้วยการใช้กรดไฮโดรคลอริกแทนในขั้นตอนการล้างคืนประจุ

3) **การปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์** มักเกิดขึ้นกับเรซินประจุลบ สาเหตุเกิดจากไอออนของสารธรรมชาติในน้ำผิวดิน เช่น กรดฮิวมิก (Humic) และสาร Tannins ซึ่งเป็นสารที่อยู่ทั่วไปในใบไม้และแทรกตัวเข้าไปอยู่ในเรซิน ทำให้ต้องใช้เวลาในการล้างเร็วและสิ้นเปลืองน้ำเพื่อไล่ไอออนที่ตกค้างบนเรซินนานขึ้น

6) หน่วยบำบัดน้ำด้วยโอโซน หรือระบบโอโซนเนชั่น (Ozonation unit)

โอโซน (Ozone: O_3) มีความหนาแน่นประมาณ 1.6 เท่าของอากาศ เป็นแก๊สที่ไร้สี ไร้กลิ่น ไม่เสถียรที่อุณหภูมิและความดันปกติ มีจุดเดือดเท่ากับ $-111.9^\circ C$ ที่ความดันบรรยากาศ สามารถแตกตัวเป็นแก๊สออกซิเจนได้ง่ายและรวดเร็ว ที่ระดับความเข้มข้นสูงโอโซนจะมีกลิ่นฉุนค่อนข้างรุนแรง สามารถผลิตโอโซนได้ทั้งจากอากาศแห้ง และออกซิเจนบริสุทธิ์ด้วยเครื่องผลิตโอโซน หรือระบบผลิตโอโซนแบบติดกับที่โดยให้อากาศแห้งหรือออกซิเจนบริสุทธิ์ผ่านช่องแคบระหว่างขั้วไฟฟ้า (Electrode) ที่มีความต่างศักย์สูง ประมาณ 15,000-20,000 โวลต์ (ภาวะนี้เรียกว่า Corona discharge หรือ Cold plasma discharge) ซึ่งโมเลกุลของออกซิเจนบางส่วนจะแตกตัวเป็นไอออนออกไซด์โดยการวิ่งชนของอิเล็กตรอน จากนั้นไอออนออกไซด์จะรวมตัวกับโมเลกุลของออกซิเจนกลายเป็นโอโซน

ข้อควรระวัง โอโซนเป็นแก๊สพิษที่อาจก่อให้เกิดความระคายเคืองอย่างรุนแรงถ้าได้รับโดยตรงและในปริมาณความเข้มข้นที่สูง เป็นอันตรายโดยตรงต่อปอดและตา จะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์อักเสบ ผู้ที่อยู่ในบรรยากาศของโอโซนเข้มข้นอาจถึงแก่ความตายได้ อย่างไรก็ตามโอโซนเข้มข้นเพียง 0.01-0.02 มก./ลิตร ก็มักกลิ่นเหม็นทำให้มนุษย์รับรู้ได้ โดยปกติมนุษย์สามารถทนโอโซนได้ถึง 0.1 มก./ลิตร โดยไม่เป็นอันตราย ที่ความเข้มข้น 1 มก./ลิตร มนุษย์สามารถทนโอโซนได้ 8 นาที และ 1 นาที ที่ความเข้มข้น 4 มก./ลิตร โดยไม่มีอาการผิดปกติ แต่ถ้านานกว่านี้อาจเกิดอาการผิดปกติ เช่น ไอ คอแห้ง หายใจลำบาก เคืองตา มีน้ำตาไหล เป็นต้น

6.1 การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

การฆ่าเชื้อโรคหรือเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำที่ก่อให้เกิดโรคร้ายแรง เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และการกำจัดสารปนเปื้อน เช่น แอมโมเนีย นิยมใช้สารเคมี ได้แก่ คลอรีน คลอรีนไดออกไซด์ โบรมีน โบรมีนคลอไรด์ และโอโซน และรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet: UV)

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยคลอรีน (Chlorination) ในอดีตเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากคลอรีนมีความสามารถในการออกซิไดส์สูง สามารถหยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ เป็นสารที่หาง่าย และราคาถูก คลอรีนที่นิยมใช้ ได้แก่ แก๊สคลอรีน แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ และคลอรีนไดออกไซด์ ถ้ามีปริมาณสารคลอรีนตกค้างมาก คุณภาพน้ำทั้งไม่ได้ตามมาตรฐาน จึงต้องมีการกำจัดออกด้วยวิธี Dechlorination โดยเติมสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือใช้คาร์บอนกัมมันต์ เพื่อลดความเป็นพิษของคลอรีน เนื่องจากคลอรีนสามารถทำปฏิกิริยาเคมีเป็นสารประกอบประเภทไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethane: THM) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง การตกค้างในน้ำที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะจะทำให้ผู้ที่ใช้น้ำได้รับคลอรีนเข้าไปสะสมในร่างกาย ก่อให้เกิดมะเร็งได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ จึงเปลี่ยนใช้สารเคมีอื่นแทน เช่น สารโบรมีนคลอไรด์

โอโซน หรือใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต ในการปรับสภาพน้ำอุตสาหกรรมไออนคลอไรด์จะทำให้เกิดการกัดกร่อนของเหล็กกล้า

การฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายโบรมีนคลอไรด์ เป็นการฆ่าเชื้อโรคในน้ำอีกวิธีหนึ่ง เมื่อสารละลายโบรมีนคลอไรด์ผสมกับน้ำจะเกิดกรดที่ช่วยฆ่าเชื้อโรคได้ดี สารละลายโบรมีนคลอไรด์สามารถกำจัดไวรัสได้ดีเช่นเดียวกับคลอรีน แต่ใช้เวลากำจัดสั้นกว่า อย่างไรก็ตามโบรมีนคลอไรด์จัดอยู่ในประเภทสารอันตรายเช่นเดียวกัน แต่ความอันตรายน้อยกว่าคลอรีน การตกค้างของสารละลายโบรมีนคลอไรด์ในน้ำจะทำให้เกิดสาร Brominated organic substances ถ้าหากปล่อยน้ำลงแหล่งน้ำสาธารณะ Brominated organic substances จะสะสมในสิ่งมีชีวิตในน้ำ เนื่องจากสารละลายโบรมีนคลอไรด์มีสมบัติกัดกร่อนสูงจึงอาจใช้โอโซนแทน

การบำบัดน้ำด้วยโอโซน หรือระบบโอโซนเนชั่น โอโซนเป็นตัวออกซิไดส์ที่รุนแรง มีประสิทธิภาพสูงในการทำลายกลิ่น สี และรสในน้ำ ละลายน้ำได้ประมาณ 20 เท่าของการละลายน้ำของออกซิเจน (ความสามารถในการละลายน้ำของโอโซนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดัน) แต่จะไม่เสถียรในน้ำ โอโซนมีความเสถียรในอากาศมากกว่าในน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งอากาศที่เย็นและแห้ง นอกจากนั้นโอโซนยังสามารถกำจัดไอออนของสารอนินทรีย์ เช่น ไอออนของเหล็ก แมงกานีส และซัลไฟด์ สามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส และจุลินทรีย์ต่างๆ และกำจัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายในน้ำยาก ปัจจุบันนิยมใช้โอโซนแทนสารคลอรีนในการบำบัดน้ำ เนื่องจากโอโซนสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ดีกว่าคลอรีน ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำและค่าความเป็นกรด-เบส ไม่ถูกรบกวนจากสารแอมโมเนียในน้ำ และยังช่วยเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำได้ เพราะโอโซนแตกตัวเป็นแก๊สออกซิเจนได้อย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามโอโซนมีพิษแบบเฉียบพลัน ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และอาจเกิดสารก่อมะเร็งได้ ปัญหาที่มักพบในระบบบำบัดน้ำด้วยโอโซน คือ การเกิดฟองและการตกตะกอนของแคลเซียมออกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนต และเฟอร์รัสไฮดรอกไซด์ ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) ซึ่งจะทำให้เครื่องผลิตโอโซน ท่อวาล์ว และเครื่องสูบน้ำอุดตันเกิดความเสียหาย

6.2 เครื่องมือที่ใช้ในระบบโอโซนเนชั่น

เครื่องมือในระบบโอโซนเนชั่นประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ดังนี้

1) ส่วนที่ใช้เตรียมแก๊ส (Gas preparation unit) โดยปกติจะใช้อากาศแห้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโอโซน

2) ส่วนจ่ายกำลังไฟฟ้า (Electro power unit) เครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้าโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 แบบ คือ

- Low frequency (60 Hz) และ Variable voltage
- Medium frequency (600 Hz) และ Variable voltage
- Fixed voltage และ Variable frequency

ส่วนมากนิยมใช้แบบ Low frequency (60 Hz) และ Variable voltage แต่ถ้าเป็นระบบโอโซนเนชั่นขนาดใหญ่จะใช้แบบ Medium frequency (600 Hz) และ Variable voltage ซึ่งสามารถผลิตโอโซนได้เพิ่มมากขึ้นโดยไม่ต้องเพิ่มขนาดของส่วนผลิตโอโซน

3) ส่วนผลิตโอโซน (Ozone generator) แบ่งออกได้ 3 ประเภท มีทั้งแบบตั้งตรงหรือแบบแนวนอน

- Otto plate type

- Tube type นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากสามารถผลิตโอโซนได้ทั้งจากอากาศหรือออกซิเจน โดยทำให้แห้งและลดอุณหภูมิให้ถึง -60°F ใช้ความดันในช่วง 3 – 15 psig และความต่างศักย์สูงสุดอยู่ระหว่าง 15 – 19 kV ความถี่ 2,000 Hz

- Lowther plate type

4. ส่วนที่สัมผัสทำปฏิกิริยา (Contactor) เพื่อให้โอโซนละลายน้ำได้มากที่สุดจึงมีการออกแบบที่หลากหลาย เช่น Multi-stage porous diffuser contactor, Ozone vacuum injector contactor, Turbine contactor, Two-level diffuser contactor

6.3 ปัญหาที่มักพบในการบำบัดน้ำด้วยโอโซน

1) ปริมาณการผลิตโอโซนต่ำ มีสาเหตุจาก

- จุดน้ำค้างของแก๊สป้อนสูงเกินไป แก้ไขโดยหารอยรั่วของแก๊สป้อนในระบบและซ่อมแซม
- ความบริสุทธิ์ของออกซิเจนในแก๊สป้อนลดลง
- อัตราการไหลของแก๊สต่ำ แก้ไขโดยปรับความดันให้เหมาะสม

2) การรั่วไหลของโอโซน มีสาเหตุจากวาล์วระบายของเครื่องผลิตโอโซนไม่ได้ปิด มนังเครื่องผลิตโอโซนมีรอยรั่ว และเกิดการรั่วไหลใน Off-gas line แก้ไขโดยการหารอยรั่ว และซ่อมแซมด้วยการขันแน่นบริเวณข้อต่อที่มีรอยรั่ว

3) การฆ่าเชื้อโรคไม่ได้ผล มีสาเหตุจาก

- ปริมาณโอโซนที่เติมต่ำ แก้ไขโดยเพิ่มปริมาณโอโซน
- หัวฉีดหรือหัวพ่นแก๊สอุดตัน แก้ไขโดยทำความสะอาด หรือเปลี่ยนหัวฉีด

7) หม้อไอน้ำ หรือเครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler)

หม้อไอน้ำ คือ เครื่องกำเนิดไอน้ำ ทำหน้าที่ผลิตทั้งน้ำร้อน (Hot water) ไอน้ำความดันต่ำ (Low pressure steam: LS) ไอน้ำความดันสูง (High pressure steam: HS) และไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (Superheated steam: SS) โดยการถ่ายเทความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในหม้อไอน้ำให้กับน้ำ องค์ประกอบหลักของหม้อไอน้ำประกอบด้วย ส่วนของหม้อไอน้ำ เตาเผา (Furnace) เครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงหม้อไอน้ำ หรือเครื่องประหยัดเชื้อเพลิง (Economizer) เครื่องผลิตไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (Superheater) เครื่องให้ความร้อนซ้ำ (Reboiler) เครื่องอุ่นอากาศ (Air heater) และอุปกรณ์สนับสนุนการเผาไหม้เชื้อเพลิงลักษณะต่างๆ หม้อไอน้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะผลิตไอน้ำอิ่มตัว (Saturated steam) ความดันตั้งแต่ 105 – 120 bar ถ้าอุณหภูมิในห้องสันดาปสูงถึง $1,000 - 1,500^{\circ}\text{C}$ จะสามารถผลิตไอน้ำร้อนยวดยิ่งได้

พิกัดหม้อไอน้ำ หมายถึง อัตราการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำสามารถผลิตได้ต่อหน่วยเวลา (กิโลกรัมต่อชั่วโมง ปอนด์ต่อชั่วโมง หรือตันต่อชั่วโมง) การกำหนดพิกัดหม้อไอน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของไอน้ำที่ผลิตออกมา ถ้าเป็นไอน้ำอิ่มตัวก็จะกำหนดเป็นอัตราการผลิตไอน้ำต่อหน่วยเวลา เช่น 1 ตันต่อชั่วโมง หมายถึง ปริมาณความร้อนที่สามารถทำให้น้ำปริมาณ 1 ตัน ที่อุณหภูมิ 100°C กลายเป็นไอน้ำทั้งหมดที่ 100°C ภายในเวลา 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังกำหนดเป็นแรงม้าหม้อไอน้ำ (Boiler horsepower) ตามมาตรฐาน ASME 1 แรงม้าหม้อไอน้ำ คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 34.5 ปอนด์ ที่อุณหภูมิ 212°F กลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิ 212°F ทั้งหมดในเวลา 1 ชั่วโมง

7.1 ชนิดของหม้อไอน้ำ

โดยทั่วไปชนิดของหม้อไอน้ำแบ่งได้ 3 แบบ ดังนี้

1) หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ (Fire tube boiler)

หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ เป็นหม้อไอน้ำที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ (Firebox) ถูกส่งผ่านเข้าภายในท่อเหล็กจำนวนมาก ซึ่งติดตั้งตามแนวยาวของหม้อไอน้ำ ความร้อนนี้จะทำให้น้ำที่อยู่ภายนอกท่อเหล็กในห้องเผาไหม้เดือดและเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำ หม้อไอน้ำประเภทนี้ส่วนมากมีขนาดเล็ก ความดันต่ำ (ไม่เกิน 150 ปอนด์ต่อตารางเมตรนิ้ว) อัตราการผลิตไอน้ำน้อยกว่า 15,000 ปอนด์ต่อชั่วโมง ไอน้ำที่ได้จะนำไปใช้กับเครื่องจักรไอน้ำและเครื่องจักรที่ให้ความร้อนต่างๆ หม้อไอน้ำแบบนี้นิยมใช้กันมากในโรงงานกระดาษ โรงงานอาหารสัตว์ โรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูปและโรงงานลับประดกระป๋อง

2) หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water tube boiler)

โครงสร้างของหม้อไอน้ำแบบนี้แตกต่างกับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ ตรงที่น้ำอยู่ในท่อเหล็ก ภายนอกของท่อเหล็กจะได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงตลอดแนวที่ไฟผ่านผนังท่อเหล็ก โดยการแผ่รังสี การพา และการนำความร้อน เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอน้ำ หม้อไอน้ำแบบนี้เป็นหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ ความดันไอน้ำตั้งแต่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไป และสามารถผลิตไอน้ำได้มาก ไอน้ำที่ผลิตได้ส่วนมากจะเป็นไอน้ำร้อนยวดยิ่ง นิยมใช้กับเครื่องกังหันไอน้ำ โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ และโรงกลั่นน้ำมัน

หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำแบ่งตามลักษณะการไหลหมุนเวียนของน้ำในท่อได้ 3 แบบ ดังนี้

- หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ (Natural circulation water tube boiler) การหมุนเวียนของน้ำในหม้อไอน้ำเกิดจากการพาความร้อนตามธรรมชาติ ความดันของไอน้ำที่ผลิตออกมามีต่ำกว่า 200 บาร์

- หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนบังคับ (Forced circulation water tube boiler) หม้อไอน้ำแบบนี้ใช้ปั๊ม หรือเครื่องสูบน้ำหมุนเวียนน้ำในหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำชนิดนี้ดีกว่าหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ คือ อัตราการหมุนเวียนของน้ำไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่รับความร้อน ความสูงหม้อไอน้ำ และการเปลี่ยนความดันของไอน้ำที่ผลิต

- หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่าน (Once-through boiler) พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับการอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำ และการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำแบบนี้เพียงพอต่อการผลิตไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านครั้งเดียว ซึ่งต่างกับหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำที่น้ำหมุนเวียนธรรมชาติ และแบบน้ำหมุนเวียนบังคับที่ไม่สามารถผลิตไอน้ำได้ทั้งหมดภายในการไหลผ่านครั้งเดียว หม้อไอน้ำแบบน้ำไหลผ่านไม่มีถังพักไอน้ำหรือดรัม (Drum) จึงไม่มีการไหลวนวนสิ่งเจือปนต่างๆ ออกจากหม้อไอน้ำได้ จึงมีโอกาสเกิดโอเป็กมากกว่าปกติ หรือแครี่โอเวอร์ (Carryover)

3) หม้อไอน้ำสำเร็จรูป หรือแบบผสมท่อไฟและท่อน้ำ (Packaged boiler)

โครงสร้างของหม้อไอน้ำแบบนี้เป็นแบบผสมระหว่างหม้อไอน้ำแบบท่อไฟกับแบบท่อน้ำ หม้อไอน้ำสำเร็จรูปถูกออกแบบและสร้างสำเร็จจากโรงงานผลิต มีโครงสร้างแข็งแรง มีอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับหม้อไอน้ำครบ จึงมีความสะดวกในการนำมาติดตั้งใช้งาน หม้อไอน้ำชนิดนี้นิยมในโรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม และโรงพยาบาล เชื้อเพลิงที่ใช้ ได้แก่ น้ำมันเตา และ/หรือ ก๊าซธรรมชาติ

7.2 คุณภาพน้ำสำหรับใช้ในหม้อไอน้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำป้อนหม้อไอน้ำ แสดงในตารางที่ 4.8, 4.10, 4.11, 4.12 และ 4.13 ที่ได้กล่าวในข้างต้น ถ้าใช้น้ำป้อนหม้อไอน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง เช่น น้ำอ่อน น้ำบริสุทธิ์ (ตารางที่ 4.21 มาตรฐานคุณภาพของน้ำอ่อนสำหรับป้อนหม้อไอน้ำที่ความดันต่างๆ และตารางที่ 4.22 มาตรฐานคุณภาพของน้ำบริสุทธิ์สำหรับป้อนหม้อไอน้ำที่ความดันต่างๆ) จะลดโอกาสการเกิดฟาวลิงภายในหม้อไอน้ำได้ ลดการโบลดาวน์ซึ่งจะสูญเสียน้ำ และน้ำที่ต้องเติมชดเชย (Make up water) มาตรฐานคุณภาพน้ำชดเชยอย่างน้อยต้องมีความบริสุทธิ์เทียบเท่าหรือสูงกว่าน้ำป้อนหม้อไอน้ำ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งจะปรับสภาพน้ำโบลดาวน์ และหมุนเวียนกลับมาใช้เป็นน้ำชดเชย ตัวอย่างกระบวนการปรับสภาพน้ำโบลดาวน์ของหม้อไอน้ำเป็นน้ำชดเชยแสดงดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.21 มาตรฐานคุณภาพของน้ำอ่อนสำหรับป้อนหม้อไอน้ำที่ความดันต่างๆ (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 39.24)

	ความดันหม้อไอน้ำ (lb/in ²)					
	150	300	600	900	1,200	1,500
TDS (max.)	4,000	3,500	3,000	2,000	500	300
Phosphate (as PO ₄)	30-60	30-60	20-40	15-20	10-15	5-10
Hydroxide (as CaCO ₃)	300-400	250-300	150-200	120-150	100-120	80-100
Sulfite	30-60	30-40	20-30	15-20	10-15	5-10
Silica (as SiO ₂) max.	100	50	30	10	5	3
Total iron (as Fe) max.	10	5	3	2	2	1
Organic	70-100	70-100	70-100	50-70	50-70	50-70

ตารางที่ 4.22 มาตรฐานคุณภาพของน้ำบริสุทธิ์สำหรับป้อนหม้อไอน้ำที่ความดันต่างๆ (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 39.25)

	ความดันหม้อไอน้ำ (lb/in ²)					
	Up to 600	900	1,200	1,500	1,800	2,400
TDS (max.)	Using same optimum limits as for soft (not deionized) feed waters	500	300	200	100	0
Phosphate (as PO ₄)		15-25	15-25	5-10	5-10	5-10
pH		9.8-10.2	9.8-10.2	9.4-9.7	9.4-9.7	9.4-9.7
Silica (as SiO ₂) max.		10	5	2	1	0.25
Total iron (as Fe) max.		2	2	1	0.5	0.2
Organic		0.04-0.06 ^ψ	0.04-0.06 ^ψ	0.04-0.06 ^ψ	0.04-0.06 ^ψ	0.04-0.06 ^ψ

หมายเหตุ ^ψ ไฮดรอกซีนที่เหลืออยู่ในน้ำป้อนจะอยู่ในอุปกรณ์ที่อยู่ก่อนหม้อไอน้ำ เช่น Economizer

ตารางที่ 4.23 ตัวอย่างกระบวนการปรับสภาพน้ำบอวดาวนของหม้อไอน้ำเป็นน้ำขดเซย (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 39.15)

Process	Residual (mg/L)			
	TDS	Hardness	Alkalinity	Silica
Blowdown water	275	160	135	10
Split stream	170	Nil	20	10
Partial cold lime	190	75	50	9
Hot lime-soda	145	17	40	1
Hot lime-zeolite	155	Nil	30	1
Demineralization	1-2	Nil	1-2	0.05

7.3 ปัญหาที่พบกับหม้อไอน้ำ

7.3.1 การเกิดไอลิเยกมากกว่าปกติ หรือแครี่โอเวอร์ สาเหตุเกิดจาก

- 1) น้ำภายในหม้อไอน้ำมีความเข้มข้นของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรือของแข็งแขวนลอยมากเกินไป เนื่องจากขาดการบอวดาวน และการล้างทำความสะอาดภายในหม้อไอน้ำ
- 2) ขาดการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ป้อนเข้าเครื่อง
- 3) ท่อไอน้ำงานเล็กเกินไป ทำให้ไอน้ำวิ่งไปยังจุดใช้งานด้วยความเร็วสูงเกินไป และพ่นน้ำภายในหม้อไอน้ำไปด้วย
- 4) การเปิดใช้ไอน้ำอย่างทันทีทันใด ทำให้การผลิตไอน้ำไม่ทัน จึงทำให้น้ำออกไปด้วย
- 5) ขนาดหม้อไอน้ำเล็กเกินไป เมื่อเทียบกับความต้องการใช้งาน
- 6) ไม่มีการแยกน้ำที่กลั่นตัว (Condensate) ออกจากไอน้ำในท่อพักรวม (Header)

7.3.2 การเกิดฟาวลิงเกาะจับในหม้อไอน้ำ

ในหม้อไอน้ำจะมีน้ำหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เมื่อน้ำไหลผ่านผิวโลหะร้อนซึ่งมีอุณหภูมิพื้นผิว (Skin temperature) ของโลหะสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำที่อยู่บริเวณรอบๆ มาก จะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำที่ผิว บริเวณพื้นนั้นจะมีน้ำที่มีความเข้มข้นของไอออนสูงกว่าปกติ เม็ดไอน้ำที่เกิดขึ้นจะถูกล้อมรอบด้วยไอออนที่เข้มข้น จนกระทั่งแยกตัวตกผลึกหรือตกตะกอนบนพื้นผิวโลหะ ผลึกหรือตะกอนที่เกิดขึ้นจะสะสมกันจนกลายเป็นฟาวลิงเกาะจับ ซึ่งมีทั้งในสภาพที่เป็นผลึกและอสัณฐาน (Amorphous) แต่ถ้าหากมีน้ำในบริเวณอื่นไหลเข้ามา ผลึกหรือตกตะกอนที่เกิดจะละลายอยู่ในสภาพสารละลายได้อีก ทำให้ไม่เกิดฟาวลิง ดังนั้นการไหลหมุนเวียนของน้ำอย่างเพียงพอจะสามารถลดการเกิดฟาวลิงได้

สิ่งที่ต้องระมัดระวังและควบคุมระบบน้ำป้อนหม้อไอน้ำ คือ การป้องกันการเกิดฟาวลิงเกาะจับบนพื้นผิวถ่ายเทความร้อน เพราะฟาวลิงเป็นฉนวนความร้อน ทำให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนต่ำลง และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ถ้าความร้อนยิ่งสูง ผนังท่อโลหะจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และอ่อนตัวลง ความดันภายในท่อจะดันให้ท่อบวมขยายออก ผนังท่อบริเวณนั้นจะบางลง และอาจขยายตัวจนแตกเสียหายได้

การแก้ปัญหาฟาวลิงเกาะจับในหม้อไอน้ำควรปรับสภาพน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำให้ดีที่สุดก่อน (ทั้งความกระด้างในรูปแคลเซียมและแมกนีเซียม ซิลิกา เหล็กออกไซด์ และทองแดงออกไซด์) แล้วจึงใช้วิธีใส่สารเคมีเข้าไป

ในหม้อไอน้ำ สำหรับหม้อไอน้ำที่มีระบบปรับสภาพน้ำป้อนที่ดียอยู่แล้วจะไม่พบปัญหาของฟาวลิงเกาะจับจากแคลเซียมและแมกนีเซียม แต่ต้องระวังปัญหาการเกิดฟาวลิงไอออนของเหล็กและทองแดง

7.3.3 การกัดกร่อนในหม้อไอน้ำ

ปัญหาการกัดกร่อนในหม้อไอน้ำมีทั้งด้านสัมผัสกับเปลวไฟ และด้านที่สัมผัสกับน้ำ

1) การกัดกร่อนในหม้อไอน้ำด้านที่สัมผัสกับเปลวไฟ

ปกติปัญหาที่พบบ่อยจะเกิดจากเปลวไฟ แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ และแก๊สเสีย (Flue gas) ทำให้เกิดการกัดกร่อนท่อ ผนังเตา และอุปกรณ์ต่างๆ ในหม้อไอน้ำ เช่น เครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงหม้อไอน้ำ (Economizer) ผลการกัดกร่อนทำให้ต้องหยุดซ่อมหม้อไอน้ำบ่อย หยุดล้างทำความสะอาด และมีความร้อนสูญเสียไปพร้อมกับแก๊สเสีย การกัดกร่อนด้านสัมผัสกับเปลวไฟ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ การกัดกร่อนเหล็กที่อุณหภูมิสูงเนื่องจากเถ้า (Ash) และฟาวลิงเกาะจับ (Fouling deposits) และการกัดกร่อนเหล็กที่อุณหภูมิต่ำเนื่องจากสภาพความเป็นกรดของแก๊สเสีย

- การกัดกร่อนเหล็กที่อุณหภูมิสูง (High-temperature corrosion) เหล็กจะถูกกัดกร่อนได้ที่อุณหภูมิสูง เพราะที่อุณหภูมิตั้งแต่ 400 °C ขึ้นไป เหล็กจะถูกออกซิไดส์เป็นเหล็กออกไซด์ 3 ชนิด คือ FeO (Wustite), Fe₃O₄ (Magnetite) และ Fe₂O₃ (Hematite) การลดการกัดกร่อนต้องทำให้เหล็กทนต่อการออกซิไดส์โดยใช้เหล็กผสมโครเมียม ซิลิคอน และอะลูมิเนียม เพื่อลดอัตราการออกซิไดส์ วิธีที่สะดวกและประหยัดที่สุด คือ การใช้สารเคมีช่วยลดเถ้าหลอมเหลวเกาะจับผิวโลหะที่จะทำให้เกิดการกัดกร่อน สารเคมีที่ใช้ เช่น ซิลิกา หินปูน โดโลไมต์ เป็นต้น ซึ่งเมื่อผสมกับเถ้าแล้ว จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิหลอมเหลวของเถ้าให้สูงขึ้น ไม่อ่อนตัวเกาะติดตามผนัง

- การกัดกร่อนเหล็กที่อุณหภูมิต่ำ (Low-temperature corrosion) มีสาเหตุมาจากกำมะถันในน้ำมันเตา ปกติในน้ำมันเตามีกำมะถัน 1 – 3 % บางครั้งอาจมีถึง 5 % กำมะถันพวกนี้ เช่น Thiopene, Ethanethiol จะก่อให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนและเกาะจับอุปกรณ์ส่วนที่มีอุณหภูมิสูง การเผาไหม้จะทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อเป็นแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO₃) และเมื่อได้รับความชื้นจะเกิดปฏิกิริยา กลายเป็นกรดกำมะถัน ซึ่งเป็นสาเหตุการกัดกร่อนที่เครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงหม้อไอน้ำ และเครื่องอุ่นอากาศ (Air heater) การแก้ไข คือ เลือกใช้น้ำมันเตาที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ และปรับปรุงวิธีการใช้งานหม้อไอน้ำ เช่น รักษาพื้นผิวโลหะทุกชนิดให้มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำค้างของกรด หลีกเลี่ยงการใช้โลหะหรืออิฐทนไฟที่สามารถเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการออกซิไดส์ SO₂ เป็น SO₃ การใช้สารเคมีเข้าไปทำปฏิกิริยากับแก๊สเสีย หรือสารอื่นๆ เพื่อป้องกันและลดการเกิด SO₃ หรือเพื่อทำปฏิกิริยาสะเทินให้กรดมีสภาพเป็นกลาง

2) การกัดกร่อนในหม้อไอน้ำด้านที่สัมผัสกับน้ำ

การกัดกร่อนในหม้อไอน้ำด้านที่สัมผัสกับน้ำเป็นการกัดกร่อนของเหล็กตามหลักการไฟฟ้าเคมี (Electrochemistry) โลหะสูญเสียอิเล็กตรอนให้แก่ น้ำและออกซิเจน และเกิดเหล็กออกไซด์หรือสนิม มักพบบริเวณก่อนเข้าหม้อไอน้ำ หรือช่วงส่งน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ บริเวณภายในหม้อไอน้ำ และบริเวณหลังจากหม้อไอน้ำ หรือบริเวณผลิตไอน้ำร้อนยวดยิ่ง และระบบคอนเดนเสท

การป้องกันต้องระมัดระวังไม่ให้น้ำป้อนหม้อไอน้ำมีแก๊สออกซิเจน วิธีการกำจัดแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำมี 2 วิธี คือ การใช้ระบบไล่อากาศหรือแก๊สออกซิเจน (Deaeration หรือ Degasification) และการใช้สารเคมีกำจัดแก๊สออกซิเจน สารเคมีที่นิยมใช้ คือ โซเดียมซัลไฟต์ (Na₂SO₃) หรือไฮดราซีน (N₂H₄)

8) หอทำความเย็น หอหล่อเย็น หรือหอผึ่งเย็น (Cooling tower)

น้ำหล่อเย็น (Cooling water) คือ น้ำที่นำไปใช้ลดอุณหภูมิของเครื่องจักร (เช่น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) ชิลเลอร์ (Chiller) คอนเดนเซอร์ (Condenser)) กระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ ให้มีอุณหภูมิต่ำลงตามที่ต้องการ ดังนั้นน้ำหล่อเย็นจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และนำไปผ่านหอทำความเย็นเพื่อระบายความร้อนออกจากน้ำหล่อเย็น ทำให้อุณหภูมิลดลง แล้วหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้อีก

ก่อนนำน้ำหล่อเย็นไปใช้งานจะต้องปรับปรุงคุณภาพให้อยู่ในมาตรฐาน ถ้าคุณภาพน้ำหล่อเย็นไม่ดีจะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ เช่น เกิดฟาวลิงเกาะจับบนพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน การกัดกร่อนผิวโลหะ น้ำหล่อเย็นที่มีของแข็งละลายน้ำต่ำ มีความกระด้างต่ำ และมีค่าความเป็นกรด-เบสตามมาตรฐาน สามารถลดการโบลดาวน์ (Blowdown) หรือการระบายน้ำทิ้ง และลดการระบายน้ำหมุนเวียนบางส่วนทิ้ง หรือบลิ็ดออฟ (Bleed-off) จากหอทำความเย็น จึงลดปริมาณการเติมน้ำชดเชย (Make up water) นอกจากนี้ยังป้องกันการเกิดฟาวลิงในหอทำความเย็นได้ ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนดี และลดการใช้พลังงานของหอทำความเย็น

8.1 คุณภาพน้ำสำหรับใช้ในหอทำความเย็น

น้ำสำหรับหอทำความเย็นนิยมใช้น้ำที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว เช่น น้ำอ่อน น้ำ RO หรือน้ำบริสุทธิ์ การเลือกใช้น้ำสำหรับหอทำความเย็นขึ้นอยู่กับมาตรฐานคุณภาพน้ำหล่อเย็นที่ต้องการ ตัวอย่างมาตรฐานคุณภาพของน้ำชดเชย และน้ำหล่อเย็นเมื่อผ่านการหมุนเวียนในกระบวนการ แสดงดังตารางที่ 4.24 (GE Power & Water, Chapter 31 - Open Recirculating Cooling Systems, Water & Process Technology)

อ้างอิงจาก http://www.gewater.com/handbook/cooling_water_systems/ch_31_open.jsp

ตารางที่ 4.24 ตัวอย่างมาตรฐานคุณภาพของน้ำชดเชยและน้ำหล่อเย็น (GE Power & Water, Chapter 31 - Open Recirculating Cooling Systems, Water & Process Technology)

	Make-up water	Circulating water without acid feed at			Circulating water at 15 cycles	
		2 cycles	5 cycles	10 cycles	No acid feed	Acid for pH 8.7
Calcium (as CaCO ₃), ppm	50	100	250	500	750	750
Magnesium (as CaCO ₃), ppm	20	40	100	300	300	300
M Alkalinity (as CaCO ₃), ppm	40	80	200	400	600	310
Sulfate (as SO ₄ ²⁻), ppm	40	80	200	400	600	890
Chloride (as Cl ⁻), ppm	10	20	50	100	150	150
Silica (as SiO ₂), ppm	10	20	50	100	150	150
pH	7.0	7.6	8.3	8.9	9.2	8.7
pH _s (120 °F)	8.2	7.6	6.8	6.4	6.0	6.2
LSI	-1.2	0	+1.5	+2.5	+3.2	+2.5
RSI	9.4	7.6	5.3	3.9	2.8	3.7
CaCO ₃ controlled by ^a B		B	B/S	B/S	X	B/A/S

หมายเหตุ ^a B, blowdown only; B/S, blowdown plus scale inhibitor; B/A/S, blowdown plus aid plus CaCO₃ scale inhibitor; X, cannot operate

ผลของคุณภาพน้ำหล่อเย็นต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบน้ำหล่อเย็น เช่น ไออนอนแคลเซียม ไออนอนแมกนีเซียม ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ แสดงดังตารางที่ 4.25 และผลของการปรับสภาพน้ำหล่อเย็นด้วยสารเคมีต่อการกัดกร่อน การเกิดสเกล การเกิดฟาวลิง และการก่อตัวของจุลชีพ แสดงดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.25 ผลของคุณภาพน้ำหล่อเย็นต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบน้ำหล่อเย็น (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 38.25)

Variables	Effects
Ca, Mg	Define scaling tendency of water
Total alkalinity, pH, Temp.	Define concentration of carbonate and bicarbonate, and solubility of calcium carbonate
SO ₄ , SiO ₂	Must be controlled to prevent sulfate and silicate scales
Suspended solids	Cause fouling, require dispersants
Contaminants: Hydrocarbons, glycols, NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S	Cause fouling and microbial growth, high chlorine demand, precipitate chemical treatments

ตารางที่ 4.26 ผลของการปรับสภาพน้ำหล่อเย็นด้วยสารเคมีต่อการกัดกร่อน การเกิดสเกล การเกิดฟาวลิง และการก่อตัวของจุลชีพ (Frank N. Kemmer, The NALCO Water Handbook 2nd ed., McGraw-Hill, 1988 หน้า 38.26)

Chemical treatments	Problems			
	Corrosion	Scaling	Fouling	Microbes
Chromates	x			
Zinc	x			
Molybdates	x			
Silicates	x			
Polyphosphates	x	x		
Polyol esters		x		
Phosphonates	x	x		
All-organics	x	x	x	
Natural organics			x	
Synthetic polymers		x	x	
Nonoxidizing biocides			x	x
Chlorine/bromine				x
Ozone				x

8.2 ชนิดหอทำความเย็น

8.2.1 หอทำความเย็นแบบเปียก

เป็นหอทำความเย็นที่มีลักษณะการระบายความร้อนน้ำหล่อเย็นในสภาพละออง น้ำหล่อเย็นจะถูกเปื้อนเข้าหัวฉีดให้เป็นละอองน้ำ และแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศที่ถูกพัดลมดูดเข้ามาในทิศทางสวนกับละอองน้ำ ทำให้น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิลดลงและตกลงมาในอ่างรองรับได้หอทำความเย็น ละอองน้ำบางส่วนจะระเหยไปกับอากาศ (Drift) อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำหล่อเย็นจะเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet bulb temperature) ของอากาศภายนอกหอทำความเย็น หอทำความเย็นแบบเปียกแบ่งเป็น

1) ชนิดหมุนเวียนด้วยแรงกล (Mechanical draft tower: MD) แบ่งเป็น

- ชนิดดูดอากาศออก (Induced-draft tower: ID) หอทำความเย็นแบบนี้จะติดตั้งพัดลมอยู่ด้านบนของหอทำความเย็น เพื่อดูดอากาศภายในหอทำความเย็นออก

- ชนิดดูดอากาศเข้า (Forced-draft tower: FD) หอทำความเย็นแบบนี้จะติดตั้งพัดลมอยู่ด้านล่าง เพื่อดูดอากาศภายนอกเข้ามาภายในหอทำความเย็น

ข้อดีของหอทำความเย็นแบบหมุนเวียนด้วยแรงกล

- การลงทุนต่ำและใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย เนื่องจากโครงสร้างไม่ใหญ่มาก
- ประสิทธิภาพและปริมาณอากาศที่ใช้ในการพาความร้อนออกไปเพียงพอตามที่กำหนด

ข้อเสียของหอทำความเย็นแบบหมุนเวียนด้วยแรงกล

- กระจายอากาศไม่ค่อยดี
- อาจมีการรั่วไหลของอากาศ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนจะลดลง
- มีโอกาสที่ความร้อนและความชื้นอาจถูกดูดกลับมาได้อีก

2) ชนิดหมุนเวียนอากาศแบบธรรมชาติ (Natural draught cooling towers) การทำงานของหอทำความเย็นชนิดนี้อาศัยความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศที่อยู่ภายในหอทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูง (เนื่องจากรับความร้อนจากน้ำหล่อเย็น) กับอากาศที่อยู่ภายนอกหอทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งจะไหลมาแทนที่อากาศที่มีอุณหภูมิสูงในหอทำความเย็น และทำให้อากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่าในหอทำความเย็นลอยตัวออกสู่บรรยากาศ เงื่อนไขการเลือกใช้หอทำความเย็นแบบนี้ คือ

- อากาศในบรรยากาศ มีความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ต่ำ (อุณหภูมิกระเปาะเปียกต่ำ)
- อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นสูง
- ต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการติดตั้ง เนื่องจากมีโครงสร้างใหญ่

8.2.2 หอทำความเย็นแบบแห้ง

เป็นหอทำความเย็นที่มีขนาดใหญ่กว่าหอทำความเย็นแบบเปียก ลักษณะของการระบายความร้อนจากน้ำหล่อเย็นใช้ครีป (Fin) ถ่ายเทความร้อนกับอากาศ

ข้อดีของหอทำความเย็นแบบแห้ง

1. ไม่ต้องระวางปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไป
2. ประหยัดน้ำ
3. ลดการทำความสะอาดยาก เพราะเป็นระบบปิด
4. ไม่ต้องมีอ่างคอนกรีตใต้หอทำความเย็น

ข้อเสียของหอทำความเย็นแบบแห้ง

1. ประสิทธิภาพต่ำ
2. ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง
3. การลงทุนและต้องใช้พื้นที่มาก

8.3 การหมุนเวียนของน้ำหล่อเย็นในกระบวนการผลิต แบ่งได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) การหมุนเวียนของน้ำหล่อเย็นแบบเปิด (Open recirculation) น้ำหล่อเย็นจากหอทำความเย็นจะรับความร้อนจากเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไป เมื่อน้ำหล่อเย็นหมุนเวียนกลับเข้าหอทำความเย็นจะถูกพ่นเป็นฝอย เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยการสัมผัสโดยตรงกับอากาศในบรรยากาศ ด้วยกลไกการระเหย ทำให้น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิลดลง สามารถหมุนเวียนกลับไปใช้ในกระบวนการได้อีก แต่ น้ำหล่อเย็นสูญเสียจากการระเหยไปกับอากาศมากจึงต้องเติมน้ำชดเชยสูง ระบบนี้นิยมใช้ในโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ โรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

2) การหมุนเวียนของน้ำหล่อเย็นแบบปิด (Closed recirculation) ระบบนี้แตกต่างจากการหมุนเวียนของน้ำหล่อเย็นแบบเปิดตรงที่น้ำหล่อเย็นจะรับความร้อนจากเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ในกระบวนการผลิตเพียงหน่วยเดียวเท่านั้น

3) การหมุนเวียนของน้ำหล่อเย็นแบบผ่านครั้งเดียว (Once-through recirculation) น้ำหล่อเย็นจะรับความร้อนจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในกระบวนการผลิตผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แล้วจะถูกปล่อยทิ้งลงแม่น้ำหรืออ่างเก็บน้ำ แล้วจึงสูบน้ำในแม่น้ำหรืออ่างเก็บน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า กลับเข้าใช้ในกระบวนการผลิต นิยมใช้ในโรงงานผลิตกระดาษ และโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

8.4 ปัญหาที่มักพบในระบบน้ำหล่อเย็น มีดังนี้

1) ปัญหาการเกิดฟาวลิง ฟาวลิงเกิดจากน้ำหล่อเย็นที่มีคุณภาพต่ำเพราะมีความกระด้างแคลเซียม และแมกนีเซียม ไอออนทั้งสองจะรวมตัวไอออนคาร์บอเนตหรือไอออนซัลเฟต เป็นสารประกอบเกาะสะสมอยู่ที่ผนังโลหะของระบบน้ำหล่อเย็น ทำให้เกิดการอุดตันของระบบน้ำหล่อเย็น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบลดลง วิธีป้องกันการเกิดฟาวลิง คือ ควบคุมคุณภาพของน้ำหล่อเย็นให้ได้ตามมาตรฐานโดยปรับสภาพน้ำด้วยหน่วยผลิตน้ำอ่อน ระบบรีเวิร์สออสโมซิส หรือควบคุมจำนวนรอบของการหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นไม่ให้มากเกินไปเพื่อไม่ให้ความเข้มข้นของสารละลายสูงเกินกว่ามาตรฐานจนทำให้เกิดฟาวลิง หรือควบคุมด้วยการเติมสารเคมี เช่น พอลิเมอร์แบบธรรมชาติ หรือพอลิเมอร์แบบสังเคราะห์ ร่วมกับสารประกอบฟอสเฟต ซึ่งจะทำลายโครงสร้างผลึกของฟาวลิง และกระจายผลึกฟาวลิงที่เกาะกันออกได้

2) ปัญหาการกัดกร่อน ระบบหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นแบบเปิดสัมผัสกับอากาศโดยตรง จึงมีออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ในน้ำหล่อเย็น ซึ่งเมื่อมาสัมผัสกับผิวโลหะ เช่น เหล็ก จะทำให้เกิดเหล็กออกไซด์ หรือสนิมเหล็กในบริเวณที่ขงไหลนิ่ง (Stagnate zone) ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีโอกาสสัมผัสและกัดกร่อนผิวโลหะได้มากขึ้น ปัญหาการกัดกร่อนแก้ไขได้โดยเติมสารเคมีลงไปให้น้ำหล่อเย็น เพื่อให้เกิดฟิล์มเคลือบผิวโลหะ สารเคมีที่ใช้ เช่น

- โครเมตและโมลิบเดต ซึ่งจะรวมตัวกับออกซิเจนเป็นฟิล์มออกไซด์ (Oxide film) เคลือบผิวโลหะ ช่วยป้องกันการเกิดสนิมได้ ไม่นิยมใช้เพราะมีส่วนประกอบของโลหะหนักตกค้าง

- ซิงค์ฟอสเฟต ซึ่งจะจับกับไอออนแคลเซียมในน้ำหล่อเย็น เคลือบเป็นฟิล์มฟอสเฟต (Phosphate film) บนผิวโลหะ มีประสิทธิภาพต่ำกว่าโครเมตและโมลิบเดต แต่นิยมใช้

3) **ปัญหาการเกิดตะไคร่น้ำ** เกิดจากขาดการบำรุงรักษาและทำความสะอาดหอทำความเย็น ทำให้คุณภาพของน้ำหล่อเย็นไม่ได้มาตรฐาน ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดตะไคร่น้ำที่หอทำความเย็น ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำหล่อเย็น ค่าออกซิเจนในน้ำ ปริมาณไอออนของแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำหล่อเย็น และแสงแดด ตะไคร่น้ำจะติดไปกับน้ำหล่อเย็นเมื่อหมุนเวียนเข้ากระบวนการจะทำให้เกิดการอุดตันในท่อและวาล์วในกระบวนการผลิต หรือในท่อเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การแก้ไขปัญหาตะไคร่น้ำทำได้โดยการเติมสารเคมี เช่น คลอรีน หรือใช้ระบบกรองน้ำหมุนเวียน หรือปรับสภาพน้ำด้วยหน่วยบำบัดน้ำด้วยโอโซน

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “ศัพท์บัญญัติและนิยามน้ำเสีย” โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 2540

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “ศัพท์บัญญัติและนิยามสิ่งแวดล้อมน้ำ” โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 2544

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. “มาตรฐานคุณภาพน้ำ” 2553 (ดาวน์โหลดได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water.html)

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (ดาวน์โหลดได้จาก http://www2.diw.go.th/iwti/files/2_1/มาตรฐานคุณภาพหม้อไอน้ำ.doc)

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ “การบำบัดน้ำเสีย” หจก. สยามสเตชันนารีซัพพลายส์. 2542

ณรงค์ วุทธเสถียร “การปรับสภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม” บริษัท ส.เอเซียเพลส จำกัด. 2540

ไพศาล วีรวิจิ “การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม” บริษัท เอ็มแอนดรี จำกัด. 2549

มันสิน ตันกุลเวศม์ และมันรัช ตันกุลเวศม์ “เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย” โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547

สมบุญ ธุวีระ “เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ” โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2539

Frank N. Kemmer, “The NALCO Water Handbook 2nd ed.” McGraw-Hill. 1988

GE Power & Water, “Chapter 31 - Open Recirculating Cooling Systems” Water & Process Technology (ดาวน์โหลดได้จาก http://www.gewater.com/handbook/cooling_water_systems/ch_31_open.jsp)

Glenn M. Tillman, “Water Treatment Troubleshooting and Problem Solving” Ann Arbor Press, Inc. 1996

Robert C. Rosaler, “Standard Handbook of Plant Engineering” McGraw-Hill. 1995

W. Wesley Eckenfelder, Jr., Davis L. Ford and Andrew J. Englande, Jr., “Industrial Water Quality” McGraw-Hill. 2009

อภิธานศัพท์

A

absorption	การดูดซึม
accelerator	ระบบปรับสภาพน้ำดิบ โดยเติมสารเคมีเพื่อช่วยในการตกตะกอนและลดความกระด้างของน้ำ
acidity	สภาพความเป็นกรด
activated carbon	คาร์บอนกัมมันต์ คือ ถ่านสังเคราะห์ซึ่งมีสมบัติในการดูดซับสูง
activation	การกระตุ้น
adsorption	วิธีการแยกสารโดยดูดซับตัวถูกดูดซับ (adsorbate: แก๊สหรือสารละลาย) บนพื้นผิวและภายในพื้นผิวของตัวดูดซับ (adsorbent: ของแข็งที่มีพื้นที่ผิวสูง)
aeration	การเติมอากาศ การทำให้น้ำและอากาศสัมผัสกัน ทำให้ออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น
agitator tank	ถังกวน
air heater	เครื่องอุ่นอากาศ
air textured yarn (ATY)	ATY เป็นเส้นด้ายที่มีลักษณะเป็นห่วงของเส้นใยเล็กๆ หลายห่วงรอบตัวเส้นด้าย ลักษณะภายนอกของเส้นด้ายคล้ายกับเส้นด้ายใยสั้น (spun staple fiber yarn) เส้นด้าย ATY นำไปผลิตผ้าโพลีทิสตัน ผ้าหลุยส์ ทำเสื้อคลุม ทำเสื้อกั๊กกันหิมะ กางเกงวอร์ม เป็นต้น
alkalinity	ความเป็นด่าง สภาพด่าง คือ ความสามารถของน้ำที่ทำปฏิกิริยาสะเทินกับกรด ความเป็นด่างของน้ำเกิดจากการละลายของเกลือของกรดอ่อน ด่างอ่อน หรือด่างแก่ ในทางปฏิบัติความเป็นด่างเกิดจากไฮดรอกไซด์ 3 ชนิด ได้แก่ ไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต
alumina slurry	อะลูมินาเหลวหนืด
annealing	การอบอ่อน หรือ อบผสานเนื้อโลหะ คือ การอบเหล็กที่อุณหภูมิประมาณ 1,000 °C เพื่อให้เนื้อเหล็กอ่อนตัวและมีโครงสร้างจุลภาคที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนต่อไป เช่น การรีด
anaerobic treatment	การบำบัดแบบแอนแอโรบิก คือ การบำบัดสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ
anion	ประจุลบ
anthracite	ตัวกลางกรองชนิดหนึ่งที่ใช้ในการกรองเร็ว มีขนาดใหญ่กว่าเม็ดทราย แต่ความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า จึงจมตัวช้ากว่าทราย และเรียงตัวอยู่เหนือชั้นทรายเสมอหลังการ backwash
apparent color	สีปรากฏ คือ สีของน้ำซึ่งเกิดจากทั้งสีของน้ำ และของแข็งแขวนลอย เมื่อกรองของแข็งแขวนลอยออกแล้วจะได้สีจริง

B

back pressure	ความดันย้อนกลับของอุปกรณ์ หรือความดันย้อนกลับในระบบ
backwash (back washing)	การล้างกลับ หรือ การล้างย้อน คือ วิธีทำความสะอาดชั้นทรายกรองเร็วเพื่อให้ได้สิ่งอุดตันหน้าทราย โดยการอัดน้ำย้อนไหลกลับชั้นทรายกรองเร็วผ่านเครื่องกรองและไล่ชะล้างสารที่เกาะติดเครื่องกรองให้หมดไป
bag filter	ตัวกรองฝุ่นมีลักษณะเป็นถุงทำด้วยผ้ากรอง
bauxite	แร่บอกไซต์ มีองค์ประกอบอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Al}(\text{OH})_3$), $\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$ และ $\alpha\text{-AlO}(\text{OH})$
bentonite	เบนทอนต์ คือ ดินเหนียวประเภทหนึ่งที่มีสมบัติขยายตัวเมื่อผสมน้ำ นิยมใช้ในหลายอุตสาหกรรม ใช้ผสมทรายทำแบบหล่อโลหะเพื่อให้เกิดการจับเป็นก้อนได้ดี
biochemical oxygen demand (BOD)	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี หรือ บีโอดี คือ ค่าวัดความสกปรกของน้ำในรูปปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในระยะเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °C
bleaching	กระบวนการฟอกขาวเป็นการกำจัดสีตามธรรมชาติของวัตถุดิบ ซึ่งอาจจะมีผลต่อกระบวนการย้อมและพิมพ์ โดยปกติการฟอกขาวจะทำกับเส้นใยธรรมชาติ สารฟอกขาวทั่วไปที่ใช้กับเส้นใยเซลลูโลส คือ ตัวออกซิไดส์ เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โซเดียมคลอไรต์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของผ้า เครื่องจักร กระบวนการ เพื่อให้ได้ผลดีที่สุด
blowdown (blow-off หรือ draw-off)	โบลวดาวน์ หรือ โบลวออฟ หรือ ดรอวออฟ คือ การระบายปรับระดับ หรือการระบายน้ำบางส่วนทิ้งออกจากหม้อไอน้ำ (เครื่องกำเนิดไอน้ำ) หรือหอทำความเย็น ถัง หรือท่อ เพื่อรักษาระดับน้ำ หรือเพื่อควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือ ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรืออาจเป็นการระบายไอน้ำออกจาก vessel ผ่าน stack ออกไป เพื่อหยุดซ่อมบำรุง ในกรณีของหม้อไอน้ำ หรือหอทำความเย็นจะเติมน้ำชดเชย (make-up water) ทดแทนหลังการโบลวดาวน์
bleed-off	บลีดออฟ คือ การระบายน้ำหมุนเวียนบางส่วนจากหม้อไอน้ำ หรือหอทำความเย็นทั้งในปริมาณน้อย เพื่อควบคุมระดับความเข้มข้นของไอออนปนเปื้อนต่างๆ เช่น เกลือ แคลเซียม แมกนีเซียม ซิลิกา คาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟต หรืออาจเป็นการระบายไอออกจากหม้อไอน้ำเพื่อควบคุมระดับความดันไม่ให้เกิด pressure overshoot
bonderite	สารเคมีใช้สำหรับการหล่อลื่นในขั้นตอนการรีดลวด
brackish water	น้ำกร่อย คือ น้ำซึ่งมีปริมาณแร่ธาตุในช่วงระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเล มีความเข้มข้นของของแข็งละลายน้ำ (dissolved solid: DS) ประมาณ 10,000 มก./ล
by-product	ผลพลอยได้

C

carryover	แครี่โอเวอร์ คือ น้ำที่ติดไปกับไอน้ำของหม้อไอน้ำเนื่องจากการเกิดฟอง (foaming) หรือ entrainment
casting	การหล่อ
catalyst bed	ชั้นของตัวเร่งปฏิกิริยา
cation	ประจุบวก
chemical oxygen demand (COD)	ความต้องการออกซิเจนทั้งหมดเชิงเคมี หรือซีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ออกซิเดชันย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำให้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
clean in place (CIP)	การล้างทำความสะอาดแบบ clean in place คือ การล้างทำความสะอาดโดยไม่ต้องถอดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ออกมาล้างทำความสะอาด ใช้สารทำความสะอาดผ่านเข้าไปในอุปกรณ์และล้างซ้ำด้วยน้ำสะอาด หรือในกรณีของระบบรีเวิร์สออสโมซิส คือ การล้างทำความสะอาด RO modules ซึ่งติดตั้งกับที่อยู่กับระบบรีเวิร์สออสโมซิส
clarification/sedimentation	การตกตะกอน หรือ การทำให้ใส คือ กระบวนการที่ลดความเข้มข้นของสารแขวนลอยในของเหลว (suspended matter: MS)
cleaner production (CP)	การผลิตที่สะอาด เป็นการผลิตที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันมลพิษอากาศ มลพิษน้ำ และมลพิษดิน เพื่อลดปริมาณของเสียที่แหล่งกำเนิด และเพื่อลดความเสี่ยงต่อมนุษย์ และต่อสิ่งแวดล้อม
clean technology (CT)	เทคโนโลยีสะอาด คือ เทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากรน้อยกว่า และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าเทคโนโลยีอื่น ๆ แต่ให้ผลตอบแทนในการลงทุนสูง รวมถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม
clearing	การล้างสีส่วนเกินที่ผิวสิ่งทอออกให้หมดหลังการย้อมหรือพิมพ์สิ่งทอ โดยอาจใช้น้ำอย่างเดียว หรือน้ำผสมสบู่
coagulant	โคแอกกูแลนต์ คือ สารประกอบที่ช่วยให้เกิดตะกอน หรือสารประกอบสำหรับจับอนุภาคขนาดเล็กให้ตกตะกอนต่อไป
coagulant aid	สารช่วยโคแอกกูแลนต์ คือ สารเคมีที่ใช้ช่วยให้เกิดหรือปรับปรุงการเกิดตะกอนดีขึ้น
coagulation	โคแอกกูเลชัน คือ การทำให้สารแขวนลอยไม่เสถียร และเริ่มรวมตัวกันโดยการเติมสารเคมีที่ทำให้ตกตะกอน
concentrate	น้ำที่ระบายทิ้งจากระบบรีเวิร์สออสโมซิสที่ผลิตน้ำ RO เพราะมีความเข้มข้นของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) เพิ่มขึ้น บางครั้งเรียก RO reject หรือ Brine
cold drawing	การรีดโลหะที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิการตกผลึกโครงสร้างใหม่
colloids	คอลลอยด์ คือ อนุภาคที่มีขนาดเล็ก (<0.002 มม.) ซึ่งจะไม่ตกตะกอน
compression settling	การตกตะกอนแบบอัด หรือการจมตัวแบบอัด คือ การจมตัวของตะกอนขึ้นในช่วงท้ายของการตกตะกอน ทำให้มีสัจจความเข้มข้นสูง จึงอัดทับ หรือกดลงบนตะกอนส่วนล่าง ความเร็วในการตกตะกอนแบบอัดจะช้ามาก

conditioning	การปรับสภาพ คือ วิธีการปรับภาวะ หรือสภาพให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น การปรับสภาพน้ำ (water conditioning) การปรับสภาพน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ (water reclamation) การปรับสภาพสลัดจ์ (sludge conditioning)
condensate	คอนเดนเสท คือ น้ำควบแน่นที่เกิดจากการใช้ไอน้ำ
conductivity	สภาพนำไฟฟ้า
continuous process	กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมสิ่งทอกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องเป็นกระบวนการผลิตที่ประกอบด้วยเครื่องจักรผลิตต่างๆ ที่ทำงานอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เช่น กระบวนการย้อมแบบต่อเนื่อง ผ้าจะถูกป้อนเข้าสู่อ่างสีย้อมและสารเคมี ผ่านลูกกลิ้งรีดน้ำและสีย้อมส่วนเกิน เข้าตู้อบแห้ง ตู้อบผืนสี และเครื่องชักล้าง ตามลำดับ และสุดท้ายผ้าจะถูกส่งเข้าตู้อบแห้ง และออกมาสู่รถเก็บผ้า
cooling tower	หอทำความเย็น หอหล่อเย็น หรือหอผึ่งเย็น
core sand	แกนในต้นแบบ หรือไส้แบบหล่อ ทำจากทรายผสมตัวประสานที่ไม่ใช่เบนทอนไนต์ เพื่อให้แข็งแรง
D	
dealkalization	กระบวนการลดความเป็นด่างของน้ำ
degasifier	เครื่องไล่แก๊ส เครื่องแยกแก๊ส หรือเครื่องลดแก๊ส คือ เครื่องที่ใช้แยกแก๊สออกจากตัวกลางที่เป็นของเหลว ในการบำบัดน้ำจะหมายถึงเครื่องที่ใช้แยกออกซิเจน (deaerator) ออกจากน้ำโดยวิธีการทางกายภาพ หรือทางเคมีเพื่อป้องกันการกัดกร่อนอุปกรณ์
deinking	การกำจัดหมึกพิมพ์ออกจากเส้นใยของเนื้อผ้า
de-ionized water หรือ	น้ำบริสุทธิ์ หรือน้ำดีมิน คือ น้ำที่ปราศจากแร่ธาตุ สิ่งเจือปน และไอออนที่ละลาย
de-mineralized water	อยู่ในน้ำ
demineralization	การผลิตน้ำบริสุทธิ์ โดยลดปริมาณไอออนประจุบวกและลบในน้ำด้วยวิธีการทางกายภาพ ทางเคมี หรือทางชีวภาพ
desalination	การกำจัดของแข็งอนินทรีย์ที่ละลายน้ำออก
desizing	การลอกแป้งออกจากผ้าทอก่อนนำไปฟอกย้อม เพราะแป้งที่เคลือบอยู่บนเส้นด้ายมีผลต่อสมบัติการดูดซึมน้ำและสารเคมีของเส้นใย
discrete settling	การตกตะกอนแบบโดด หรือการจมตัวแบบโดด คือ การจมตัวของสาร เช่น กรวดทราย โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ขนาด ความหนาแน่น
disinfection	การฆ่าเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในน้ำโดยใช้สารเคมี เช่น คลอรีน โบรมีน โอโซน หรือใช้รังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet: UV)
dissolved gas	คือ แก๊สที่ละลายในน้ำ เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์
dissolved oxygen (DO)	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ปกติแสดงในหน่วย มก./ล.
dissolved solid (DS)	ของแข็งละลายน้ำได้ หรือดีเอส

dimethylformamide (DMF)	สารเคมีอินทรีย์ไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้ นิยมใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับปฏิกิริยาเคมี
drawing	เป็นการรีดลดขนาดลวดด้วยการดึง
drift (drift loss)	อาจเรียก windage loss คือ การสูญเสียน้ำจากหอทำความเย็นเป็นละอองน้ำไปกับอากาศเนื่องจากกระแสลม
drying air tower	หอทำอากาศแห้ง
dual media	ตัวกลางกรองคู่ หรือตัวกลางกรองผสม เช่น ใช้ทรายซิลิกากร่วมกับแอนทราไซต์ เพื่อลดการอุดตันของตะกอนที่ผิวหน้าของตัวกลางกรอง ตัวกลางกรองคู่มีช่องว่างในชั้นกรองมากกว่าตัวกลางกรองชนิดเดียว
dyeing	กระบวนการย้อม การย้อมวัสดุสิ่งทอให้สามารถติดสีได้ดีนั้นขึ้นกับชนิดของเส้นใย และสีซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกัน เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์แต่ละประเภทมีความสามารถในการยึดติดกับสีได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ในการย้อมสียังต้องใช้สารช่วยย้อม เช่น กรด ด่าง สารช่วยเปียก (wetting agent) เป็นต้น เพื่อให้สีย้อมสามารถยึดติดกับเส้นใยอย่างคงทนและทนต่อการซักได้หลายครั้งตามมาตรฐานที่กำหนด

E

economizer	เครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงหม้อไอน้ำ หรือเครื่องประหยัดเชื้อเพลิง คือ อุปกรณ์ที่นำความร้อนจากปล่องไอเสียของหม้อไอน้ำกลับมาให้ความร้อนแก่น้ำป้อนหม้อไอน้ำ
effluent	น้ำทิ้ง คือ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งน้ำทิ้งของคนงาน และกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และสิ่งแวดล้อม
entrainment	น้ำที่อยู๋ในกระแสน้ำของแก๊ส ถ้าเป็นหม้อไอน้ำ entrainment ก็คือ carryover ถ้าเป็นหอทำความเย็น entrainment ก็คือ drift
evaporator	เครื่องระเหย
evaporative condenser	เครื่องควบแน่นที่ระบายความร้อนโดยการผ่านอากาศและน้ำลงไปบนผิวระบายความร้อน
effective size (ES)	ขนาดของตัวกลางกรองที่ผ่านขนาดตะแกรงร่อนที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ทรายกรองมี ES = 0.6 มม. หมายถึง ขนาดของทรายที่ผ่านและไม่ผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดรูเปิด 0.6 มม. (10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.6 มม. ผ่านตะแกรงร่อน และ 90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.6 มม. ไม่ผ่านตะแกรงร่อน)

F

filter media	ตัวกลางกรอง หรือสารกรอง
filtrate	ของเหลวที่ได้จากการกรอง

filtration	การกรอง
floc	ฟล็อก คือ มวลลักษณะวุ้น เช่น ฟล็อกจากสารส้ม
flocculants	สารสร้างฟล็อก
flocculant settling	การตกตะกอนหรือจมตัวแบบสร้างฟล็อก คือ การจมตัวของอนุภาคที่รวมตัวกันเป็นฟล็อก
flocculation	ฟล็อกคูเลชัน การสร้างฟล็อก คือ การที่สารแขวนลอยในระบบบำบัดน้ำ จับตัวเป็นก้อนหลังจากการทำลายเสถียร
flocculating tank	ถังฟล็อกคูเลชัน ถังสร้างฟล็อก คือ ถังสำหรับให้ตะกอนหรือฟล็อกเกาะกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น โดยอาศัยการกวนช้า
flotation	กระบวนการแยกของแข็งออกจากน้ำโดยทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็ก (froth) ของแข็งจะติดไปกับฟองอากาศและลอยขึ้นเหนือผิวน้ำ และถูกกำจัดออกในที่สุด
flux	ฟลักซ์ คือ สารเคมีที่ใช้สำหรับทำความสะอาดผิวโลหะเพื่อให้การชุบสังกะสีติดผิวได้ดี
foaming	การเกิดฟองบนผิวของของเหลวจากการปั่นกวน
fully draw yarn	เส้นใย FDY คือ เส้นใยที่ผ่านการดึงยืดให้โมเลกุลของเส้นใยมีการจัดเรียงตัวสมบูรณ์แล้ว สามารถนำไปใช้งานต่อได้ทันที

G

ground water	น้ำใต้ดิน น้ำบาดาล คือ น้ำใต้ผิวดินที่อยู่ในบริเวณชั้นหินอุ้มน้ำ
--------------	--

H

head loss	บางครั้งเรียก pressure loss คือ การสูญเสียความดัน หรือเกิดความดันลด (pressure drop)
hardness	ความกระด้าง คือ สมบัติของน้ำซึ่งเจือปนด้วยเกลือของแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก กับอนุมูล เช่น ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต เป็นต้น
high pressure steam (HS)	ไอน้ำความดันสูง
hindered settling	การตกตะกอนแบบเป็นชั้น หรือแบบหน่วง คือ การจมตัวของฟล็อกที่มีความเข้มข้นสูง
hot stretching	การดึงดัดลวดที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ตรง
hydrophilic	ชอบน้ำ
hydrophobic	ไม่ชอบน้ำ

I

ion exchange	การแลกเปลี่ยนไอออน
ion leakage	การรั่วไหลของไอออน

L

lime หรือ limestone	แคลเซียมคาร์บอเนต หรือหินปูน
liquid alum pond	บ่อสารส้ม

liquor ratio (LR)	อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุ คือ อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำที่ต้องใช้ในการฟอกย้อมต่อน้ำหนักของวัสดุ เช่น ในการย้อมสีชนิดหนึ่งต้องใช้ LR = 30:1 หมายถึง จะต้องใช้น้ำ 30 กิโลกรัม ในการย้อมสีผ้าหนัก 1 กิโลกรัม
low pressure steam (LS)	ไอน้ำความดันต่ำ

M

make-up water	น้ำชดเชย หรือน้ำทดแทน คือ น้ำที่เติมเข้าในระบบใช้น้ำหมุนเวียนเพื่อแทนที่น้ำที่ขาดหายไปจากการระเหย การรั่วซึม การสูญเสียน้ำของหอทำความเย็นเป็นละอองน้ำไปกับอากาศ (drift) การระบายทิ้ง หรือการไหลดาวน์จากหม้อไอน้ำ หรือหอทำความเย็น
malleable cast iron	เหล็กหล่ออบเหนียว คือ เหล็กหล่อประเภทหนึ่งที่เกิดจากการอบเหล็กหล่อขาวซึ่งแข็งและเปราะเพราะมีโครงสร้างจุลภาค ประกอบด้วยเหล็กคาร์ไบด์หรือซีเมนไทต์ (Fe_3C) เหล็กหล่ออบเหนียวจะมีความเหนียวมากขึ้น เนื่องจากโครงสร้างจุลภาคหลังการอบเหล็กหล่อขาวประกอบด้วยแกรไฟต์ เฟอร์ไรต์ และ/หรือเพอร์ไลต์
mercerization	การชุบมัน คือ การทำให้ผ้าฝ้ายมีความสามารถในการดูดซับน้ำและสีย้อมได้ดี ทำให้เกิดความเงามัน ความแข็งแรง ความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด และช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอในการย้อมและการดูดซึมสี ผ้าจะถูกทำปฏิกิริยาในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เย็นโดยมีแรงดึง จากนั้นจึงล้างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ออก กระบวนการนี้จะทำให้เกิดน้ำทิ้งที่มีค่าบีโอดี และของแข็งแขวนลอย (SS) ต่ำ แต่มีความเป็นด่างสูง ซึ่งอาจจะเกิดปัญหาต่อผู้ทำงานหากได้สัมผัสกับด่างที่มีความเข้มข้นสูง
microfiltration (MF)	ไมโครฟิลเตรชัน กระบวนการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำโดยการกรองผ่านเยื่อบาง สามารถกรองอนุภาคที่มีขนาดเล็กถึง 0.06 ไมครอน และสามารถกรองแบคทีเรียชนิดต่างๆ ได้เกือบทุกชนิด และกรองไวรัสออกได้บ้าง
MIG welding	การเชื่อมด้วยการอาร์กไฟฟ้าที่ปลายลวดเชื่อม ลวดเชื่อมจะหลอมละลาย
mold	แบบหล่อ สำหรับงานหล่อโลหะส่วนมากแบบหล่อทำจากทราย

N

nanofiltration (NF)	นาโนฟิลเตรชัน กระบวนการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำโดยการกรองผ่านเยื่อบาง ใช้กรองไอออนของสารอนินทรีย์ประจุสองบวกขึ้นไป (2-Valency ions) ที่ทำให้เกิดความกระด้างในน้ำ น้ำที่ผ่านเข้ามารองใน NF จะต้องเป็นน้ำที่ปราศจากของแข็งแขวนลอย เพื่อหลีกเลี่ยงการอุดตันในเมมเบรนอย่างถาวร
noncarbonate hardness	ความกระด้างถาวร คือ ความกระด้างของน้ำที่เกิดจากไอออนคลอไรด์ ซัลเฟต และไนเตรต จับตัวกับไอออนแคลเซียม หรือไอออนแมกนีเซียม

O

osmosis	ออสโมซิส คือ ปรากฏการณ์ที่ของเหลวด้านที่มีความเข้มข้นของไอออนต่ำกว่าถูกดูดผ่านเยื่อเมมเบรนที่ยอมให้ของเหลวแพร่ผ่านได้เท่านั้น ไปยังของเหลวด้านที่มีความเข้มข้นของไอออนสูงกว่า
osmotic pressure	ความดันออสโมติก คือ ความดันที่จุดสมดุลทางอุณหพลศาสตร์ หรือ เทอร์โมไดนามิกส์ (thermodynamics equilibrium) ของการแพร่แบบออสโมซิส
ozonation unit	หน่วยบำบัดน้ำด้วยโอโซน คือ การเติมโอโซน (O_3) เพื่อบำบัดกลิ่น สี รส ซ้ำเชื้อโรค หรือตะไคร่ในน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ หรือหอทำความเย็น แทนการบำบัดด้วยคลอรีน

P

PC wire	ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนสำหรับคอนกรีตอัดแรง
PC strand	ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนสำหรับคอนกรีตอัดแรงชนิดตีเกลียว
percent salt rejection	คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมมเบรน RO สามารถสกัดสารละลายไว้ได้ เช่น ในน้ำที่ส่งเข้าระบบรีเวิร์สออสโมซิสมีไอออนโซเดียม 100 ส่วน เมื่อผ่านการบำบัดแล้วใน RO product จะมีไอออนโซเดียม 5 ส่วน และ sodium rejection เท่ากับ 95 ส่วน
permeate	น้ำที่ผ่านการกรองจากระบบรีเวิร์สออสโมซิส บางครั้งเรียก RO product
PET หรือ	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต เป็นเทอร์โมพลาสติก มีสมบัติกันการซึมผ่านของแก๊ส ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี มีความแข็ง โปร่งแสง (translucent) ทนสารเคมี PET ที่มีการจัดเรียงตัว (Oriented PET) จะมีความแข็งแรง ความเหนียว (toughness) และความใส (clarity) ดีขึ้น และทนตัวทำละลายชนิดต่างๆ รวมทั้งกรดและด่างได้ดี ทนความเย็นได้ดี นิยมใช้ผลิตขวดน้ำดื่ม ขวดเครื่องดื่มบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารและยา เทปกา ว ฟิ ล์ม แก บัน ทึก เสี่ยง
pickling	การกัดผิวโลหะด้วยสารละลายกรดเพื่อทำความสะอาดล้างสนิมหรือสเกลออกไซด์ หรือสำหรับกระบวนการฟอกหนัง คือ การแช่แผ่นหนังในกรด
pH	ค่าความเป็นกรด-เบสของของเหลว
polymerization	ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์
polyurethane (PU)	เทอร์โมพลาสติก มีสมบัติอ่อน เป็นวัสดุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องหนังเทียม เช่น รองเท้า กระเป๋า เครื่องเฟอร์นิเจอร์ เครื่องแต่งกาย และเครื่องกีฬา หรือใช้ในงานเคลือบผิววัสดุต่างๆ
pre-assessment หรือ	การตรวจประเมินเบื้องต้น คือ การสำรวจสถานที่ประกอบกิจการในขั้นต้น
preliminary assessment	เพื่อหาว่าจะสามารถทำโครงการเทคโนโลยีสะอาดได้ที่ใดบ้าง ข้อมูลที่รวบรวมได้จะนำไปใช้ในการจัดลำดับตามความสำคัญเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของทางเลือกที่จะทำต่อไป
pre-coating	การรองพื้นก่อนการเคลือบผิว

pre-oriented yarn (POV)	เส้นใย POV คือ เส้นใยที่ผ่านการดึงยืดให้โมเลกุลของเส้นใยมีการจัดเรียงตัวเป็นบางส่วน และจะต้องผ่านกระบวนการผลิตอื่นจึงจะนำไปใช้ได้
preparation	กระบวนการเตรียมผ้า คือ ขั้นตอนแรกในการผลิตผ้าย้อมหรือผ้าพิมพ์ที่มีคุณภาพเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตได้จากการฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จ เป็นการนำเส้นด้าย หรือผ้าดิบที่ได้จากโรงงาน หรือทอถักมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเตรียมเส้นด้ายหรือผ้าให้อยู่ในสภาพที่สามารถจะนำไปย้อมสีหรือตกแต่งสำเร็จได้เป็นอย่างดี
pressure drop	ดู head loss
pressure loss	ดู head loss
pressure testing	การทดสอบการรั่วโดยใช้แรงดันของของไหล เช่น ใช้น้ำ อากาศ หรือ แก๊สไนโตรเจน
pressure vessel	ท่อความดันสำหรับใส่ RO module เพื่อใช้กรองน้ำ ทำด้วยไฟเบอร์กลาส หรือเหล็กสแตนเลส
R	
reboiler	รีบอยด์เลอร์ เครื่องต้มซ้ำ เครื่องอุ่นน้ำซ้ำ หรือเครื่องให้ความร้อนซ้ำ คือ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่น้ำป้อนหม้อไอน้ำซ้ำ ก่อนป้อนกลับเข้าหม้อไอน้ำอีกครั้ง
recovery rate	อัตราส่วนของ RO product กับน้ำที่ส่งเข้าระบบรีเวิร์สออสโมซิส (Feed water) เช่น ระบบรีเวิร์สออสโมซิสมี recovery rate 70% หมายความว่า ส่งน้ำเข้าระบบรีเวิร์สออสโมซิส 100 ส่วน จะได้ RO product 70 ส่วน อีก 30 ส่วนเป็น RO reject
recycle หรือ	การนำกลับมาใช้ใหม่ การใช้หมุนเวียน คือ การใช้สารในกระบวนการมากกว่า 1 ครั้ง โดยต้องปรับปรุงคุณภาพของสารนั้นก่อนนำกลับมาใช้ เช่น การนำน้ำคอนเดนเสทไปใช้ในหม้อไอน้ำ การนำน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้อีก
recycling	
regenerant	สารฟื้นฟูสภาพเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ใช้ผลิตน้ำอ่อน หรือน้ำบริสุทธิ์
regeneration	การฟื้นฟูสภาพ หรือการล้างคืนประจุ คือ การเติมประจุให้แก่เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่หมดสภาพจากการกรองเพื่อผลิตน้ำอ่อน (soft water) หรือน้ำบริสุทธิ์ (de-mineralized water)
reuse	การใช้ซ้ำ หรือการนำไปใช้ใหม่ คือ การใช้สารในกระบวนการมากกว่า 1 ครั้ง โดยไม่ต้องปรับปรุงคุณภาพของสารนั้นก่อนนำกลับมาใช้
reverse osmosis (RO)	ออสโมซิสผ้นกลับ หรือ อาร์โอ บางครั้งเรียกว่า hyper filtration คือ กระบวนการกำจัดสิ่งปะปนในน้ำ เช่น ไอออนเกลือ โดยการกรองน้ำอัดผ่านเยื่อบาง หรือเมมเบรน น้ำที่ผ่านเข้ามากรองใน RO จะต้องเป็นน้ำที่สะอาด ในระบบผลิตน้ำ บางระบบจะใช้ UF กรองน้ำก่อนส่งเข้า NF หรือ RO
RO bank	ชุดของ RO pressure vessels ที่จัดรวมกลุ่มกัน และติดตั้งในโครงรองรับเดียวกัน
RO cartridge หรือ	คือ RO เมมเบรนที่ประกอบสำเร็จแล้วพร้อมที่จะใช้งาน บางครั้งเรียก RO element หรือ RO module

RO product	น้ำที่ผ่านการกรองจากระบบรีเวิร์สออสโมซิส บางครั้งเรียก permeate
RO reject	น้ำที่ระบายทิ้งจากระบบรีเวิร์สออสโมซิสที่ผลิตน้ำ RO เพราะมีความเข้มข้นของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) เพิ่มขึ้น (ดู concentrate)
S	
salinity	ความเค็ม คือ สภาพที่มีไอออนของธาตุเจือปนในน้ำ เช่น ไอออนของเกลือ (ซึ่งปกติคือ โซเดียมคลอไรด์) นิยมวัดในหน่วยน้ำหนักของคลอไรด์ต่อล้านส่วนของน้ำ
saturated steam	ไอน้ำอิ่มตัว
scouring	การขจัดสิ่งสกปรก คือ การกำจัดไขมันและสารปนเปื้อนต่าง ๆ เพื่อให้เส้นใยดูดซึมน้ำได้ดีขึ้น การขจัดสิ่งสกปรกจะทำกับวัสดุสิ่งทอทุกประเภททั้งเส้นใย เส้นด้าย ผ้าถัก ผ้าทอ เนื่องจากเส้นใยทุกชนิดมักมีสิ่งสกปรกเจือปนติดมาด้วยเสมอ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่ติดมาตามธรรมชาติหรือสิ่งติดมาในขั้นตอนการทอ
scale	สเกล คือ ออกไซด์ของโลหะที่เกิดจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงที่เกาะติดผิวของโลหะ หรือคือตะกอนซึ่งเกิดจากของแข็งแขวนลอยที่อยู่ในน้ำเกาะสะสมในระบบท่อหรืออุปกรณ์ให้ความร้อนหรือทำความเย็นที่ทำจากโลหะ เช่น ผิวของท่อน้ำของหม้อไอน้ำ
scrubber	สครับเบอร์ คือ อุปกรณ์ดักจับไอระเหยของสารเคมีต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้น้ำดูดซึม
sedimentation/ clarification	การตกตะกอน หรือ การทำให้ใส คือ กระบวนการที่ลดความเข้มข้นของสารแขวนลอยในของเหลว (suspended matter : MS)
settleable solids	ของแข็งจมตัวได้ คือ สารที่อยู่ในน้ำเสียซึ่งจะจมตัวลงในเวลาที่กำหนด
settling velocity	ความเร็วจมตัว คือ ความเร็วที่สารจมตัวลงในของเหลว
shear force	แรงเฉือน
silt density index (SDI)	ดัชนีที่ใช้วัดแนวโน้มของน้ำที่จะทำให้ RO เมมเบรนอุดตัน
sizing	การลงแป้ง คือ ขั้นตอนที่สำคัญสำหรับผ้าทอ เพราะในการทอจะต้องลงแป้งเส้นด้ายเย็น เพื่อให้การทอดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ
slow mixing	การกวนช้า คือ กระบวนการรวมตะกอน
sludge	สลัดจ์ คือ ของแข็งที่ยังมีน้ำปน เกิดจากการบำบัดน้ำเสียโดยใช้สารเคมี หรือการตกตะกอนด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น การปั่นกวน สลัดจ์จะสะสมตัวอยู่ด้านล่างของหน่วยบำบัดน้ำเสีย
soft water	น้ำอ่อน คือ น้ำที่ผ่านการปรับสภาพความกระด้างจากไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมแล้ว
softening	การทำน้ำอ่อน (soft water) โดยกำจัดหรือปรับสภาพความกระด้างประเภทไอออนแคลเซียมและแมกนีเซียมออกจากน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกลางกรอง
solid alum cooling floor	ลานตากสารส้ม
sour water	น้ำเสียที่มีสารประกอบซัลเฟอร์
source reduction	การลดหรือกำจัดของเสียหรือมลพิษที่แหล่งกำเนิด

spring wire	ลวดเหล็กกล้าสปริง
stage	จำนวนครั้งที่น้ำไหลผ่านระบบรีเวิร์สออสโมซิส single stage หมายถึง น้ำไหลผ่านระบบรีเวิร์สออสโมซิสครั้งเดียว two-stage หมายถึง น้ำไหลผ่านระบบรีเวิร์สออสโมซิส 2 ครั้ง ซึ่งอาจเป็น brine-staging หมายถึง reject จาก stage แรกจะถูกส่งเข้า stage ที่สอง เพื่อเพิ่ม recovery rate หรืออาจเป็น product-staging หมายถึง RO product จาก stage แรกจะถูกส่งเข้า stage ที่สอง เพื่อกำจัดสารละลายเพิ่มเติม
stranding	การนำลวดขนาดเล็กมาตีเกลียวเพื่อทำให้ขนาดใหญ่ขึ้น
stress relieving	การอบโลหะหรือลวดเพื่อลดความเค้นที่หลงเหลือจากการขึ้นรูปแบบต่าง ๆ
sulfur burner plant	โรงเผากำมะถัน
superheated steam (SS)	ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง
superheater	เครื่องผลิตไอน้ำร้อนยวดยิ่ง
surface treatment	การตกแต่งผิว เช่น การขัด การเคลือบ
suspended matter (MS)	สารแขวนลอย คือ ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ น้ำเสีย หรือน้ำทิ้ง ซึ่งสามารถกำจัดได้ง่ายโดยการกรองแบบมาตรฐานในห้องทดลอง
suspended solid (SS)	คือ ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำหรือน้ำเสีย ตรวจสอบจากปริมาณที่เหลือค้างบนกระดาษกรองใยแก้วมาตรฐาน หลังจากกรองน้ำตัวอย่าง แล้วอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส
T	
textured yarn	เส้นด้ายเท็กซ์เจอร์ คือ เส้นด้ายยัด มีลักษณะเป็นเส้นด้ายหนึ่งเส้นที่ ประกอบด้วยเส้นใยหลายๆ เส้นรวมตัวกัน โดยนำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตทำให้เส้นใยมีลักษณะหยิกงอและพองตัว เมื่อใช้มือจับปลายทั้งสองข้างของเส้นด้ายจะสามารถดึงยัดเส้นด้ายออกตามความยาวได้ และเมื่อปล่อยปลายเส้นด้ายจากมือข้างใดข้างหนึ่ง เส้นด้ายจะหดกลับสู่สภาพเดิม ซึ่งการหดกลับจะมากหรือน้อยขึ้นกับลักษณะของเส้นด้ายที่จะนำไปใช้งาน ลักษณะของเส้นด้ายที่มีการหยิกงอ และพองตัวนี้จะให้สัมผัสที่อ่อนนุ่ม เส้นด้ายยัดในลอนส่วนใหญ่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความยืดหยุ่นและทนแรงขัดถูสูง นอกจากนี้จะทำให้การย้อมสีเส้นด้ายมีความสดใสของสีมากกว่า
TIG welding	การเชื่อมด้วยการอาร์กไฟฟ้าโดยใช้ขั้วทั้งสแตนเป็นขั้วไฟฟ้า
total solids (TS)	ของแข็งทั้งหมด คือ ผลบวกของของแข็งส่วนที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ
total dissolved solids (TDS)	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรือทีดีเอส
total organic carbon (TOC)	อินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด คือ หน่วยวัดค่าความสกปรกของน้ำเสียในรูปของมวลคาร์บอนที่มีอยู่ในแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำเสีย หาค่าได้เร็วกว่าการวัดค่าบีโอดี
treading	การทำเกลียว

treated water	น้ำที่ผ่านการปรับสภาพความกระด้างโดยวิธีการเติมสารเคมี เพื่อช่วยในการตกตะกอน
true color	สีจริง คือ สีของน้ำที่ยังปรากฏอยู่หลังกรองของแข็งแขวนลอยออกแล้ว
turbidity	ความขุ่น เกิดจากคอลลอยด์ หรือสารแขวนลอยขนาดเล็กที่อยู่ในน้ำหรือน้ำเสียเกิดการกระเจิงหรือดูดแสง

U

ultrafiltration (UF)	อัลตราฟิลเตรชัน กระบวนการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำโดยการกรองผ่านเยื่อบางละเอียดมากกว่าการกรองปกติ สามารถกรองอนุภาคที่มีขนาดเล็กถึง 0.002 ไมครอน และสามารถกรองแบคทีเรีย ไวรัส และสารอินทรีย์
uniformity coefficient (UC)	คือ ความสม่ำเสมอของตัวกลางกรอง หรือดัชนีที่ใช้ในการวัดขนาดของตัวกลางกรองเพื่อให้มีขนาดใกล้เคียงกัน เป็นอัตราส่วนระหว่างตะแกรงร่อน (มิลลิเมตร) กับ ES ที่ยอมให้ตัวกลางกรองผ่าน 60 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก
URECOAT/URENATE	ผงหรือเม็ดพลาสติกชนิดพอลิยูรีเทนเรซิน เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหนังเทียม หรือใช้ในงานเคลือบผิววัสดุต่างๆ
UREPLAST	ผงหรือเม็ดพลาสติกพอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated polyester resin) เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมพลาสติกหล่อ และพลาสติกเสริมแรง (fiber reinforce plastic) เช่น งานหล่อตุ๊กตา งานไฟเบอร์กลาส
URESOLE	ผงหรือเม็ดพลาสติกพอลิยูรีเทนเรซิน (polyurethane resin) เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมพื้นรองเท้า

V

variable speed drives (VSD)	เป็นระบบควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ หรือปั้มน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
volatile suspended solids (VSS)	ของแข็งแขวนลอยที่ระเหยง่าย

W

waste minimization หรือ waste reduction	การลดปริมาณของเสีย การลดปริมาณของเสียให้น้อยที่สุด โดยรวมการลดของเสียหรือมลพิษที่แหล่งกำเนิด และการนำกลับมาใช้
wastewater	น้ำที่ใช้แล้วและระบายทิ้ง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น
wire rod	ลวดแท่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-14 มม. ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการรีดลวดขนาดเล็ก
windage loss	ดูลดริฟท์

Z

zero discharge	ภาวะที่ไม่มีการปล่อยของเสียหรือมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม
----------------	---

ภาคผนวก ก

1. อัตราค่าน้ำประปานครหลวง (http://www.mwa.co.th/ewt/mwa_inter/watercost.html)

ตารางที่ ก.1 อัตราค่าน้ำการประปานครหลวง เริ่มใช้ ธันวาคม 2542

ประเภทที่ 1 ที่พักอาศัย Residence		ประเภทที่ 2 ธุรกิจ ราชการ รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และอื่นๆ Commerce, Government Agency, State Enterprise and Industry	
ปริมาณน้ำใช้ ลูกบาศก์เมตร Volume (m ³)	ราคาค่าน้ำ บาท/ลูกบาศก์เมตร Baht/ m ³	ปริมาณน้ำใช้ ลูกบาศก์เมตร Volume(m ³)	ราคาค่าน้ำ บาท/ลูกบาศก์เมตร Baht/ m ³
0-30	8.50 แต่ไม่ต่ำกว่า 45.00 บาท	0-10	9.50 แต่ไม่ต่ำกว่า 90.00 บาท
31-40	10.03	11-20	10.70
41-50	10.35	21-30	10.95
51-60	10.68	31-40	13.21
61-70	11.00	41-50	13.54
71-80	11.33	51-60	13.86
81-90	12.50	61-80	14.19
91-100	12.82	81-100	14.51
101-120	13.15	101-120	14.84
121-160	13.47	121-160	15.16
161-200	13.80	161-200	15.49
มากกว่า 200 (over 200)	14.45	มากกว่า 200 (over 200)	15.81

หมายเหตุ (Remarks): 1.ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 2. การขายเหมา มีราคาเฉลี่ยดังนี้ ประเภทที่พักอาศัย 10.50 บาท/ลบ.ม. และ ประเภทอื่นๆ 13.00 บาท/ลบ.ม.

ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2547 การประปานครหลวงจะจัดเก็บค่าน้ำดิบในอัตรา 15 สตางค์/ลบ.ม. เพื่อนำส่งให้กรมชลประทาน

2. อัตราค่าน้ำประปาส่วนภูมิภาค (http://www.pwa.co.th/service/tariff_rate.html)

ตารางที่ ก.2 อัตราค่าน้ำประปาพื้นที่เอกชนร่วมลงทุน (มิถุนายน 2554) ฉะเชิงเทรา บางปะกง ระยอง ปทุมธานี รังสิต

ราชบุรี สมุทรสงคราม อ้อมน้อย สามพราน สมุทรสาคร นครสวรรค์

ช่วงการใช้น้ำ	จำนวน	2. ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก			3. รัฐวิสาหกิจ / อุตฯ / ธุรกิจขนาดใหญ่		
(ลบ.ม. / เดือน)	หน่วย	ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน	ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน
ค่าน้ำขั้นต่ำ	ลบ.ม.	อัตราขั้นต่ำ 150 บาท / เดือน (10 ลบ.ม.)			อัตราขั้นต่ำ 300 บาท / เดือน (18 ลบ.ม.)		
0 - 10	10	14	140	140	15.15	151.5	151.5
20-พ.ย.	10	16.87	168.7	308.7	18.26	182.6	334.1
21 - 30	10	18	180	488.7	21.72	217.2	551.3
31 - 50	20	19	380	868.7	24.72	494.4	1,045.70
51 - 80	30	19.68	590.4	1,459.10	26.95	808.5	1,854.20
81 - 100	200	20.19	403.8	1,862.90	27.2	544	2,398.20
101 - 300	200	21.81	4,362.00	6,224.90	27.45	5,490.00	7,888.20
301 -1,000	700	21.91	15,337.00	21,561.90	27.7	19,390.00	27,278.20
1001 - 2,000	1,000	22.01	22,010.00	43,571.90	27.68	27,680.00	54,958.20
2,001 - 3,000	1,000	22.16	22,160.00	65,731.90	27.66	27,660.00	82,618.20
> 3,000		22.3			27.64		

หมายเหตุ อัตราค่าน้ำประปาเขตภูมิภาคปรับขึ้นใหม่ ณ เดือนกรกฎาคม 2555 (ขีดเส้นใต้ คือ พื้นที่ดำเนินการในโครงการนี้)

ตารางที่ ก.3 อัตราค่าน้ำประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดอยุธยา นนทบุรี นครปฐม และสมุทรปราการ พื้นที่นอกเขตการประปา นครหลวง

ช่วงการใช้น้ำ	จำนวน	2. ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก			3. รัฐวิสาหกิจ / อุตฯ / ธุรกิจขนาดใหญ่		
(ลบ.ม. / เดือน)	หน่วย	ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน	ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน
ค่าน้ำขั้นต่ำ		อัตราขั้นต่ำ 150 บาท / เดือน (10 ลบ.ม.)			อัตราขั้นต่ำ 300 บาท / เดือน (18 ลบ.ม.)		
0 - 10	10	13.54	135.4	135.4	15.03	150.3	150.3
20-พ.ย.	10	16.41	164.1	299.5	18.03	180.3	330.6
21 - 30	10	17.54	175.4	474.9	21.03	210.3	540.9

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) อัตราค่าน้ำประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดอยุธยา นนทบุรี นครปฐม และสมุทรปราการ พื้นที่นอกเขตการ
ประปานครหลวง

ช่วงการใช้น้ำ (ลบ.ม. / เดือน)	จำนวน หน่วย	2. ราชการและธุรกิจขนาดเล็ก			3. รัฐวิสาหกิจ / อุตฯ / ธุรกิจขนาดใหญ่		
		ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน	ราคา	เป็นเงิน	รวมเงิน
31 - 50	20	18.77	375.4	850.3	24.03	480.6	1,021.50
51 - 80	30	19.04	571.2	1,421.50	26.03	780.9	1,802.40
81 - 100	20	19.11	382.2	1,803.70	26.28	525.6	2,328.00
101 - 300	200	19.19	3,838.00	5,641.70	26.53	5,306.00	7,634.00
301 - 1,000	700	19.27	13,489.00	19,130.70	26.78	18,746.00	26,380.00
1001 - 2,000	1,000	19.34	19,340.00	38,470.70	26.53	26,530.00	52,910.00
2,001 - 3,000	1,000	19.42	19,420.00	57,890.70	26.28	26,280.00	79,190.00
> 3,000		19.5			26.03		

3. อัตราค่าน้ำบาดาล (ตาม พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 แก้ไขฉบับที่ 3)

ตารางที่ ก.4 หลักเกณฑ์การจ่ายค่าน้ำบาดาล

ผู้ใช้น้ำ	ในเขตประปา		นอกเขตประปา	
	ค่าใช้น้ำบาดาล	ค่านูรักษ	ค่าใช้น้ำบาดาล	ค่านูรักษ
ก. ประเภทธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ	จ่าย	จ่าย	จ่าย	จ่าย
ข. ประเภทอุปโภคบริโภค	จ่าย	จ่าย	X	จ่าย
ค. ประเภทเกษตรกรรม				
- เพาะปลูก	จ่าย	จ่าย	X	จ่าย
- เลี้ยงสัตว์	จ่าย	จ่าย	51 ลบ.ม. ขึ้นไป	จ่าย

ผู้ที่ชำระค่าใช้น้ำบาดาล (ผู้รับใบอนุญาต) :

ก. ประเภทธุรกิจอุตสาหกรรมและบริการ ข. ประเภทอุปโภคบริโภค ค. ประเภทเกษตรกรรมเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

ประเภทของผู้ใช้น้ำบาดาล : เอกชนผู้ลงทุนเจาะบ่อบาดาลและใช้น้ำบาดาล หน่วยงานราชการ / องค์การปกครองท้องถิ่นที่
จ้างเหมาเจาะเอง และ กปน. กปภ. กรมชลประทาน (ยกเว้นตาม ม.4)

ตารางที่ ก.5 อัตราค่าใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ต่าง ๆ

พื้นที่	อัตราค่าใช้น้ำบาดาล / ลบ.ม.		
	ค่าใช้น้ำบาดาล		ค่านูรักษน้ำบาดาล
	ในเขตบริการประปา	นอกเขตบริการประปา***	
ในเขตอนุรักษ์ 7 จังหวัด	8.50 บาท	-ยกเว้น * -ลดหย่อนเก็บ 30-75 % ของ ปริมาณน้ำ ขึ้นอยู่กับประเภท ของการใช้	8.50 บาท (ก.ค. 2549)
นอกเขตอนุรักษ์ 69 จังหวัด	3.50 บาท	-ยกเว้น ** -เก็บ 30-75 % ของ ปริมาณน้ำ ขึ้นอยู่กับประเภทการใช้	ไม่เก็บ

หมายเหตุ : เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 7 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี
สมุทรสาคร สมุทรปราการ นนทบุรี และนครปฐม **นอกเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล** 69 จังหวัด (ยกเว้นจังหวัดในเขตวิกฤต)

*** เขตบริการประปา หมายถึง พื้นที่ซึ่งอยู่ในรัศมีท่อเมนประปาจ่ายน้ำได้ถึง ระหว่าง 200,400,600 เมตร ขึ้นอยู่กับประเภท
ของการใช้เพื่ออุปโภค ครุภัณฑ์ อุตสาหกรรม

ยกเว้น : (*) น้ำอุปโภค – บริโภค **ยกเว้น (**):** เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ วันละไม่เกิน 50 ลบ.ม.

ผู้ทำหน้าที่จัดเก็บค่าใช้จ่ายน้ำบาดาล สคบ./ ฝ่ายทรัพยากรน้ำบาดาล ทสจ. ทุกจังหวัด

การปรับกรณีชำระค่าน้ำบาดาลเกินกำหนด 1- 30 วัน (1 เดือน) ปรับ 1.1 เท่า 31-60 วัน (2 เดือน) ปรับ 1.2 เท่า
61-90 วัน (3 เดือน) ปรับ 1.3 เท่า มากกว่า 90 วันขึ้นไป ปรับ 2 เท่า

REDUCE

REUSE

RECYCLE

RESERVE

REVISUALIZE

