

มุ่งสู่การพัฒนาที่...ยั่งยืน

Lean Management for Environment

Textile Industry

Pharmaceutical Industry

Beverage Industry

Ceramic Industry

Metal Industry

Lean Management for Environment

การจัดการสิ่งแวดล้อมและการป้องกันมลพิษที่ยั่งยืน
สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (มสท.)

16/151 เมืองทองธานี ถ.พหลโยธิน

ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

โทรศัพท์ : 02-503-3333

โทรสาร : 02-504-4826-8

e-mail : info@tel.or.th



คู่มือ Lean Management for Environment
สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ



สิงหาคม พ.ศ. 2555

คู่มือ Lean Management for Environment สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ

โดย มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

สงวนลิขสิทธิ์ในประเทศไทยตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย © พ.ศ. 2555

ห้ามทำการลอกเลียนไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายอักษร

จัดพิมพ์โดย

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

16/151 เมืองทองธานี ถนนบอนด์สตรีท

ตำบลบางพูด อำเภopakเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

โทรศัพท์ 0-2503-3333 โทรสาร 0-2504-4826-8

Website: www.tei.or.th

e-mail: info@tei.or.th

พิมพ์ครั้งที่ 1

พ.ศ. 2555

จำนวน 300 เล่ม

คำนิยม

บริษัท ดาว เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด ดำเนินธุรกิจเคมีภัณฑ์ในประเทศไทยมายาวนานกว่า 45 ปี ภายใต้ปณิธานที่แน่วแน่ววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยให้วิถีชีวิตของผู้คนมีคุณภาพและก้าวหน้าอย่างยั่งยืน โดยยึดหลักปฏิบัติ 3 ประการคือ (1) การให้ความสำคัญด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (2) การพัฒนาเศรษฐกิจ และ (3) การใส่ใจประชาชนและชุมชน (สังคม) รวมทั้งการพัฒนาบุคลากรทั้งภายในองค์กรและบุคลากรของประเทศ เพราะเราเชื่อว่าบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ มีคุณภาพ มีคุณธรรมและจริยธรรมเป็นฟันเฟืองสำคัญในการผลักดันและพัฒนาองค์กรและประเทศของเราให้ประสบความสำเร็จและเจริญรุ่งเรือง

ดังนั้น บริษัท ดาว เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด จึงร่วมกับมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และหุ้นส่วนเชิงสร้างสรรค์ไทย-สหรัฐ จัดตั้ง “โครงการฝึกอบรมการจัดการสิ่งแวดล้อมและการป้องกันมลพิษที่ยั่งยืน” ขึ้น โดยโครงการนี้ มุ่งหวังเพื่อส่งเสริมให้บุคลากรในอุตสาหกรรมที่สำคัญ ๆ ของประเทศมีศักยภาพด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นและเป็นการสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมของไทยให้มุ่งไปสู่การพัฒนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป็นที่ยอมรับของชุมชนต่อไป

จากประสบการณ์ที่บริษัท ดาว เคมิคอล จำกัด ได้จัดโครงการลักษณะเดียวกันนี้ในประเทศจีน และประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี ทำให้เรามั่นใจว่าโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมในบ้านเราเช่นกัน และด้วยประสบการณ์การทำงานด้านสิ่งแวดล้อมของมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยที่มีมาเกือบ 20 ปี ทำให้การพัฒนาหลักสูตรและคู่มือฝึกอบรมมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับอุตสาหกรรมในการดำเนินธุรกิจที่สามารถเติบโตควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่อสังคม เพราะการดูแลและรักษาสิ่งแวดล้อมนั้นมิใช่การเพิ่มต้นทุน แต่เป็นการให้ผลประโยชน์ตอบแทนมากกว่า เช่น การลดการปลดปล่อยมลพิษ และการลดการใช้พลังงาน สามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ บริษัทฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยขับเคลื่อนและผลักดันให้อุตสาหกรรมไทยก้าวไปสู่ความยั่งยืนต่อไป

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม หุ้นส่วนเชิงสร้างสรรค์ไทย-สหรัฐ และคณะทำงานทุกท่านที่ได้ร่วมดำเนินโครงการและพัฒนาคู่มือฝึกอบรมนี้ เพื่อเป็นประโยชน์ให้กับสังคมและประเทศชาติของเรอย่างแท้จริง



(นายจิรศักดิ์ สิงห์มณีชัย)

กรรมการผู้จัดการบริษัท ดาว เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด

คำนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในประเทศไทย ซึ่งสามารถทำรายได้ให้แก่ประเทศมาโดยตลอด ปัจจุบันการดำเนินธุรกิจดังกล่าวต้องเผชิญกับการแข่งขันที่รุนแรง ต้นทุนการผลิตปรับตัวสูงขึ้น ตลาดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะความต้องการของลูกค้าที่ต้องการสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ภาคอุตสาหกรรมต้องหันมาปรับตัวเพื่อความอยู่รอด การนำหลักการ Lean & Green หรือ Lean Management for Environment มาประยุกต์ใช้จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง โดยมุ่งเน้นการกำจัดความสูญเสีย/สูญเปล่า หรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการผลิตอันก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่าง ๆ การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการองค์กรและบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงานให้มีการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด มีการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด ลดพื้นที่และค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ ลดเวลาที่ใช้ในการผลิต ซึ่งนำไปสู่การลดต้นทุนและการเพิ่มผลกำไรให้กับผู้ประกอบการและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

ดังนั้น มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ร่วมกับ บริษัท ดาว เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และหุ้นส่วนเชิงสร้างสรรค์ไทย-สหรัฐ จึงได้จัดฝึกอบรมหลักสูตร “การจัดการสิ่งแวดล้อมและการป้องกันมลพิษที่ยั่งยืน สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ” และจัดทำคู่มือ “Lean Management for Environment สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ” ขึ้นมาประกอบการฝึกอบรมในหลักสูตรดังกล่าว เพื่อช่วยเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการสิ่งแวดล้อมและการป้องกันมลพิษที่ยั่งยืน และเสริมสร้างให้กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ทราบถึงแนวทางในการดำเนินการจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยการประยุกต์ใช้สินพร้อมกรณีตัวอย่างของอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยมุ่งเน้นให้ผู้ผ่านการฝึกอบรมนำหลักการขึ้นมาประยุกต์ใช้และลงมือปฏิบัติอย่างจริงจังมากขึ้น ตลอดจนนำความรู้จากวิทยากรผู้เชี่ยวชาญมาพัฒนาทักษะให้สามารถเผยแพร่ สร้างความเข้าใจ และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้าน Lean Management for Environment ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งนำไปบริหารจัดการองค์กรด้านสิ่งแวดล้อม พลังงาน และความปลอดภัยภายในโรงงานให้มีประสิทธิภาพ ก้าวไปสู่การเป็นอุตสาหกรรมสีเขียว สังคมคาร์บอนต่ำ จนผลักดันไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในที่สุด

๘๐๗๗

(ดร. ขวัญฤดี โชติชนาทวีวงศ์)

ผู้อำนวยการสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

สิงหาคม 2555

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา :

1. ดร. ขวัญฤดี โชติชนาทวีวงศ์ ผู้อำนวยการสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
2. คุณวรพงศ์ วรสุนทรโรสถ ผู้อำนวยการฝ่ายรัฐกิจสัมพันธ์ ภาคพื้นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และทวีปออสเตรเลีย บริษัท ดาว เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด
3. คุณภรณ์ กองอมรภิญโญ ผู้จัดการฝ่ายสื่อสารองค์กร บริษัท ดาว เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด
4. ดร. สุชาติ เหลืองประเสริฐ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. คุณสมเจตน์ ทองคำวงศ์ ผู้จัดการฝ่ายวิชาการ ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย

บรรณาธิการบริหาร :

ดร. ขวัญฤดี โชติชนาทวีวงศ์

กองบรรณาธิการ :

เรียบเรียงโดย

คุณสรวงระวี คุณธนกาญจน์

คุณภัทรา ศรีสุทธีวรกุล

คุณธนพร คำขจร

คุณพิมพ์พันธ์ อุดทาพันธ์

คุณภิญญาดา เจริญสิน

ออกแบบโดย

คุณพชรฉัตร โพธิ์ชา

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ii
สารบัญรูป	iii
ศัพท์ที่ควรรู้/คำย่อ	v
บทที่ 1 บทนำ	1-1
1.1 ลีน คืออะไร	1-1
1.2 ความสำคัญลีนกับการจัดการสิ่งแวดล้อม	1-2
1.3 การประยุกต์ใช้ลีนกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ	1-3
บทที่ 2 อุตสาหกรรมสิ่งทอ	2-1
2.1 ภาพรวมทั่วไปของอุตสาหกรรมสิ่งทอ	2-2
2.2 กระบวนการผลิต	2-10
2.3 มลพิษและผลกระทบ	2-17
บทที่ 3 Lean Management for Environment สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ	3-1
3.1 การเตรียมองค์กรและการสร้างทีมงาน	3-1
3.2 การชี้แจงคุณค่า	3-7
3.3 การประเมินโดยละเอียด	3-11
3.4 การศึกษาความเป็นไปได้ของมาตรการ	3-25
3.5 การลงมือปฏิบัติและการขับเคลื่อนกิจกรรมตามมาตรการ	3-35
3.6 การทบทวนเพื่อปรับปรุงแผนและขับเคลื่อนอย่างต่อเนื่อง	3-37
บทที่ 4 เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ	4-1
4.1 การจัดการด้านวัตถุดิบและสารเคมี	4-1
4.2 การจัดการด้านการใช้น้ำ	4-17
4.3 การจัดการด้านน้ำเสีย/ระบบบำบัดน้ำเสีย	4-21
4.4 การจัดการด้านอากาศเสีย	4-26
4.5 การจัดการพลังงาน	4-29
4.6 การจัดการด้านของเสีย	4-54
4.7 การจัดการด้านสุขภาพและความปลอดภัย	4-57

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1	2-3
แสดงจำนวนโรงงาน และจำนวนแรงงาน ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ จำแนกตามสาขา ปี 2552	
ตารางที่ 2-2	2-4
มูลค่าการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยไปยังตลาดโลก	
ตารางที่ 2-3	2-5
มูลค่านำเข้าสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยไปยังตลาดโลก	
ตารางที่ 2-4	2-16
ชนิดของสีย้อมในกระบวนการฟอกย้อม	
ตารางที่ 2-5	2-19
มลพิษและผลกระทบของอุตสาหกรรมสิ่งทอ	
ตารางที่ 3-1	3-7
มาตรฐานเวลาการเก็บปิ่น	
ตารางที่ 3-2	3-15
ตัวอย่างประเด็นปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสียสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ	
ตารางที่ 3-3	3-21
ตัวอย่างการกำหนดมาตรการ	
ตารางที่ 3-4	3-26
ตัวอย่างการพิจารณามาตรการทางเลือก	
ตารางที่ 3-5	3-27
ตัวอย่างการประเมินความเป็นไปได้ของมาตรการ	
ตารางที่ 3-6	3-29
ตัวอย่างการประเมินทางเทคนิคสำหรับมาตรการของโรงงานทอผ้า	
ตารางที่ 3-7	3-30
ผลการลดค่าใช้จ่ายโดยรวมของการดำเนินการตามมาตรการ	
ตารางที่ 3-8	3-32
ตัวอย่างการประเมินทางสิ่งแวดล้อมของโรงงานทอผ้า	
ตารางที่ 3-9	3-34
ตัวอย่างการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย	
ตารางที่ 3-10	3-35
ตัวอย่างการสรุปการคัดเลือกมาตรการ	
ตารางที่ 3-11	3-38
ตัวอย่างแผนการปฏิบัติงาน	
ตารางที่ 3-12	3-38
ตัวอย่างแผนปฏิบัติการลดผ้าเสียของอุตสาหกรรมสิ่งทอ	
ตารางที่ 3-13	3-39
ผลการปรับปรุงการดำเนินงานของโรงงานทอผ้า	
ตารางที่ 3-14	3-43
การเปรียบเทียบผล Lean Assessment ก่อน-หลังการปรับปรุง	
ตารางที่ 4-1	4-6
หลักการและวิธีการในการเลือกวัตถุดิบเส้นใยผ้า	
ตารางที่ 4-2	4-9
การใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ	
ตารางที่ 4-3	4-16
การเปรียบเทียบก่อน - หลัง การติดตั้งเครื่องย้อมสีแบบ Rapid Dyeing Machine	
ตารางที่ 4-4	4-24
การเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินงานตามแผนงาน	
ตารางที่ 4-5	4-46
หลักการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเทคโนโลยีตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง Stenter	

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1-1	ขั้นตอนการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมกับสิน 6 ขั้นตอนการดำเนินงานหลัก 1-3
รูปที่ 2-1	โครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอ 2-2
รูปที่ 2-2	มูลค่าการส่งออก-นำเข้าสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยไปยังตลาดโลก 2-4
รูปที่ 2-3	กระบวนการผลิตเส้นใยประดิษฐ์ 2-11
รูปที่ 2-4	กระบวนการปั่นด้าย 2-12
รูปที่ 2-5	กระบวนการทอผ้า 2-13
รูปที่ 2-6	ขั้นตอนการผลิตในอุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ 2-15
รูปที่ 2-7	กระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป 2-17
รูปที่ 2-8	แหล่งกำเนิดมลพิษของอุตสาหกรรมสิ่งทอ 2-18
รูปที่ 3-1	ตัวอย่างความคิดเห็นของผู้บริหารในการนำระบบสินมาใช้ภายในองค์กร 3-2
รูปที่ 3-2	ตัวอย่างนโยบายการนำระบบสินมาใช้ในการทำงานภายในองค์กร 3-2
รูปที่ 3-3	ตัวอย่างเป้าหมายของบริษัท 3-3
รูปที่ 3-4	ตัวอย่างทีมงานสินของโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่ง 3-4
รูปที่ 3-5	ตัวอย่างการทำ Lean Assessment ก่อนการดำเนินงานปรับปรุง 3-5
รูปที่ 3-6	การจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่พนักงานแต่ละแผนกเกี่ยวกับแนวคิดสินและ การจัดการสิ่งแวดล้อม 3-6
รูปที่ 3-7	กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ 3-9
รูปที่ 3-8	ตัวอย่างการจัดทำแผนผังคุณค่าปัจจุบัน 3-12
รูปที่ 3-9	การจัดทำแผนผังคุณค่าปัจจุบันที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ และข้อมูลของเสียที่ เกิดขึ้นในกระบวนการปักผ้า 3-13
รูปที่ 3-10	แผนผังคุณค่าปัจจุบันกับเส้นการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิตผ้าลูกไม้ 3-14
รูปที่ 3-11	ตัวอย่างการทำแผนผังแสดงเหตุหรือผังก้างปลาสำหรับกระบวนการถัก/ปักผ้า 3-19
รูปที่ 3-12	ตัวอย่างการทำแผนผังแสดงเหตุหรือผังก้างปลาสำหรับกระบวนการผลิต ผ้าลูกไม้ 3-20
รูปที่ 3-13	ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยวิธี 5 Whys ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ 3-20
รูปที่ 3-14	การพันเส้นด้าย 3-23
รูปที่ 3-15	การต่อด้าย 3-24
รูปที่ 3-16	การจัดทำแผนผังคุณค่าอนาคตสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตลูกไม้ 3-37
รูปที่ 3-17	การทำ Lean Assessment โดยใช้แผนภูมิ Radar Chart 3-42
รูปที่ 4-1	เครื่องเคลือบผ้า 4-13
รูปที่ 4-2	เครื่องย้อมสีแบบ Rapid Dyeing Machine 4-16
รูปที่ 4-3	เครื่องบำบัดแบบ Wet Scrubber 4-28

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4-4 เครื่องอบตากแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง Stenter	4-45
รูปที่ 4-5 Nozzle ของเครื่องอบตากแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบทั่วไป	4-46
รูปที่ 4-6 Nozzle ของเครื่องอบฯประสิทธิภาพสูง	4-46
รูปที่ 4-7 เครื่องอบตากแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูงมีระยะห่างระหว่าง Nozzle กับ ชั้นงานที่ 25 มม.	4-47
รูปที่ 4-8 เครื่องอบตากแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง มีขนาดกว้างและสูงน้อยกว่า เครื่องแบบทั่วไป	4-47
รูปที่ 4-9 แสดงการเพิ่มอุณหภูมิภายใน Chamber	4-48
รูปที่ 4-10 แสดงเพิ่มอัตราการหมุนเวียนลมร้อนภายใน Chamber	4-48
รูปที่ 4-11 แสดงการทำลมร้อนด้วยระบบ LPG-Burner Direct Heating	4-49
รูปที่ 4-12 เครื่องผลิตเส้นด้าย C 70 High Performance Card	4-50
รูปที่ 4-13 เครื่องปั่นด้ายวงแหวน G32 Ring Spinning	4-51
รูปที่ 4-14 เครื่องถักที่ประกอบด้วยเครื่อง HKS4 F terry	4-52
รูปที่ 4-15 เครื่องย้อม Fong's Industries Group	4-53

ศัพท์ที่ควรรู้/คำย่อ

APEO; Alkylphenol ethoxylates	สารลดแรงตึงผิวชนิดหนึ่งที่ไม่มีประจุ
CAD; Computer Aided Design	การใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยออกแบบและเขียนแบบ
CAM; Computer Aided Manufacturing	การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต ซึ่งจะใช้ซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรให้สามารถสร้างชิ้นงานได้ตามที่ออกแบบไว้
CMC; Critical Micelle Concentration	ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่ต่ำสุดที่เริ่มเกิดไมเซลล์
COD; Chemical Oxygen Demand	ซีโอดี
Communication & Cultural Awareness	การสื่อสารและรับรู้วัฒนธรรมองค์การ
Continuous Improvement	การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง
ECSR; Eliminate Combine Rearrange Simplify	หลักการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน
EDTA; Ethylenediaminetetraacetic acid	สารช่วยปรับ pH และเป็นสารจับโลหะหนักออกจากน้ำ
EHS; Environmental, Health and Safety	สัญลักษณ์แสดงกระบวนการ / กิจกรรมที่มีโอกาสเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ
Green Industry	อุตสาหกรรมสีเขียว คือ อุตสาหกรรมที่ยึดมั่นในการประกอบกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้วยการมุ่งเน้นในเรื่องของการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง รวมถึงความรับผิดชอบต่อสังคมทั้งภายในและภายนอกองค์กร ตลอดห่วงโซ่อุปทาน (ตามนิยามของกระทรวงอุตสาหกรรม)
IRR; Internal Rate of Return	อัตราผลตอบแทนการลงทุน
Kaizen Activity	กิจกรรมไคเซ็น เป็นกิจกรรมการปรับปรุงการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นการมีส่วนร่วมของทุกคนเป็นหลัก
LAS; Linear Alkylbenzene Sulfonic	สารลดแรงตึงผิวชนิดหนึ่งที่มีประจุลบ
LCA; Life Cycle Assessment	การประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์
NPV; Net Present Value	มูลค่าเงินปัจจุบัน
NTA; Nitrilo Triacetate	สารจับความกระด้าง

NVA; Non-value Added Activities	กิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่า เป็นกิจกรรมที่สร้างความสูญเสียเปล่า/สูญเสียให้กับองค์กรและสินค้า/บริการ
OC; Organochlorine	เป็นกลุ่มสารเคมีที่มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และ คลอรีน ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่ปัจจุบันเลิกใช้ไปจนเกือบหมดแล้ว
One-piece Flow	การส่งต่องานแบบการไหลขึ้นเดียว
P.B. ; Pattern Beam	รูปแบบของลำแสง ที่แสดงบนกราฟ 2 มิติ โดยแสดงรูปแบบของลำแสงจากตัวส่งสัญญาณไปยังตัวรับสัญญาณ
Poka-Yoke	การป้องกันความผิดพลาด
Pull system	ระบบดึง เป็นระบบการผลิตตามคำสั่งซื้อจากลูกค้า
PVA; Polyvinylacetate	สารเคลือบเส้นด้าย
QCC; Quality Control Circle	กิจกรรมควบคุมคุณภาพ เป็นกิจกรรมที่พนักงานในกลุ่มจัดตั้งขึ้นมาด้วยความสมัครใจเพื่อร่วมกันดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น
QSEL; Quality Safety Environment and Labor	การบูรณาการระบบควบคุมคุณภาพและมาตรฐานผลิตของมาตรฐาน ISO 9001, ISO 14001 และ OHSAS 18001 และการจัดสภาพแวดล้อมภายในโรงงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของพนักงานและชุมชนโดยรวม
rpm	ความเร็วรอบ/นาที
Set Up Time Reduction	เทคนิคการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร
SMED; Single Minute Exchange of Dies	เทคนิคการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร
SOP; Standard Operating Procedure	มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน
Supply Chain	ห่วงโซ่อุปทาน
Standard Work	มาตรฐานการทำงาน
T/C	เป็นอัตราส่วนเนื้อผ้าเส้นด้ายผสมระหว่างเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์
TPM; Total Productive Maintenance	การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม
UF; Ultra filtration	การกรองโดยใช้เยื่อบาง เพื่อการแยกของเหลวที่มีส่วนประกอบหลายชนิดออกจากกัน

Visual Control	การควบคุมด้วยการมองเห็น
VOC _s ; Volatile Organic Compounds	สารอินทรีย์ระเหยง่าย
VSM; Value Stream Mapping	การจัดทำแผนผังแสดงขั้นตอนในการดำเนินงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การขั้นตอนการรับวัตถุดิบ จนถึงขั้นตอนการขนส่งผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า รวมทั้งยังแสดงขั้นตอนต่างๆที่ก่อให้เกิดสูญเปล่า/สูญเสียอีกด้วย
Waste	ความสูญเปล่า/สูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต/ขั้นตอนการปฏิบัติงาน รวมทั้งของเสียและมลพิษต่างๆ
WIP; Work in Process	งานระหว่างกระบวนการผลิต
Zero-defect	การผลิตที่มีของเสียเป็นศูนย์

ปัจจุบันการดำเนินธุรกิจต้องเผชิญกับการแข่งขันที่รุนแรง ต้นทุนการผลิตปรับตัวสูงขึ้น ภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ ตลาดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะความต้องการของลูกค้าที่ต้องการสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ภาคอุตสาหกรรมต้องหันมาปรับตัวเพื่อความอยู่รอด การนำหลักการลีนมาประยุกต์ใช้และลงมือปฏิบัติควบคู่กับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่แหล่งกำเนิด เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการการลงทุน รวมถึงเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดโลกให้การดำเนินธุรกิจมีประสิทธิภาพและเกิดความยั่งยืน

1.1 ลีน คืออะไร

ลีนเป็นเครื่องมือหนึ่ง ที่มุ่งเน้นการจัดการความสูญเปล่า/สูญเสีย ที่เกิดขึ้นทั่วทั้งองค์กร เพื่อช่วยให้การใช้วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียในวงจรการผลิตให้เหลือน้อยที่สุดหรือทำให้กระบวนการผลิตไม่มีของเสีย ช่วยปรับโครงสร้างของการผลิต ลดของเสียในระหว่างการผลิต รวมไปถึงจุดที่เกิดของเสียต่างๆ เช่น การรอคอย การขนส่ง สินค้าขาดสต็อก การผลิตเกินและสินค้าล้นสต็อก นอกจากนี้ยังลดความผันแปรในการผลิต ตลอดทั้งกระบวนการ เช่น การบริหารวัตถุดิบ การสื่อสารในองค์กร การลดขั้นตอนในการผลิต ด้วยการนำเทคนิคและเครื่องมือต่างๆ มาใช้ในการกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นออกไป และใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลา ในปริมาณ เวลาและสิ่งที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น โดยเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้องค์กรสามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลกำไร เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ตลอดจนเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในการดำเนินธุรกิจ

หลักการลีน ประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ 1. กำหนด/ระบุคุณค่า 2. การวิเคราะห์การไหลของคุณค่า 3. สร้างการไหลของกระบวนการอย่างต่อเนื่อง 4. ใช้ระบบดึงเพื่อหลีกเลี่ยงการผลิตมากเกินไปและให้ทันเวลาพอดี และ 5. มุ่งสู่ความสมบูรณ์แบบ โดยรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถอ่านได้จากคู่มือ Lean Management for Environment

1.2 ความสำคัญสู่กับการจัดการสิ่งแวดล้อม

¹ ลีนเป็นแนวทางหนึ่งในบริหารจัดการด้านการผลิตที่เน้นการสร้างประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสูงสุด ลดการสูญเสียในวงจรการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด หรือทำให้กระบวนการผลิตไม่มีของเสียและเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้าอย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว ทันเวลา ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลกำไรและผลลัพธ์ที่ดีทางธุรกิจ ในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญกับการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพควบคู่ไปด้วย แต่ทั้งนี้การบริหารจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยหลักการลีนนั้น แม้จะสามารถเพิ่มศักยภาพทางการแข่งขันให้เกิดการเติบโตและผลกำไร แต่ไม่ใช่คำตอบของการทำให้เกิดความยั่งยืนทางธุรกิจ จำเป็นจะต้องให้ความสำคัญกับการจัดการสิ่งแวดล้อมรวมทั้งมีความรับผิดชอบต่อสังคมด้วย ซึ่งจะช่วยสร้างโอกาสและรายได้เพิ่มขึ้นในทางธุรกิจ ในขณะเดียวกันยังช่วยในการปกป้องสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุง/เปลี่ยนกระบวนการผลิต การใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การลดการเกิดของเสีย/มลพิษให้น้อยที่สุดทุกขั้นตอน และการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกระบวนการผลิต เป็นต้น ตลอดจนยังช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและยกระดับคุณภาพชีวิตและสังคมให้ดีขึ้น จะเห็นได้ว่า การนำหลักการลีนมาใช้ในองค์กรจะช่วยให้ประสบความสำเร็จในเชิงธุรกิจแล้ว ประโยชน์ที่ได้ตามด้วย คือ ทำให้สิ่งแวดล้อมการทำงานดีขึ้นและปลอดภัยมากขึ้น พนักงานมีความเข้าใจและให้ความร่วมมือในการแก้ปัญหาขององค์กรมากขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยผลักดันองค์กรให้ก้าวไปสู่การเป็น “Green Industry” ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 และยุทธศาสตร์ของกระทรวงอุตสาหกรรมปี 2553-2557 รวมทั้งเป็นการต่อยอดไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในระดับองค์กรและประเทศต่อไปในอนาคต

ดังนั้น มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย จึงได้พัฒนาแนวทางการปฏิบัติเพื่อให้เป็นการบริหารจัดการองค์กรที่ครบวงจร โดยการนำหลักการลีนมาประยุกต์ใช้และลงมือปฏิบัติควบคู่กับการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็น 6 ขั้นตอนหลัก ดังรูปที่ 1-1 และ 21 ขั้นตอนย่อย ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

¹ วารสารที่สร้างความเป็นไปได้ของทุกธุรกิจไร้พรมแดน ฉบับที่ 6



รูปที่ 1-1 ขั้นตอนการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมกับสินค้า 6 ขั้นตอนการดำเนินงานหลัก

1.3 การประยุกต์ใช้สินค้าอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ระบบการผลิตแบบสินค้า ถูกพัฒนาจากระบบการจัดการของบริษัทโตโยต้า ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม รวมถึงเป็นต้นแบบให้อุตสาหกรรมต่าง ๆ นำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการการผลิต โดยอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีการนำระบบการผลิตแบบสินค้าเข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต อีกทั้งยังมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดความสูญเปล่าน้อยที่สุด นอกจากนี้ อุตสาหกรรมสิ่งทอยังเป็นอุตสาหกรรมที่มีทั้งอุตสาหกรรมต้นน้ำ (การผลิตเส้นใยประดิษฐ์) อุตสาหกรรมกลางน้ำ (การปั่นด้าย ทอผ้าและถักผ้า การฟอก ย้อม พิมพ์ และแต่งสำเร็จ) และ อุตสาหกรรมปลายน้ำ (การผลิตเครื่องนุ่งห่มและเสื้อผ้าสำเร็จรูป) ซึ่งแต่ละขั้นตอนการผลิตก่อให้เกิดความสูญเสียมากมาย เช่น เกิดผ้าเสียจากการกระบวนการทอและการปรับผ้า ขาดมาตรฐานการทำงาน การวางสายการผลิตไม่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น หากผู้ประกอบการมีการนำหลักการสินค้าควบคู่กับการใช้เครื่องมือของสินค้าที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยลดความสูญเปล่า/สูญเสียที่เกิดขึ้นทุกขั้นตอน ซึ่งนั่นหมายถึงประสิทธิภาพของงานที่ดีขึ้น ต้นทุนที่ลดลง มลพิษลดลง และผลกำไรที่เพิ่มขึ้นมาสู่องค์กรธุรกิจและพนักงานนั่นเอง

ตัวอย่างบริษัทในอุตสาหกรรมสิ่งทอที่นำสินค้ามาประยุกต์ใช้และประสบความสำเร็จ เช่น

■ บริษัท ไนซ์ แอพพาวเรล จำกัด² ผู้ผลิตชุดกีฬาฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส ให้กับ 3 แแบรนด์ดัง คือ Adidas, Nike, Under Armour และผลิตเสื้อผ้าป้อนผู้ค้าปลีกในสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น นำระบบการผลิตแบบลีน มาปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการปรับเปลี่ยนสายการผลิต โดยแยกการผลิตตามสินค้าแต่ละยี่ห้อและแยกโรงงานชัดเจนไม่ปะปนกัน รวมทั้งจัดให้แต่ละแผนกที่ทำงานต่อเนื่องกันมาอยู่ใกล้กัน เช่น ตัด เย็บ การตกแต่งสำเร็จ การบรรจุภัณฑ์ โดยใช้รูปแบบการส่งต่องานแบบการไหลขึ้นเดียว คือ การส่งชิ้นงานระหว่างแผนกแบบขึ้นต่อขึ้น และให้พนักงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานของตนเองทุกครั้งที่เสร็จสิ้นงานแต่ละชิ้น แทนรูปแบบเดิมที่แต่ละแผนกแยกเป็นสัดส่วน ส่งต่องานที่ละลายชิ้นรวมเป็นมัดๆ ทำให้เกิดความล่าช้า เสียเวลาจากการรอนานและการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน หรือทำงานไม่ทันเมื่อมีชิ้นงานมาพร้อมกันมากเกินไป ซึ่งล้วนแต่เป็นกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่า หรือของเสีย ซึ่งหลังจากการนำระบบการผลิตลีนมาประยุกต์ใช้ในการผลิต ทำให้บริษัทสามารถลดพื้นที่คงคลังได้ 4 เท่า ลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจาก 6 ชั่วโมง เหลือ 1-2 ชั่วโมง และลดปริมาณสินค้าที่ชำรุดเสียหายจากเดิม 10% เหลือเพียง 1-2% นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มศักยภาพด้าน Supply Chain ทั้งภายในและภายนอกโรงงาน ทำให้สามารถลดเวลาส่งมอบสินค้า กระบวนการทำงานในสายการผลิตมีระบบและความชัดเจนมากขึ้น **อีกทั้งยัง**ช่วยลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน การรอชิ้นงาน ทำให้กระบวนการทำงานลื่นไหล รวมทั้งโรงงานมีความเป็นระเบียบมากขึ้นด้วย

■ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฮงเส็งการทอ² ได้นำระบบลีนมาใช้**ปรับปรุง**การจัดสายการผลิต โดยการจัดสายการผลิตให้ส่งต่องานแบบการไหลขึ้นเดียวและให้พนักงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานของตนเองทุกครั้งที่เสร็จสิ้นงานแต่ละชิ้น ซึ่งจะช่วยให้พบปัญหาได้ง่ายขึ้น สามารถลดเวลาและขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นออกไปได้ โดยจากเดิมการผลิตจากขั้นตอนแรกไปถึงขั้นตอนสุดท้ายใช้เวลา 7-14 วัน แต่ปัจจุบันใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง นอกจากนี้ระบบการผลิตแบบลีนยังช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นอีกด้วย

■ บริษัท ไทยทาเคตะเลซ จำกัด³ เป็น**บริษัท**ผลิตผ้าลูกไม้ที่มีคุณภาพทั้งชนิดแถบและผืน ได้นำระบบลีนมาใช้ในปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยให้มีการจัดทำมาตรฐานการทำงาน เช่น มาตรฐานการนำเส้นด้ายขึ้น-ลงเครื่องจักร โดยใช้อุปกรณ์เสริม มาตรฐานการ Group Design มาตรฐานการ TEST ลายผ้าร่วมกันระหว่างทีมเทคนิค ทีมผลิต และ ทีมควบคุมคุณภาพ หลังจากการปรับปรุง บริษัทสามารถลดเวลาการเปลี่ยนลายได้ประมาณ 25 % และลดการย้อมซ้ำได้ 20 % นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการทำงานเป็นทีมและการมีส่วนร่วมของพนักงานในการคิดปรับปรุงเพิ่มขึ้นอีกด้วย

² http://www.logisticsdigest.com/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=73

³ <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/TTL.pdf>

■ **ห้างหุ้นส่วนจำกัด ขอนแก่น อินเตอร์การ์เมนต์**⁴ รับออกแบบและผลิตเสื้อตามสั่งให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ได้นำหลักการลิ้นมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการใช้การควบคุมด้วยการมองเห็นในการวางแผนการผลิต การจัดทำมาตรฐานการทำงาน เช่น มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องตัด มาตรฐานการตรวจสอบอุปกรณ์ รวมทั้งการจัดทำกิจกรรม 5 ส เพื่อปรับปรุงพื้นที่ทำงานให้เป็นระเบียบและมีความสะดวกในการทำงาน หลังจากการดำเนินการ บริษัทมีผลผลิตภาพเพิ่มขึ้น บุคลากรมีส่วนร่วมในการปรับปรุงและมีความสุขในการทำงานเพิ่มขึ้น พร้อมที่จะพัฒนาการทำงานอย่างต่อเนื่อง

■ **บริษัท ฟรีเท็กซ์ อีลาสติค จำกัด**⁵ รับออกแบบ พัฒนา ผลิตและจำหน่าย แอບยางยืด **อีลาสติค** และส่วนประกอบชุดชั้นในชาย-หญิง ได้นำหลักการลิ้นมาปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดความสูญเสียจากการเตรียมวัตถุดิบ เวลาการปรับตั้งเครื่อง และลด WIP ระหว่างกระบวนการเตรียมวัตถุดิบและการทอ โดยการปรับเปลี่ยนการจัดเรียงวัตถุดิบให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่การจัดทำมาตรฐานการปรับตั้งเครื่องทอ/โครเซท และการนำระบบการผลิตแบบ Pull System มาใช้ ซึ่งหลังจากการนำระบบการผลิตแบบลิ้นมาใช้ ทำให้บริษัทสามารถลดเวลาระหว่างกระบวนการผลิตได้ถึง 80 % ลดความผิดพลาดในการทำงาน และพนักงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่องเพราะไม่เสียเวลารอและค้นหาวัตุดิบ รวมทั้งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 33 % นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้พนักงานมีการทำงานเป็นทีม และมีทักษะในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนมีความตระหนักถึงความสูญเสียที่เกิดจากทำงานอีกด้วย

จะเห็นว่า อุตสาหกรรมสิ่งทอหลายแห่งมีการปรับกลยุทธ์การผลิตสู่การผลิตแบบลิ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน แต่การนำลิ้นมาใช้เพียงอย่างเดียว ไม่ใช่แนวทางสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมที่ยั่งยืนได้ ทั้งนี้ จะต้องนำประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมเข้ามาในการบริหารจัดการด้วย เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างความเจริญทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะนำมาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง

⁴ <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/KIG.pdf>

⁵ <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/Freetex.pdf>

เอกสารอ้างอิงบทที่ 1

1. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. โครงการให้คำปรึกษาแนะนำเชิงลึกแก่ SMEs ด้วยระบบ LEAN ปี 2552-2554. บริษัท ไทยทาเคเคส จำกัด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://lean.bsiddip.org/moodle/>. (วันที่ค้นข้อมูล : 7 มิถุนายน 2555).
2. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. โครงการให้คำปรึกษาแนะนำเชิงลึกแก่ SMEs ด้วยระบบ LEAN ปี 2552-2554. บริษัท ขอนแก่นอินเทอร์เน็ตการ์เมนต์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://lean.bsiddip.org/moodle/>. (วันที่ค้นข้อมูล: 7 มิถุนายน 2555).
3. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. โครงการให้คำปรึกษาแนะนำเชิงลึกแก่ SMEs ด้วยระบบ LEAN ปี 2552-2554. บริษัท ฟรีเท็กซ์ อีลาสติค จำกัด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://lean.bsiddip.org/moodle/>. (วันที่ค้นข้อมูล : 7 มิถุนายน 2555).
4. ธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน). “Lean for Green แนวคิดธุรกิจยั่งยืน” วารสารที่สร้างความเป็นไปได้ของทุกธุรกิจไร้พรมแดน. (6) : 4-5; 2011.
5. อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย ตื่นตัวมุ่งสู่การผลิตแบบลีน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.logisticsdigest.com>. (วันที่ค้นข้อมูล : 7 มิถุนายน 2555).

อุตสาหกรรมสิ่งทอ

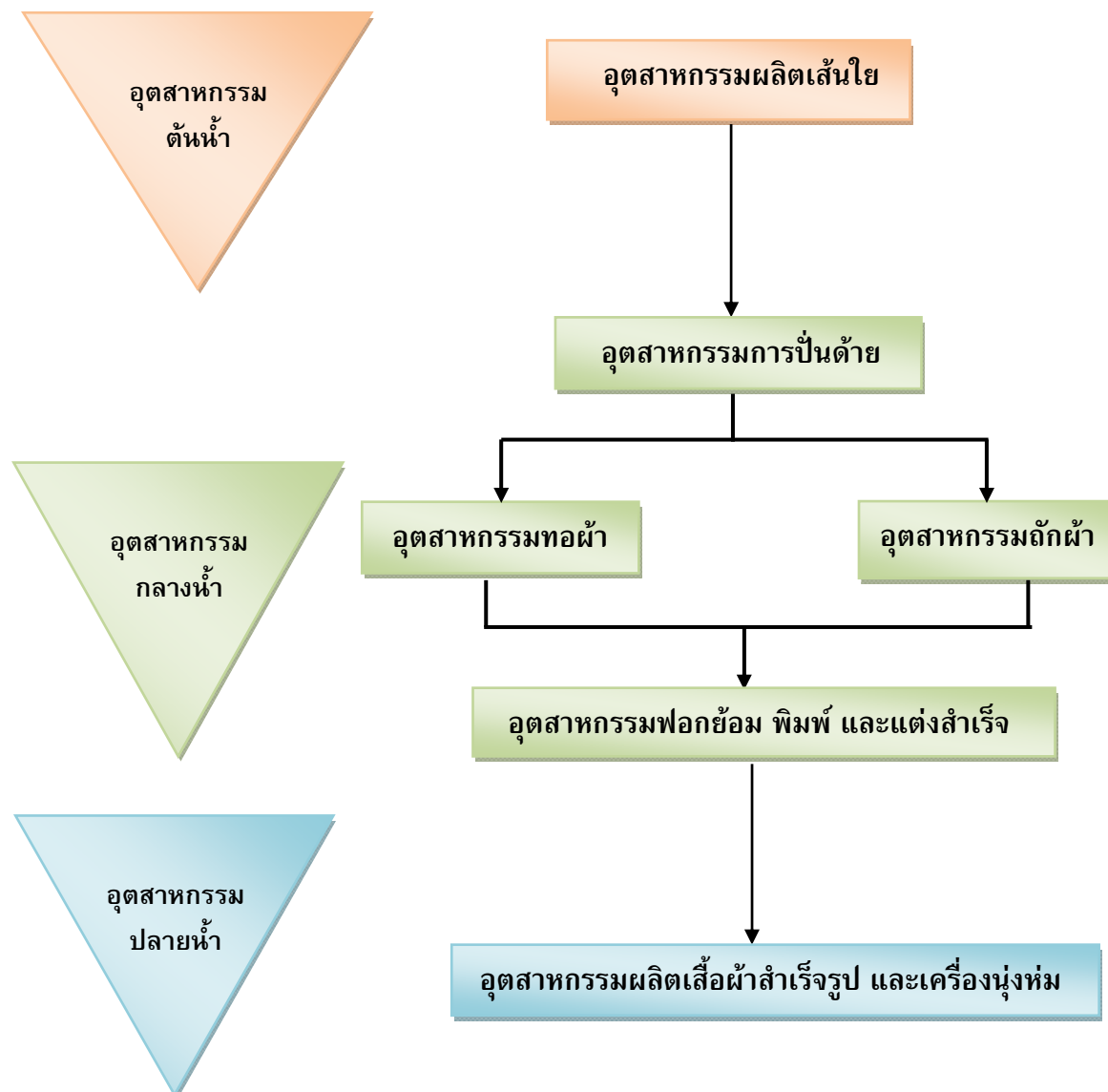
2.1 ภาพรวมทั่วไปของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

(1) ประเภทอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นอุตสาหกรรมที่มีจุดประสงค์เพื่อผลิตเครื่องนุ่งห่ม เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีประเภทของผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท แต่สามารถแยกประเภทของกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้ 3 ประเภทหลักดังนี้

- 1) อุตสาหกรรมต้นน้ำ เป็นอุตสาหกรรมเริ่มต้นของสิ่งทอ ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเป็นเส้นใย ซึ่งมีทั้งเส้นใยจากพืช และเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ไนลอน โพลีเอสเตอร์ โพลีเอซิลไนโตรล เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินทุนและเทคโนโลยีระดับสูง ใช้แรงงานไม่มาก ผลผลิตในอุตสาหกรรมนี้จะนำไปใช้ต่อในอุตสาหกรรมกลางน้ำ
- 2) อุตสาหกรรมกลางน้ำ คือ อุตสาหกรรมปั่นด้าย ทอผ้าและถักผ้า ฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินทุนและเทคโนโลยีสูงและเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงเร็วมาก ผลผลิตที่ได้จะนำไปใช้ในการผลิตในอุตสาหกรรมขั้นปลายต่อไป
- 3) อุตสาหกรรมปลายน้ำ คือ อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มและเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเป็นปัจจัยหลักในการผลิต ประสิทธิภาพของแรงงานมีความสำคัญมากกว่าประสิทธิภาพของเครื่องจักร เทคโนโลยีที่ทันสมัยมีส่วนช่วยในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและสิ่งของให้เร็วขึ้น ผลผลิตจากอุตสาหกรรมนี้จะจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคต่อไป

แต่ละอุตสาหกรรมดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมหนึ่งเป็นวัตถุดิบของอีกอุตสาหกรรมหนึ่ง โดยภาพรวมของอุตสาหกรรมสิ่งทอสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 โครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ที่มา: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, (2546)

โดยจำนวนโรงงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทย มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงจำนวนโรงงาน และจำนวนแรงงาน ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

จำแนกตามสาขา ปี 2552

อุตสาหกรรม	สาขา	จำนวนโรงงาน (แห่ง)	จำนวนแรงงาน (คน)
ต้นน้ำ	1. อุตสาหกรรมผลิตเส้นใย	16	14,000
กลางน้ำ	2. อุตสาหกรรมปั่นด้าย	150	60,075
	3. อุตสาหกรรมทอผ้าและถักผ้า	1,322	114,400
	4. อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ	398	45,880
ปลายน้ำ	5. อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มและเสื้อผ้าสำเร็จรูป	2,458	810,850
	รวม	4,344	1,045,205

ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. “สถิติสิ่งทอไทย”. (2552)

(2) ภาพรวมด้านเศรษฐกิจ^{1 2}

อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของไทย มีกระบวนการผลิตที่ครบวงจร ก่อให้เกิดการจ้างแรงงานสูงถึง 1.04 ล้านคน (ปี 2552) อีกทั้งยังสร้างรายได้จากการส่งออกในปี 2553 ด้วยมูลค่าทั้งสิ้น 7,678 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็นร้อยละ 9.8 ของ GDP ภาคอุตสาหกรรม หรือมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.2 โดยตลาดหลักของการส่งออก คือ สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น จีน และอาเซียน

• การส่งออก และการนำเข้า

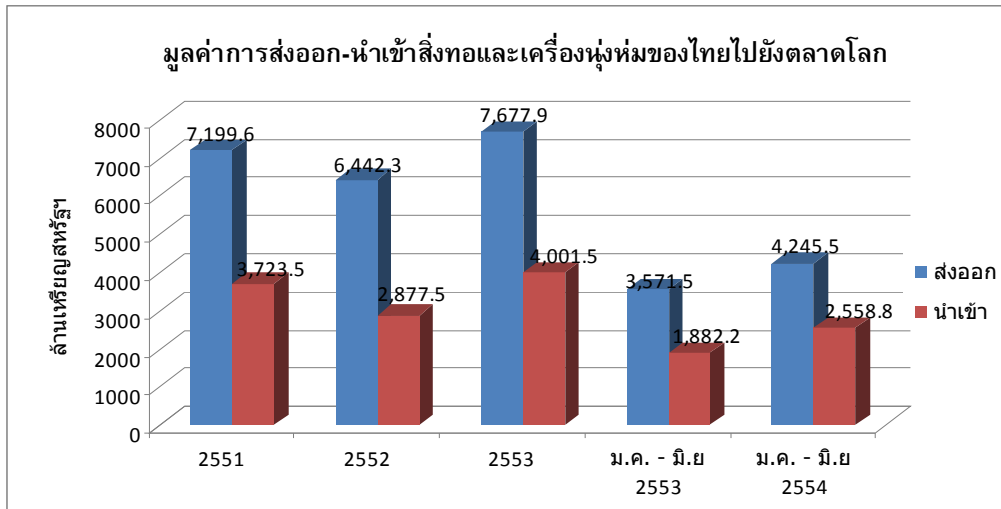
ปี พ.ศ. 2553 มีมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม 7,678 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพิ่มขึ้นจากปี 2552 ถึงร้อยละ 19.2 โดยในครึ่งปีแรกของปี พ.ศ.2554 (มกราคม-มิถุนายน 2554) มีมูลค่าการส่งออกรวมทั้งสิ้น 4,245.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐ มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.9 เป็นผลมาจากการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไปยังตลาดสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป อาเซียนและญี่ปุ่น ขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น โดยตลาดที่ไทยส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มมากที่สุด คือ ตลาดญี่ปุ่น มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 52.2 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีที่ผ่านมา

หากพิจารณาการส่งออกของอุตสาหกรรมสิ่งทอไปยังต่างประเทศตามประเภทอุตสาหกรรม พบว่าอุตสาหกรรมต้นน้ำและกลางน้ำมีการส่งออกไปยังตลาดสหภาพยุโรปมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 51 รองลงมาคือตลาดสหรัฐอเมริกา คิดเป็นร้อยละ 30 ตลาดญี่ปุ่น ร้อยละ 17 และตลาดจีน คิดเป็นร้อยละ 2 และสำหรับอุตสาหกรรมปลายน้ำ พบว่ามีการส่งออกไปยังตลาด

¹ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. “รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย”. (2554)

² สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ “Thai Textile Outlook”. (2554)

สหภาพยุโรปมากที่สุดเช่นกัน ซึ่งมากกว่าร้อยละ 55 รองลงมาคือตลาดสหรัฐอเมริกา คิดเป็นร้อยละ 40 และตลาดญี่ปุ่น คิดเป็นร้อยละ 5 โดยรายละเอียดมูลค่าการส่งออก-นำเข้าของสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยไปยังตลาดโลก ดังรูปที่ 2-1 และตารางที่ 2-2 ถึงตารางที่ 2-3



รูปที่ 2-2 มูลค่าการส่งออก-นำเข้าสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยไปยังตลาดโลก

ตารางที่ 2-2 มูลค่าการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยไปยังตลาดโลก

มูลค่า: ล้านเหรียญสหรัฐฯ

ผลิตภัณฑ์	2551	2552	2553	2553 (ม.ค.-มิ.ย.)	2554 (ม.ค.-มิ.ย.)	%การขยายตัว (ม.ค.-มิ.ย.54 /ม.ค.-มิ.ย.53)
สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม	7,199.6	6,442.3	7,677.9	3,571.5	4,245.5	18.9
สิ่งทอ	3,694.4	3,481.3	4,472.0	2,075.5	2,590.6	24.8
- เส้นใยและเส้นด้าย	808.6	740.0	1,044.8	478.2	626.1	30.9
- ผ้าผืน	1,204.0	1,166.1	1,454.4	659.3	168.4	25.4
- เคหะสิ่งทอ	361.5	322.6	365.5	169.5	33.4	-0.6
- สิ่งทออื่นๆ	1,320.3	1,252.6	1,607.3	189.0	-	-82.3
เครื่องนุ่งห่ม	3,505.2	2,961.0	3,205.9	1,496.0	1,654.9	10.6
- เสื้อผ้าสำเร็จรูป	3,088.4	2,598.3	2,780.8	1,301.0	1,445.4	11.1
- เครื่องนุ่งห่มอื่นๆ	416.8	362.7	425.1	195.0	209.5	7.4

ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. “รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย”. (2554)

ตารางที่ 2-3 มูลค่านำเข้าสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทยไปยังตลาดโลก

มูลค่า: ล้านเหรียญสหรัฐฯ³

ผลิตภัณฑ์	2551	2552	2553	2553 (ม.ค.-มิ.ย.)	2554 (ม.ค.-มิ.ย.)	%การขยายตัว (ม.ค.-มิ.ย.54 /ม.ค.-มิ.ย.53)
สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม	3,723.5	2,877.5	4,001.5	1,882.2	2,558.8	35.9
สิ่งทอ	3,186.0	2,372.4	3,370.0	1,594.2	2,198.9	37.6
- เส้นใยและเส้นด้าย	1,607.3	1,169.8	1,755.5	845.6	1,308.3	54.7
- ผ้าผืน	1,578.7	1,202.6	1,614.5	748.6	884.6	18.2
เครื่องนุ่งห่ม	537.5	505.1	633.1	288.0	365.9	27.0
- เสื้อผ้าสำเร็จรูป	288.5	276.1	338.1	154.1	200.7	30.2
- เครื่องนุ่งห่มอื่นๆ	249.0	229.0	295.0	133.9	165.2	23.4

ที่มา: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. “รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย”. (2554)

2.1.1 อุตสาหกรรมผลิตเส้นใย

(1) ภาพรวมทั่วไปของอุตสาหกรรมผลิตเส้นใย³

อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยเป็นอุตสาหกรรมขั้นต้นในอุตสาหกรรมสิ่งทอ การผลิตจะใช้วัตถุดิบหลัก 2 ชนิด คือ ไยธรรมชาติ และใยสังเคราะห์ ดังนี้

1) เส้นใยธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะเป็นใยฝ้าย ลินิน และขนสัตว์ เป็นต้น โดยเฉพาะฝ้ายต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนำเข้าจากสหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต ซึ่งใยฝ้ายมีส่วนการผลิตในประเทศร้อยละ 4.8 (รวมการผลิตเส้นด้าย)

2) เส้นใยสังเคราะห์ มีการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ 4 ประเภทหลัก คือ โพลีเอสเตอร์ ไนลอน อะครีลิก และเรยอน โดยที่เส้นใยโพลีเอสเตอร์เป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และมีกำลังการผลิตมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79.2 ของกำลังการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมด โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ต่างๆ ได้แก่

- ✚ Pure Terephthalic Acid (PTA), Dimethyl Terephthalate (DMT) และ Ethylene Glycol (EG) ใช้ในการผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์
- ✚ คาโปแลคตรัม (Caprolactam) ใช้ในการผลิตเส้นใยไนลอน
- ✚ Acrylonitrile ใช้ในการผลิตเส้นใยอะครีลิก
- ✚ Wood Cellulose ใช้ในการผลิตเส้นใยเรยอน

³ <http://www.idis.ru.ac.th>

นอกจากนี้ วัตถุดิบที่ใช้บางประเภทต้องนำเข้า เช่น EG, DMT, Wood Cellulose และ Acrylonitrile ในขณะที่วัตถุดิบบางส่วน ประเทศไทยสามารถผลิตได้เอง เช่น PTA, Caprolactam โดยเริ่มผลิตได้ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2538 เป็นต้นมา ทำให้สามารถลดการพึ่งพิงการนำเข้าไปได้

(2) ภาพรวมด้านเศรษฐกิจ

ในปี พ.ศ. 2554 อุตสาหกรรมสิ่งทอในตลาดโลกมีอัตราการเติบโตสูงสุดในช่วง 25 ปีที่ผ่านมา โดยปริมาณการผลิตเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์ (เส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยกึ่งสังเคราะห์) มีจำนวนรวม 80.8 ล้านตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.6 หรือ 6.4 ล้านตันจากปี พ.ศ. 2553

ปริมาณการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ในปี พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 56 ของปริมาณการผลิตเส้นใยทั้งหมด หรือประมาณ 45.25 ล้านตัน ในจำนวนนี้ร้อยละ 39 หรือประมาณ 31.51 ล้านตัน เป็นปริมาณการผลิตเส้นใยธรรมชาติ และร้อยละ 5 หรือประมาณ 4.04 ล้านตัน เป็นปริมาณการผลิตเส้นใยกึ่งสังเคราะห์เซลลูโลส

ในปีเดียวกัน ปริมาณการผลิตเส้นใยฝ้ายในตลาดโลกมีจำนวน 25.21 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 80 ของการผลิตเส้นใยธรรมชาติทั้งหมด และคาดว่าในช่วงปี พ.ศ. 2554-2555 ปริมาณการผลิตเส้นใยฝ้ายจะเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 11 เป็น 27.4 ล้านตัน

สำหรับเส้นใยประดิษฐ์ ในไตรมาสที่ 1 ของปี 2555 มีมูลค่าการส่งออก 214.64 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.06 เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อน ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 198.63 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และลดลงร้อยละ 17.63 เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อน ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 260.57 ล้านเหรียญสหรัฐฯ

2.1.2 อุตสาหกรรมการปั่นด้าย

(1) ภาพรวมทั่วไปของอุตสาหกรรมปั่นด้าย⁴

อุตสาหกรรมปั่นด้ายเป็นอุตสาหกรรมชั้นกลาง เป็นการนำเส้นใยมาปั่นเป็นเส้นด้าย ส่วนใหญ่จะเป็นด้ายผสมระหว่างใยฝ้ายและใยสังเคราะห์ ตามความต้องการของตลาด ทั้งนี้ความต้องการด้ายฝ้ายยังมีอยู่ค่อนข้างมาก แต่เนื่องจากปัญหาปริมาณการผลิตด้ายฝ้ายขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและไม่สามารถควบคุมได้ การผลิตด้ายใยสังเคราะห์จึงพัฒนาทั้งปริมาณและคุณภาพขึ้นมาแทน ปัจจุบันสภาพเครื่องปั่นด้ายที่ใช้เป็นเครื่องจักรที่เก่าและล้าสมัย ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตค่อนข้างต่ำ และขนาดเส้นด้ายโดยเฉลี่ยที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้อยู่ในช่วงเบอร์ 40-50 โดยเส้นด้ายที่มีขนาดเล็ก เช่น เบอร์ 80 ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ใช้วัตถุดิบในประเทศร้อยละ 80 คือ เส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยฝ้าย นอกนั้นร้อยละ 20 เป็นการนำเข้าเส้นใยคุณภาพสูงจากต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา เนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถผลิตเส้นใยคุณภาพดีได้เท่าที่ควร

⁴ <http://www.idis.ru.ac.th>

เทคโนโลยีที่นิยมใช้ในการปั่นด้ายมี 2 ระบบ ได้แก่

-  ระบบแรก คือ การปั่นด้ายระบบวงแหวน ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ทันสมัยที่สุดซึ่งไทยมีประมาณ 4 ล้านแกน แต่เป็นเครื่องจักรล้าสมัยถึงร้อยละ 70 ทำให้ด้ายที่ผลิตมีคุณภาพต่ำ และมีการสูญเสียวัตถุดิบในการผลิตสูง มีข้อดี คือ มีความคล่องตัวสูงในการเปลี่ยนขนาดของเส้นด้ายที่จะทำการผลิต
-  ระบบที่สอง คือ ระบบปลายเปิด เป็นระบบที่ปั่นด้ายด้วยความเร็วรอบสูงกว่าระบบวงแหวน แต่มีข้อจำกัด คือ เหมาะสำหรับการปั่นด้ายขนาดใหญ่ เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงและมีความเหนียวของเส้นด้ายต่ำกว่าแบบวงแหวน ขณะเดียวกันเมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่งที่สำคัญ คือ จีน อินเดีย ไทย ญี่ปุ่น ปากีสถาน ไต้หวัน ซึ่งไม่มีปัญหาเรื่องภาชนะนำเข้าวัตถุดิบมาก ทำให้ไทยเสียเปรียบการแข่งขันกับต่างประเทศ และประเทศเหล่านี้มีเครื่องจักรที่ใหม่และทันสมัยกว่ามากในการผลิต

(2) ภาพรวมด้านเศรษฐกิจ

ปี พ.ศ. 2553 ปริมาณการผลิตเส้นด้ายในตลาดโลก มีจำนวน 65.9 ล้านตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 9 จากปี พ.ศ. 2552 ทั้งนี้ ระหว่างปี 2543-2553 อัตราการเติบโตของปริมาณการผลิตเส้นด้ายโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 2.5 ต่อปี และการผลิตเส้นด้ายฟิลาเมนต์อยู่ที่ร้อยละ 5.7 ต่อปี จากรายงานของ ITMF พบว่าในช่วงไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2554 ปริมาณการผลิตเส้นด้ายในตลาดโลกลดลงร้อยละ 11.3 เมื่อเทียบกับช่วงไตรมาสก่อนหน้า เนื่องจากการผลิตในเอเชีย ยุโรป และอเมริกาใต้ ส่วนปริมาณของเส้นด้ายเหลือค้าง พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อนหน้า

2.1.3 อุตสาหกรรมการทอผ้าและถักผ้า

(1) ภาพรวมทั่วไปของอุตสาหกรรมการทอผ้าและถักผ้า

อุตสาหกรรมทอผ้าและถักผ้า เป็นอุตสาหกรรมขั้นกลางที่ใช้วัตถุดิบจากอุตสาหกรรมปั่นด้าย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมนี้ ได้แก่

-  ผ้าทอ ประกอบด้วย ผ้าทอจากใยฝ้าย ใยสังเคราะห์ และใยผสม
-  ผ้าถัก ประกอบด้วย ผ้าถักจากใยฝ้าย ใยสังเคราะห์ และใยผสม

ในส่วน of ผ้าทอจากใยสังเคราะห์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผ้าทอฝ้าย และในบางกรณียังมีคุณสมบัติดีกว่า เช่น มีความยืดหยุ่น ทนทานกว่า น้ำหนักเบากว่า และที่สำคัญคือ มีราคาต่ำกว่าผ้าทอฝ้าย ดังนั้นจึงใช้ในการทอผ้ามากกว่า ส่วนใหญ่ผ้าที่ผลิตได้จะเป็นผ้าทอ ที่เหลือจะจำหน่ายในรูปแบบของผ้าผืน

อุตสาหกรรมทอผ้า ถักผ้า จึงเป็นอุตสาหกรรมผลิตเพื่อป้อนตลาดอุตสาหกรรมผ้าผืน แม้ว่าจะมีการใช้เครื่องจักรค่อนข้างมาก ทันสมัยและราคาแพง แต่โดยทั่วไปก็ยังจัดว่าเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เน้นการใช้แรงงานมาก แต่จำนวนแรงงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมนี้ยังคงน้อยกว่า

จำนวนแรงงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการพึ่งพาแรงงานมากที่สุด ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

วัตถุดิบหลักในการผลิต คือ เส้นด้าย ซึ่งมีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 35 ของต้นทุนการผลิตโดยรวม เส้นด้ายที่ใช้ในอุตสาหกรรมนี้มีสัดส่วนของการใช้เส้นด้ายที่ผลิตในประเทศต่อเส้นด้ายนำเข้าคิดเป็นร้อยละ 50 : 50 เส้นด้ายที่นำเข้าเป็นเส้นด้ายคุณภาพดีที่อุตสาหกรรมปั่นด้ายในไทยไม่สามารถผลิตได้ แหล่งนำเข้าหลักของไทย ได้แก่ ไต้หวัน ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย และเกาหลี

เครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมผ้าผืนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องถักผ้า และเครื่องทอผ้า ในส่วนของเครื่องถักผ้านั้น ผู้ประกอบการได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอยู่ตลอดเวลา การพัฒนาประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมการทอและการถัก ขึ้นอยู่กับการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เทคโนโลยีที่ใช้ในการทอผ้ามี 2 ประเภท คือเครื่องทอผ้าแบบใช้กระสวย เป็นเครื่องทอผ้าแบบเก่า มีความเร็ว 200 รอบต่อนาที ไปสู่การใช้เครื่องจักรแบบไร้กระสวย เป็นเครื่องทอผ้าที่พัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพการผลิตสูง ให้ความเร็วรอบในการทอเพิ่มขึ้นถึง 2-3 เท่า (ประมาณ 650 รอบต่อนาที) และสามารถทอผ้าได้หน้ากว้างกว่าเดิม คุณภาพผลผลิตดีกว่า แต่สภาพปัจจุบันเครื่องทอในประเทศส่วนใหญ่ยังเป็นแบบใช้กระสวย ร้อยละ 80 และผู้ประกอบการที่ใช้เครื่องจักรแบบไร้กระสวยมีเพียงร้อยละ 20 เท่านั้น ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาผ้าผืน

(2) ภาพรวมด้านเศรษฐกิจ⁵

ดัชนีของผลผลิตอุตสาหกรรมการทอสิ่งทอเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.52 ในไตรมาสที่ 1 (ปี 2555) เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อน เนื่องจากโรงงานที่ได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำท่วมบางส่วนได้รับการฟื้นฟู โดยสามารถรับคำสั่งซื้อและดำเนินการผลิตได้ ดัชนีส่งสินค้าหรือดัชนีการจำหน่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.89 สอดคล้องกับดัชนีผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ส่วนดัชนีสินค้าสำเร็จรูปคงคลังลดลงร้อยละ 19.28 หากเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ดัชนีผลผลิตลดลงร้อยละ 27.83 ดัชนีส่งสินค้าลดลง ร้อยละ 26.88 และดัชนีสินค้าสำเร็จรูปคงคลังเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.63

สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตผ้าที่ได้จากการถักนิตติ้งหรือโครเชต์ เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อน ดัชนีผลผลิตลดลงร้อยละ 5.28 ดัชนีส่งสินค้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.97 และดัชนีสินค้าสำเร็จรูปคงคลังเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.86 หากเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน ดัชนีผลผลิตลดลงร้อยละ 45.23 ดัชนีส่งสินค้าลดลงร้อยละ 17.66 และและดัชนีสินค้าสำเร็จรูปคงคลังลดลงร้อยละ 4.24

⁵ <http://www.ryt9.com>

2.1.4 อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ผ้า และตกแต่งสำเร็จ

(1) ภาพรวมทั่วไปของอุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ผ้า และตกแต่งสำเร็จ

อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ผ้า และตกแต่งสำเร็จ เป็นอุตสาหกรรมขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตผ้าสู่ผู้บริโภคหรือโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยเพิ่มคุณค่าให้ผ้าผืนในด้านความสวยงาม นำใช้ สวมใส่สบายและเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในโอกาสพิเศษต่างๆ นอกจากนี้ยังเพิ่มมูลค่าให้กับผ้าผืนถึง 2-3 เท่า โดยผ่านกระบวนการฟอก คือ การทำให้ผ้าขาวและสะอาด ก่อนที่จะทำการย้อมสีและพิมพ์ลายตามที่ต้องการ แล้วจึงทำการตกแต่งสำเร็จ คือ ทำให้ผ้ามีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น อ่อนนุ่ม มั่นคง กันน้ำ หรือยับยาก เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมฟอกย้อมในไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำ สี สารเคมี และพลังงาน รวมทั้งแรงงานในปริมาณที่สูง ตลอดจนเป็นกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดน้ำเสียเป็นจำนวนมาก ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีระดับสูงในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพดี และมีความสม่ำเสมอ ซึ่งการพัฒนาต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันผู้ประกอบการจึงมีอยู่ไม่ถึง 500 ราย มีการจ้างแรงงานต่ำ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังไม่สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูงได้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสิ่งทอได้

2.1.5 อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

(1) ภาพรวมทั่วไปของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป/ผลิตเครื่องนุ่งห่ม เป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำของระบบโครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย เน้นการใช้แรงงานเข้มข้น ไม่จำเป็นต้องลงทุนสูงและใช้เทคโนโลยีการผลิตไม่ซับซ้อนมากนัก สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้ค่อนข้างสูง ซึ่งเทคโนโลยีการผลิตส่วนใหญ่ยังใช้เครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมานาน แต่ถึงกระนั้นอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป/ผลิตเครื่องนุ่งห่ม ก็ยังคงเป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุดเนื่องจากแรงงานไทยเป็นแรงงานที่มีฝีมือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีความประณีต ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาด

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม ได้แก่ เสื้อผ้าสำเร็จรูปจากการทอ และเสื้อผ้าสำเร็จรูปจากการถัก นอกจากอุตสาหกรรมที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตสาหกรรมไหม อุตสาหกรรมนอนูฟเว่น ซึ่งผลิตผ้าอ้อมเด็ก ชุดผ้าตัดของแพทย์ ผลิตภัณฑ์ไว้ในโรงพยาบาล และอุตสาหกรรมสิ่งทอเพื่อการเคหะ เป็นต้น แต่การผลิตขึ้นอยู่กับกรอบแบบ คุณภาพวัตถุดิบ และคุณภาพแรงงาน ที่ผ่านมาประเทศไทยได้อาศัยความได้เปรียบด้านค่าจ้างแรงงาน โดยผลิตตามคำสั่งซื้อจากต่างประเทศและส่งออกในชื่อของสินค้าต่างประเทศ แต่ผลของค่าแรงที่สูงขึ้นทำให้ผู้ว่าจ้างในต่างประเทศย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศที่มีค่าแรงถูกกว่า เช่น จีนและเวียดนาม ดังนั้นประเทศไทยจึงจำเป็นต้องเร่งให้มีการพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างสินค้าที่เป็นตราสินค้าของไทยเอง และการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้มีความ

รวดเร็ว และแม่นยำมากขึ้น เช่น การใช้ CAD และ CAM เพื่อช่วยในการเตรียมงานและลดการสูญเสียปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ทำให้การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

(2) ภาพรวมด้านเศรษฐกิจ

ปี พ.ศ. 2554 ภาพรวมการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทย มีมูลค่าการส่งออก รวมกัน 8,255.30 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.55 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553 ในจำนวนดังกล่าวแยกเป็นการส่งออกสิ่งทอต้นน้ำ-กลางน้ำ (ผ้าผืน ด้าย เส้นใยประดิษฐ์ เคหะสิ่งทอ ผ้าปัก ผ้าลูกไม้ ผ้าคลุมไหล่ และอื่นๆ) มูลค่า 4,980.30 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ขยายตัวร้อยละ 11.41 ส่วนเครื่องนุ่งห่ม (เสื้อผ้าสำเร็จรูป ชุดชั้นใน ถุงเท้า ถุงน่อง ถุงมือ) ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำของสิ่งทอมีการส่งออก 3,275.00 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ขยายตัวเพียงร้อยละ 2.16 เป็นผลจากการส่งออกเครื่องนุ่งห่มได้รับผลกระทบจากมหาอุทกภัยช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 ทำให้มีปัญหาการผลิตและส่งมอบสินค้าในไตรมาสสุดท้าย

สำหรับในไตรมาสที่ 1 ปี พ.ศ. 2555 มีมูลค่าการส่งออก 749.79 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.62 เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อน ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 730.66 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และลดลงร้อยละ 6.94 เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อนซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 805.72 ล้านเหรียญสหรัฐฯ โดยเสื้อผ้าสำเร็จรูปมีสัดส่วนการส่งออกมากที่สุดร้อยละ 85.38 ของการส่งออกเครื่องนุ่งห่มทั้งหมด

2.2 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ มีรายละเอียดดังนี้

(1) อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใย

ในที่นี้จะกล่าวถึงตัวอย่างกระบวนการผลิตเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์บางประเภท ดังนี้

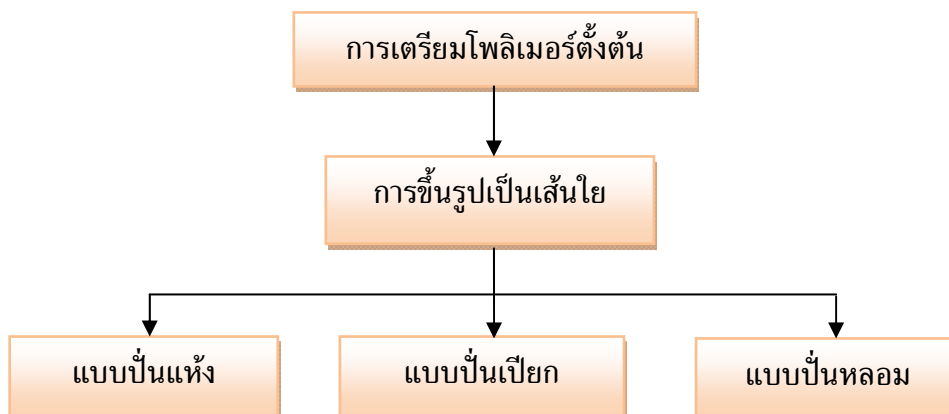
➤ เส้นใยธรรมชาติ

- **ฝ้าย** ดอกฝ้ายที่แก่เต็มที่จะถูกเก็บเกี่ยวแล้วนำมาแยกสิ่งปลอมปนที่ไม่ต้องการออก แล้วทำการแยกเมล็ดออกจากเส้นใยฝ้าย จากนั้นทำการสาวใยและหวีเส้นใย เพื่อแยกเส้นใยที่สั้นเกินไปออก

- **ขนสัตว์** กระบวนการผลิตเส้นใยขนสัตว์ เริ่มจากการนำขนที่ได้จากการเล็มจากแกะมาทำการแบ่งเกรดตามคุณภาพของเส้นใย จากนั้นนำขนสัตว์เกรดเดียวกันที่คัดได้มาผสมให้ทั่ว นำไปล้างไขมันและสิ่งสกปรกด้วยสบู่ แล้วทำการสาวเส้นใย เส้นใยที่ได้จะถูกนำไปขึ้นรูปเป็นเส้นด้ายต่อไป เรียกว่า “Woolen Yarn” แต่ถ้าภายหลังการสาวเส้นใยยังมีกระบวนการหวี เพื่อกำจัดเส้นใยสั้นออก แล้วทำการรีดปุยก่อนนำไปขึ้นรูปเป็นเส้นด้าย เส้นด้ายที่ได้นี้เรียกว่า “Worst Yarn” ซึ่งจะมีคุณภาพดีกว่า “Woolen Yarn” เนื่องจากมีปริมาณเส้นใยสั้นน้อยกว่า

➤ เส้นใยประดิษฐ์

กระบวนการผลิตเส้นใยประดิษฐ์แบ่งได้เป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ การเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้น และการขึ้นรูปเป็นเส้นใย โดยมีขั้นตอนการผลิตหลัก ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 กระบวนการผลิตเส้นใยประดิษฐ์

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2547)

1) การเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้น ในการผลิตเส้นใยจากวัตถุดิบธรรมชาติที่มีโครงสร้างโมเลกุลโพลิเมอร์อยู่แล้ว เช่น เส้นใยเรยอน ขั้นตอนการเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้นจะประกอบด้วยการย่อยวัตถุดิบ เช่น ไม้ ให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยใช้แรงกลและสารเคมี แล้วทำให้อยู่ในรูปของสารละลายเข้มข้น

2) การขึ้นรูปเป็นเส้นใย กระบวนการขึ้นรูปเป็นเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของโพลิเมอร์ตั้งต้น กระบวนการขึ้นรูปพื้นฐานมี 3 แบบคือ แบบปั่นแห้ง แบบปั่นเปียก และแบบปั่นหลอม

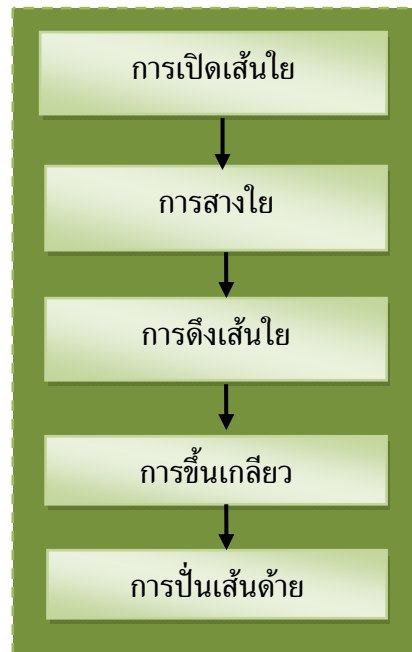
- **การผลิตเส้นใยแบบปั่นแห้ง** เริ่มต้นโดยการเตรียมโพลิเมอร์ให้อยู่ในรูปสารละลายแล้วฉีดผ่านหัวฉีด ทำการระเหยตัวทำละลายส่วนที่เหลือในเส้นใยที่ฉีดออกมาโดยใช้ลมร้อนเป่า จากนั้นทำการดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใย ตัวอย่างเส้นใยที่ขึ้นรูปโดยวิธีนี้ได้แก่ โพลีอะซิเตต โพลีไทรอะซิเตต และโพลีอะไครลิก

- **การผลิตเส้นใยแบบปั่นเปียก** เริ่มจากการเตรียมสารละลายโพลิเมอร์แล้วฉีดผ่านหัวฉีดที่จมอยู่ในอ่างของสารละลายตกตะกอน เส้นใยที่ตกตะกอนออกมาจากสารละลาย จะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง แล้วทำให้แห้งโดยการใช้ลมร้อนเป่า ตัวอย่างเส้นใยที่ผลิตโดยวิธีนี้คือ เรยอน

- **การผลิตเส้นใยแบบปั่นหลอม** เริ่มจากการหลอมโพลิเมอร์ในเครื่องปั่นหลอม แล้วทำการฉีดผ่านหัวฉีด เส้นใยที่ได้ที่เริ่มแข็งตัวจะถูกดึงยืดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เส้นใยสังเคราะห์ส่วนใหญ่ผลิตโดยวิธีนี้ เช่น ไนลอน โพลีเอสเตอร์ โพลีเอทิลีน เป็นต้น

(2) อุตสาหกรรมการปั่นด้าย

ในที่นี่จะกล่าวถึงกระบวนการผลิต เส้นด้ายจากเส้นใยสั้น โดยจะยกตัวอย่างกระบวนการผลิตของเส้นใยฝ้าย โดยมีขั้นตอนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2-4



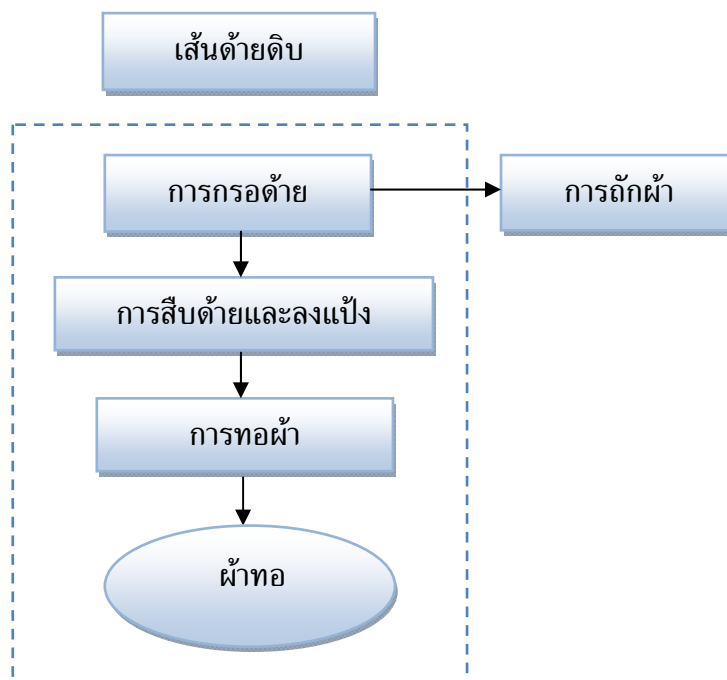
รูปที่ 2-4 กระบวนการปั่นด้าย

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2547)

- **การเปิด** เป็นการทำให้เส้นใยที่อัดอยู่ในกอง มีการเปิดและกระจายตัว รวมทั้งทำการผสมเส้นใยให้ทั่วถึงมากขึ้น
- **การสาวใย** เป็นการทำให้เส้นใยเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน เส้นใยมีการสานกันไปมาเป็นใยบาง
- **การดิ่ง** เป็นการเพิ่มการจัดทิศทางของเส้นใยให้ขนานกันมากขึ้น โดยใยที่ได้จะถูกดึงผ่านลูกกลิ้งที่มีความเร็วต่างกัน ทำให้เกิดเป็นเส้นด้ายที่มีการรวมตัวของเส้นใยอย่างหลวมๆ
- **การขึ้นเกลียว** เป็นการดิ่งเพิ่มเติมเพื่อจัดเส้นใยให้มีการเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น มีการขึ้นเกลียวชนิดน้อยเพื่อเพิ่มแรงยึดระหว่างเส้นใย
- **การปั่นเส้นด้าย** เป็นการนำเอาด้ายที่มีการขึ้นเกลียวเล็กน้อย มาขึ้นเกลียวเพิ่มเพื่อให้ได้เส้นด้ายที่มีความแข็งแรง

(3) อุตสาหกรรมการทอผ้าและถักผ้า

สามารถแบ่งเป็น 3 วิธีหลักๆ คือ การทอผ้า การถักผ้า และการทำผ้าไมถักไม่ทอ สำหรับใช้ทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม โดยมีขั้นตอนการผลิตหลักๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 กระบวนการทอผ้า

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ”. (2547)

- **การกรอด้าย** เป็นขั้นตอนการจัดเก็บด้ายให้มีความเรียบร้อย โดยการม้วนด้วยลูกด้าย เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อบกพร่อง และสิ่งแปลกปลอมของเส้นด้ายได้ พลังงานที่ใช้ในขั้นตอนที่จะเป็นพลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า
- **การสืบดีดและลงแปรง** เป็นขั้นตอนการนำลูกด้ายมาเรียงต่อกันก่อนม้วนลงบีมสำหรับการลงแปรง เพื่อลดการขาดของเส้นด้าย โดยผ่านอ่างแปรงและระเหยน้ำให้แห้ง ในขั้นตอนนี้จะใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน
- **การทอผ้า** เป็นการนำเส้นด้าย 2 ชุดมาสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดเป็นแผ่นและมีลวดลายตามที่ต้องการ ในขั้นตอนนี้จะมีการใช้เฉพาะพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นมอเตอร์ในเครื่องทอ

(4) อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ผ้าและตกแต่งสำเร็จ⁶

เป็นกระบวนการผลิตที่ทำหน้าที่เปลี่ยนวัสดุสิ่งทอ คือ เส้นด้ายหรือผ้าดิบ โดยเลือกใช้สารเคมีและสีย้อมพิมพ์ให้เหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตหลักๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-6

(1) การเตรียมผ้า ในขั้นตอนการเตรียมผ้าประกอบด้วย

- การเผาขน เป็นการกำจัดขนที่เกิดขึ้นบนผิวผ้าผืน เพื่อให้มีผิวเรียบร้อยก่อนนำไปฟอกย้อม ในขั้นตอนนี้จะใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการเผาขนก่อน ถ้าใช้การชดก็ใช้พลังงานไฟฟ้าหรือถ้าใช้เปลวไฟก็จะใช้แก๊ส เป็นต้น
- การลอกแป้ง ขั้นตอนนี้เป็นการกำจัดสารลงแป้งที่มีอยู่ในเส้นด้าย เพื่อให้ผ้ามีคุณสมบัติเปียกน้ำได้ดี มีคุณสมบัติในการดูดสีได้ดีและสม่ำเสมอ ขั้นตอนนี้จะมีการใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน
- การทำความสะอาดหรือการขจัดสิ่งสกปรก เป็นการกำจัดไขมันและสารปนเปื้อนต่างๆ ทั้งจากสิ่งๆ ที่ติดมาตามธรรมชาติ และจากขั้นตอนการปั่นทอ เพื่อให้เส้นใยมีการดูดซึมน้ำได้ดี เป็นขั้นตอนนี้ที่มีใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน
- การฟอกขาว เป็นการกำจัดสารมีสีในธรรมชาติที่ติดมากับวัสดุสิ่งทอ โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีทำให้เส้นใยขาวขึ้น
- การชุบมัน เป็นการทำให้ผ้ามีคุณสมบัติดีขึ้นในด้านความสามารถในการดูดซึมน้ำ

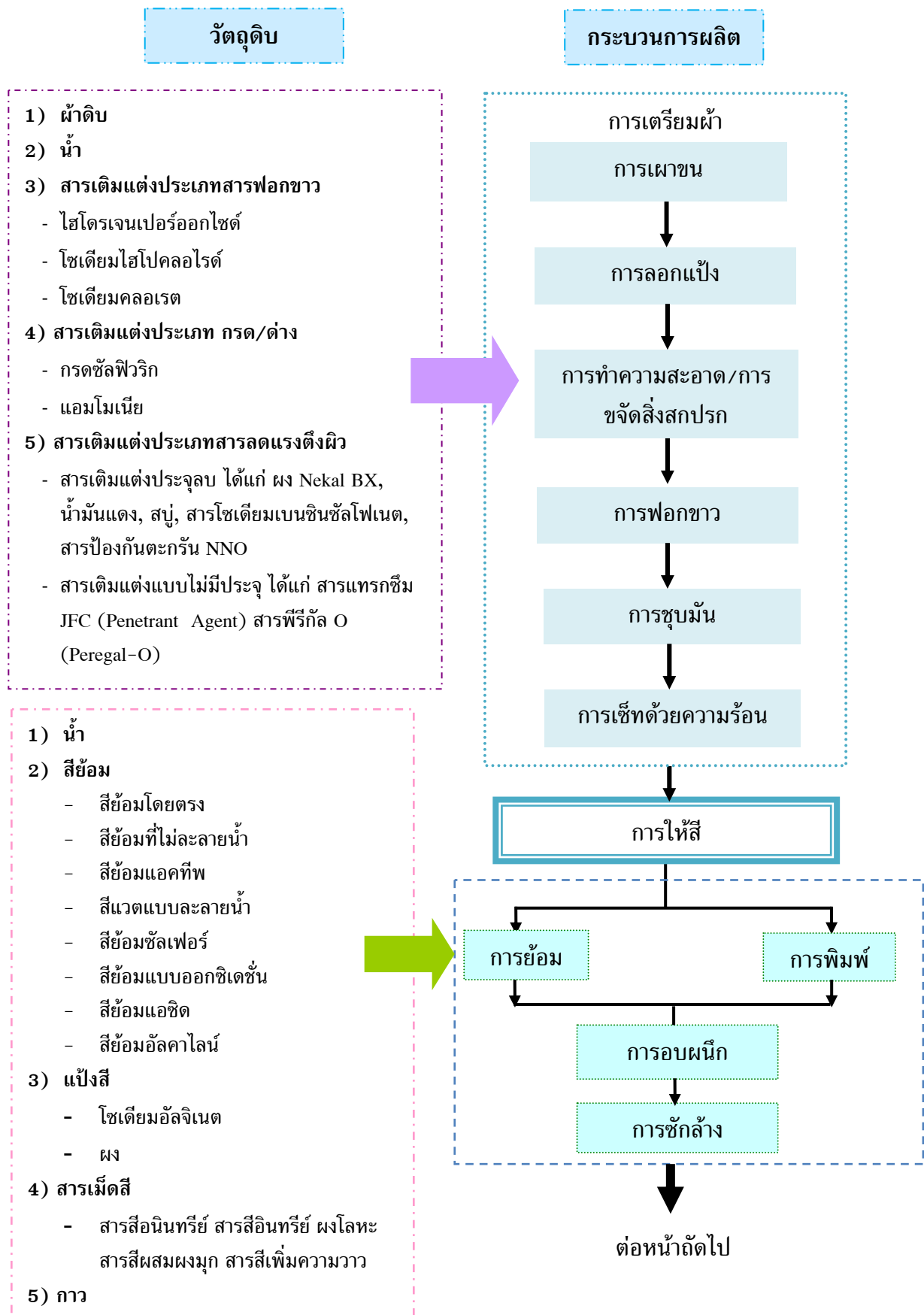
(2) การให้สี กระบวนการนี้จะประกอบไปด้วย

- ขั้นตอนการย้อม คือการทำให้ผืนผ้าหรือเส้นด้ายมีสีเหมือนกันทั้งผืน โดยทำให้โมเลกุลของสีย้อมซึมผ่านเข้าทำปฏิกิริยากับผ้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยด้วย ดังตารางที่ 2-4
- ขั้นตอนการอบผนึกสี คือการใช้ความร้อนทำให้สีติดกับเส้นใย
- การซักล้าง คือการกำจัดสีและสารเคมีส่วนเกินที่ไม่ได้นึกอยู่บนเส้นใยให้หลุดออกไป

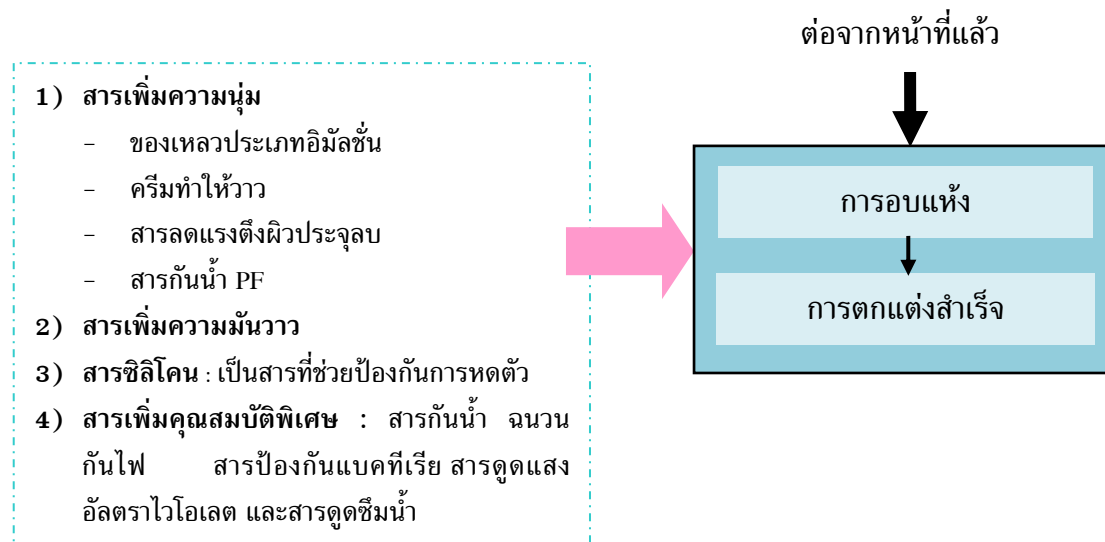
(3) การอบแห้งและการตกแต่งสำเร็จ กระบวนการนี้ประกอบด้วย

- การอบแห้ง คือการนำผ้าที่ผ่านการล้างขั้นสุดท้ายแล้วมาอบให้แห้งซึ่งถือเป็นกระบวนการสุดท้ายของขั้นตอนการย้อมและพิมพ์ผ้า
- การตกแต่งสำเร็จ คือการตกแต่งเส้นด้ายหรือผืนผ้าให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นทั้งความสวยงามและประโยชน์ใช้สอย

⁶ กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ”. (2547)



รูปที่ 2-6 ขั้นตอนการผลิตในอุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ



รูปที่ 2-6 ขั้นตอนการผลิตในอุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ (ต่อ)

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ”. (2547)

ตารางที่ 2-4 ชนิดของสีย้อมในกระบวนการฟอกย้อม

กลุ่มสีย้อม	ชนิดของเส้นใย	ปริมาณสีย้อมในเส้นใย	ปริมาณสีในน้ำทิ้ง	ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้ง
แคทไออนิก	อะคริลิก	~ 98 %	~ 2 %	กรดอ่อน
แอซิก	ขนสัตว์ ไหม ไนลอน	~ 95-98 %	2-5 %	กรดและอาจพบเกลือของโลหะหนัก
เมทัลลคอมเพล็กซ์	ขนสัตว์ ไหม ไนลอน	~ 95-98 %	2-5 %	
ไดเรกต์	ฝ้าย เส้นใย เซลลูโลส	~ 80 %	~ 20 %	
ดิสเพิร์ส	พอลิเอสเตอร์ ไนลอน อะซีเตต	~ 90 %	~ 10 %	เป็นกลาง
แว็ต	ฝ้าย เส้นใยเซลลูโลส	~ 95 %	5%	เป็นด่างและมีสารรีดิวซ์
ซัลเฟอร์	ฝ้าย เส้นใยเซลลูโลส	~ 95 %	~ 40 %	เป็นด่างมีความเข้มข้นเกลือสูงและสารประกอบซัลเฟอร์
รีแอคทีฟ	ฝ้าย เส้นใยเซลลูโลส	50-95 %	5-50 %	เป็นด่างและความเข้มข้นของเกลือสูง

ที่มา : สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2545), อ้างอิงในกรมควบคุมมลพิษ (2548)

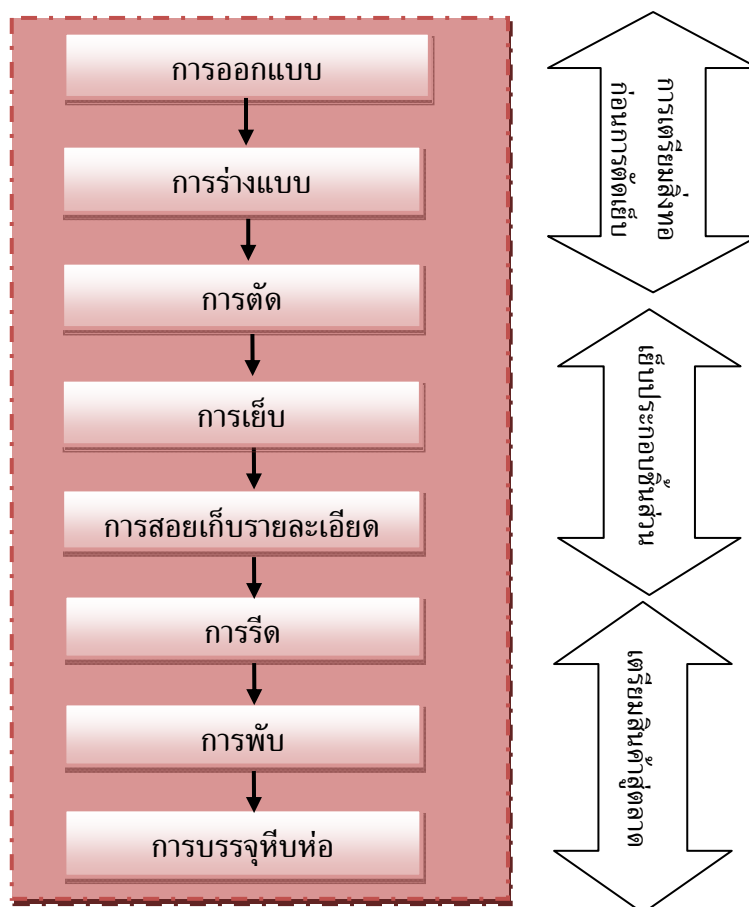
(6) อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

ประกอบด้วยการผลิตที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนเตรียมการเย็บ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบ การทำแพทเทิร์น และการตัด ซึ่งขั้นตอนย่อย ทั้ง 3 นี้ เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ทักษะ ประสิทธิภาพ และแรงงานฝีมือ ดังนั้นปัจจุบันในโรงงานขนาดใหญ่บางแห่งจึงมีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิตเพื่อประหยัดค่าแรงงาน และลดความสูญเสียจากการร่างแบบและการตัด ที่เรียกว่า CAD และ CAM ทำให้การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปง่ายและรวดเร็วขึ้น

2) ขั้นตอนการเย็บประกอบชิ้นส่วน หลังจากผ้าผืนผ่านการตัด เรียบร้อยแล้วจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการเย็บเพื่อประกอบเป็นเสื้อผ้าหรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอสำเร็จรูปต่าง ๆ ขั้นตอนการเย็บดังกล่าวอาจแบ่งออก ได้เป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ การเย็บ และการสอยเก็บรายละเอียด ในขั้นตอนนี้แม้ว่าจะสามารถใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ หรือเครื่องเย็บคอมพิวเตอร์ช่วยให้การประกอบชิ้นส่วนเป็นเสื้อผ้าได้เร็วขึ้นแต่เครื่องจักรเหล่านี้ก็ช่วยประหยัดค่าแรงได้ไม่มากนักเมื่อเทียบกับเงินลงทุนที่สูงขึ้นจากการต้องซื้อเครื่องจักรใหม่

3) ขั้นตอนการเตรียมสินค้าสู่ตลาด เมื่อสิ่งทอผ่านการตัดเย็บเป็นสินค้าสำเร็จรูปแล้วต่อไปก็จะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 3 เพื่อเตรียมออกสู่ตลาดต่อไป โดยในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการรีด การพับ และการบรรจุหีบห่อ โดยมีขั้นตอนการผลิตหลัก ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-7



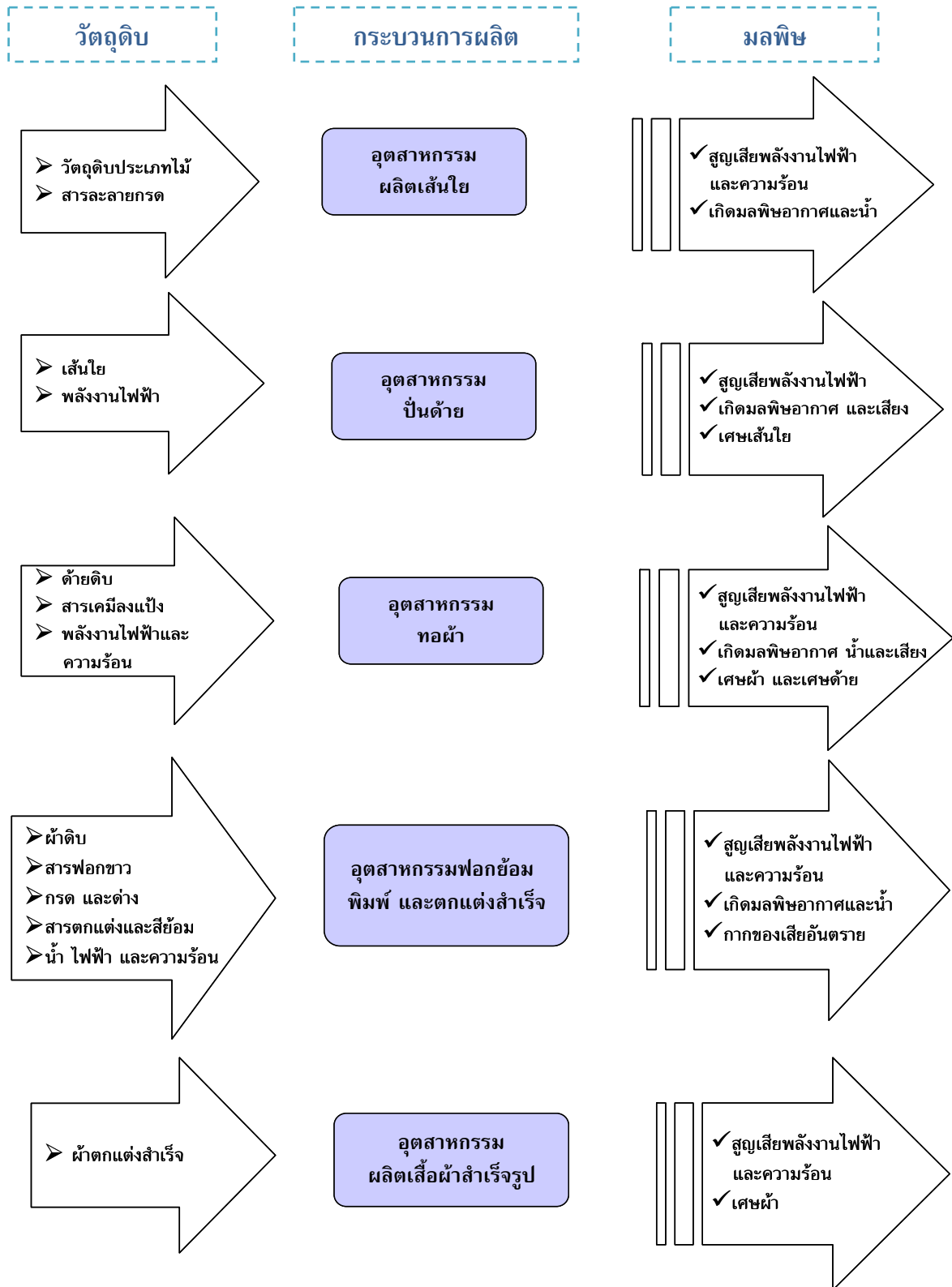
รูปที่ 2-7 กระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ”. (2547)

2.3 มลพิษและผลกระทบ

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ มลพิษทางดิน มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ กากของเสีย และมลพิษทางเสียง ซึ่งอุตสาหกรรมแต่ละประเภทก่อให้เกิดปัญหามลพิษที่มีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้แต่ละประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยจะก่อให้เกิดปัญหา

ด้านสารเคมีและกลิ่นเหม็นเป็นสำคัญ ในขณะที่อุตสาหกรรมทอผ้าจะก่อให้เกิดปัญหาด้านเสียงและอากาศ ส่วนอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปจะก่อให้เกิดปัญหาการกักของเสีย เช่น เศษผ้า เศษด้าย แกนกระดาษ เป็นต้น **ทั้งนี้สามารถสรุปแหล่งกำเนิดมลพิษของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังรูปที่ 2-8 และตารางที่ 2-5**



รูปที่ 2-8 แหล่งกำเนิดมลพิษของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ตารางที่ 2-5 มลพิษและผลกระทบของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

มลพิษทางอากาศ	มลพิษทางน้ำ	กากของเสีย	มลพิษทางเสียง	มลพิษทางดิน
(1) อุตสาหกรรมผลิตเส้นใย				
กระบวนการผลิต เส้นใย ก่อให้เกิดฝุ่นละออง เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในขั้นตอนการสาวใยและหวีเส้นใย จะเกิดฝุ่นละอองขึ้นเป็นระยะๆ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบางส่วนจะมีการเล็ดลอดออกจากกระบวนการรวบรวมมลพิษอากาศ จึงทำให้มีการสะสมตัวอยู่ในอากาศอย่างเห็นได้ชัดเจน	น้ำเสียเกิดจากขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตเส้นใย ได้แก่ - ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบที่นำมาผลิตเส้นใย เช่น ดอกฝ้าย ขนสัตว์ และเศษไม้ เป็นต้น โดยเฉพาะขนสัตว์ จะล้างสิ่งสกปรกด้วยสบู่ ทำให้เกิดน้ำทิ้งปริมาณมาก - ขั้นตอนการเตรียมโพลีเมอร์ในการผลิตเส้นใยใยสังเคราะห์ มีการใช้สารเคมีในการเตรียมสารละลาย ทำเกิดน้ำทิ้งที่มีสารเคมีปนเปื้อน - ขั้นตอนการล้างเครื่องจักรและทำความสะอาดโรงงาน เป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงมากด้วย เช่น น้ำล้างถังเตรียมสารละลาย เป็นต้น	ส่วนใหญ่เกิดจากขั้นตอนการสาวเส้นใยและหวีเส้นใย ซึ่งของเสียมักเป็นของเสียจำพวกเศษเส้นใยที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่สูญเสียใช้งานต่อไปได้	เสียงที่เกิดจากโรงงาน มักจะเป็นเสียงที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักร เช่น เครื่องปั่นหลอม	ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ ในกรณีที่ใช้เส้นใยจากธรรมชาติ เช่น ฝ้าย ในการเพาะปลูกฝ้าย จำเป็นต้องใช้สารเคมีหลายชนิดในการบำรุงรักษาต้นฝ้ายให้งอกงาม สารเคมีที่ใช้ได้แก่ สารกำจัดศัตรูพืช สารกำจัดวัชพืช และปุ๋ย เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางดิน เนื่องจากสารเคมีที่ใช้นั้นสามารถแทรกซึมลงสู่พื้นดินได้ และยังซึมแพร่ผ่านไปยังแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง ซึ่งเป็นอันตรายแก่ชาวบ้านแถบนั้นที่จะนำน้ำไปใช้อุปโภคบริโภคอีกด้วย
(2) อุตสาหกรรมการปั่นด้าย				
ฝุ่นละอองเกิดจากขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการปั่นด้าย ได้แก่ - จากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ โดยฝุ่นต่างๆ นั้นจะติดมากับวัตถุดิบที่นำมาใช้ปั่นด้าย เช่น สมอฝ้าย เมล็ดฝ้าย เปลือกฝ้าย กรวด และดิน เป็นต้น	น้ำเสียส่วนใหญ่จะเกิดจากขั้นตอนการล้างเครื่องจักรและทำความสะอาดโรงงานและน้ำเสียบางส่วนเกิดจากน้ำทิ้งจากอาคารสำนักงาน น้ำใช้ของพนักงาน ซึ่งจะมีปริมาณและความสกปรกน้อยกว่าน้ำเสียจากกระบวนการล้างเครื่องจักร	กากของเสียส่วนใหญ่เป็นจำพวกเศษด้ายซึ่งเกิดจากขั้นตอนการเตรียมเส้นด้าย การสาวใย การดัดและการปั่นเส้นด้าย	มลพิษทางเสียงส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักรในกระบวนการปั่นด้าย ที่อาจมีความดังเกินระดับมาตรฐาน ซึ่งส่งผลให้ผู้ที่ทำงานบริเวณนั้นมีความผิดปกติเกี่ยวกับการได้ยิน หาก	-

มลพิษทางอากาศ	มลพิษทางน้ำ	กากของเสีย	มลพิษทางเสียง	มลพิษทางดิน
ขั้นตอนในห้องผสม การสางใย และการปั่นด้ายก่อให้เกิดฝุ่นละอองในปริมาณมาก			คนงานไม่ได้สวมเครื่องป้องกันขณะทำงาน	
(3) อุตสาหกรรมการทอผ้าและถักผ้า				
- ขั้นตอนการลงแป้ง ก่อให้เกิดฝุ่นละอองจำนวนมาก ซึ่งเกิดจากฝุ่นแป้งที่ใช้ในการลงแป้งในอุตสาหกรรมทอผ้า แต่การเกิดฝุ่นจะเกิดเป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับอายุของเครื่องจักร และการทำความสะอาดเครื่องจักรด้วย ฝุ่นที่เกิดขึ้นจะก่อให้เกิดอันตรายต่อคนงานที่สูดเอาฝุ่นเข้าไป ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ - ขั้นตอนการใช้ตัวทำละลายในการทำ ความสะอาด หรือการบำรุงรักษา ก่อให้เกิดไอระเหยเป็นพิษ เพราะในสารตัวทำละลายมีสารที่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์	น้ำเสียส่วนใหญ่จะเกิดจากขั้นตอนการล้างเครื่องจักรและทำความสะอาดโรงงานและน้ำเสียบางส่วนเกิดจากน้ำทิ้งจากอาคารสำนักงาน น้ำใช้ของคนงาน ซึ่งจะมีปริมาณและความสกปรกน้อยกว่าน้ำเสียจากกระบวนการล้างเครื่องจักร	กากของเสียส่วนใหญ่เป็นจำพวกผ้า ด้าย และเส้นใย เศษด้าย ซึ่งเกิดจากขั้นตอนการทอผ้าเสียไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ผ้าเสียหาย มีตำหนิ นำไปใช้งานต่อไปไม่ได้ เกิดเป็นของเสียขึ้น	มลพิษทางเสียงส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการทอผ้า ซึ่งอาจมีความดังเกินระดับมาตรฐาน ส่งผลให้ผู้ที่ทำงานบริเวณนั้นมีความผิดปกติเกี่ยวกับการได้ยิน	-

มลพิษทางอากาศ	มลพิษทางน้ำ	กากของเสีย	มลพิษทางเสียง	มลพิษทางดิน
(4) อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ผ้า และตกแต่งสำเร็จ				
มลพิษอากาศที่เกิดกระบวนการฟอกย้อมส่วนใหญ่เป็นไอระเหยของสารเคมีต่างๆ ในขั้นตอนต่อไปนี้ - ขั้นตอนการอบแห้งสีและเคมี ต้องใช้ตู้อบอุณหภูมิสูง เพื่อทำการอบแห้งสีและเคมี และทำการเช็ดผ้าด้วยความร้อนบนผ้าที่ผ่านการย้อมสีมาแล้ว ทำให้สารเคมีต่างๆ ที่มีอยู่บนผ้าระเหย หรือเกิดการสลายตัว ไปสู่บรรยากาศเป็นอันตรายต่อร่างกาย - ขั้นตอนการเก็บสารเคมี ขณะที่มีการเติมสารเคมีลงไปในถังเก็บ เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูงขึ้น หรือเมื่อความดันอากาศต่ำลง อากาศภายในถังเก็บ จะไหลออกสู่ภายนอก ซึ่งถ้าหากถึงดังกล่าว เป็นถึงที่ใช้สำหรับเก็บสารระเหยง่าย อากาศที่ไหลออกจากถังเก็บก็จะมีสารเหล่านี้เจือปนอยู่ด้วย ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ - สารเคมีที่ก่อให้เกิดปัญหาแก่คุณภาพของอากาศภายในอาคาร	น้ำเสียเกิดจากขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฟอกย้อม ได้แก่ - ขั้นตอนการเตรียมผ้า ขั้นตอนให้สี และขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จ โดยเฉพาะในกระบวนการชำระล้างทำความสะอาดของแต่ละขั้นตอนจะมีการใช้น้ำในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งสิ่งที่สามารถพบได้ในน้ำเสียเสมอ ได้แก่ เศษเส้นใย เศษผ้า สารเคมี กรด ต่าง ไขมัน สบู่ สีย้อม และตัวทำละลาย ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณสารมลพิษในน้ำเสียมีปริมาณสูงและเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม - นอกจากนี้ น้ำเสียยังเกิดจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ อีก ได้แก่ - น้ำที่ใช้ในหม้อไอน้ำ ในกระบวนการฟอกย้อม มักจะมีการใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อนแก่ผ้าที่ใช้ในกระบวนการและเป็นตัวให้ความร้อนในตู้อบไอน้ำ ถ้าไอน้ำที่ใช้ถูกปล่อยให้เย็นลงและกลั่นตัวในท่อไอน้ำก็จะได้น้ำที่สะอาดสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ แต่ถ้าไอน้ำถูกส่งเข้าไปให้ความร้อนแก่สารละลายสีย้อมโดยตรง ก็จะเป็นการเพิ่ม	กากของเสียในกระบวนการฟอกย้อม เกิดจากขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ - ขั้นตอนการย้อมสี เกิดรอยสีย้อมตามตะเข็บผ้า ทำให้เกิดความสูญเสียกับชิ้นงาน - ขั้นตอนการเตรียมการย้อม และการล้าง เกิดของเสียจำพวกเศษด้าย ที่ไม่ได้คุณภาพ - ขั้นตอนการพิมพ์ผ้า เกิดของเสียจำพวกแป้งสี ซึ่งมีทั้งแป้งสีประเภทน้ำ/น้ำมัน และอะคริลิก โพลีเมอร์ และมักเกิดเป็นเจรวมกันเป็นก้อนอุดตันในท่อน้ำทิ้ง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม - กระบวนการต่อเนื่อง เช่น ของผสมระหว่างสี และสารเคมีอื่น ของเสียอาจเกิดขึ้นได้เป็นครั้งคราวจากการลงแป้ง การย้อมสีอย่างต่อเนื่อง การพิมพ์ การเคลือบ และการตกแต่งสำเร็จ เป็นต้น โดยเป็นของเสียที่ยากต่อการบำบัด ซึ่งมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ปะปนอยู่ หรือมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ได้ ได้แก่ สี โลหะหนัก ฟีนอล สารลดแรงตึงผิว	มลพิษทางเสียงส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการย้อมสี อบแห้ง ซึ่งอาจมีความดังเกินระดับมาตรฐาน ส่งผลให้ผู้ที่ทำงานบริเวณนั้นมีความผิดปกติเกี่ยวกับการได้ยิน	-

มลพิษทางอากาศ	มลพิษทางน้ำ	กากของเสีย	มลพิษทางเสียง	มลพิษทางดิน
ได้แก่ ฟอรั่มัลดีไฮด์ และกลิ่นเอมีน เป็นต้น โดยสารฟอรั่มัลดีไฮด์ จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและผิวหนัง และยังเป็นสารก่อมะเร็ง นอกจากนี้ สารเคมีที่ระเหยง่าย ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในโพลีเมอร์สังเคราะห์เส้นใย และสารตกค้างจากการย้อมและการพิมพ์ อาจเป็นสาเหตุของมลภาวะทางอากาศได้เช่นกัน	ปริมาณของสารละลายสีย้อม และจะถูกรวมเป็นน้ำเสียที่สกปรกที่สุด - น้ำที่ใช้ในการหล่อเย็น ในกระบวนการฟอกย้อม เพื่อลดอุณหภูมิของสารละลาย สีย้อมลงในเวลาอันสั้น ซึ่งทำให้น้ำปนเปื้อนสารละลายสีย้อม - น้ำที่ใช้ในการล้างเครื่องจักรและทำความสะอาดโรงงาน น้ำส่วนนี้ นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม และในบางกรณีเป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงมากด้วย เช่น น้ำล้างถังเตรียมสีย้อม เป็นต้น น้ำเสียจากแหล่งอื่น แหล่งกำเนิดน้ำเสียอื่นๆ ในกระบวนการฟอกย้อม ได้แก่ น้ำทิ้งจากอาคารสำนักงาน น้ำใช้ของคนงาน ซึ่งจะมีปริมาณและความสกปรกไม่สูง	สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นพิษ และฟอสเฟต นอกจากนี้ยังเกิดกากของเสียที่เป็นอันตราย ได้แก่ โลหะ ตัวทำละลายชนิดคลอรีเนต สารลดแรงตึงผิวที่ไม่สลายตัว และสารอินทรีย์ที่ระเหยง่ายหรือไม่ย่อยสลาย		
(5) อุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป				
-	-	- ขั้นตอนการตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จ ของเสียจำพวกเศษผ้า เศษด้ายที่สูญเสียจากการตัดเย็บและไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดเป็นของเสีย - ขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ เกิดของเสียจำพวกกล่อง ถุงกระดาษ ฟิล์มห่อของวัสดุที่ใช้ในการผูกของ	มลพิษทางเสียง ส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดเย็บ ซึ่งอาจมีความดังเกินระดับมาตรฐาน ส่งผลให้ผู้ที่ทำงานบริเวณนั้นมีความผิดปกติเกี่ยวกับการได้ยิน	-

เอกสารอ้างอิงบทที่ 2

1. China Eco-efficiency Research Center (CERC). 1996. **Cleaner Production Audit Guideline for Printing and Dyeing.**
2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. **แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษอุตสาหกรรมฟอกย้อม.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://infofile.pcd.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 27 มิถุนายน 2554).
3. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2542. **คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฟอกย้อม.** กรุงเทพฯ.
4. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ.** กรุงเทพฯ.
5. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2546. **ข้อมูลพื้นฐานอุตสาหกรรมสิ่งทอ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.library.dip.go.th> (วันที่ค้นข้อมูล 7 กรกฎาคม 2554).
6. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. **Thai Textile Outlook.** (ฉบับที่ 4); ตุลาคม-ธันวาคม 2554.
7. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. **รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย ประจำเดือนสิงหาคม 2554.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaitextile.org.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 25 ตุลาคม 2554).
8. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. **สถิติสิ่งทอไทย ปี 2552/2553.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaitextile.org.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 25 ตุลาคม 2554).
9. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. **ปัญหามลพิษจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://teenet.tei.or.th> (วันที่ค้นข้อมูล 20 กรกฎาคม 2554).
10. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม . **สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมไตรมาสที่ 1/2555 (มกราคม - มีนาคม) พ.ศ. 2555 (อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ryt9.com> (วันที่ค้นข้อมูล 29 พฤษภาคม 2555).
11. อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย. **โครงสร้างของอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.idis.ru.ac.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 29 พฤษภาคม 2555).

Lean Management for Environment สำหรับ อุตสาหกรรมสิ่งทอ

ในบทนี้ จะนำเสนอตัวอย่าง Lean Management for Environment สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ บางกระบวนการผลิต เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับสินมากขึ้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการสิ่งแวดล้อมในประเภทอุตสาหกรรมของตนเองได้ ซึ่งในที่นี้คือ “กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ” ให้สามารถปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตและปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น เกิดความสูญเสีย/ ความสูญเปล่าในแต่ละขั้นตอนให้น้อยที่สุด ซึ่งนั่นหมายถึงการที่องค์กรของท่านจะมีต้นทุนการผลิตที่ลดลง ลูกค้า/ ผู้รับมอบงานมีความพึงพอใจเพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันอาจมีผลกำไรเพิ่มขึ้น เกิดระบบการทำงานที่ราบรื่น คุณภาพชีวิตของพนักงานงานดีขึ้น ของเสียหรือมลพิษลดลง นอกจากนี้ยังได้รับการยอมรับของสังคมรอบข้างมากขึ้น ก้าวไปสู่การเป็นอุตสาหกรรมสีเขียว ตามนโยบายของภาครัฐ ธุรกิจสามารถแข่งขันได้และเกิดความยั่งยืนในที่สุด โดยองค์กรของท่าน เริ่มต้นได้ด้วยแนวทางการปฏิบัติในการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมกับสิน 6 ขั้นตอนหลักและ 21 ขั้นตอนย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การเตรียมองค์กรและการสร้างทีมงาน

ขั้นตอนนี้เป็นพื้นฐานสำคัญ ที่จะทำให้ผู้บริหารและพนักงานทุกคนในองค์กรตระหนักถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นในธุรกิจและความจำเป็นที่ต้องจัดการสิ่งแวดล้อม สามารถแยกแยะงานที่มีคุณค่าและไม่มีคุณค่าออกจากกัน สามารถจัดการกับความเปลี่ยนแปลงและปรับเปลี่ยนทัศนคติของพนักงานทุกระดับ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสนับสนุนจากผู้บริหารและการสร้างความร่วมมือ

ผู้บริหารมีบทบาทในการผลักดันและสนับสนุนการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยการประยุกต์ใช้สินให้ประสบผลสำเร็จเป็นไปอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยอาศัยความมุ่งมั่นของผู้บริหาร การให้ความร่วมมือและการสนับสนุน เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปได้ ผู้บริหารสามารถแสดงความร่วมมือ

ได้โดยการประกาศนโยบายขององค์กรอย่างเป็นทางการ แล้วระบุว่าจะนำลีนมาประยุกต์ใช้ในการจัดการองค์กรได้อย่างไร แสดงตัวอย่างความคิดเห็นของผู้บริหาร ดังนี้

“แนวคิดระบบการผลิตแบบลีนที่นำมาใช้ร่วมกับบริษัท สามารถประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเหมาะกับการทำงานปัจจุบัน ในสภาวะการแข่งขันสูง โดยเทคนิคลีน ทำให้มองเห็นแนวทางในการปรับปรุงการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถสะท้อนให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ชัดเจนขึ้น ส่งผลให้การจัดการแก้ไขปัญหามีได้ตรงเป้าหมาย และสามารถวางแผนการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นบริษัท จึงมีความมุ่งมั่นที่จะผลักดันการดำเนินงาน ขยายผล และค้นหาความสูญเปล่าที่ยังมองไม่เห็นให้หมดสิ้นไปจากองค์กร ด้วยแนวคิดการผลิตแบบลีน”

รูปที่ 3-1 ตัวอย่างความคิดเห็นของผู้บริหารในการนำระบบลีนมาใช้ภายในองค์กร

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/PermPoon.pdf>.

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดนโยบายและเป้าหมายขององค์กร

นโยบายเป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร การกำหนดทิศทางและเป้าหมายการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้ลีนเป็นกรอบชี้นำการปฏิบัติ ทั้งยังก่อให้เกิดเป้าหมายในการปฏิบัติงาน และนโยบายจะกลายเป็นบทบัญญัติที่องค์กรจะต้องยึดถือปฏิบัติตาม ตัวอย่างนโยบายของโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่ง ดังนี้

นโยบายของบริษัท

นับตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 บริษัทฯ ได้เข้าร่วมโครงการการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเทคนิคลีน ทั้งนี้ บริษัทฯ ได้นำเครื่องมือของลีน มาประยุกต์ใช้ในการทำงาน เพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาค่าความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการทำงาน โดยมีนโยบายดังนี้

- ☺ บรรลุ “บูรณาการที่ยั่งยืน” โดยสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าด้วยการออกแบบและผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดีและราคาเหมาะสม
- ☺ รักษาและพัฒนา “ทรัพยากรขององค์กรที่มีขีดความสามารถ” โดยการจัดการองค์ความรู้ และระบบสารสนเทศ รวมถึงการวางแผนการดำเนินการอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับพนักงานและยกระดับไปสู่การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ดี
- ☺ มี “ระบบการควบคุม QSEL ที่มีประสิทธิภาพและไร้รอยต่อ” ซึ่งลีนไหลและสอดคล้องกันเพื่อปฏิบัติการ เป็นการลดความสูญเปล่า และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเป็นเลิศ
- ☺ สร้างสรรค์และพัฒนาโซ่อุปทาน โดย “การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง” และมีการใช้ทรัพยากรและต้นทุนที่เหมาะสม

รูปที่ 3-2 ตัวอย่างนโยบายการนำระบบลีนมาใช้ในการทำงานภายในองค์กร

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/PermPoon.pdf>.

สำหรับการกำหนดเป้าหมาย สามารถพิจารณาจากข้อกำหนด กฎหมาย ข้อบังคับหรือมาตรฐานสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก แล้วนำข้อมูลการผลิต มาตรฐานผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีที่มีอยู่ และความต้องการของลูกค้ามาพิจารณาประกอบ โดยเป็นเป้าหมายเชิงปริมาณ ที่สามารถวัดผล/ประเมินได้ชัดเจน อยู่ในกรอบของนโยบายองค์กร สามารถเข้าถึงและปฏิบัติได้จริง แสดงตัวอย่างเป้าหมายของโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่ง ดังรูปที่ 3-3

เป้าหมายของบริษัท

- ☺ ลดเวลาการปรับตั้งปีนในกระบวนการทอด้วยมือลง 50 เปอร์เซ็นต์
- ☺ ลดปริมาณการทอเสียลง 15 เปอร์เซ็นต์
- ☺ ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องทอลงเหลือ 4 วัน
- ☺ ลดเวลาในการเตรียมวัตถุดิบลง 92 เปอร์เซ็นต์
(จากเดิม 4 ชั่วโมง/งาน เหลือ 20 นาที/งาน)

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างเป้าหมายของบริษัท

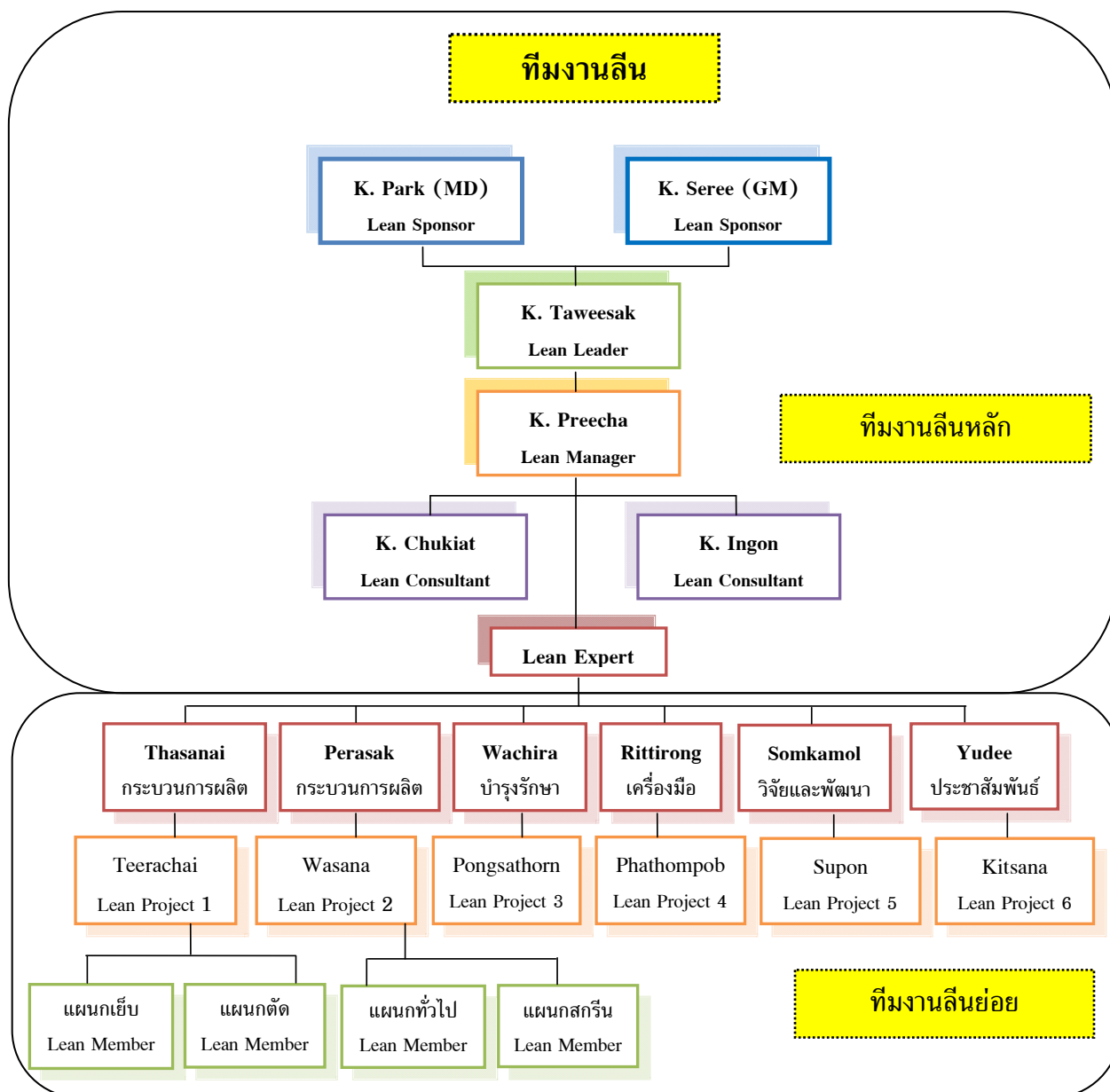
ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/PermPoon.pdf>.

ขั้นตอนที่ 3 จัดตั้งทีมงานหลักและทีมงานกลุ่มย่อย

หลังจากที่ได้ประกาศนโยบายสิ่งแวดล้อมขององค์กรแล้ว องค์กรนั้น ๆ จะต้องทำการจัดตั้งทีมงานขึ้นมารับผิดชอบการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ โดยการประยุกต์ใช้เส้นเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมนั้นจะมีความเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน โดยทีมงานจะมาจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจำนวนสมาชิกจะขึ้นกับขนาดขององค์กรและกิจกรรมที่จะต้องทำ ทั้งนี้การจัดตั้งทีมงานขึ้น ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักสำคัญ คือ

ทีมงานหลัก จะเป็นผู้ที่สามารถสร้างความร่วมมือของทุกหน่วยงานได้ สามารถควบคุมการดำเนินงานของทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความมุ่งมั่นและเชื่อมั่นในผลสำเร็จของการประยุกต์ใช้เส้นเพื่อประโยชน์ในการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กร โดยสมาชิกของทีมงานจะต้องประกอบด้วยหัวหน้าทีมงานlinyoy ซึ่งทีมงานหลักนี้จะมีหน้าที่ขับเคลื่อนกิจกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงานโดยใช้เทคนิคลีนมาประยุกต์ใช้ รวมทั้งประสานงานกับทีมงานlinyoy ทุก ๆ กลุ่มที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ทีมงานlinyoy จะเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์มีความรู้และเข้าใจกระบวนการผลิต ช่างสังเกตใฝ่รู้ และมีความรับผิดชอบ เป็นตัวแทนจากแต่ละฝ่าย เพื่อให้ได้ความคิดใหม่ๆ และแตกต่างในการค้นหาปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากพื้นที่ทำงานที่พนักงานรับผิดชอบโดยใช้เทคนิค “การทำกิจกรรมกลุ่มย่อย” เพื่อเป็นการสร้างการมีส่วนร่วมและการทำงานเป็นทีมขององค์กร โดยมีตัวอย่างทีมงานหลักของโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่ง ดังรูปที่ 3-4

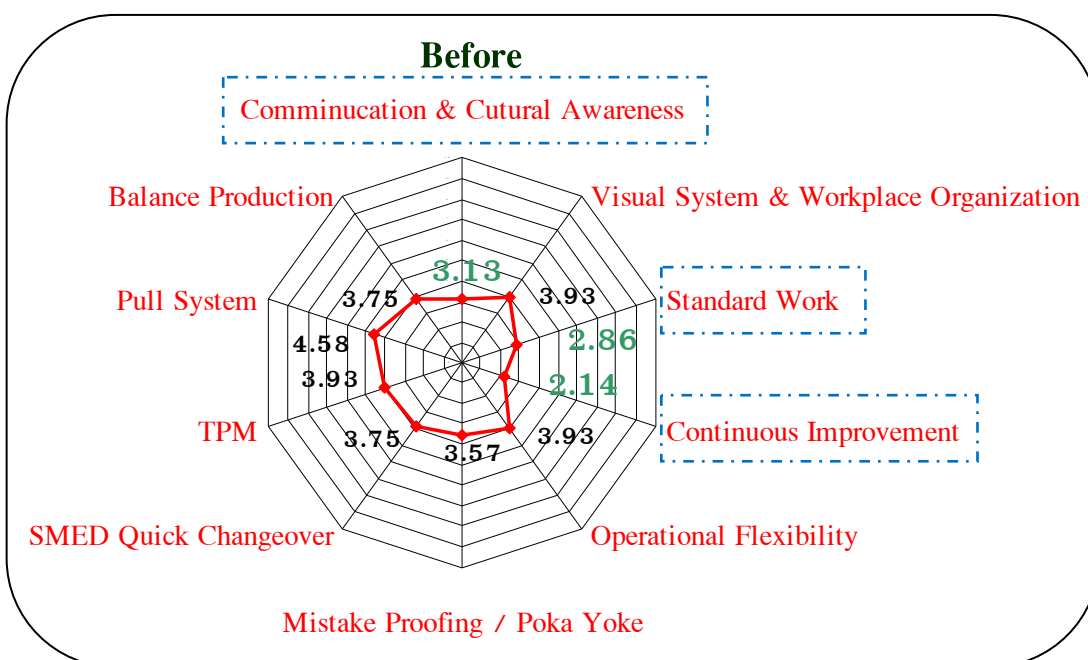


รูปที่ 3-4 ตัวอย่างทีมงานไลน์ของโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่ง

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/PermPoon.pdf>.

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความพร้อมขององค์กร

เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งจะช่วยให้ทีมงานสินทราบถึงจุดแข็งและจุดอ่อนขององค์กรหรือในพื้นที่ที่จะดำเนินการปรับปรุงว่าปัจจัยใดเป็นประเด็นที่จะได้รับการแก้ไขและปรับปรุงเป็นลำดับแรกๆ โดยอาศัยหลักของ Lean Assessment มาช่วยในการประเมินความพร้อมขององค์กรเบื้องต้นก่อนที่จะดำเนินการปรับปรุง ดังรูปที่ 3-5



รูปที่ 3-5 ตัวอย่างการทำ Lean Assessment ก่อนการดำเนินงานปรับปรุง

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/PermPoon.pdf>.

จากรูปที่ 3-5 แสดงให้เห็นว่า เมื่อประเมินแล้วองค์กรนี้มีสัดส่วนของคะแนนน้อยที่สุดใน 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ 1) ด้านการทำงานให้เป็นมาตรฐาน 2) การสื่อสารและรับรู้วัฒนธรรมองค์กร และ 3) การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง แสดงว่ายังขาดการจัดการที่ดีใน 3 ปัจจัยดังกล่าว จึงเป็นปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงมากที่สุดก่อน

อย่างไรก็ตาม สำหรับขั้นตอนการตรวจประเมิน ทุกคนในองค์กรจะต้องพึงรำลึกไว้เสมอว่าการดำเนินการดังกล่าวไม่ใช่การจับผิดหรือการกล่าวโทษผู้ใดว่าเป็นผู้ก่อให้เกิดปัญหาขึ้น แต่เป็นการสร้างความร่วมมือจากทุกระดับให้องค์กรเกิดการพัฒนายั่งยืน

ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาบุคลากร

เพื่อให้พนักงานมีความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนสามารถหาและระบุที่มาของความสูญเสีย/สูญเปล่าที่เกิดขึ้นๆ ได้ทั้งด้านการผลิตและด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นส่วนสนับสนุนและส่งเสริมให้องค์กรมีความพร้อมในการดำเนินงานต่อไปได้อย่างต่อเนื่องและราบรื่น โดยแนวทางการพัฒนาบุคลากรสามารถทำได้ดังนี้

- จัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่พนักงานแต่ละแผนกเกี่ยวกับการนำสินค้าใช้ในองค์กร และการลดการใช้ทรัพยากร เช่น พลังงาน น้ำ เชื้อเพลิง เป็นต้น ตลอดจนการสร้างความตระหนักถึงการลดและขจัดความสูญเสีย/ ความสูญเปล่า ซึ่งเป็นความสิ้นเปลืองที่ไม่จำเป็นที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดำเนินงานต่างๆ ในกระบวนการผลิตหรือองค์กร



รูปที่ 3-6 การจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่พนักงานแต่ละแผนก
เกี่ยวกับหลักการสิ้นและการจัดการสิ่งแวดล้อม

- ปลุกจิตสำนึกและให้ความรู้ทั่วๆ ไปแก่พนักงาน สามารถทำได้ง่ายๆ โดยผ่านกิจกรรมหรือสื่อต่างๆ ขององค์กร เช่น การเปิดวิดีโอ การประชาสัมพันธ์เสียงตามสายระหว่างพักกลางวัน การจัดบอร์ดประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับผลการดำเนินงานหรือข้อเสนอแนะ/แนวปฏิบัติที่ดีในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยผลัดเปลี่ยนให้แต่ละแผนกได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการดำเนินงานก่อนและหลังที่ได้ดำเนินการปรับปรุง เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมของพนักงาน
- การศึกษาดูงานโรงงาน/หน่วยงาน/องค์กรที่ประสบความสำเร็จด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับองค์กรได้ในอนาคต

3.2 การชิงคุณค่า

ขั้นตอนที่ 6 การระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการ

เป็นการระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการจากมุมมองและความต้องการของลูกค้า โดยลูกค้าจะเป็นผู้กำหนดรายละเอียดของสินค้าที่ต้องการ เช่น จำนวน รูปแบบ ส่วนประกอบ ระยะเวลาการส่งสินค้า เป็นต้น นอกจากนี้ อาจจะมีการเก็บข้อมูลทางการตลาด แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ทราบความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง ทั้งนี้ กิจกรรมอะไรก็ตามที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่า หรือกิจกรรมที่ไม่ใช่ความต้องการของลูกค้า ย่อมจะเป็นกิจกรรมที่สร้างความสูญเสีย/ความสูญเปล่าให้กับองค์กร เช่น การแก้ไขงาน การตรวจซ้ำ การหาข้อผิดพลาดของงาน เป็นต้น

ดังนั้นในขั้นตอนการระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอนั้น ในคู่มือนี้จะขอยกตัวอย่างบางกระบวนการของโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่งในการค้นหาสาเหตุเพื่อลดความสูญเปล่า/สูญเสียที่เกิดขึ้น จากการสำรวจข้อมูลในกระบวนการทอผ้า พบว่าการปรับตั้งปืนของแผนกทอมือใช้เวลานานเกินไป ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ทางโรงงานทอผ้าแห่งนี้จึงต้องทำการปรับตั้งปืนให้เร็วขึ้น โดยปรับปรุงมาตรฐานการเก็บปืนเพื่อให้พร้อมใช้งานอย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการระบุคุณค่าของสินค้าตามความต้องการของลูกค้า โดยแสดงการกำหนดมาตรฐานเวลาที่ใช้งานดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 มาตรฐานเวลาการเก็บปืน

ขั้นตอน	รายการ	มาตรฐานเวลา (นาที)
1	ตรวจสอบรายละเอียดการปรับตั้งปืนที่บันทึกไว้ในสมุดบันทึกการตั้งปืน	0.5
2	นำประแจ 6 เหลี่ยม (เบอร์ 4) คลายน็อตที่ B3, B16, B8 แล้วนำ B18 ออกมาพร้อม B14	0.5
3	นำ B 14 มาลับให้คม	0
4	ทดสอบประสิทธิภาพการตัดไหมของ B14	0.5
5	นำ B 14 มาประกอบเข้ากับ B8	0.5
6	นำชุด B8 เข้าร่อง B1	0.5
7	นำ B8 ยึดเข้ากับ B18	0.5
8	นำ B16 ยึดเข้ากับ B8	0.5
9	นำ B3 มาประกอบเข้ากับ B1	0.5
10	ยัดน็อตให้แน่น	0.5
11	นำปืนทอพรมาทดลองทอที่จอทดลองทอ	0.5
12	ตรวจสอบการตัดไหมดูว่ามีการตัดไหมในลักษณะสั้น-ยาว	0.5

ขั้นตอน	รายการ	มาตรฐานเวลา (นาที)
13	ปรับความยาวของปิ่นให้มีความยาว (มม.) ตามที่ระบุไว้ในสมุดบันทึกการปรับตั้งและแจ้งซ่อม	0.5
14	นำปิ่นไปทดลองทอที่จอทดลองทอ	0.5
15	ตรวจสอบความยาว (มม.) ตามคุณภาพปอนด์ที่ระบุไว้ในสมุดบันทึกการปรับตั้งและแจ้งซ่อม	0.5
16	นำปิ่นทอพร้อมมาวางไว้ที่จุดรอรับปิ่น	0.5
รวมเวลา (นาที)		10

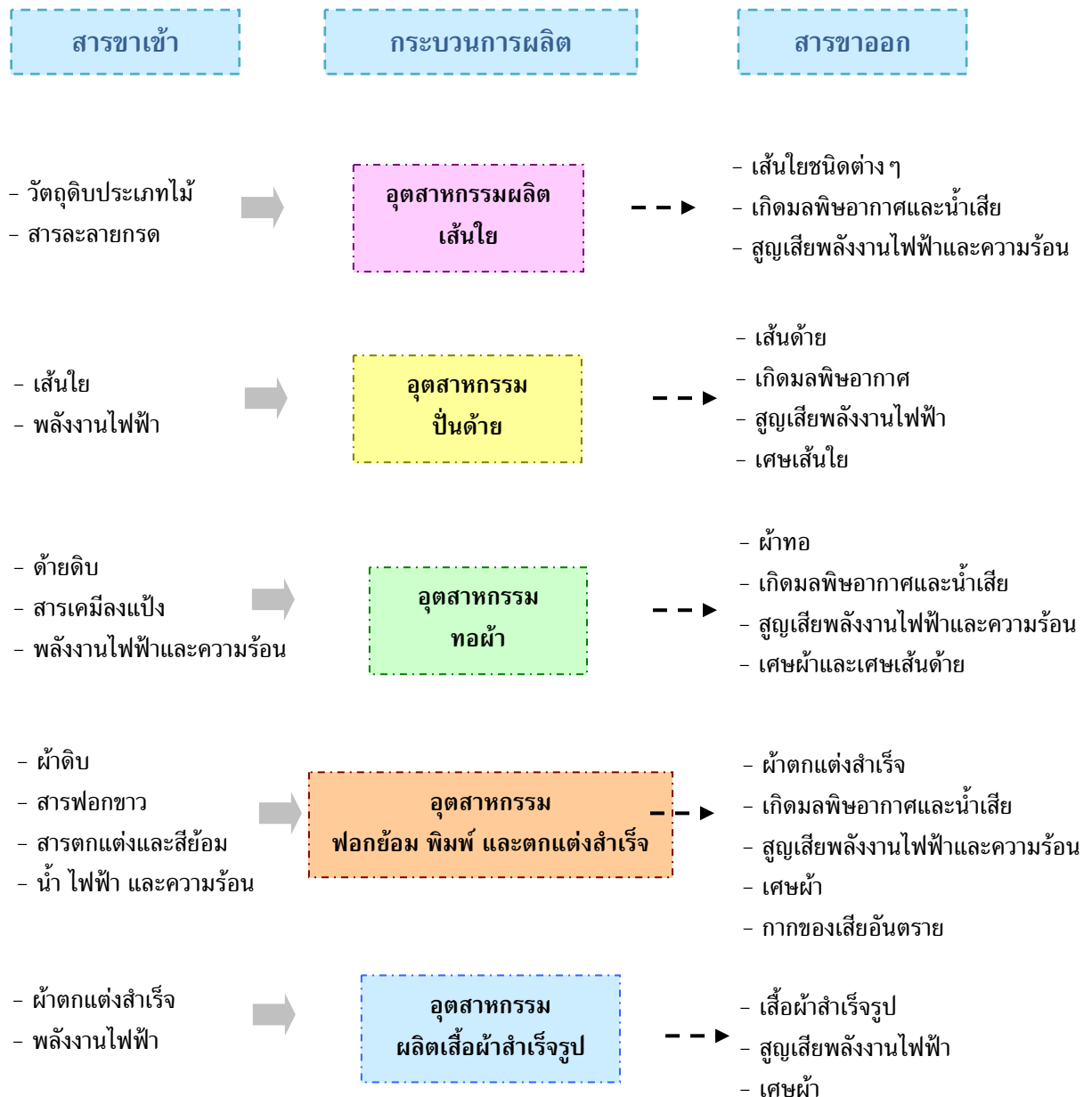
ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/Carpets.pdf>.

ขั้นตอนที่ 7 การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

เป็นการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลขององค์กร เพื่อนำไปใช้ในการจัดทำแผนผังคุณค่าในขั้นตอนต่อไป โดยงานในส่วนนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1) การรวบรวมเอกสารข้อมูลที่สำคัญ เช่น

- แผนผังบริเวณองค์กร จำนวนพนักงาน และการจัดองค์กร/โครงสร้างขององค์กร
- แผนภาพกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 3-7
- ข้อมูลการใช้พลังงาน วัตถุดิบ น้ำ และของเสีย รวมถึงการบำบัด/กำจัด
- ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้และปริมาณความต้องการของลูกค้า
- ข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานและสถิติต่างๆ
- แผนผังบริเวณใกล้เคียง แหล่งน้ำ การระบายน้ำ และชุมชนใกล้เคียง เป็นต้น



รูปที่ 3-7 กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

2) เดินสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

การเดินสำรวจองค์กรช่วยให้เห็นภาพและเข้าใจกระบวนการผลิต รวมถึงแหล่งที่มาของการสูญเสีย/สูญเปล่า ซึ่งในการดำเนินงานในส่วนนี้ควรนำข้อมูลเชิงพื้นที่ของทีมงานlinyoyomaพิจารณาประกอบเพื่อให้สามารถเห็นภาพรวมทั้งองค์กรได้ชัดเจนขึ้น มีตัวอย่างของข้อสังเกตที่ได้จากการเดินสำรวจภายในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ทำการจัดบันทึกไว้ ดังนี้

รายการ	ใช่	ไม่ใช่
1. ส่วนพื้นที่เก็บวัตถุดิบ/ สารเคมี		
☺ มีการหกรั่วไหลของสารที่ใช้ออกจากภาชนะที่บรรจุหรือไม่		
☺ มีการจัดเก็บวัตถุดิบหรือสารเคมีต่าง ๆ ที่ไม่ได้ใช้งานแล้วหรือไม่		
☺ มีถัง/ ภาชนะเปิดฝาทิ้งไว้หรือไม่		
☺ มีการเรียงถังซ้อน ๆ กัน หรือไม่		
☺ ชั้นวางของมีขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะกับการใช้งาน		
☺ มีการติดฉลากเพื่อบ่งชี้ว่าถัง/ ภาชนะนั้นบรรจุสารชนิดใดหรือเป็นอันตรายหรือไม่		
☺ มีเครื่องมือ/อุปกรณ์สำหรับเหตุฉุกเฉิน (ถังดับเพลิง) หรือไม่ และมีการจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม ทำให้สามารถหยิบใช้งานได้ทันทีหรือไม่		
2. ส่วนของกระบวนการผลิต		
☺ ภายในโรงงานมีอากาศหม่นเวียนดีหรือไม่ เกิดอาการหายใจไม่ออกหรือร้อนเกินไปหรือไม่		
☺ ผนัง เพดาน พื้นและท่อต่าง ๆ มีสีซีดหรือรอยเลอะหรือไม่ (สิ่งเหล่านี้สามารถบ่งชี้ว่ามีรอยรั่วเกิดขึ้นหรือการดูแลรักษาเครื่องจักร/อุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ดี)		
☺ ได้กลิ่นผิดปกติ หรือเกิดอาการระคายเคืองตา จมูกหรือคอเมื่อก้าวเข้าไปในโรงงานหรือไม่ (อาการเหล่านี้จะบ่งชี้ว่ามีการรั่วไหลเกิดขึ้น)		
☺ สังเกตเห็นการปลดปล่อยหรือการรั่วไหลของของเสียต่าง ๆ (น้ำทิ้ง ไอ น้ำ หรือการระเหยของสาร) ในกระบวนการผลิตหรือไม่		
☺ มีประวัติของการทำสารเคมีหกรั่วไหล หรือไฟไหม้เกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามี เกิดอยู่ในกระบวนการใด		
☺ พบควั่น ผุ่นหรือไอที่บ่งชี้ว่ามีการสูญเสียของวัตถุดิบหรือไม่		
3. ส่วนการบำบัดน้ำเสีย/ ของเสีย		
☺ โรงงาน/ องค์กรมีการบริหารจัดการสถานประกอบการที่ดีหรือไม่ เพื่อป้องกันการสูญเสียวัตถุดิบ การลดปริมาณของเสีย เป็นต้น		
☺ พนักงานได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับของเสียหรือการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นหรือไม่		

3.3 การประเมินโดยละเอียด

การประเมินโดยละเอียดเป็นขั้นตอนการประเมินหาแหล่งกำเนิดและสาเหตุการสูญเสีย พร้อมทั้งกำหนดมาตรการหรือข้อเสนอในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการสูญเสียที่สามารถนำไปปฏิบัติ โดยสามารถแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 8 การจัดทำแผนผังคุณค่าของแต่ละขั้นตอน

การจัดทำแผนผังคุณค่าของแต่ละขั้นตอน ทำให้สามารถทราบถึงแหล่งกำเนิดของเสียและความสูญเสีย/สูญเปล่า ช่วยให้แยกแยะการใช้พลังงานและวัตถุดิบ รวมถึงความไม่สมดุลที่เกิดขึ้นของแต่ละขั้นตอน

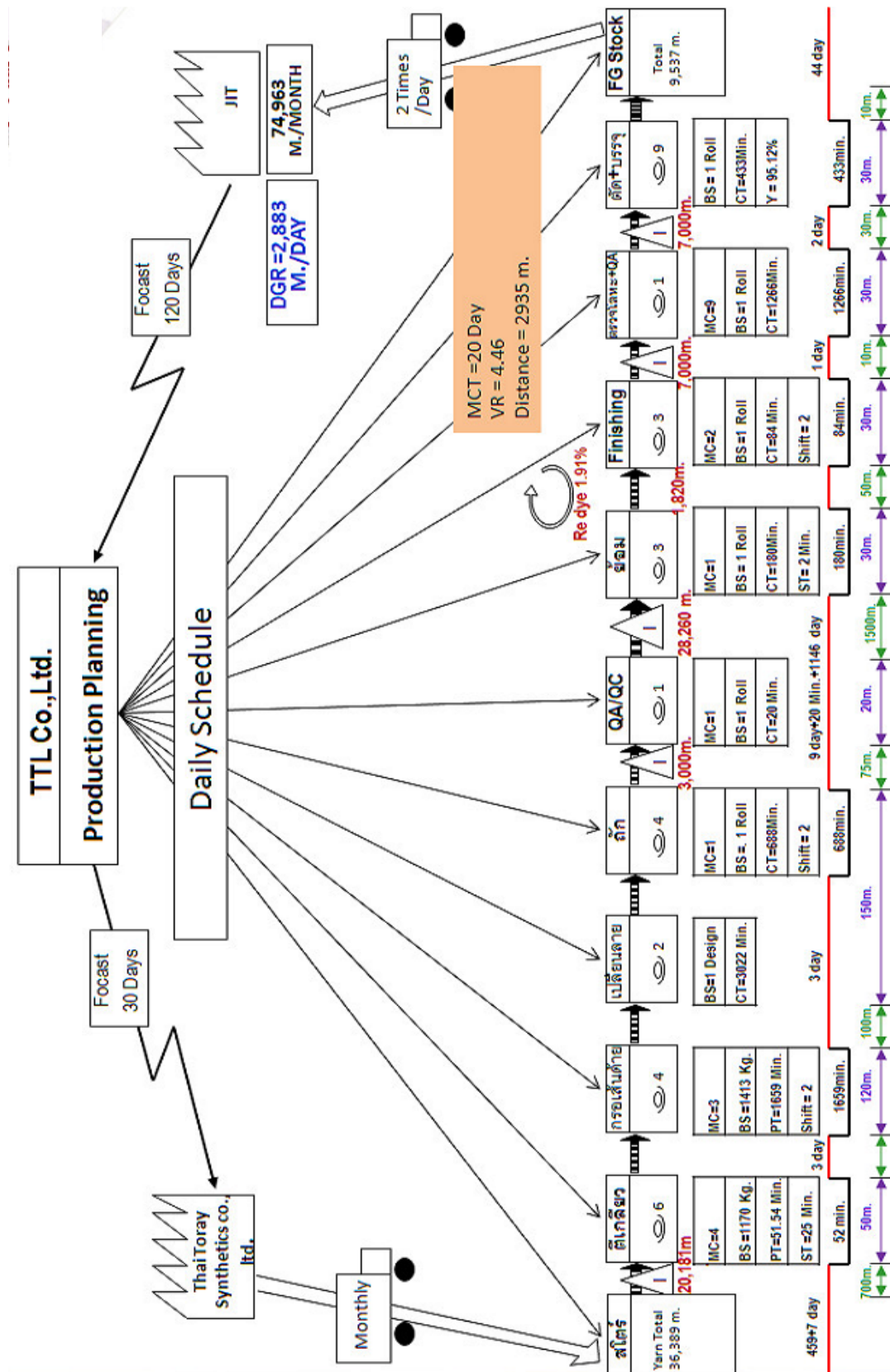
➤ การจัดทำแผนผังคุณค่าของแต่ละขั้นตอน (VSM)

เป็นการวิเคราะห์กิจกรรม/ขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด และกิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่าเพื่อระบุปัญหาและพยายามค้นหาความสูญเสีย/สูญเปล่าที่เกิดขึ้น โดยแบ่งการจัดทำแผนผังได้ ดังนี้

1. การจัดทำแผนผังคุณค่าปัจจุบันแต่ละขั้นตอน มีการดำเนินการจัดเก็บข้อมูลกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้ทราบถึงขั้นตอนการไหลของงาน การเชื่อมโยงระบบขนส่ง ปัญหาอุปสรรคต่างๆ ต่อการปฏิบัติงาน การเกิดของเสีย ความเหมาะสมของรอบเวลาการผลิตและเวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด ตลอดทั้งกระบวนการดำเนินงาน โดยมีตัวอย่างแผนผังคุณค่าปัจจุบันในกระบวนการถัก/ทอผ้า และกระบวนการย้อมผ้า ดังรูปที่ 3-8

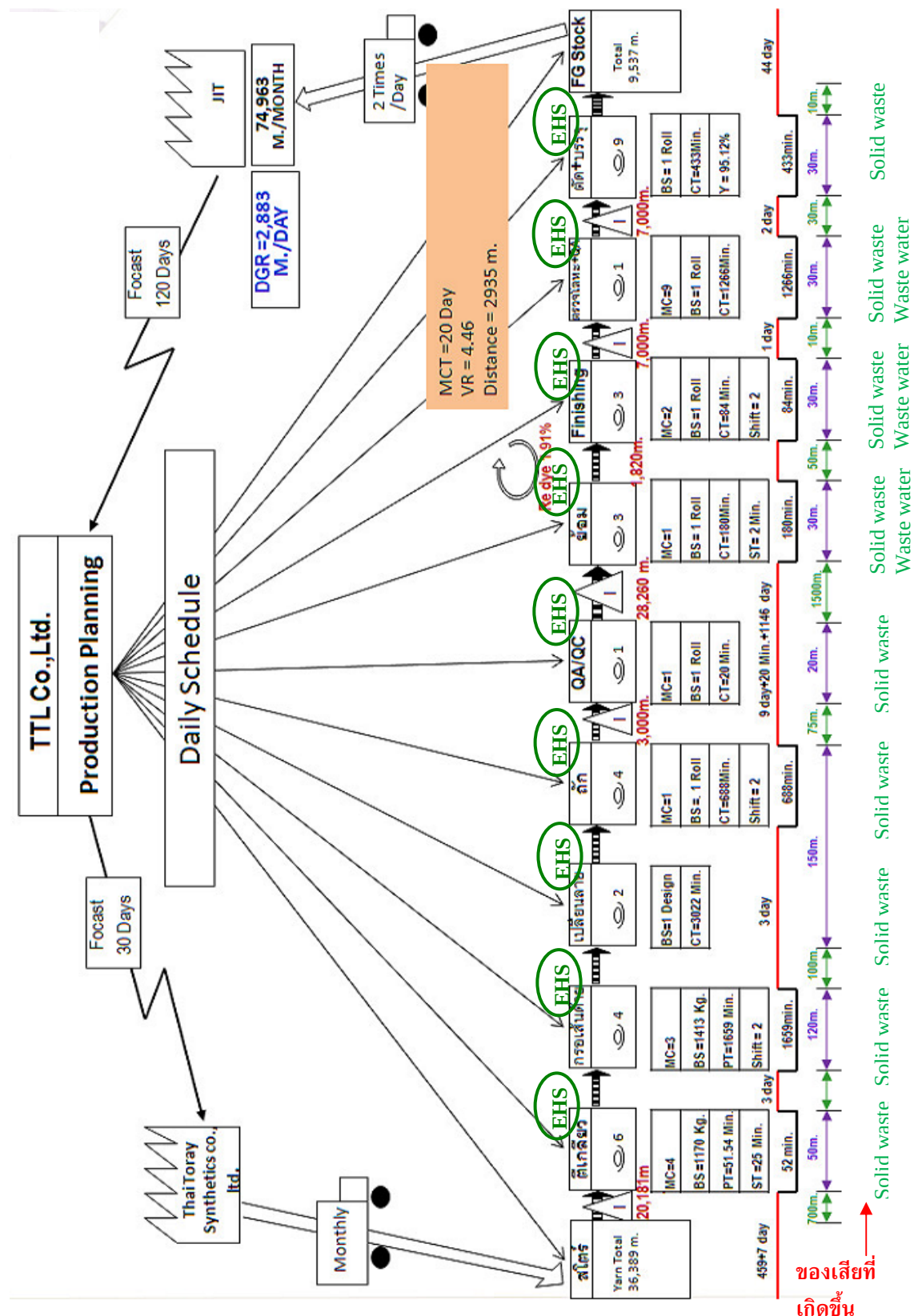
2. การจัดทำแผนผังคุณค่าปัจจุบันพร้อมกับแสดงสัญลักษณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษและข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น โดยใช้สัญลักษณ์ “EHS” แสดงในขั้นตอนที่บ่งบอกว่ากระบวนการ/กิจกรรมที่มีโอกาสเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งใส่ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นตอน ดังตัวอย่างในรูปที่ 3-9

3. การจัดทำแผนผังคุณค่าปัจจุบันกับเส้นการใช้วัตถุดิบ เป็นการใส่ข้อมูลการใช้วัตถุดิบทุกขั้นตอน ซึ่งจะทำให้ทราบและสามารถคำนวณได้ว่ามีปริมาณของเสีย/มลพิษเกิดขึ้นเป็นจำนวนเท่าไร ดังรูปที่ 3-10 แสดงให้เห็นว่า มีการนำวัตถุดิบใส่ในกระบวนการผลิตจำนวนต้องการเป็นจำนวนเท่าไร ใช้ไปจำนวนเท่าไร และเหลือเป็นของเสียจำนวนเท่าไร



รูปที่ 3-8 ตัวอย่างการจัดทำแผนผังคุณค่าปัจจุบัน

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/TTL.pdf>



รูปที่ 3-9 การจัดทำแผนผังคุณค่าปัจจุบันที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ และข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตผ้าลูกไม้

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/TTL.pdf>

จากข้อมูล VSM ของกระบวนการผลิตผ้าลูกไม้ และจากการเข้าพูดคุยกับพนักงานในการผลิตผ้าลูกไม้ พบปัญหาที่สำคัญและข้อเสนอแนะสำหรับองค์กรนี้ คือ

1. ปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้น คือการเปลี่ยนรูปแบบการผลิตลายผ้าใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากแต่เดิมบริษัทไม่ได้มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน จึงทำให้เกิดการทำงานตามความเคยชิน จากสาเหตุดังกล่าวเมื่อนำมาเขียนแผนผัง VSM จะพบว่ามีการกองอยู่ที่ฝ่าย QC จำนวนมาก ทั้งนี้เมื่อที่ปรึกษาได้เข้าพบและทำความเข้าใจกับเจ้าของบริษัท จึงเสนอแนะให้มีการเปลี่ยนนโยบายโดยให้การพิจารณาผลงานต้องคำนึงถึงทั้งทางด้านปริมาณและด้านคุณภาพด้วย ซึ่งหลังจากเปลี่ยนนโยบายส่งผลให้พนักงานฝ่ายผลิตลายผ้ามีการตรวจเช็คและป้องกันไม่ให้เกิดชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งทำให้มีงานที่ไม่ได้มาตรฐานลดลง และผลิตงานได้รวดเร็วมากขึ้น

2. เนื่องจากกระบวนการทำงานมีความซ้ำซ้อน ทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าในการทำงาน เกิดความล่าช้าในการผลิต เนื่องจาก 1) มีข้อมูลไม่ครบเมื่อต้องขึ้นงานใหม่ ทำให้ต้องมีการวิ่งขึ้นลงติดต่อกับฝ่ายขาย จึงทำให้เสียเวลารอคอยมาก 2) กระบวนการเตรียมวัสดุไม่มีความพร้อมทำให้เสียเวลารอคอยมาก และ 3) เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน

ขั้นตอนที่ 9 การหาสาเหตุของความสูญเสีย

เป็นการหาสาเหตุของของเสียและการสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน โดยมีการพิจารณา ดังนี้

(1) ประเด็นปัญหาที่ควรพิจารณา

จะพิจารณาตามความสูญเสียเปล่า 7 ประการ ซึ่งมีรายละเอียดตามคู่มือ Lean Management for Environment สำหรับคู่มือเล่มนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างประเด็นความสูญเสียเปล่าบางประการที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างประเด็นปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสียสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ประเด็นปัญหา	ความหมาย/ตัวอย่าง	ผลกระทบ	
		ทั่วไป	สิ่งแวดล้อม
ความสูญเสียเปล่า 7 ประการ			
1) ความสูญเสียเปล่าจากข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	- เกิดจากกระบวนการเย็บงานไม่มีคุณภาพ ทำให้เกิดด้ายโตด ด้ายขาด และด้ายแตก - เครื่องทอผ้าไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดการทอผ้าเสีย	- ทำให้เกิดการแก้ไขงาน และสูญเสียเวลาในการผลิตชิ้นตอนอื่นๆ - ต้องใช้พนักงานในการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานเพิ่มขึ้น	- ทำให้เกิดขยะจำพวกเศษผ้าที่เสีย ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งต้องมีการกำจัดทิ้ง หรือนำกลับมาใช้ใหม่ - ต้องการพื้นที่สำหรับแก้ไขงานและซ่อมแซม ทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนเพิ่มมากขึ้น

ประเด็นปัญหา	ความหมาย/ตัวอย่าง	ผลกระทบ	
		ทั่วไป	สิ่งแวดล้อม
2) ความสูญเสียเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ	- เกิดจากความบกพร่องของกระบวนการเย็บผ้า เช่น เครื่องจักรไม่ดี เข็มทู่ อะไหล่เคลื่อน ฝุ่นละอองอุดตัน ทำให้ต้องเสียเวลาในการซ่อมแซม - เกิดจากกระบวนการต่อด้ายไม่ถูกวิธี ทำให้เกิดตำหนิ ผ่าขาด เข็มเสีย หัวเข็มหัก - มีการย้อมสีผ้าซ้ำซ้อน - การเดินผ้า Runner ยังไม่คงที่ - ในการผลิตสายผ้า ใส่ข้อมูลผิด	- ทำให้เสียเวลาในการเตรียมและการผลิตที่ไม่จำเป็น - เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน	- เกิดของเสีย มีการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นเพิ่มมากขึ้น - มีวัตถุดิบที่ถูกใช้ต่อหน่วยการผลิตเพิ่มมากขึ้น - ทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีในการย้อมผ้า และส่งผลให้เกิดน้ำเสียมากขึ้นด้วย
3) ความสูญเสียเปล่าจากการรอคอยเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการ	- เกิดจากกระบวนการผลิตในการ Set up ปีนในแผนกทอที่ต้องใช้เวลานาน ทำให้เกิดการรอคอยระหว่างคนกับเครื่องจักร - ขั้นตอนการปรับลาย Test ผ้าใช้เวลานานเกินไป ทำให้ผลิตสินค้าไม่ได้ตามความต้องการของลูกค้า - กระบวนการเตรียมวัสดุเพื่อผลิต (ไหม) ไม่ครบทุกหัวปัก และผ้าไม่มีความพร้อม ทำให้เสียเวลารอคอยมาก - มีข้อมูลไม่ครบเมื่อต้องขึ้นงานใหม่ ทำให้ต้องมีการวิ่งขึ้นลงติดต่อกับฝ่ายขาย ทำให้เสียเวลารอคอยมาก - เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน - ในการเปลี่ยนด้ายยกเครื่องใช้เวลาในการปรับลายนาน	- ทำให้เสียเวลาในการผลิต เกิดความล่าช้าในการผลิต - การส่งมอบสินค้ามีความล่าช้า	- ทำให้เกิดของเสียจากวัตถุดิบที่เกิดความเสียหาย - เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและความร้อนเพิ่มมากขึ้นจากกระบวนการผลิตที่ใช้เวลานาน
ความสูญเสียเปล่าอื่นๆ			
ความสูญเสียเปล่าจากวิธีปฏิบัติงาน	บุคลากร - การขาดบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน	- ประสิทธิภาพการดำเนินงานต่ำหรือเพิ่มความเสี่ยงให้กับงานมากขึ้น	

ประเด็นปัญหา	ความหมาย/ตัวอย่าง	ผลกระทบ	
		ทั่วไป	สิ่งแวดล้อม
	- การยึดถือวิธีการปฏิบัติดั้งเดิม - การขาดระบบการฝึกอบรม - การขาดสิ่งอำนวยความสะดวกในการฝึกอบรม - ความไม่มั่นคงของงาน - ความกลัวที่จะทำให้ความลับของบริษัทรั่วไหล - การมีบุคลากรไม่เพียงพอทำให้บุคลากรทำงานภายใต้แรงกดดัน - ความจำเป็นในการพึ่งพาแรงงานประจำหรือแรงงานจากสัญญาว่าจ้าง พนักงานขาดแรงจูงใจ - ขาดการชมเชยพนักงานที่ประพฤติดี - ขาดระบบการให้รางวัลหรือทำโทษพนักงาน - การให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิตมากเกินไป แต่ไม่ให้ความสำคัญกับบุคลากรไปพร้อมกัน - ขาดการยอมรับและความสนใจจากผู้บริหารระดับสูง	- ขาดพนักงานที่มีความสามารถและมีทักษะในการปฏิบัติงาน	
ความสูญเสียเปล่าจากเทคโนโลยี/อุปกรณ์ 	การใช้งานและบำรุงรักษา - การขาดการตรวจวัดปริมาณจากการใช้น้ำ/อากาศ - การใช้งานเครื่องจักร / อุปกรณ์ ที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ - การใช้เครื่องจักรต่ำกว่าความจุของเครื่องที่กำหนดไว้ (ขาดประสิทธิภาพในการใช้งานเครื่องจักร / อุปกรณ์ให้ถูกต้องหรือเป็นไปตามคุณสมบัติของเครื่อง)	- ขาดความแน่นอนในการผลิต ทำให้ไม่สามารถสนับสนุนการผลิตอย่างต่อเนื่องได้	

ประเด็นปัญหา	ความหมาย/ตัวอย่าง	ผลกระทบ	
		ทั่วไป	สิ่งแวดล้อม
 	- ขาด การ บำรุงรักษา เครื่องจักรเพื่อป้องกันการเสื่อม - การควบคุมสภาวะการผลิตไม่เหมาะสม - การรั่วของท่อวาล์วและข้อต่อต่างๆ ของเครื่องจักร - การหกของสารจากสายพาน <u>การออกแบบกระบวนการผลิต/เครื่องจักร</u> - เครื่องจักรที่ใช้ด้วยกันมีความสามารถในการผลิต (ความจุ) ไม่สอดคล้องกัน - วัตถุดิบ ที่ นำ มา ผลิต เครื่องจักร/อุปกรณ์ไม่มีคุณภาพ - เครื่องจักรที่ถูกออกแบบ บางประเภทต้องการการบำรุงรักษา มาก - การนำขั้นตอนการผลิตที่ควรหลีกเลี่ยงมาใช้งาน - ขาดข้อมูลหรือความชำนาญ ในการออกแบบ <u>เทคโนโลยี</u> - การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมือนกันทั้งที่มีการเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์/วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต - เทคโนโลยีที่ดีกว่ามีคุณภาพจะมีราคาแพง - โรงงานมีขนาดเล็กทำให้มีพื้นที่ในการผลิตน้อย - ขาดข้อมูลที่เป็นประโยชน์		

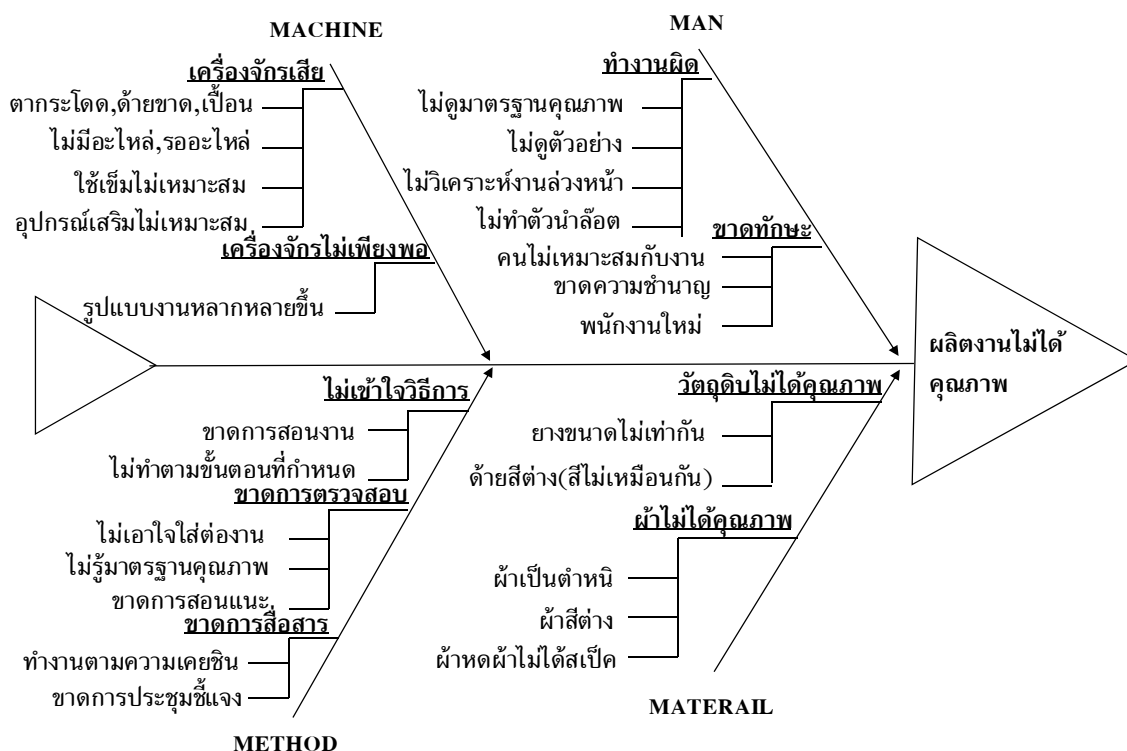
ประเด็นปัญหา	ความหมาย/ตัวอย่าง	ผลกระทบ	
		ทั่วไป	สิ่งแวดล้อม
ความสูญเสียเปล่าจากของเสีย 	- ขาดระบบการแยกของเสียที่ดี - การละลายที่จะนำเอาวัสดุจากกระบวนการบางชนิดกลับมาใช้ใหม่ - การละลายที่จะนำเอาพลังงานกลับมาใช้ใหม่ - มีการจัดการที่ไม่เหมาะสม	- อาจเกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม - เสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดและบำบัดเพิ่มขึ้น	

(2) การวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของความสูญเสีย / สูญเปล่า

หลังจากพบประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพิจารณาประเด็นข้างต้นแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง ด้วยผังก้างปลา Mind map และ 5Whys รายละเอียดดังนี้

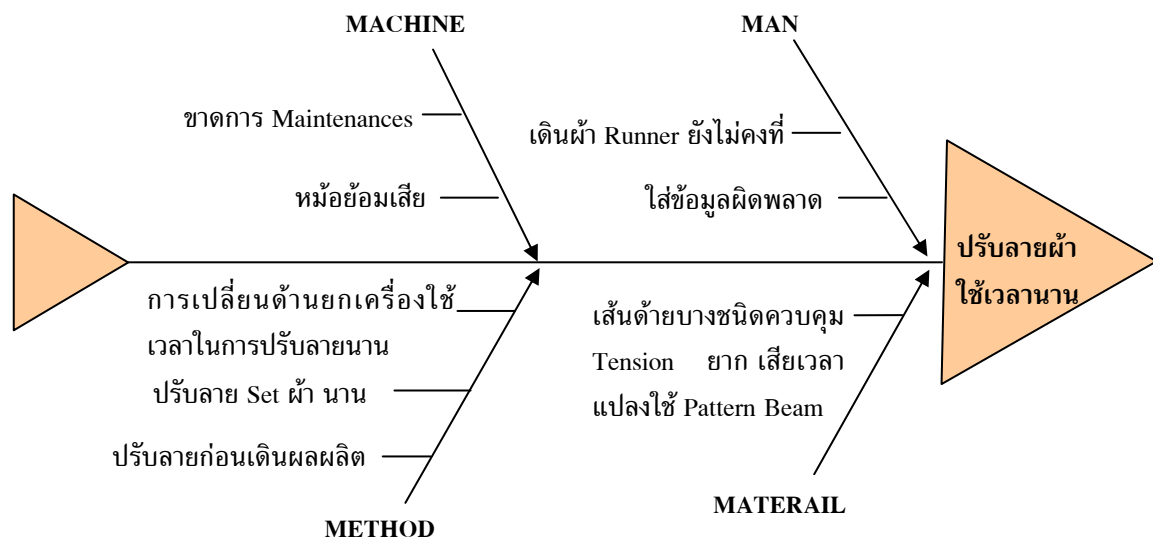
➤ แผนผังแสดงเหตุและผล หรือผังก้างปลา หรือผังอิชิกาวา¹

เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดปัญหานั้น ซึ่งสิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีมหรือเป็นกลุ่ม โดยปัญหาจะแสดงอยู่ที่หัวปลา และส่วนก้างปลาเป็นการรวบรวมสาเหตุของปัญหา ซึ่งตัวอย่างการทำผังก้างปลาสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ แสดงดังรูปที่ 3-11 และรูปที่ 3-12



รูปที่ 3-11 ตัวอย่างการทำแผนผังแสดงเหตุหรือผังก้างปลาสำหรับกระบวนการถัก/ปักผ้า

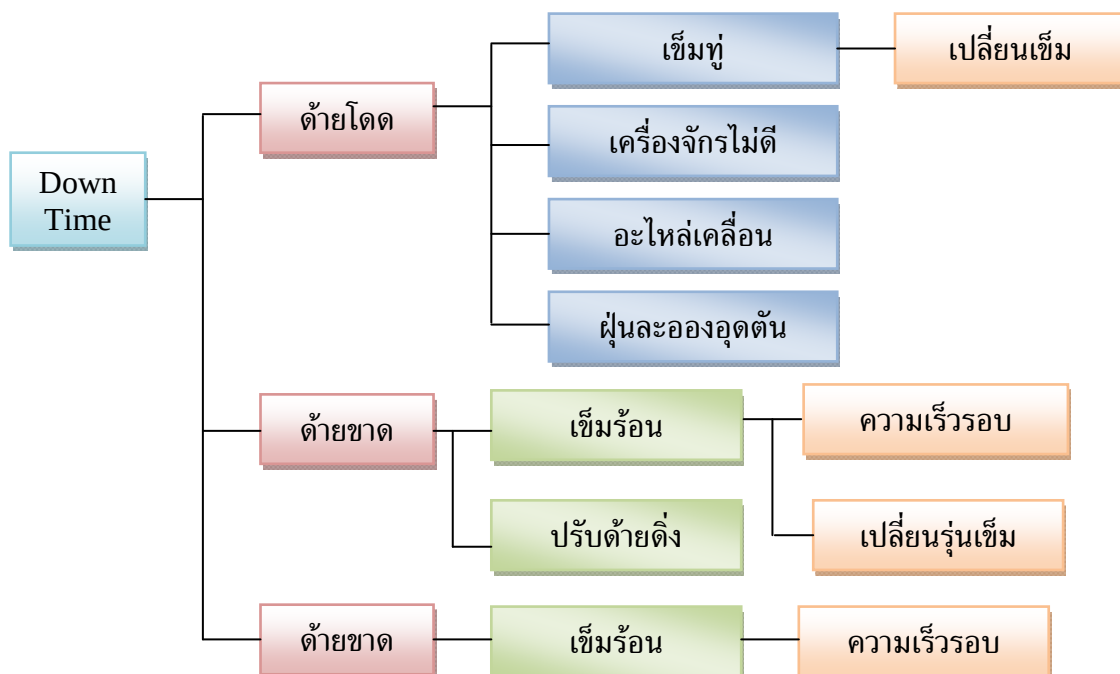
¹ <http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm>



รูปที่ 3-12 ตัวอย่างการทำแผนผังแสดงเหตุหรือผังก้างปลาสำหรับกระบวนการผลิตผ้าลูกไม้

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/TTL.pdf>.

- 5 Why เป็นการตั้งคำถามว่า “ทำไม” 5 คำถามอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถพบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ดังตัวอย่างรูปที่ 3-13



รูปที่ 3-13 ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยวิธี 5 Whys ของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอแห่งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 10 การกำหนดมาตรการ

การกำหนดมาตรการจัดการกับปัญหานั้นจะต้องสอดคล้องกับสาเหตุของประเด็นปัญหาที่วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ อย่างไรก็ตามประเด็นปัญหาหนึ่งอาจมีหลายสาเหตุ และในแต่ละสาเหตุอาจมีข้อเสนอมากกว่า 1 วิธีได้ จึงมีการรวบรวมข้อมูลและระดมความคิดเพื่อให้ได้มาตรการที่ดีที่สุด เพื่อให้เกิดการดำเนินงานที่ไหลอย่างต่อเนื่อง โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 3-3

➤ การกำหนดมาตรการ

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างการกำหนดมาตรการ

ประเด็นปัญหา	ตัวอย่างมาตรการและแนวทางป้องกันและแก้ไข
ความสูญเสีย 7 ประการ (7-Wastes)	
1) ความสูญเสียจากข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	- กำหนดมาตรฐานการทำงาน / การตรวจสอบ / การแก้ปัญหา - จัดทำคู่มือกระบวนการดำเนินงานมาตรฐาน - ใช้อุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด - ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีคุณภาพ - ตั้งเป้าหมายให้ผลผลิตของเสียเป็นศูนย์ - หมั่นตรวจสอบเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน - สร้างจิตสำนึกด้านคุณภาพ - อบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้อง
2) ความสูญเสียจากกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ	- ออกแบบกระบวนการดำเนินงานแบบแผนภาพกระบวนการไหล - กำจัดกิจกรรมในกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก หรือรวมกระบวนการที่ไม่จำเป็นเข้าด้วย หรือจัดกระบวนการใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามที่วางแผนไว้ - ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตโดยใช้หลักการ ECSR - ลดเวลาการตั้งเครื่องจักรให้ใช้เวลาที่น้อยที่สุด
3) ความสูญเสียจากการรอคอยเวลาที่ใช้ในการรอปฏิบัติการ	- จัดสมดุลของกระบวนการ ให้มีการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนให้มีรอบเวลาทำงานเท่ากันหรือสมดุลกัน - จัดวางผังแบบเซลล์ลู่ - ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร - จัดกิจกรรม TPM - ฝึกให้พนักงานมีทักษะการทำงานหลายด้าน โดยใช้หลักความยืดหยุ่นของทรัพยากร - จัดกิจกรรมในช่วงเวลาว่างให้เกิดประโยชน์ เช่น กิจกรรม 5ส การฝึกอบรม/ การช่วยเหลือแผนกอื่น ๆ

ประเด็นปัญหา	ตัวอย่างมาตรการและแนวทางป้องกันและแก้ไข
ความสูญเสียอื่น ๆ	
ความสูญเสียจากเทคโนโลยี/อุปกรณ์	■ เลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดรูปแบบใหม่ ซึ่งสามารถทดแทนรูปแบบเทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่เดิมเพื่อลดปริมาณการเกิดของเสีย และ/หรือทำให้การใช้ทรัพยากร (พลังงาน วัสดุและน้ำ) ในการผลิตลดน้อยลง/มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ■ ปรับปรุง/เปลี่ยนเครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพแทน ■ ปรับการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ให้เหมาะสมและลดการใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นลงอย่างมีประสิทธิภาพ
ความสูญเสียจากวิธีปฏิบัติงาน	■ จัดทำระบบบริหารจัดการองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น จัดทำแผนผังสายงาน จัดทำคู่มือสำหรับองค์กร จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติ กำหนดหลักเกณฑ์การคัดเลือกพนักงานเข้าทำงานให้ชัดเจน ■ ปรับปรุงการปฏิบัติงานของพนักงานให้ดีขึ้น เพื่อลดระดับการใช้แรงงานและพัฒนาประสิทธิภาพของแรงงาน ■ พัฒนาทักษะการบริหารจัดการของพนักงาน เพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดของเสียในห้องปฏิบัติการหรือกลุ่มปฏิบัติงาน ■ ฝึกอบรมพนักงาน โดยให้การอบรมทักษะที่หลากหลาย เพื่อให้สอดคล้องกับคุณสมบัติของสายการผลิต ■ สร้างแรงจูงใจให้พนักงานเกี่ยวกับการลดของเสียและการปฏิบัติตามมาตรฐานโดยการให้รางวัลและมีบทลงโทษให้ชัดเจน
ความสูญเสียจากของเสีย	■ การหมุนเวียน/การใช้ซ้ำให้มากที่สุด ก่อนที่จะนำไปกำจัด/บำบัด

ในที่นี้คณะผู้เขียนจะขอยกตัวอย่างการกำหนดมาตรการในการจัดการความสูญเสียหรือของเสียแต่ละสาเหตุของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังนี้

➤ ตัวอย่างมาตรการของโรงงานทอผ้า²

โรงงานอุตสาหกรรมทอผ้าแห่งหนึ่ง ได้นำเครื่องมือสลับมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน เพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการทำงาน รวมถึงขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นที่มีการใช้เวลามากเกินไป และการผลิตที่มีประสิทธิภาพต่ำ เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการทำงานและเป็นการลดต้นทุนการผลิตเพื่อเผชิญหน้ากับปัญหาเศรษฐกิจและปัญหาการแข่งขันจากทั้งในและต่างประเทศ

หลังจากมีการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลาแล้ว นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาลำดับการแก้ปัญหาและใช้เครื่องมือสลับในการปรับปรุง คือการสร้างมาตรฐานการทำงาน เนื่องจากแต่เดิมบริษัทฯ ไม่ได้มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจนทำให้ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนมีแนวทางการทำงานที่แตกต่างและหลากหลายทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพการทอตามมา ดังนั้นทางทีมงานจึงได้จัดทำมาตรฐานการทำงานใหม่ใน 2 ส่วนประกอบด้วย

1) สร้างมาตรฐานการทำงานของคนทอ

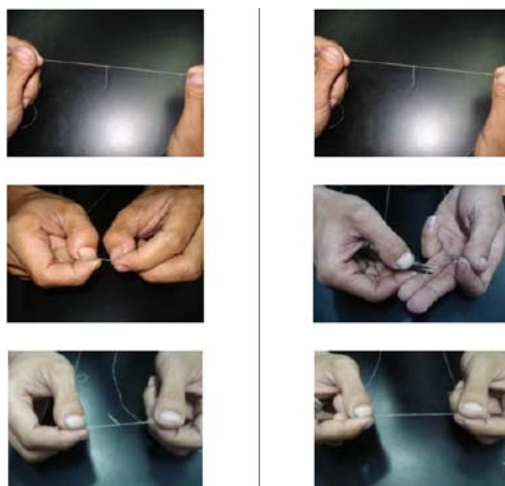
- 1.1) มาตรฐานการทำความสะอาด: โดยกำหนดให้มีการทำความสะอาดหลังจากผลิตเสร็จทุกพับ
- 1.2) มาตรฐานการพันลูกกลิ้ง โดยการพันเส้นด้ายที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 15-30 รอบขึ้นอยู่กับประเภทของเส้นด้าย แสดงดังรูปที่ 3-14



รูปที่ 3-14 การพันเส้นด้าย

- 1.3) มาตรฐานการต่อด้าย ซึ่งการต่อด้ายแบบเดิม จะทำให้เกิดตำหนิ คือเป็นเส้นด้ายสลัฟ ผ้าขาด และเข็มเสีย และหัวเข็มหักบ่อย ควรทำการต่อใหม่ แสดงดังรูปที่ 3-14

² <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/Charoenrat.pdf>.



รูปที่ 3-15 การต่อด้าย

2) สร้างมาตรฐานการปรับผ้า

ขั้นตอนที่	รูปประกอบ	อธิบาย
1		1. เตรียมเครื่องมือการปรับผ้า 2. ดูใบสั่งการผลิตก่อนปรับผ้าเพื่อให้ถูกต้องตรงตามที่ถูกคำกำหนด 3. ตัดผ้าในเครื่องเพื่อเช็คความหนาบางของผ้า (ตาผ้า) ปัจจุบันที่อยู่ในเครื่อง (ถ้าความหนาบางไม่ตรงกันต้องปรับผ้าใหม่)
2		4. ดึงตาผ้า เพื่อตรวจสอบความหนาบางของผ้าให้เหมาะสมกับมาตรฐานที่กำหนด 5. หย่อนสายพานก่อนปรับงานส่งเส้นด้ายให้เหมาะสม 6. ปรับงานส่งเส้นด้ายเพื่อให้ผ้าหนาบางตามที่ลูกค้ากำหนด
3		7. ตรวจสอบความตึงหย่อนของเส้นด้ายแต่ละเส้นให้สม่ำเสมอตามมาตรฐาน 8. ตัดผ้า (อีกครั้ง) เพื่อนำมาตรวจสอบตาผ้าหลังจากที่ทำการปรับไปแล้ว 9. ตรวจสอบความตึงหย่อนของผ้า 10. ปรับความตึงหย่อนของผ้าให้เหมาะสมกับแรงดึงของผ้า

➤ ตัวอย่างมาตรการของโรงงานผลิตผ้าลูกไม้³

โรงงานผลิตผ้าลูกไม้แห่งหนึ่ง ได้ใช้เครื่องมือส้นในการปรับปรุง คือ การสร้างมาตรฐานการทำงาน เนื่องจากแต่เดิมบริษัทฯ ไม่ได้มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจนทำให้เกิดการทำงานตามความเคยชิน ดังนั้นทางทีมงานจึงได้จัดทำมาตรฐานการทำงานใหม่ใน 4 หัวข้อประกอบด้วย

- 1) จัดทำมาตรฐานการนำเส้นด้ายขึ้นลง เครื่องจักร โดยใช้อุปกรณ์เสริม
- 2) จัดทำมาตรฐานการเปลี่ยนแพทเทิร์นปิม โดยการสร้างอุปกรณ์เสริม สำหรับแปลง P.B. ให้พร้อมทุกเครื่อง
- 3) จัดทำมาตรฐานการ Group Design
- 4) จัดทำมาตรฐานการ Test สายผ้าร่วมกันระหว่างทีมเทคนิค ทีมผลิตและ QC

ขั้นตอนที่ 11 การคัดเลือกมาตรการทางเลือก

การคัดเลือกและเรียงลำดับมาตรการ เพื่อจะนำไปศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) จัดกลุ่มมาตรการ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดกลุ่มในแต่ละหน่วยปฏิบัติการให้เป็นระบบและไม่ควรตัดมาตรการใด ๆ ทั้ง ยกเว้นเห็นเด่นชัดว่ามาตรการนั้นเป็นไปได้
- 2) เรียงลำดับมาตรการ เป็นสิ่งที่จำเป็นเนื่องจากข้อเสนอ มักมีค่อนข้างมาก การเรียงลำดับจะช่วยให้สามารถเลือกพิจารณาศึกษามาตรการที่สำคัญ และเกิดประโยชน์มากที่สุดก่อนโดยมีหลักการพิจารณา 4 ประการ ดังนี้
 - ความเป็นไปได้ เช่น มีผู้ผลิตอุปกรณ์ที่จำเป็น มีการนำข้อเสนอเทคโนโลยีนี้ไปปฏิบัติแล้ว มีผู้รู้และให้คำปรึกษา เป็นต้น
 - ความเหมาะสม เช่น เหมาะกับการผลิตและผลิตภัณฑ์ เหมาะกับวัฒนธรรมขององค์กร ไม่ต้องดัดแปลงมาก เป็นต้น
 - ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก น้อยเพียงไร ลดปัญหาความเป็นพิษและความเสี่ยงของพนักงาน เป็นต้น
 - ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น การลงทุนค่าใช้จ่ายและระยะเวลาคืนทุนมากหรือน้อยเพียงใด เป็นต้น

ในการพิจารณาทางเลือก ควรให้ทีมงานทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ระดมความคิดเห็นต่อการหาแนวทางแก้ไข การหาข้อมูลจากหน่วยงานอื่น ประกอบการพิจารณาทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ เพื่อให้คัดเลือกให้เหลือเฉพาะ

³ <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/TTL.pdf>

ข้อเสนอที่โรงงานสามารถนำไปปฏิบัติได้ในระยะเวลาอันสั้น โดยมีตัวอย่างการพิจารณาทางเลือกสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างการพิจารณามาตรการทางเลือก

มาตรการ	คะแนนการคัดเลือก*				คะแนนรวม
	โอกาสในการ ทำที่เห็นได้ชัด	ความสนใจ/ ความร่วมมือ	ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม	การลงทุน**	
1. กระบวนการเตรียมไหม และการเตรียมผ้า					
- สื่อสารและทำความเข้าใจกับห้องเตรียมไหม ให้เตรียมให้พอดีกับจำนวนหัวปัก	3	3	2	3	11
- วางแผนการผลิต โดยเขียนรายละเอียดให้หน่วยงานเตรียมผ้า เพื่อให้เตรียมผ้าเพียงพอกับหัวปัก	3	3	2	3	11
2. กระบวนการตั้งงาน					
- ทำเอกสารเวียนเป็นนโยบายให้ฝ่ายผลิตวางแผนต้องใส่ข้อมูลที่จำเป็น ลงในแผนอย่างครบถ้วน	3	3	2	3	11
- ใช้เทคนิค ECRS และ SMED ส่งผลให้ลดเวลาการตั้งงาน	2	3	2	1	8
3. กระบวนการกรอไหม					
- ปรับเปลี่ยนโดยใช้เครื่องช่วยในการกรอไหมเข้ากระสวย	2	3	2	2	9
4. กระบวนการสับด้าย					
- กำหนดพื้นที่ในการจัดวางวัตถุดิบ พร้อมทำป้ายบ่งชี้	3	2	2	3	10
- กำหนดมาตรฐานการจัดการวัตถุดิบ	3	3	2	3	11
5. กระบวนการปรับตั้งเครื่องทอ					
- จัดทำมาตรฐานการทำงานใหม่ให้เหมาะสมชัดเจน	3	2	2	3	10
6. การจัดทำเอกสาร					
- จัดทำการวิเคราะห์ Makigami เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลงานทดสอบของลูกค้า ให้กับหน่วยงาน Lab Test	3	3	2	1	9
- จัดทำเอกสารสำหรับการทดสอบใหม่	3	3	1	3	10

หมายเหตุ *การให้คะแนน 1 คะแนน = ต่ำ

2 คะแนน = ปานกลาง

3 คะแนน = สูง

**เฉพาะการลงทุน 1 คะแนน = ลงทุนสูง

2 คะแนน = ลงทุนปานกลาง

3 คะแนน = ลงทุนต่ำ

มาตรการทางเลือกที่ควรนำไปประเมินโดยละเอียด คือ มาตรการที่องค์กรให้ความสำคัญในการปรับปรุงเป็นอันดับต้น ๆ ได้แก่ มาตรการที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก ใช้เงินลงทุนในการปรับปรุงต่ำ มีโอกาสสำเร็จเห็นผลชัดเจน และเป็นมาตรการที่คนในองค์กรมีความสนใจให้ความร่วมมือสูง จะเห็นได้จากตัวอย่างมาตรการกำหนดพื้นที่ในการจัดวางวัตถุดิบ โดยทำป้ายบ่งชี้ให้เหมาะสมกับมาตรฐานการทำงาน ซึ่งมีโอกาสทำได้ทันที และมีผู้สนใจให้ความร่วมมือในการทำตามมาตรการ โดยสามารถแก้ปัญหา/ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

3.4 การศึกษาความเป็นไปได้ของมาตรการ

การศึกษาความเป็นไปได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกมาตรการที่เป็นไปได้สำหรับลงมือปฏิบัติพร้อมกับผลที่คาดว่าจะได้รับจากแต่ละมาตรการโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 12 การประเมินเบื้องต้น

การพิจารณาการประเมินมาตรการเบื้องต้น แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- ☺ มาตรการที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ทันที เนื่องจากมีผลประโยชน์ชัดเจน สามารถดำเนินการได้ง่าย รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายต่ำหรือไม่มีเลย
- ☺ มาตรการที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากเห็นผลประโยชน์ชัดเจน แต่ไม่ทราบถึงความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์
- ☺ มาตรการที่ไม่ชัดเจนหรือไม่เหมาะสม/เป็นไปได้ ให้ตัดมาตรการเหล่านี้ออกไป

ตัวอย่างการประเมินความเป็นไปได้ของการนำการจัดการสิ่งแวดล้อมกับสินค้าใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ แสดงดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างการประเมินความเป็นไปได้ของมาตรการ

ปัญหา	มาตรการ	ทำได้ทันที	ต้องศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้
การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง				
1. การกรอไหมเข้า กระสวยไม่ตึงเอียง	- ปรับเปลี่ยนโดยใช้เครื่องช่วยในการกรอไหมเข้ากระสวย	✓		
2. กะโหลกด้ายสกปรก เดิมทำความสะอาดอาทิตย์ละครั้ง และทำผิดวิธี	- ปรับปรุงโดยให้แกนเครื่องเป็น คนทำความสะอาด และทำการเปลี่ยนกะโหลกด้ายที่ทำความสะอาดแล้วทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนกระสวยด้าย และมีการใส่สปริงในกะโหลกด้าย	✓		

ปัญหา	มาตรการ	ทำได้ทันที	ต้องศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้
การบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเอง				
3. พนักงานประจำเครื่องไม่สามารถบำรุงรักษาตามคู่มือของเครื่องจักรได้เพราะทางผู้บริหารไม่ยอมให้เสียเวลาในการบำรุงรักษามาก เนื่องจาก การบำรุงรักษาด้วยพนักงานต้องเปิดฝาบ่นเครื่อง	- ทำความสะอาดโดยไม่ต้องถอดฝาน้ำเครื่องทำให้ลดเวลาการทำความสะอาดโดยพนักงานประจำเครื่องลงได้ และสามารถบำรุงรักษาตามคู่มือของเครื่องจักรที่กำหนดได้ (ทุก 3-4 ชั่วโมง)	✓		
การบำรุงรักษาตามแผน				
4. การบำรุงรักษาแกนเพลาลูกเบี้ยวด้วยการอัดจารบีเสียเวลาเปิด-ปิด แกนเพลาลูกเบี้ยวประมาณ 3-6 ชั่วโมง	- บำรุงรักษาโดยวิธีจารบีสเปรย์พ่นให้ตรงจุดสามารถทำได้โดยไม่ต้องเปิดแกนเพลาลูกเบี้ยว สามารถบำรุงรักษาตามคู่มือของเครื่องจักรที่กำหนดได้ (ทุก 3 เดือน)	✓		

จากการประเมินความเป็นไปได้ของมาตรการปรับเปลี่ยนวิธีการกรอไหม โดยใช้เครื่องช่วยในการกรอไหมเข้ากระสวย ปรับปรุงวิธีการทำความสะอาดกะโหลกด้าย ซึ่งเป็นมาตรการที่สามารถลงมือทำได้ทันที ไม่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 13 การประเมินทางเทคนิค

เป็นการประเมินผลกระทบมาตรการต่อกระบวนการ ต่อผลิตภัณฑ์ ต่อกำลังการผลิต และความปลอดภัย วิธีการประเมินอาจดำเนินการในลักษณะของการทดสอบในห้องปฏิบัติการหรือบริเวณบางส่วนของการผลิต หรืออาศัยข้อมูลและประสบการณ์ของบริษัทอื่นหรือจากผู้ผลิต นอกจากนี้ยังอาจจำลองกระบวนการผลิตก่อนเพื่อหาภาวะการดำเนินการที่เหมาะสมเพื่อสร้างความมั่นใจก่อนลงมือปฏิบัติจริง รายละเอียดการประเมินทางเทคนิคควรปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้ (ดังตารางที่ 3-6)

1) การแจกแจงรายละเอียดของข้อเสนอ เช่น เปลี่ยนวัตถุดิบ เปลี่ยนเทคโนโลยี/อุปกรณ์ เหนือการผลิตร เป็นต้น

2) รูปแบบของการเปลี่ยนแปลง เช่น ลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์ แผนภูมิกระบวนการ วิธีปฏิบัติงาน ตารางการผลิต พื้นที่และสาธารณูปโภคที่ต้องการ เป็นต้น

3) ผลกระทบต่อช่วงเวลาหยุดการผลิต ต่ออัตราการผลิต ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

4) ผลกระทบต่อการบำรุงรักษา พื้นที่ขนส่งเก็บวัสดุ ห้องปฏิบัติการ จำนวนพนักงาน และการฝึกอบรม

5) ผลกระทบทางกฎหมาย เช่น กฎหมายความปลอดภัย กฎหมายสิ่งแวดล้อม รวมทั้งข้อกำหนดอื่นๆ ของลูกค้า

ทั้งนี้ เมื่อประเมินทางเทคนิคแล้ว เราจะแบ่งมาตรการออกเป็น 3 กลุ่มคือ

- ☺ มาตรการที่มั่นใจว่าสามารถดำเนินการให้ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ
- ☺ มาตรการที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม
- ☺ มาตรการที่ไม่สามารถปฏิบัติได้หรือไม่แน่ใจทางเทคนิค โดยให้ตัดข้อเสนอเหล่านี้ทิ้งไป

ตารางที่ 3-6 ตัวอย่างการประเมินทางเทคนิคสำหรับมาตรการของโรงงานทอผ้า

รายละเอียด มาตรการ	รูปแบบการ เปลี่ยนแปลง	เกณฑ์การประเมิน (คะแนน*)			คะแนน รวม	ดำเนินการได้ตาม เป้าหมาย	ต้องมีการศึกษา เพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้/ ไม่แน่ใจทางเทคนิค
		ผลกระทบต่อ กระบวนการ ผลิต	ผลกระทบต่อ การ บำรุงรักษา	ผลกระทบต่อ ทาง กฎหมาย				
มาตรการการวางแผนการผลิตในกระบวนการเตรียมไหม และการเตรียมผ้า								
วางแผนการ ผลิต ก่อน การเตรียม ไหม/ ผ้า	โดย เขียน รายละเอียดให้ หน่วยงาน เตรียมผ้า	2	2	1	5	✓		
มาตรการลดเวลาการตั้งงานในกระบวนการตั้งงาน								
ลดเวลาใน การตั้งงาน	ใช้เทคนิค ECRS และ SMED	3	2	1	7	✓		
	ใส่ข้อมูลที่เป็น ลงในแผนอย่าง ครบถ้วน	3	2	1	7	✓		

หมายเหตุ : คะแนน* ขึ้นอยู่กับการตั้งเกณฑ์คะแนนของแต่ละโรงงาน

จากการวิเคราะห์มาตรการการวางแผนการผลิตก่อนการเตรียมไหม และการเตรียมผ้าพบว่า เป็นมาตรการที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และผลต่อการบำรุงรักษาปานกลาง เนื่องจากการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานมากขึ้น แต่ส่งผลกระทบต่อกฎหมายเพียงเล็กน้อย ซึ่งสามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 14 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินทางเศรษฐศาสตร์เป็นการประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลเพื่อคำนวณเงินลงทุนทั้งหมด ซึ่งเป็นผลรวมของค่าปรับปรุงสถานที่ ค่าอุปกรณ์การผลิต อะไหล่ ค่าวัสดุก่อสร้าง ค่าติดตั้งสาธารณูปโภค ค่าก่อสร้างคฤหาสน์ ค่าที่ปรึกษา และดอกเบี้ย รวมทั้งค่าใช้จ่ายดำเนินการที่อาจเพิ่มขึ้นหลังจากการติดตั้ง นอกจากเงินลงทุนแล้วจะต้องคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตที่ประหยัดได้จากการดำเนินการตามมาตรการ ได้แก่ ลดค่าบำบัดของเสีย ลดค่าวัตถุดิบและพลังงาน กำไรจากคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น กำไรจากค่าผลิตและค่าบำรุงรักษา กำไรจากผลผลิตและ/หรือผลพลอยได้ที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

2) วิเคราะห์ผลกำไร ซึ่งเราวิเคราะห์ได้จากระยะเวลาคืนทุน หรือมูลค่าเงินปัจจุบัน หรืออัตราผลตอบแทนการลงทุน ซึ่งโดยปกติแล้วถ้ามีค่า NPV ต่ำ และค่า IRR สูง จะเป็นมาตรการที่น่าลงทุนและเหมาะสมที่จะนำไปปฏิบัติ โดยรายละเอียดการคำนวณสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในคู่มือ Lean Management for Environment

สำหรับคู่มือเล่มนี้จะกล่าวถึงการประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนและหลังในการดำเนินการตามมาตรการหนึ่งของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ผลการลดค่าใช้จ่ายโดยรวมของการดำเนินการตามมาตรการ

กิจกรรมการปรับปรุง	Base line	Target	Result	Diff	Cost Saving
1. ลดงานเสียจากการปักกล 15 %	3.96 %	3.36 %	0.96%	3.00%	360,000 / ปี
2. ลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักร 20 %	4.2 %	3.36 %	3.26 %	0.94 %	473,760/ ปี
3. เพิ่มความเร็วรอบการปัก 20 %	750 รอบ/ ปี	900 รอบ/ นาที	900 รอบ/ นาที	150 รอบ/ นาที	360,000/ ปี
รวม					1, 193,760/ ปี

หมายเหตุ : การคำนวณต้นทุนที่สามารถลดได้ มีรายละเอียด ดังนี้

1) ลดงานที่ไม่ได้มาตรฐาน

จากเดิมที่โรงงานมีของเสียร้อยละ 3.96 ทำให้ต้องใช้พนักงานฝ่าย QC จำนวน 30 คน เพื่อตรวจและซ่อมงานที่ไม่ได้มาตรฐาน แต่จากการแก้ไขปัญหาก็ทำให้งานที่ไม่ได้มาตรฐานลดลงถึงร้อยละ 67.17 เหลือปริมาณงานที่ไม่ได้มาตรฐานเพียงร้อยละ 0.96 ซึ่งโรงงานปัจจุบันสามารถปรับลดคนงานในฝ่าย QC ลงได้ 4 คน ในเบื้องต้น (ค่าจ้างเฉลี่ย คนละ 300 บาทต่อวัน คนงานทำงานเดือนละเฉลี่ย 25 วัน) ซึ่งทำให้โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้เดือนละ $300 \times 25 \times 4 = 30,000$ ต่อเดือน ปีละ 360,000 บาท และยังสามารถลดปริมาณพนักงานฝ่าย QC ได้อีกในอนาคตอันใกล้

2) ลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักร

เดิมโรงงานมีเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรร้อยละ 4.2 หลังทำการปรับปรุงบางส่วน ทำให้ลดเวลาการทำงานของเครื่องลงเหลือร้อยละ 3.26 เฉลี่ยโรงงานทำงานเดือนละ 25 วัน ทำวันละ 24 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง เครื่องจักร 1 เครื่อง สามารถปักได้ 10,000 ฝี่เข็ม ดังนั้น 1 เดือน โรงงานสามารถปักได้ 6,000,000 ฝี่เข็ม/เครื่อง/เดือน การปรับปรุงขั้นต้นทำให้ลดเวลาการสูญเสียลงร้อยละ 0.94 หรือ 56,400 ฝี่เข็ม/เครื่อง/วัน เฉลี่ยโรงงานมีราคาค่าบริการปัก 1,000 ฝี่เข็มละ 1 บาท ดังนั้น โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 56.4 บาท/เครื่อง/วัน โรงงานมีเครื่องปัก 28 เครื่อง ทำงานปีละ 300 วัน ดังนั้นสามารถประหยัดได้ $(56.4 \times 28 \times 300)$ 473,760 บาท

เดิมโรงงานตั้งความเร็วรอบการปักที่ 750 รอบ แต่หลังจากการปรับปรุงจากการทำ TPM อย่างเป็นระบบ ทำให้โรงงานสามารถปรับเพิ่มความเร็วรอบการปักที่ 900 รอบ หรือทำงานได้เร็วเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 การปรับเพิ่มความเร็วรอบการผลิตนี้ ทำให้โรงงานสามารถเพิ่มรายได้ จากเดิมสามารถปักงานได้ 6,000,000 rpm/เครื่อง/เดือน เพิ่มขึ้น 1,200,000 rpm/เครื่อง/เดือน เฉลี่ยโรงงานมีราคาค่าบริการ 1,000 ฝี่เข็มละ 1 บาท ดังนั้น โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 1,200 บาท/เครื่อง/วัน โรงงานมีเครื่องปัก 28 เครื่อง แต่ปัจจุบันการทดลองเพียง 1 เครื่อง ทำงานปีละ 300 วัน ดังนั้นสามารถประหยัดได้ $(1,200 \times 300)$ 360,000 บาท

จากการดำเนินการตามมาตรการดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตได้ นอกจากนี้ยังสร้างผลกำไรเพิ่มขึ้นให้กับโรงงานด้วย จึงเป็นมาตรการที่เหมาะสมที่จะนำไปสู่การปฏิบัติต่อไปเพื่อลดความสูญเสียเปล่าได้

ขั้นตอนที่ 15 การประเมินทางสิ่งแวดล้อม

การประเมินทางสิ่งแวดล้อมเป็นการประเมินผลกระทบของมาตรการต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการประเมินทำได้ 3 ระดับ คือ

- 1) การประเมินความเสี่ยงในแง่ของการใช้ทรัพยากร และการก่อให้เกิดมลพิษ
- 2) การประเมินละเอียดถึงผลขององค์ประกอบในสารป้อนเข้าและสารขาออกใหม่ที่ใช้
- 3) การประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (LCA)

โดยทั่วไปวิธีแรกก็เพียงพอในการประเมินทางสิ่งแวดล้อม เมื่อประเมินทางสิ่งแวดล้อมแล้วจะสามารถแบ่งมาตรการออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (ดังตารางที่ 3-8)

- ☺ มาตรการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย
- ☺ มาตรการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง
- ☺ มาตรการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก

จากมาตรการ Kaizen Activities ที่ได้ดำเนินการเพื่อลดความสูญเสียเปล่า สามารถประเมินผลกระทบของมาตรการต่อสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

1) การลดงานที่ไม่ได้มาตรฐาน

จากกระบวนการผลิตร้อยละ 85 ของงานที่ไม่ได้มาตรฐาน เกิดจากไหมขาว ไหมฟู และไหมแบล็ค โดยมีมาตรการแก้ไขดังนี้

- การลดความถี่การเกิดไหมขาด โดยการทำความสะอาดกะโหลกด้ายทุกครั้งที่เปลี่ยนด้ายล่าง
- เมื่อเกิดไหมขาดแล้วหยุดเครื่อง และไล่ดึงไหมที่หย่อนไว้กลับ

มาตรการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้งานที่ไม่ได้มาตรฐานลดลงถึงร้อยละ 62.86 โดยจำนวนงานที่ไม่ได้มาตรฐานเหลือเพียงร้อยละ 0.96 โดยปัญหาไหมฟูไม่เกิดขึ้นเลย หรือมีเพียงปัญหาไหมแบล็ค ซึ่งเกิดจากจังหวะการดึงไหมกลับดึงตึงจนเกินไป ที่ปรึกษาและทีมงานจึงทำการทดลองหาความตึงที่เหมาะสม และให้พนักงานดึงไหมกลับให้ได้จังหวะที่ถูกต้อง ซึ่งปริมาณของเสียจะสามารถลดลงได้อีกพอสมควร จากการประเมินจะเห็นได้ว่ามาตรการดังกล่าว มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

2) ลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักร

จากขั้นตอนการทำความสะอาดเครื่องจักรตามคู่มือการใช้งาน เดิมโรงงานไม่ได้ทำความสะอาดครบทุกจุดตามที่คู่มือกำหนดไว้ และไม่ได้ทำการหยอดน้ำมันตามระยะเวลาที่คู่มือกำหนดด้วยเช่นกัน ตลอดจนเดิมโรงงานทำความสะอาดโดยใช้เครื่องเป่าเศษด้ายออกจากเครื่อง แต่จากการสำรวจพบว่า มีเศษติดอยู่ที่ตัวชุดจำนวนมาก ซึ่งไม่สามารถเป่าออกได้ เนื่องจากพนักงานไม่ได้หยอดน้ำมันอย่างให้ถูกต้องและทำผิดวิธี ส่งผลให้ชุดมีน้ำมันหล่อลื่นค้างอยู่เมื่อมีเศษด้ายปลิวมาที่สุด ทำให้ด้ายจับน้ำมัน และจับตัวเป็นคาบหนา จนไม่สามารถทำความสะอาดได้ด้วยการเป่าลม

ดังนั้นจึงมีมาตรการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยให้พนักงานทำความสะอาดกะโหลกด้ายทุกครั้งที่เปลี่ยนด้ายล่าง การทำความสะอาดหัวกะโหลกด้ายจะส่งผลช่วยลดโอกาสที่ด้ายจะขาด ทำให้สามารถทำงานต่อเนื่องได้นานขึ้น ลดเวลาการตั้งเครื่องโดยเทคนิค SMED ทำให้เวลาในการตั้งงานจากเดิม 3 ชั่วโมง 24 นาที ลดลงเหลือเพียง 1 ชั่วโมง 12 นาที หรือลดเวลาการตั้งงานลงร้อยละ 60 ซึ่งเป็นการลดการสิ้นเปลืองพลังงานด้วย มาตรการดังกล่าวจึงอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

ตารางที่ 3-8 ตัวอย่างการประเมินทางสิ่งแวดล้อมของโรงงานทอผ้า

มาตรการ: ลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการตั้งงาน		
การประเมินความเสี่ยงในการใช้ทรัพยากรและการก่อให้เกิดมลพิษ	ใช่	ไม่ใช่
1. เป็นมาตรการที่ลดความเป็นพิษและการเกิดของเสียจากแหล่งกำเนิดหรือไม่	1	
2. เป็นมาตรการที่ลดการเกิดมลภาวะทางน้ำหรือไม่	1	
3. เป็นมาตรการที่ลดการเกิดมลภาวะทางอากาศหรือไม่	1	
4. เป็นทางเลือกที่ลดปริมาณการใช้วัตถุดิบหรือไม่	1	
5. เป็นมาตรการที่ลดปริมาณการใช้พลังงานหรือไม่	1	

มาตรการ: ลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการตั้งงาน		
การประเมินความเสี่ยงในการใช้ทรัพยากรและการก่อให้เกิดมลพิษ	ใช่	ไม่ใช่
6. ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างอื่น ๆ อีกหรือไม่		0
7. เป็นมาตรการที่เพิ่มโอกาสการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่หรือไม่	1	
8. เป็นมาตรการที่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นไปตามกฎหมายหรือไม่		0
9. เป็นมาตรการที่ทำให้ลดการใช้วัตถุดิบหรือไม่ (ต่อหน่วยผลผลิต)	1	
10. เป็นมาตรการที่ทำให้ลดปริมาณการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตหรือไม่ (ต่อหน่วยผลผลิต)	1	
11. อื่น ๆ (ถ้ามี)		
คะแนนรวม	8	
การให้คะแนน 0 คะแนน = ไม่ใช่ 1 คะแนน = ใช่		

จากการประเมินได้ผลรวม 8 คะแนน ซึ่งแสดงว่าเมื่อโรงงานทอผ้าดำเนินการตามมาตรการลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการตั้งงานแล้ว จะทำให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรน้อยลงและเกิดของเสียลดลง

ขั้นตอนที่ 16 การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย^{4 5}

เป็นการประเมินผลกระทบของมาตรการต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งควรพิจารณาประเด็นดังนี้

- สภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น การตรวจวัดระดับเสียง การตรวจวัดสภาพความร้อน การตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง การระบายอากาศ
- การประเมินคุณภาพอากาศในสถานที่ทำงาน
- ประเมินสภาพการทำงาน
- ประเมินความเสี่ยงและอันตราย
- ความปลอดภัยของเครื่องจักร
- ประวัติการตรวจสุขภาพของพนักงาน

ทั้งนี้ เมื่อประเมินผลกระทบของมาตรการต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยแล้วจะสามารถแบ่งมาตรการออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- ☺ มาตรการที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยน้อย
- ☺ มาตรการที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยปานกลาง
- ☺ มาตรการที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยมาก

⁴ <http://www.shawpat.or.th/web/profes.html>

⁵ <http://www.idis.ru.ac.th/report/index.php?topic=1938.0>

จากการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามมาตรการต่าง ๆ เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีการจัดวางเครื่องจักร ปรับพื้นที่ ปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน ลักษณะของท่าทางการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้นด้วย โดยมาตรการแก้ไขมีการปรับเปลี่ยนการดำเนินการตามคู่มือกำหนดหรือระบุไว้อย่างครบถ้วน และลดระยะเวลาในการดำเนินงานให้มากขึ้น ตัวอย่างการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย ดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ตัวอย่างการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย

มาตรการ: ลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการตั้งงาน		
	ใช่	ไม่ใช่
1. เป็นมาตรการที่ส่งผลกระทบต่อระดับเสียงในการทำงานหรือไม่	1	
2. เป็นมาตรการที่ส่งผลกระทบต่อความร้อนในการทำงานหรือไม่		0
3. เป็นมาตรการที่ส่งผลกระทบต่อแสงสว่างในการทำงานหรือไม่		0
4. เป็นมาตรการที่ส่งผลกระทบต่อการระบายอากาศในการทำงานหรือไม่		0
5. เป็นมาตรการที่มีความอันตรายต่อสุขภาพของคนงานหรือไม่	1	
6. เป็นมาตรการที่มีความเสี่ยงต่อการทำงานของของคนงานหรือไม่	1	
7. เป็นมาตรการที่ส่งผลกระทบต่อสภาพจิตใจของคนงานหรือไม่	1	
8. เป็นมาตรการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยต่อคนในชุมชนรอบข้างหรือไม่		0
9. อื่น ๆ (ถ้ามี)		
คะแนนรวม	4	
การให้คะแนน 0 คะแนน = ไม่ใช่ 1 คะแนน = ใช่		

จากการประเมินผลกระทบมาตรการลดเวลาสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการตั้งงาน ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยในระดับปานกลาง จะเห็นได้ว่า ส่งผลกระทบต่อการทำงานของพนักงานในเรื่องเสียง ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ความเสี่ยงในการทำงาน และส่งผลต่อสภาพจิตใจ

ขั้นตอนที่ 17 การสรุปคัดเลือกมาตรการ (การจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน)

การสรุปคัดเลือกมาตรการ คือ การกำหนดว่ามาตรการใดหรือทางเลือกใดควรดำเนินการก่อนหลัง โดยข้อเสนอที่ไม่เหมาะสม หรือยังไม่พร้อมที่จะนำไปดำเนินการ จะถูกเก็บรวบรวมไว้ประยุกต์ใช้ในโอกาสต่อไป โดยการคัดเลือกมาตรการเพื่อนำไปปฏิบัติ มีแนวทางดังต่อไปนี้ (ดังตารางที่ 3-10)

การคัดเลือกมาตรการที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้ โดยการตัดมาตรการที่ไม่เหมาะสมทางเทคนิคและสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยก่อน มาตรการที่เหลือจึงเป็นข้อเสนอที่เป็นไปได้ให้นำมาเปรียบเทียบกันในเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุน เพื่อจัดลำดับก่อนหลัง

การเรียงลำดับข้อเสนอ โดยอาจใช้สามัญสำนึก หรือเกณฑ์การให้คะแนน โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ในภาพรวม เกณฑ์การพิจารณาและน้ำหนักคะแนน นั้นขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของทีมงาน และความเหมาะสมของโรงงาน โดยควรพิจารณาให้คะแนนอย่างรอบคอบ

การบันทึกผลข้อเสนอ เมื่อได้สรุปผลการศึกษาที่ผ่านการประเมินทุกขั้นตอนและให้คะแนนคัดเลือกแล้วนั้น ควรจัดทำเป็นเอกสารรายงานเสนอผู้บริหารเพื่อขออนุมัติในการลงมือปฏิบัติการ โดยเนื้อหาสาระในรายงานบันทึกผลข้อเสนอต่อผู้บริหารควรประกอบไปด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

- 0 ปริมาณวัตถุดิบ/ทรัพยากร/พลังงานและของเสียที่คาดว่าจะลดลงได้
- 0 ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับ ทั้งที่คำนวณเป็นตัวเงินและข้อดีอื่น ๆ
- 0 เงินลงทุนและแหล่งทุน ระยะเวลา และความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น
- 0 วิธีการเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้มาตรการ
- 0 ความสามารถในการแข่งขันของบริษัทที่คาดหวัง

ตารางที่ 3-10 ตัวอย่างการสรุปการคัดเลือกมาตรการ

มาตรการ	ความเป็นไปได้		คะแนนการคัดเลือก				คะแนนรวม *	อันดับ
	เป็นไปได้	เป็นไปได้ ไม่ได้	ด้านเทคนิค	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านสิ่งแวดล้อม	ด้านสุขภาพและความปลอดภัย		
1. กระบวนการเตรียมไหม และการเตรียมผ้า								
สื่อสารและทำความเข้าใจกับห้องเตรียมไหม	✓		2	3	2	2	9	3
วางแผนการผลิต โดยเขียนรายละเอียดให้หน่วยงานเตรียมผ้า	✓		2	2	3	3	10	2
2. กระบวนการตั้งงาน								
ฝ่ายผลิตต้องใส่ข้อมูลที่จำเป็นลงในแผนอย่างครบถ้วน	✓		2	2	2	2	8	4
ใช้เทคนิค ECRS และ SMED	✓		3	2	3	3	11	1
3. กระบวนการกรอไหม								
ปรับเปลี่ยนโดยใช้เครื่องช่วยในการกรอไหมเข้ากระสวย	✓		3	2	3	2	10	2

มาตรการ	ความเป็นไปได้		คะแนนการคัดเลือก				คะแนนรวม *	อันดับ
	เป็นไปได้	เป็นไปได้ไม่ได้	ด้านเทคนิค	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านสิ่งแวดล้อม	ด้านสุขภาพและความปลอดภัย		
4. กระบวนการสืบค้า								
กำหนดพื้นที่ในการจัดวางวัตถุดิบ พร้อมทำป้ายบ่งชี้	✓		3	2	3	3	11	1
กำหนดมาตรฐานการจัดการวัตถุดิบ	✓		3	2	3	3	11	1
5. กระบวนการปรับตั้งเครื่องทอ								
จัดทำมาตรฐานการทำงานใหม่ให้เหมาะสม	✓		2	2	2	3	9	3
การให้คะแนน								
• ความเป็นไปได้ทางเทคนิค (3 คะแนน = มากที่สุด 2 คะแนน = ปานกลาง และ 1 คะแนน = น้อยที่สุด) • ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ (3 คะแนน = มีระยะเวลาคืนทุนไม่เกิน 1 ปี 2 คะแนน = มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 ปี และ 1 คะแนน = มีระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 3 ปี) • ความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม (3 คะแนน = ลดผลกระทบได้มากที่สุด 2 คะแนน = ลดผลกระทบได้ปานกลาง และ 1 คะแนน = ลดผลกระทบได้น้อยที่สุด) • ความเป็นไปได้ด้านสุขภาพอนามัยและความปลอดภัย (3 คะแนน = ลดผลกระทบได้มากที่สุด 2 คะแนน = ลดผลกระทบได้ปานกลาง และ 1 คะแนน = ลดผลกระทบได้น้อยที่สุด)								
*เพื่อให้่ายต่อการพิจารณา สามารถปรับคะแนนรวมเป็นเปอร์เซ็นต์								

หลังจากได้ข้อสรุปมาตรการที่จะนำไปใช้จริงแล้ว ให้นำมาตรการเหล่านั้นเขียนลงในแผนผังคุณค่าอนาคต เพื่อเป็นแผนภาพในการดำเนินการเตรียมแผนปฏิบัติต่อไป ตัวอย่างดังรูปที่ 3-16 โดยใช้มาตรการ Kaizen ในการแก้ปัญหา



ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/TTL.pdf>.

3.5 การลงมือปฏิบัติและการขับเคลื่อนกิจกรรมตามมาตรการ

ขั้นตอนที่ 18 การเตรียมแผนปฏิบัติงาน

แผนปฏิบัติการ จะต้องกำหนดวิธีการและขั้นตอนการดำเนินงาน ตัวชี้วัด ระยะเวลา ผู้รับผิดชอบ ผู้ตรวจติดตาม วิธีการติดตามประเมินผล เป็นต้น ตัวอย่างดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 ตัวอย่างแผนการปฏิบัติงาน

รายละเอียดแผนงาน	ตัวชี้วัด	ระยะเวลา(เดือน)						ผู้รับผิดชอบ	งบประมาณ	ผู้ตรวจสอบ
		1	2	3	4	5	6			
1. วิเคราะห์กระบวนการผลิต		*	*					นาย ก	-	Lean Team
2. ปรับปรุงเวลาเพื่อลดกระบวนการ				*	*	*		นาย ข	-	Lean Team
3. วิเคราะห์กระบวนการของเสีย					*	*		นาย ค	-	Lean Team
4. ทดลองปรับปรุง					*	*		นาย ง	-	Lean Team
5. สรุปผล							*	นาย จ	-	Lean Team

ขั้นตอนที่ 19 การดำเนินการตามแผนที่กำหนด

เมื่อแผนปฏิบัติงานได้รับการอนุมัติจากผู้บริหาร กิจกรรมต่าง ๆ ในแผนปฏิบัติงานจะถูกนำมาปฏิบัติโดยผู้รับผิดชอบที่ระบุไว้ในแต่ละกิจกรรมโดยความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้แผนปฏิบัติงาน จะดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง และมีการประชาสัมพันธ์ให้แผนกอื่นๆทราบ ด้วยอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ตัวอย่างการเตรียมแผนปฏิบัติการที่ได้นั้นจะต้องกำหนดวิธีการและขั้นตอน รายละเอียด ระยะเวลา เงินลงทุน ผู้รับผิดชอบ ผู้ตรวจติดตาม และวิธีการติดตามประเมินผล เป็นต้น ดังตัวอย่างในตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 ตัวอย่างแผนปฏิบัติการลดผ้าเสียของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

แผนปฏิบัติการลดผ้าเสียเครื่อง B19, B24					
ลำดับ	ปัจจัย	ปัญหา	หัวข้อปรับปรุง	ผู้รับผิดชอบ	เริ่มดำเนินการ
1	คน	ลิมพันลูกกลิ้ง พันน้อยเกินไป	1. จัดทำมาตรฐานการพันเส้นด้าย (10-15 รอบ)	ช่างอุทัย	14 มิ.ย. 53
			2. จัดทำมาตรฐานต่อด้ายและตัดหางโดยใช้กรรไกรตัดอย่างถูกวิธี	ช่างอุทัย	14 มิ.ย. 53
		เครื่องทอสกปรก และฝุ่นด้ายเยอะ	3. มาตรฐานการทำความสะอาดเครื่องจักรเมื่อผลิตเสร็จแล้ว อบรมและทำความเข้าใจ	ช่างเปี้ยว	14 มิ.ย. 53
			4. อบรมทีมงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยพนักงานขึ้นด้าย และพนักงานทอ	ช่างอุทัย, ช่างเปี้ยว	14 มิ.ย. 53

แผนปฏิบัติการลดผ้าเสียเครื่อง B19, B24					
ลำดับ	ปัจจัย	ปัญหา	หัวข้อปรับปรุง	ผู้รับผิดชอบ	เริ่มดำเนินการ
2	วิธีการ	การปรับผ้า เส้นด้ายไม่เท่ากัน	5. จัดทำมาตรฐานการปรับผ้า	ช่างทุกคน	14 มิ.ย. 53
		เก็บข้อมูลและวัดผลผ้าที่สูญเสีย	6. จัดทำแบบฟอร์มบันทึกผ้าเสียประจำวัน	ช่างทุกคน	14 มิ.ย. 53
3	วัตถุดิบ	เส้นด้าย	7. รวบรวมพิจารณาคุณภาพและปรับเปลี่ยนคุณภาพเส้นด้าย	คุณนิคม	รอดูผลก่อน

ที่มา: <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/Charoenrat.pdf>.

3.6 การทบทวนเพื่อปรับปรุงแผนและขับเคลื่อนอย่างต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 20 การตรวจวัดประเมินความก้าวหน้า

การตรวจวัดประเมินความก้าวหน้า เป็นการเก็บข้อมูลของผลการดำเนินงานตามมาตรการที่ระบุไว้ในแผนปฏิบัติงาน แล้วนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบก่อน-หลังการดำเนินงาน ซึ่งสามารถทำได้โดย เช่น

- วัดปริมาณของเสียที่ลดลง ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ลดลง (น้ำ พลังงาน สารเคมี)
- กำไรจากการผลิตที่เพิ่มขึ้น หรือค่าวัตถุดิบ/ค่าดำเนินการ/ค่าจัดการ/ค่าบำบัดของเสียที่ลดลง
- สภาพแวดล้อมในการทำงานดีขึ้น แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการดำเนินงานตามมาตรการในการจัดการสิ่งแวดล้อมและการสูญเสียพลังงานของโรงงานทอผ้า

- 1) มาตรการที่ 1 : สร้างมาตรฐานการทำงานของคนทอ
- 2) มาตรการที่ 2 : สร้างมาตรฐานการปรับผ้า ได้ผลดังนี้

หลังจากทำการลดของเสียจากการปรับปรุงของ 2 หัวข้อหลักคือ การลดของเสีย/งานซ่อมในกระบวนการผลิต และการลดเวลาการตั้งเครื่องจักร ซึ่งผลการปรับปรุงสามารถสรุปและคำนวณเป็นผลประหยัด ดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 ผลการปรับปรุงการดำเนินงานของโรงงานทอผ้า

หัวข้อ	Before (กก./พัน)	Target (15%)	After (กก./พัน)	Diff. (กก./พัน)	Hard Saving (บาท)	Potential Saving (บาท)
ปรับปรุงคุณภาพงานทอ (ลดผ้าเสียจากการทอ)	1.07	0.91	0.27	0.8	190,368	1,903,680
ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร	243	206.55	42	201	114,286	800,000
รวม					304,654	2,703,680

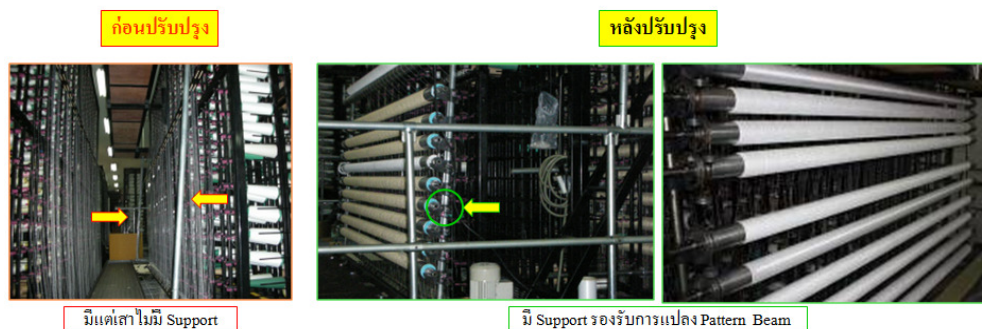
จากตารางที่ 3-13 พบว่าก่อนการดำเนินการผลิตโดยใช้สินโรงงานมีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงานแบบลีนน้อยในทุกหัวข้อ แต่ภายหลังจากการดำเนินการผลิตแบบลีนมีการพัฒนาที่ดีขึ้น ซึ่งในส่วนที่โดดเด่นอย่างชัดเจนเทียบกับสภาพก่อนปรับปรุง คือการส่งผลให้สามารถลดปัญหาด้านคุณภาพลงและประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น

ผลการดำเนินการตามมาตรการในการจัดการสิ่งแวดล้อมและการสูญเสียพลังงานของโรงงานผลิตผ้าลูกไม้

- 1) มาตรการที่ 1: จัดทำมาตรฐานการนำเส้นด้ายขึ้นลง เครื่องจักร โดยใช้อุปกรณ์เสริมได้ผลดังนี้

วิธีการปฏิบัติ	เริ่ม	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย
จัดทำ จัดสร้างทางเดิน และตำแหน่งสำหรับขึ้นลง-ลง เส้นด้าย	1 พ.ค. 53	แผนก Utility	ลดเวลาการเปลี่ยน Design
ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
 		 	

- 2) มาตรการที่ 2: จัดทำมาตรฐานการเปลี่ยนแพทเทิร์นบีม โดยการสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับแปลง P.B. ให้พร้อมทุกเครื่อง ทำให้สภาพแวดล้อมในการทำงานดีขึ้นดังนี้



3) มาตรการที่ 3: จัดทำมาตรฐานการ Group Design ได้ผลดังนี้

วิธีการปฏิบัติ	เริ่ม	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย
ตรวจสอบ Design เก่า-ใหม่ ให้ Group ตรงกัน/ ใกล้เคียง	1 พ.ค. 53	- แผนกวางแผน - แผนกเทคนิค	- ลดเวลาการเปลี่ยน Design
ตัวอย่าง Group เส้นด้ายตรงกัน			
			

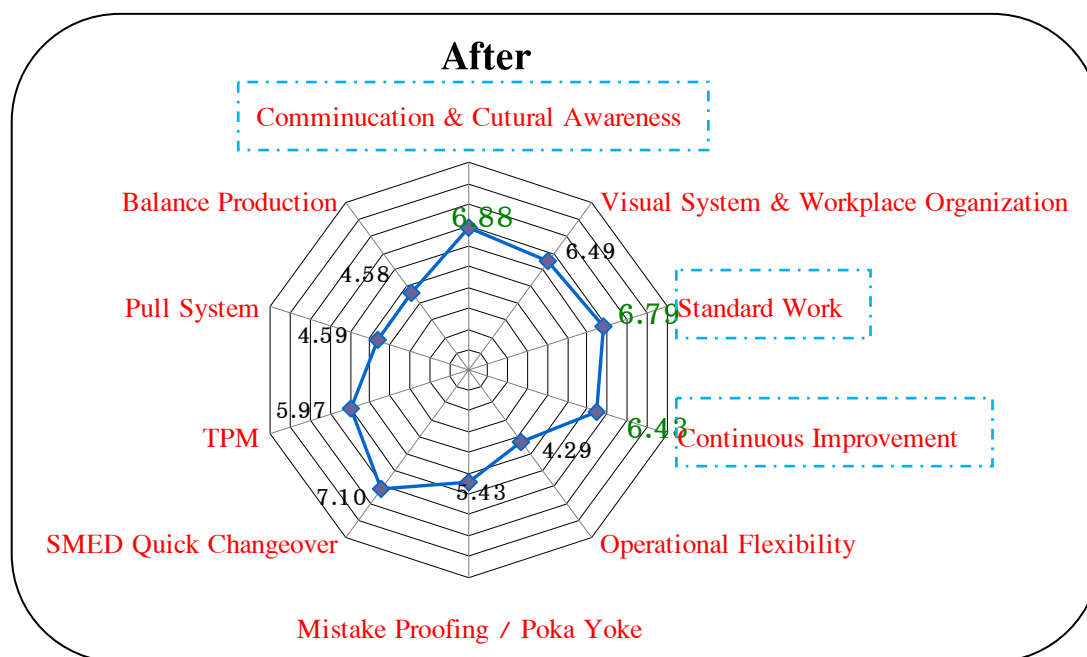
4) มาตรการที่ 4: จัดทำมาตรฐานการ Test ลายผ้าร่วมกันระหว่างทีมเทคนิค ทีมผลิต และ QC ได้ผลดังนี้

วิธีการปฏิบัติ	เริ่ม	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย
ตรวจสอบลายผ้าให้เหมือนกับผ้าตัวอย่างก่อนนำผ้าไป Set (ตรวจสอบเฉพาะแถบที่จะนำไป Set)	1 พ.ค. 53	- ช่างเทคนิค - หัวหน้าหน่วยเทคนิค	- ลดเวลาการเปลี่ยน Design
ตรวจสอบลายผ้าให้เหมือนกับผ้าตัวอย่างก่อนที่จะให้แผนกผลิตตรวจเช็คลาย (ตรวจสอบทุกแถบ)	1 พ.ค. 53	- ช่างเทคนิค - หัวหน้าหน่วยเทคนิค	- ลดเวลาการเปลี่ยน Design

การตรวจสอบลายผ้าให้เหมือนกับผ้าตัวอย่าง (ช่างเทคนิค, ฝ่ายผลิต และ QC)



● การทำ Lean Assessment เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงในการนำสินค้าใช้ในองค์กร ทั้งนี้ สามารถนำเสนอการตรวจประเมินโดยใช้แผนภูมิ Radar Chart ตัวอย่างดังรูปที่ 3-17



รูปที่ 3-17 การทำ Lean Assessment โดยใช้แผนภูมิ Radar Chart

ที่มา : <http://lean.bsiddip.org/moodle/file.php/1/Charoenrat.pdf>.

จากกราฟเรดาร์ข้างต้น สามารถสรุปผลการประเมินในรูปแบบการพิจารณาระบบสินค้าทั้งหมด 10 ด้าน คะแนนเต็มด้านละ 10 คะแนน สรุปได้ดังต่อไปนี้

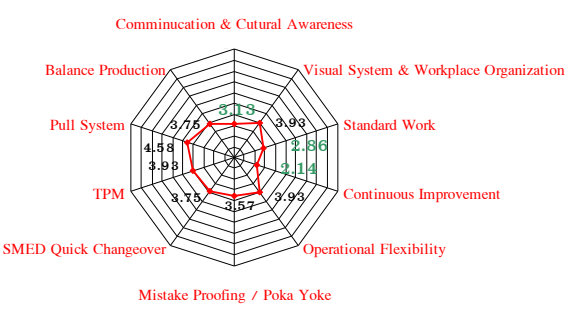
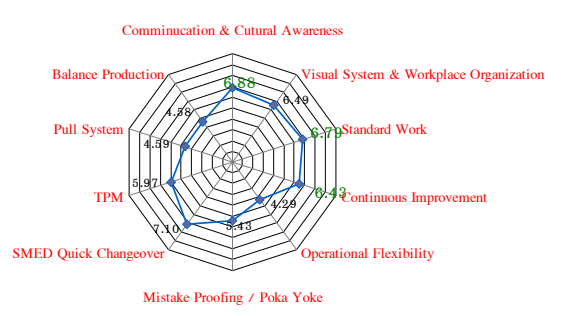
- 1) การสื่อสารและรับรู้วัฒนธรรมองค์กร ได้คะแนน 6.88
- 2) การควบคุมด้วยการมองเห็นและการจัดสถานที่ทำงาน ได้คะแนน 6.49
- 3) การจัดการมาตรฐานการทำงาน ได้คะแนน 6.79
- 4) การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง มีโครงการทำกิจกรรม QCC อย่างต่อเนื่อง ได้คะแนน 6.43
- 5) ความยืดหยุ่นของกระบวนการ ได้คะแนน 4.29
- 6) การป้องกันความผิดพลาด ได้คะแนน 5.43
- 7) การปรับเปลี่ยนรุ่นที่รวดเร็ว ได้คะแนน 7.10
- 8) การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม ได้คะแนน 5.97
- 9) ระบบการดำเนินงาน ได้คะแนน 4.59
- 10) การผลิตที่สมดุล ได้คะแนน 4.58

จากผล Lean Assessment ก่อนการปรับปรุง โดยหัวข้อที่มีโอกาสปรับปรุงมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่

1. การสื่อสารและรับรู้วัฒนธรรมองค์กร
2. การจัดการสถานที่ทำงานมีความปลอดภัยสะอาด และเป็นระเบียบ รวมทั้งมีการกำจัดสิ่งของที่ไม่จำเป็น
3. การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง มีโครงการทำกิจกรรม QCC อย่างต่อเนื่อง

จากการปรับปรุงทั้ง 3 ด้านดังกล่าว ทำให้เพิ่มขีดความสามารถของพนักงาน ปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้กับองค์กรได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ซึ่งหลังการปรับปรุงพบว่าการพัฒนาขึ้นจากเดิม โดยแสดงการเปรียบเทียบผล Lean Assessment ก่อน-หลังการปรับปรุง ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 การเปรียบเทียบผล Lean Assessment ก่อน-หลังการปรับปรุง

ผล Lean Assessment ก่อนการปรับปรุง	ผล Lean Assessment หลังการปรับปรุง
 คะแนนของหัวข้อสำคัญที่มีโอกาสในการปรับปรุง 1. Communication & Cultural Awareness ได้ 3.13 คะแนน 2. Standard Work ได้ 2.86 คะแนน 3. Continuous Improvement ได้ 2.14 คะแนน	 คะแนนของหัวข้อสำคัญที่มีโอกาสในการปรับปรุง 1. Communication & Cultural Awareness ได้ 6.88 คะแนน 2. Standard Work ได้ 6.79 คะแนน 3. Continuous Improvement ได้ 6.43 คะแนน

ทั้งนี้ ผลจากการตรวจวัดและประเมินความก้าวหน้าที่ได้ ทีมงานจะต้องนำมาจัดทำเป็นเอกสารรายงานต่อผู้บริหารและพนักงานอื่นๆ ภายในองค์กรได้อย่างชัดเจน โดยอาจจัดทำรายงานในลักษณะ A3 Report ดังตัวอย่างในบทที่ 5 ของคู่มือ Lean Management for Environment

ขั้นตอนที่ 21 การดำเนินการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง

การนำสินค้าประยุกต์ใช้ควบคู่กับการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กร จำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง จึงจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ดังนั้น มาตรการหรือกิจกรรมต่างๆ จะถูกทำซ้ำและปรับปรุงให้ดีขึ้น เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป ทั้งนี้ หากผลการปฏิบัติการ มีผลอันน่าพอใจตามเป้าหมาย หรือเกินกว่าที่คาดไว้ ควรมีการรวบรวมไว้เพื่อเป็นแนวปฏิบัติที่ดีและจัดทำเป็น “มาตรฐานการทำงาน” ต่อไป เช่น การจัดตารางเพื่อการบำรุงรักษาแบบป้องกัน การตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการซื้อเครื่องจักรใหม่หรือการขยายกำลังการผลิตด้วยการติดตั้งระบบสาธารณูปโภคใหม่ๆ การประเมินผลเพื่อปรับปรุงกระบวนการ การวางแผนการดำเนินการในระยะยาว และการทำบัญชีความสูญเสีย การแสวงหาความรู้ในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้องค์กรควรเน้นการมีส่วนร่วมของบุคลากร โดยการอบรมให้ความรู้กับพนักงานอย่างสม่ำเสมอ จัดทำกิจกรรมกลุ่มย่อยในรูปแบบต่างๆ เช่น QCC, Kaizen, Continuous Improvement มีการประชุมนำเสนอแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างแผนก จัดกิจกรรมให้รางวัลแสดงความชื่นชม เพื่อเป็นขวัญและกำลังใจ

นอกจากนี้ ควรมีการนำมาตรการที่ใช้ได้ผลบรรจุเข้าไปในแผนการดำเนินธุรกิจต่างๆ เช่น แผนการตลาด แผนการเงิน แผนการปฏิบัติงาน แผนการวิจัยและพัฒนา แผนการบริหาร และการจัดการ ซึ่งอาจมีการกำหนดตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ในการทำงาน เพื่อให้มีเป้าหมายในการพัฒนาในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิงบทที่ 3

1. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษอุตสาหกรรมฟอกย้อม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://infofile.pcd.go.th> (วันที่ค้นข้อมูล 27 มิถุนายน 2554).
2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2542. คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฟอกย้อม. กรุงเทพฯ.
3. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ. กรุงเทพฯ.
4. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2551. คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอ. กรุงเทพฯ.
5. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ม.ป.ป. คู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตเซรามิก. กรุงเทพฯ.
6. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2551. ความสำเร็จการดำเนินโครงการจัดการพลังงานแบบสมบูรณ์เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรม รุ่นที่ 4. กรุงเทพฯ.
7. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. โครงการให้คำปรึกษาแนะนำเชิงลึกแก่ SMEs ด้วยระบบ LEAN ปี 2552-2554. บริษัท เจริญรัตน์การทอ จำกัด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://lean.bsiddip.org/moodle/>. (วันที่ค้นข้อมูล: 20 ธันวาคม 2554).
8. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. โครงการให้คำปรึกษาแนะนำเชิงลึกแก่ SMEs ด้วยระบบ LEAN ปี 2552-2554. บริษัท ไทยทาเคเคสเลข จำกัด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://lean.bsiddip.org/moodle/>. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ธันวาคม 2554).
9. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://eco-town.dpim.go.th/basic/factory>. (วันที่ค้นข้อมูล 16 พฤศจิกายน 2554).
10. กระบวนการผลิตเส้นใย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://chartree.wordpress.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 10 กรกฎาคม 2554).
11. วัชร มั่งวิฑิตกุล. 2552. การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมฟอกย้อม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thailandindustry.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 21 มิถุนายน 2554).
12. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. ปัญหามลพิษจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://teenet.tei.or.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 20 กรกฎาคม 2554).
13. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. หลักสูตร “ร่วมลดโลกร้อน ร่วมก้าวไปสู่การเป็น Green Organization by Green teams”.

เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับ อุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการใช้สารเคมี มีของเสียและน้ำเสียเกิดขึ้นในปริมาณมาก และมีความจำเป็นที่ต้องให้ความสำคัญด้านการป้องกันและวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี โดยเฉพาะการพัฒนาวัตกรรมการผลิตสิ่งทอสีเขียวควบคู่ไปกับการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น การปรับเปลี่ยน/ปรับปรุงกระบวนการ การเลือกใช้วัตถุดิบหรือสารเคมีทดแทน การเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อจัดการการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเบื้องต้น โดยสามารถสรุปแนวทางการบริหารจัดการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม และกรณีตัวอย่างเพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอออกเป็น 7 ด้านหลักๆ ดังนี้

4.1 การจัดการด้านวัตถุดิบและสารเคมี

4.1.1 การจัดการสารเคมีให้เหมาะสม

สำหรับสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ แต่ส่วนใหญ่แล้วสารเหล่านั้นมักจะเป็นสารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ ตามมาหากมีการใช้และการจัดการที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการใช้งานสารเคมีจึงควรศึกษาถึงสมบัติ ปริมาณ วิธีการใช้งานที่ถูกต้อง และผลกระทบของสารเหล่านั้นต่อสิ่งแวดล้อมก่อน ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานต่อไปนี้¹

1) การเลือกใช้สารเคมี

การเลือกใช้สารเคมีในการผลิตให้พิจารณาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงควรเลือกใช้สารเคมีที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ดังนี้

¹ China Eco-efficiency Research Center (CERC). 1996.

- สารลดแรงตึงผิวที่ไม่เป็นพิษ สามารถใช้แทนสารฟีนอลเอธอกซิเลต หรือสารลดแรงตึงผิวที่เป็นพิษอื่นๆ เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวนี้เป็นสารเคมีที่ย่อยสลายได้ เมื่อนำไปเจือปนกับน้ำเสีย จะไม่มีความเป็นพิษใดๆ
- สารคอมเพล็กซ์ ควรหลีกเลี่ยงหรือลดปริมาณการใช้สารคอมเพล็กซ์ในขั้นตอนการเตรียมผ้าหรือย้อมสี โดยเลือกใช้สารคอมเพล็กซ์ที่ย่อยสลายได้/ ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แทน
- สารกำจัดโฟม พยายามหลีกเลี่ยงหรือลดปริมาณการใช้ให้น้อยลง หรือเลือกใช้สารกำจัดโฟมแบบไม่มีน้ำมัน หรือแบบที่ย่อยสลายได้

2) การลดปริมาณการใช้สารเคมีในขั้นตอนต่างๆ

➤ ขั้นตอนการย้อม

- การเลือกใช้สีที่มีความสามารถในการย้อมติดสูง สามารถยึดติดกับเส้นใยที่ดีในการย้อมสีทั่วไป เพื่อลดปริมาณสีที่เหลืออยู่ในน้ำเสีย
- ลดปริมาณการใช้สารย้อมสีแต่ละชนิด (ใช้ระบบตารางสี) ในการย้อมสีทั่วไป
- การลดปริมาณน้ำเพื่อลดปริมาณสารเคมี
- ใช้โซดาไฟย้อมสิ่งทอประเภทเส้นใยฝ้ายและเรยองเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซึมสีในการย้อมสีทั่วไป ทำให้ลดปริมาณน้ำที่ใช้ในการซักล้างทำความสะอาด
- ใช้สารละลายย้อมสีในปริมาณที่ลดลงในการผลิต และลดปริมาณการหมุนของลูกกลิ้งในการทำให้สีฟุ้งเข้าไปในเส้นใยในการย้อมสีแบบต่อเนื่อง

➤ ขั้นตอนการพิมพ์

- ใช้ปริมาณสารเพิ่มความเข้มข้นให้น้อยที่สุด

➤ ขั้นตอนการฟอก

- การลดปริมาณการใช้กรดและด่าง
- ใช้สารฟอกขาว H_2O_2 โดยใช้ในปริมาณที่น้อย หรือใช้สารละลายเชิงซ้อนที่ย่อยสลายได้ในการฟอกขาว

3) การใช้ซ้ำ/ การนำกลับมาใช้ใหม่

➤ ขั้นตอนการพิมพ์

- นำสารเพิ่มความเข้มข้นในขั้นตอนการพิมพ์มารีไซเคิล

➤ **ขั้นตอนการย้อม**

- การนำสารเคมีที่ใช้แล้วในขั้นตอนการย้อมกลับมาใช้ใหม่
- การแยกสีออกจากสารละลายสีที่ใช้แล้วในอ่างย้อม เช่น โดยวิธีการกรองด้วยเมมเบรนและ/หรือการใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำเอาสี น้ำ พลังงาน และสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ในการย้อมสีทั่วไป

4) ด้านการหลีกเลี่ยงการใช้

➤ **ขั้นตอนการเตรียมผ้า**

- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารลดแรงตึงผิวประเภท APEO และ LAS รวมทั้งสารลดแรงตึงผิวที่มีตัวละลายอินทรีย์และใช้สารพวกอัลคิลซัลโฟเนต อัลคิลซัลเฟต หรืออนุพันธ์กรดไขมันพวกเอทอกซิเลตแทนในการทำความสะอาด และควรใช้สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบร่วมกับสารที่ไม่มีประจุ
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารจับความกระด้างประเภท EDTA, NTA และอนุมูลฟอสเฟต และใช้สารประเภทฟอสโฟเนตแทนในการทำความสะอาด
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ โซเดียมคลอไรท์ และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หรือกรดเปอร์อะซิติกแทนในการฟอกขาว

➤ **ขั้นตอนการย้อม**

- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สีอะโซซึ่งสามารถแตกตัวให้สารเอมีนที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งในการย้อมสีทั่วไป
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สีเมทัลลอมล็กซ์และใช้สีแอลิตแทนในการย้อมทับด้วยสารประกอบโครเมียมในการย้อมสีทั่วไป
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สีที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบในการย้อมสีทั่วไป
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารแครีเออร์ในการย้อมสีเส้นใยพอลิเอสเตอร์ หากไม่สามารถทำได้ให้ใช้สารแครีเออร์ที่ไม่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบในการย้อมสีทั่วไป
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารช่วยการกระจายสี พวกตัวทำละลายในกลุ่มฮาโลจิเนต และพวก APEO ในการย้อมสีทั่วไป

➤ **ขั้นตอนการพิมพ์**

- ควรหลีกเลี่ยงการใช้พิกเมนต์ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ

➤ **ขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จ**

- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารตกแต่งสำเร็จที่มีฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นส่วนประกอบ หรือสารที่สามารถปลดปล่อยฟอร์มาลดีไฮด์ออกมา
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารตกแต่งป้องกันจุลินทรีย์ที่มีปรอท ทองแดง อาร์เซนิก หรือสารพวกคลอโรฟีนอลเป็นส่วนประกอบ

5) **ด้านการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ**

➤ **ขั้นตอนการเตรียมผ้า**

- เปลี่ยนสารที่ใช้ในกระบวนการกำจัดแป้ง เป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนแป้งเป็นแอลกอฮอล์ หรือใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการลอกแป้งของขั้นตอนการเตรียมผ้า
- การใช้สารโซเดียมคลอไรด์ หรือใช้วิธีการฟอกขาวแบบสองขั้นตอน $H_2O_2 - ClO_2$ แทนในการฟอกขาว

➤ **ขั้นตอนการพิมพ์**

- การเลือกใช้พิกเมนต์ที่ละลายในน้ำแทนการใช้พิกเมนต์ที่อยู่ในรูปอิมัลชันของน้ำและน้ำมัน

➤ **ขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จ**

- การใช้สารเร่งปฏิกิริยาประเภทสารประกอบแมกนีเซียมแทนสารประกอบสังกะสี
- การใช้สารเคมีที่มีค่าบีโอดีต่ำแทนสารเคมีเดิม

6) **ด้านการปรับปรุงวิธีการผลิต**

- การศึกษาขั้นตอนการผลิตต่างๆ อย่างละเอียด เพื่อให้สามารถใช้สารเคมีในแต่ละสูตรในปริมาณที่น้อยที่สุด
- ใช้ระบบเติมและผสมสารย้อมสีอัตโนมัติในการย้อมสีทั่วไป
- ใช้ระบบการแยกทอส่งกากวัตถุดิบและทอส่งสารเคมี เมื่อจะใช้จึงค่อยนำมาผสมกัน
- ควรทำการตกแต่งนุ่มในอ่างเฉพาะ เช่น ในอ่างจุ่มอัด แทนการตกแต่งนุ่ม โดยการเติมสารตกแต่งนุ่มลงในน้ำล้างสุดท้าย
- การใช้น้ำร้อนแทนการใช้สารลดแรงตึงผิวในขั้นตอนการทำความสะอาดผ้า

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านการใช้สารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1: แนวทางการจัดการด้านการใช้สารเคมี

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านการใช้สารเคมี	การลดปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ
สภาพปัญหา : โรงงานย้อมผ้าแห่งหนึ่งใช้สารประกอบเชิงซ้อน และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ ซึ่งมีสมบัติไม่ดี ทำให้ต้องใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุเป็น 2 เท่าของสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่เท่าเทียมกัน จึงทำให้สิ้นเปลืองวัตถุดิบ แนวทางการปรับปรุง : ลดปริมาณการใช้สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ โดยใช้สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบแทน สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และยังมีสมบัติอื่น ๆ ดังนี้  มีฟองน้อย  ไม่เกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสีและสารเคมี  มีขนาดโมเลกุลเล็ก  มีความหนืดต่ำ  กรณีสของสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุควรมีค่า HLB ต่ำ	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
 ลดปริมาณการใช้สารลดแรงตึงผิวลงครึ่งหนึ่งทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายได้	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 2 : แนวทางการจัดการด้านการใช้สารเคมี

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านการใช้สารเคมี	การลดปริมาณสารเคมี
สภาพปัญหา : โรงงานย้อมผ้าแห่งหนึ่งมีกำลังการผลิต (ย้อมผ้า) 800,000 หลาต่อเดือน และย้อมเส้นด้าย 3,000 กิโลกรัมต่อเดือน แต่เดิมใช้เครื่อง Causticized ในกระบวนการชุบมัน ซึ่งไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้คงที่ตลอดเวลาได้ ทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีเป็นสาเหตุให้สีย้อมไม่สม่ำเสมอ แนวทางการปรับปรุง : ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรจากเครื่อง Causticized มาเป็นเครื่อง Caustic Soda Concentration ซึ่งถูกออกแบบให้มีการหมุนเวียนนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กลับมาใช้ใหม่ และสามารถควบคุมความเข้มข้นและอุณหภูมิของสารละลายให้คงที่ได้ตลอดเวลา	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
เงินลงทุน	: 2,600,000 บาท
ประหยัดสารเคมีและพลังงาน	: 1,485,720 บาท/ปี
ระยะเวลาที่คืนทุน	: 1.75 ปี

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ. (2548).

ตัวอย่างที่ 3: แนวทางการจัดการด้านการใช้สารเคมี

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านการใช้สารเคมี	การลดปริมาณสารเคมี
สภาพปัญหา : ในขั้นตอนการกำจัดสีส่วนเกินภายหลังการย้อมด้วยวิธีดักชั้นเคลียร์ริง จะช่วยให้ได้สีที่แท้จริงและช่วยปรับปรุงความคงทนของสีต่อการซัก จะต้องใช้สารรีดิวซ์ ได้แก่ไฮโดรซัลไฟร์ และใช้โซดาไฟเป็นตัวช่วยปรับสภาวะให้เหมาะสม แต่เนื่องจากไฮโดรซัลไฟร์เป็นสารที่สามารถสลายตัวได้ง่าย ทำให้ต้องใช้ในปริมาณมาก และหลังการย้อมผ้ามักจะมีความเป็นกรด จึงเพิ่มโซดาไฟ ให้มากเกินไปที่จะทำให้พีเอชเท่ากับ 11-12 เพื่อให้การทำรีดักชั้นเคลียร์ริงเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีในขั้นตอนนี้มาก แนวทางการปรับปรุง : 🌸 ก่อนทำรีดักชั้น ควรตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของวัตถุดิบ 🌸 ในการทำรีดักชั้นเคลียร์ริงควรเติมโซดาไฟก่อนการเติมไฮโดรซัลไฟต์ 🌸 ในเจดสีอ่อนอาจลดปริมาณไฮโดรซัลไฟต์ลงได้ แต่ควรเติมโซดาไฟไว้ อย่างไรก็ดีหากมีผ้าจำนวนไม่มากนักและการหมุนเวียนของน้ำภายในเครื่องสามารถทำได้ที่อัตราเร็วที่สูงอาจจะลดปริมาณโซดาไฟลงได้ 🌸 ในกรณีของผ้าเนื้อหนาควรเพิ่มระยะเวลาการทำรีดักชั้นเคลียร์ริงให้มากขึ้น และควรแบ่งเติมไฮโดรซัลไฟต์หลายๆ ครั้ง 🌸 ควรทำการตรวจวัดหาปริมาณไฮโดรซัลไฟต์ที่เหลือภายหลังการทำรีดักชั้นเคลียร์ริง โดยการไทเทรตกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อที่จะได้สามารถกำหนดจำนวนครั้งของการล้างอย่างเหมาะสม	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

4.1.2 การเลือกวัตถุดิบเส้นใยผ้าให้เหมาะสม

หลักการและวิธีการเลือกเส้นใยผ้า มีรายละเอียดดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 หลักการและวิธีการในการเลือกวัตถุดิบเส้นใยผ้า

วัตถุดิบ	หลักการและวิธีการเลือก
เส้นใยสังเคราะห์	เลือกวัตถุดิบที่มีสารพิษเจือปนต่ำ หรือเป็นเส้นใยที่ใช้สารเติมแต่งที่ย่อยสลายได้
ผ้าฝ้าย	เลือกวัตถุดิบที่ใช้เทคนิคลงแป้งบาง หรือเป็นเส้นใยที่ใช้สารเติมแต่งที่ย่อยสลายได้ ☺ หลีกเลี่ยงการใช้เส้นใยผ้าที่ถูกย้อมโดยสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น PCP ☺ เลือกใช้ผ้าฝ้ายธรรมชาติ ที่ไม่มีสารพิษ
ผ้าขนสัตว์	หลีกเลี่ยงการใช้เส้นใยผ้าที่ถูกย้อมโดยสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น OC หรือ ยาฆ่าแมลง ☺ สนับสนุนการผลิตขนแกะที่ใช้ยาฆ่าแมลงปริมาณต่ำ ลดปริมาณการใช้ขนแกะที่ใช้ยาฆ่าเชื้อรา ☺ เลือกใช้ขนแกะที่ใช้สารเคมีบั่นด้ายที่ย่อยสลายได้ ทดแทนสารเคมีที่มีน้ำมันแร่หรือ APEO

นอกจากนี้ยังมีวิธีการ/แนวทางการจัดการอื่นๆ ด้านวัตถุดิบในขั้นตอนต่างๆ สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถนำไปปฏิบัติได้ตามหลักการดังนี้

1) ด้านการลดปริมาณ

- ทำการตรวจสอบปริมาณการใช้วัตถุดิบและกำหนดปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต
 - ประเมินปริมาณของสารย้อมสีที่ใช้โดยพิจารณาถึงน้ำหนักของผ้า (ความยาวของผ้า x น้ำหนัก)
 - วัดปริมาณโดยใช้คอมพิวเตอร์คำนวณ

2) ด้านการใช้ซ้ำ/ การนำกลับมาใช้ใหม่

- ขั้นตอนการเตรียมผ้า
 - การนำแป้งสังเคราะห์กลับมาใช้ใหม่โดยวิธีการกรองแบบอัลตราฟิวเทชัน ในการลอกแป้งของขั้นตอนการเตรียมผ้า
 - การนำสารละลายแป้งมาร์ไชเคิลในการลอกแป้งของขั้นตอนการเตรียมผ้า
- ขั้นตอนการพิมพ์
 - นำแป้งพิมพ์ที่เหลือจากการพิมพ์กลับมาใช้ใหม่ (โดยใช้ระบบเครื่องวัดสีด้วยคอมพิวเตอร์)

3) ด้านการหลีกเลี่ยงการใช้

- การลอกแป้งด้วยเอนไซม์แทนการใช้สารลอกแป้งประเภทสารออกซิไดซ์ ในการลอกแป้งของขั้นตอนการเตรียมผ้า

4) ด้านการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ

- การใช้วิธีการปฏิกิริยาออกซิเดชันในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบได้ในการลอกแป้งของขั้นตอนการเตรียมผ้า

5) ด้านการปรับปรุงวิธีการผลิต

- การป้องกันตัวมอดในเส้นใยในขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จ ควรนำผ้าไปชุบกรดก่อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเส้นใยในการดูดซับสาร
- เลือกใช้เทคนิคโฟมในการทำให้สารป้องกันตัวมอดซึมซับเข้าไปในเส้นพรม
- ใช้เทคนิคโฟมและเทคนิคสเปรย์ในการตกแต่งให้นุ่ม

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 4 : แนวทางการจัดการด้านวัตถุดิบ

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านวัตถุดิบ	การลดปริมาณสารเคมีและน้ำ
สภาพปัญหา : ในกระบวนการฟอกย้อมมีการใช้ต่างจำนวนมาก โดยเฉพาะโซดาไฟซึ่งนิยมใช้กันมากที่สุด แต่มีข้อเสียดังนี้ 1. โซดาไฟมีความเป็นด่างที่แรง ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับสารบางตัวได้ เช่น เส้นใยพอลิเอสเตอร์ สีรีแอคทีฟ สารลดแรงตึงผิว เป็นต้น 2. โซดาไฟเป็นสารที่มีความสามารถในการเกาะยึดกับเส้นใยฝ้ายสูง ดังนั้นเมื่อมีการใช้สารนี้การล้างออกจากเส้นใยจะต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม 3. วิธีการล้างและกำจัดโซดาไฟออกจากเส้นใย คือการลดแรงเกาะยึดของสารกับเส้นใย ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูง แนวทางการปรับปรุง : 1) ในกรณีของกระบวนการทำความสะอาดเส้นใยฝ้ายมักจะใช้โซดาไฟปริมาณ 20-40 กรัม/ลิตร (ถ้าเป็นเส้นใย T/C จะใช้ในปริมาณครึ่งหนึ่งพอลิเมอร์) เพื่อเป็นการลดปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการล้างควรลดปริมาณโซดาไฟลงและใช้โซดาแอชแทน 2) ในกรณีของกระบวนการทำความสะอาดเส้นใยพอลิเอสเตอร์ โซดาแอชเป็นด่างที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดน้ำมันและสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนมาระหว่างกระบวนการทอหรือถักผ้า ซึ่งมีปริมาณไม่มากนัก ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้โซดาไฟ	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 5 : แนวทางการจัดการด้านวัตถุดิบ

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านวัตถุดิบ	การหลีกเลี่ยงการใช้สารผิดประเภท
สภาพปัญหา : ในขั้นตอนการลอกแป้งสังเคราะห์จะต้องใช้สารเคมีชนิดอื่น เช่น สารออกซิไดซ์พวกเปอร์ออกไซด์คาร์บอเนต และก่อนที่จะใช้สารลอกแป้งจะต้องทำการล้างผ้าด้วยน้ำร้อนก่อน และหลังการใช้สารออกซิไดซ์ผ้าจะต้องนำไปอบไอน้ำประมาณ 20 นาที ถ้าทำการลอกแป้งไม่หมดหรือไม่สม่ำเสมอจะส่งผลให้ผ้าที่ย้อมมีสีไม่สม่ำเสมอ แนวทางการปรับปรุง : ควรทำการวิเคราะห์ว่าแป้งที่ใช้เป็นแป้งชนิดใด และควรใช้แป้งที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวเคมี หากเป็นแป้งธรรมชาติ สารลอกแป้งที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ เอ็นไซม์แอลฟาอะไมเลส (α - amylase) แต่ในปัจจุบันโรงทอผ้าส่วนใหญ่ มักจะใช้แป้ง (PVA) หรือแป้งอะคริลิค ซึ่งเป็นแป้งสังเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถกำจัดแป้งทั้งสองด้วยเอ็นไซม์อะไมเลสได้	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 6 : แนวทางการจัดการด้านวัตถุดิบ

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านวัตถุดิบ	การประหยัดสีและย้อมเจดสีที่ถูกต้อง
การเลือกใช้สีย้อมสำหรับเส้นใยฝ้ายควรพิจารณาเรื่องต่อไปนี้ 1) สีที่มีความคงทนสูง 2) สีที่ให้เจดสีคงที่ไม่ว่าการย้อมในหม้อย้อมเดียวกันหรือต่างหม้อย้อม 3) สีที่สามารถดูดซึมโดยเส้นใยได้ดีแม้จะใช้เกลือน้อย 4) สีที่นำมาใช้เป็นแม่สีในการผสมให้ได้สีอื่น ๆ ควรมีอัตราในการดูดซึม และอัตราเร็วในการย้อมพอ ๆ กัน และตอบสนองต่ออุณหภูมิ ปริมาณเกลือและด่างที่ใช้เหมือนกัน 5) สีที่ใช้ย้อมเส้นใยฝ้ายที่ไม่ผ่านการเมอร์เชอไรซ์ ความเป็นสีที่สามารถดูดซึมและมีความสามารถในการฟีนิกติดสูง	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

4.1.3 เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้

➤ เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้ด้านการจัดการสารเคมี

(1) การใช้เอนไซม์²

สามารถนำไปใช้กับเส้นใยธรรมชาติ มีการนำเอนไซม์มาใช้ในขั้นตอนการลอกแป้งดังตารางที่ 4-2 โดยเอนไซม์สามารถใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ข้อดีคือ ช่วยให้ประหยัดพลังงานเนื่องจากใช้อุณหภูมิต่ำ และประหยัดการใช้น้ำ ซึ่งเป็นการลดปริมาณน้ำที่ใช้ในการซักล้าง และยังช่วยลดการใช้สารเคมีในกระบวนการอีกด้วย

ตารางที่ 4-2 การใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

เส้นใย	ขั้นตอน	เอนไซม์
ฝ้าย	ลอกแป้ง	ผงเอนไซม์สำหรับชะล้าง
	ขจัดสิ่งสกปรก	เอนไซม์เพคตินเอส
	ขจัดสิ่งสกปรก	เอนไซม์ผสม
	ฟอกขาว	เอนไซม์แลคเคส เอนไซม์กลูโคส
	กำจัด H ₂ O ₂ หลังฟอก	เอนไซม์คาตาเลส
	ซูปมัน	เอนไซม์เซลลูโลส
	ขัดผิวหน้า	เอนไซม์เซลลูโลส
ขนสัตว์	ทำความสะอาดขน	เอนไซม์ไลเปส
	ป้องกันการหด	เอนไซม์เฉพาะ

² China Eco-efficiency Research Center (CERC). 1996.

เส้นใย	ขั้นตอน	เอนไซม์
ไหม	ลอกขาว	เอนไซม์เชริซิน
ลินิน	เพิ่มความนุ่ม	เอนไซม์ไขมันเพคติเนส
ป่าน	ฟอกขาว	เอนไซม์เซลลูโลส
	เพิ่มความนุ่ม	เอนไซม์ไซแลน

ที่มา : China Eco-efficiency Research Center. (1996).

(2) การใช้วิธี Supercritical Carbon Dioxide ในการย้อมสี³

หลักการของเทคนิคการย้อมสีโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ภาวะเหนือวิกฤต เนื่องจากภายใต้สภาวะเหนือวิกฤต คาร์บอนไดออกไซด์จะมีสถานะเป็นของเหลวที่มีความหนาแน่น ซึ่งสามารถนำไปผสมกับสารถย้อมสีได้ และคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตนี้มีความเข้มข้นต่ำ และมีส่วนมีสถานะเป็นก๊าซ เมื่อนำไปผสมรวมกับสีย้อมโมเลกุลเดี่ยว จะช่วยกระจายโมเลกุลของสี ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการย้อมสีได้ เมื่อย้อมสีเสร็จแล้ว จะไม่มีกากของเหลือ ส่วน CO₂ ก็สามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก และหลังจากที่ย้อมสีเสร็จแล้ว ก็ไม่ต้องนำผ้ามาอบแห้งหรือล้างทำความสะอาด ทำให้ประหยัดพลังงาน ประหยัดเวลา และประหยัดสารเคมีแต่ง และที่สำคัญ คือ ไม่ทำให้เกิดน้ำเสียหรือของเสีย จึงเป็นแนวทางการจัดการที่ดีของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

นอกจากนี้สารถย้อมสีที่อยู่ภายใต้สภาวะเหนือวิกฤต สามารถผสมรวมตัวกับตัวกลางอื่นที่เป็นโมเลกุลอินทรีย์ เนื่องจาก CO₂ มีคุณสมบัติไม่ติดไฟง่าย ไม่ระเบิด และไม่มีพิษ ทำให้ปัจจุบันมีการนำ CO₂ มาใช้ในการย้อมสีของเส้นใยผ้า มีข้อดีดังต่อไปนี้

- ไม่ต้องใช้น้ำ
- ไม่มีมลพิษ (สามารถนำ CO₂ กลับมาใช้ได้อีก)
- หลังจากย้อมสีแล้ว ไม่ต้องอบแห้ง
- ช่วยทำให้สีย้อมผ้ามีการกระจายสีสม่ำเสมอ
- กากของเสียสามารถนำมารีไซเคิลได้

(3) การใช้ Ultra Sound

เทคโนโลยี Ultra Sound มีข้อดี คือสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายของสีในการย้อมได้ ช่วยทำให้สารถย้อมสีมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และข้อดีในด้านสิ่งแวดล้อมของการใช้เทคโนโลยีนี้ คือ

- ลดปริมาณการใช้พลังงานในขั้นตอนการผลิต (ใช้อุณหภูมิต่ำและใช้เวลาน้อย)
- ประหยัดปริมาณการใช้สารเคมีแต่ง

³ กรมโรงงานอุตสาหกรรม. “คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฟอกย้อม”. (2542).

(4) การใช้เคมีไฟฟ้าในการย้อมสี

สารย้อมสี และสารย้อมสีซัลเฟอ์ ต้องผ่านกระบวนการรีดิวซ์ และออกซิเดชัน ซึ่งจะต้องใช้สารรีดิวซ์และสารออกซิไดซ์ในการผลิต ดังนั้นการใช้เคมีไฟฟ้า คือการเข้ามาแทนที่การใช้สารย้อมสีทั้งสองตัวดังกล่าว เพื่อเป็นการประหยัดและลดปริมาณการใช้สารเคมี

(5) การใช้สารอื่นทดแทนการใช้สารเติมแต่ง⁴

1) สารองค์ประกอบเชิงซ้อน เป็นการใช้กรด PASP เพื่อทดแทนการใช้สารเติมแต่ง และเพื่อเพิ่มการกระจายตัวของสีและสารองค์ประกอบเชิงซ้อนอื่นๆ

2) สารเชื่อมติด เป็นการใช้กรดโพลีคาบอเนต เพื่อทดแทนการใช้สาร N-Methyl Cross-linking Agent ซึ่งก่อให้เกิดสารพิษปนเปื้อนฟอร์มัลดีไฮด์

3) ไบโอฟิลเมอร์ นอกจากเซลล์ลูโลสแล้ว สัตว์ที่มีเปลือกแข็ง (ปู กุ้งมังกร) และแมลงที่มีกระดองแข็ง จัดว่าเป็นไบโอฟิลเมอร์ประเภทที่สอง โดยเฉพาะกรดไขมันที่พัฒนาไปเป็นไคโตซาน จะไม่ละลายน้ำ แต่ไคโตซานมีกรดอะมิโนและเกลือ ทำให้ละลายได้ในกรดไคโตซาน จึงสามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

- ช่วยต่อต้านเชื้อโรค โดยการผสมเส้นใยไคโตซาน 10 เปอร์เซ็นต์ กับเส้นใยฝ้ายจะทำให้เกิดเป็นเส้นด้ายผสม และฉีดสเปรย์สารละลายไคโตซานลงบนเส้นใยผ้า จะทำให้ผ้ามีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อโรคได้นาน หากเปรียบเทียบสารละลายไคโตซานกับสารต่อต้านเชื้อโรคทั่วไปแล้วไคโตซานมีข้อดี คือไม่มีพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ดังนั้นจึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ผ้า

- เพิ่มประสิทธิภาพการติดทนนานของสีย้อม จากงานวิจัย พบว่าไอออนบวกของไคโตซานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการติดทนนานของสีได้

- ป้องกันไฟฟ้าสถิต
- ป้องกันรอยยับ
- เพิ่มความสามารถในการดูดซึมของสีย้อม
- เพิ่มความนุ่มให้กับเนื้อผ้า
- เพิ่มประสิทธิภาพให้กับสารเพิ่มความเหนียว
- สามารถนำไปใช้บำบัดน้ำเสียได้

⁴ China Eco-efficiency Research Center. (1996).

(6) เทคโนโลยีการใช้สารเคมีเคลือบผ้า

เทคโนโลยีการเคลือบมีการนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างกว้างขวาง ซึ่งสามารถทำได้โดยการนำสารมาเคลือบบนผิวของวัสดุ ทำให้แห้งแล้วยึดติดอยู่บนผิวของวัสดุด้วยความร้อน โดยสารที่จะนำมาเคลือบนั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลายที่มีความหนืดพอสมควร และเมื่อให้ความร้อนจะต้องเกิดเป็นฟิล์มเคลือบอยู่บนผิวของวัสดุ

พอลิเมอร์ที่ปัจจุบันมีการนำมาใช้มีอยู่หลายชนิด เช่น Polyvinyl chloride (PVC), Polyvinylidene chloride (PVDC), Polytetra fluoroethylene (PTFE), Rubber, Styrene Butadiene Rubber (SBR), Nitrile rubber, Butyl rubber, Polychloroprene (Neoprene), Chlorosulphonated polyethylene, Silicone rubber, Polyurethane เป็นต้น

ในส่วนของเทคนิคการเคลือบผ้ายังมีหลายวิธี โดยจุดประสงค์หลักคือการทำให้สารเคมีที่ต้องการไปอยู่บนพื้นผิวของวัสดุนั้น โดยสามารถควบคุมร้อยละของการเคลือบได้อย่างแน่นอน ซึ่งมีเทคโนโลยีเคลือบผ้าที่ทันสมัยเป็นเทคโนโลยีขั้นสูง โดยนำมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ ดังนี้

- 1) **Plasma Coating** เป็นกระบวนการวิศวกรรมบนพื้นผิววัสดุที่รวดเร็ว หลากหลาย และมีความยืดหยุ่นสูงในการที่เพิ่มฟังก์ชันพิเศษบนสิ่งทอด้วยการใช้ก๊าซ เทคนิคนี้ส่งผลกระทบท่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เนื่องจากไม่ใช้น้ำและสารเคมีที่เป็นอันตราย และเนื่องจากความหลากหลายของก๊าซและผลการเคลือบที่ถาวร จึงมีประสิทธิภาพสูง แต่มีต้นทุนการผลิตที่สูงมาก
- 2) **Nanomaterial Coating** การวิจัยและพัฒนาในส่วนของวัสดุนาโน ช่วยนำความก้าวหน้าในการเคลือบผ้าเพื่อต้านทานเชื้อไวรัส และเชื้อรา นอกจากนี้การเคลือบผ้าด้วยนาโนที่เป็นโลหะ ทำให้ผ้ากันน้ำ กันสิ่งสกปรก และกันยับได้เป็นอย่างดี จากผลงานวิจัยพบว่า การเคลือบในระดับนาโนสามารถทำให้ผ้าเชื้อใช้หวัดได้
- 3) **Inkjet Printing** เป็นการพิมพ์แบบหมึกหยด ซึ่งปัจจุบันพัฒนาเป็นการพิมพ์แบบดิจิตอล เป็นการเคลือบเฉพาะจุดเนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์แบบดิจิตอลสามารถควบคุมปริมาณสารเคมีได้ค่อนข้างแม่นยำมาก ทำให้การเคลือบเฉพาะจุดมีคุณภาพสูง ประหยัดสารเคมีและรักษาสีสิ่งแวดล้อม (รูปที่ 4-1)



รูปที่ 4-1 เครื่องเคลือบผ้า

ที่มา : <http://www.ttistextiledigest.com/articles/technology/item/2962-coated-textiles.html>.

(7) การใช้สีย้อมธรรมชาติ⁵

เป็นการใช้สีย้อมจากพืช ได้แก่ แก่นขนุน ซึ่งเป็นพืชที่มีแก่น โดยแก่นจะให้สีที่ดี ติดทนนานทนต่อแสง และทนต่อการซัก ซึ่งวัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีสารก่อมะเร็ง และโลหะหนัก

➤ เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้ด้านการจัดการวัตถุดิบ

(1) การใช้พลาสติกอุณหภูมิต่ำ⁶

เป็นวิธีการขจัดสีฝังในฝ้าย โดยใช้อนุภาคของออกซิเจนที่ถูกปล่อยออกมาจากพลาสติกอุณหภูมิต่ำแทนวิธีเก่าที่ใช้ความร้อนที่จุดเดือด ใช้ต่างและใช้สารลดแรงตึงผิว ซึ่งวิธีการใช้พลาสติกนี้สามารถลดปัญหาการหดตัวของขนสัตว์และทำให้ผ้าโพลีเอสเตอร์มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำที่ดีขึ้น

เทคโนโลยีการใช้พลาสติกที่ใช้อุณหภูมิต่ำนี้เป็นเทคโนโลยีสะอาดไม่ทำลายสภาพแวดล้อม สะดวกต่อการใช้งาน และควบคุมได้ง่าย โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัตถุดิบอื่นๆ โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติเดิมของวัตถุดิบนั้นๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ทั้งกับเส้นใยผ้าธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ ทั้งนี้มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ดังนี้

- กำจัดไขมันสัตว์
- ลอกแป้ง
- ช่วยในการดูดซึมความชื้น

⁵ <http://www.mmthailand.com/mmnew/index.php>.

⁶ China Eco-efficiency Research Center. (1996).

- เพิ่มประสิทธิภาพของเนื้อผ้าให้เรียบ
- เพิ่มประสิทธิภาพของการย้อมสี
- ปรับปรุงความสามารถในการย้อมสีให้มีเนื้อสีที่สม่ำเสมอ
- ป้องกันการหดตัวของผ้าขนสัตว์ และฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติที่ไม่ทำให้คุณภาพของผ้าขนสัตว์ลดลง และช่วยให้สามารถหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนสารพิษในน้ำได้ โดยทั่วไปแล้ว คุณสมบัติที่สำคัญของพลาสติก คือสามารถลดระยะเวลาในการทำงานได้ดีในสถานะที่อุณหภูมิต่ำ ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำและสารเคมีอื่นๆ หรือหากใช้จะใช้ในปริมาณน้อย และสามารถนำไปใช้กับผ้าได้เกือบทุกประเภท และที่สำคัญเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

(2) การเลือกใช้เส้นใยธรรมชาติ

➤ เส้นใยพอลิแลคเตดิกแอซิด (Polylactic Acid: PLA)⁷

เป็นเส้นใยที่ผลิตมาจากทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งเส้นใย PLA เป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่ผลิตจาก Polylactic Acid หรือ Polylactide โดยใช้วัตถุดิบจากข้าวโพดหรือน้ำตาล ซึ่งสามารถย่อยสลายได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถนำมาพัฒนาโดยปรับปรุงสมบัติในด้านความร้อน โดยสามารถเพิ่มจุดหลอมเหลวจาก 160-170 องศาเซลเซียส ไปที่ 220 องศาเซลเซียส เน้นการใช้งานด้านการผลิตเป็นเสื้อผ้าและผ้าเบาะรถยนต์

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านเชื้อแบคทีเรียของเส้นใย PLC ที่ผสมสารสกัดจากเปลือกมังคุด สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียชนิด *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 และ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ได้ โดยเมื่อปริมาณสารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ใส่ในเส้นใยมากขึ้น การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก็เพิ่มขึ้นด้วย โดยปัจจุบันนำมาผลิตผ้าปิดจมูก สามารถลดเชื้อแบคทีเรียและวัณโรคได้

➤ เส้นใยนาโนโพลิเอสเทอร์

เป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูง โดยเส้นใยมีขนาด 700 นาโนเมตร มีสมบัติต้านความลื่น ผ้าที่ทำจากเส้นใยมีความนุ่มมือ ยืดหยุ่น ดูดซับน้ำได้ดี และทึบแสง เส้นใยนาโนนี้มีความแข็งแรงเทียบเท่ากับเส้นใยยาวโพลิเอสเทอร์ที่ผลิตเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน โดยนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- วัสดุลดการกระแทกทำจากโพลิเอสเทอร์ ที่ให้ความรู้สึกสบายเนื่องจากมีสมบัติที่ยืดหยุ่นมากและอากาศซึมผ่านได้ดี เหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นแผ่นเสริมในยกทรงสุขภาพสตรี ผ้าปูที่นอน และเบาะรองนั่งแทนที่โพลียูรีเทน โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโพลิเอสเทอร์

⁷ <http://www.ttistextiledigest.com/articles/technology/item>.

เหล่านี้จะไม่มีปัญหาเรื่องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการใช้งานที่นานขึ้น สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และไม่ก่อให้เกิดก๊าซพิษเมื่อถูกเผาไหม้

- **ECO CIRCLE closed-loop System** ซึ่งเป็นกระบวนการนำเอาผลิตภัณฑ์โพลิเอสเตอร์มาใช้ใหม่ โดยผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อสลายโพลิเอสเตอร์ในระดับโมเลกุลกลายเป็นสารตั้งต้นสำหรับนำไปสังเคราะห์โพลิเอสเตอร์ใหม่อีกครั้ง

➤ เส้นใยกล้วย⁸

เป็นเส้นใยที่ผลิตมาจากธรรมชาติ จากคุณสมบัติกล้วยมีความเหนียวและแข็งแรง ใยกล้วยมีคุณสมบัติพิเศษที่เมื่อเปียกจะมีแรงดึงเพิ่มขึ้น 30 เท่า ซึ่งวัตถุดิบจากกล้วยนี้สามารถย่อยสลายได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถนำเส้นใยมาปรับปรุงจนกลายเป็นเส้นด้าย และนำมาใช้ในการทอผ้าต่อไป

ตัวอย่างที่ 7: การจัดการด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้	การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต
โรงงานย้อมสีของประเทศออสเตรเลีย มีการย้อมสีผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์และผ้าฝ้ายผสมซึ่งเป็นโรงย้อมที่มีขนาดใหญ่ โดยมีแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงาน ดังต่อไปนี้ - การเปลี่ยนวิธีการย้อมสีแบบเดิม มาเป็นกระบวนการ Cold Pad-batch ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะสามารถดึงเอาเกลือจากน้ำทิ้งเป็นการช่วยลดการใช้น้ำได้ประมาณ 88 เปอร์เซ็นต์และลดการใช้พลังงานได้ - มีการใช้สีย้อมแบบ Cibracon C ซึ่งมีระดับของการตรึงในระดับสูงจึงเป็นการลดปริมาณสีในน้ำทิ้งได้	
ข้อเสนอแนะ	
ประโยชน์ของกระบวนการ Cold Pad-batch คือ การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และใช้พื้นที่ในการผลิตน้อย	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

⁸ <http://www.mmthailand.com/mmnew/index.php>.

ตัวอย่างที่ 8: การจัดการด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน																					
หัวข้อ	หลักการ																				
เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้	ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต																				
โรงงานทอผ้าตั้งอยู่ที่กรุงปักกิ่งในประเทศจีนและจัดตั้งขึ้นในปี 1952 มีกำลังผลิต 15 ล้านชิ้นหรือ 1,500 ตันต่อปี มีจำนวนพนักงาน 1,500 คน ส่วนใหญ่จะทำการผลิตเส้นด้ายทอผ้า ฟอกย้อม พิมพ์และ ตกแต่ง มีรายได้ 14 ล้านเหรียญต่อปี โดยจะส่งออกในทวีปยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น และเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นต้น โดยมีแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ดังต่อไปนี้ 🌸 ติดตั้งเครื่องย้อมสีแบบ 1 Rapid Dyeing Machine ดังรูปที่ 4-2 ซึ่งจากการปรับเปลี่ยน เทคโนโลยีในกระบวนการผลิต พบว่า  รูปที่ 4-2 เครื่องย้อมสีแบบ Rapid Dyeing Machine ที่มา: Visvanathan, c., Kumar, S. and Shi Han. 2000. - มีการใช้ไอน้ำลดลงจากเครื่องย้อมสีแบบ Beck Dyeing Machine ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ต่อปี - มีการใช้น้ำลดลง 48 เปอร์เซ็นต์ต่อปี - มีการใช้สารเคมีลดลงได้ 33 เปอร์เซ็นต์ต่อปี - ลดปริมาณ BOD ได้ 64 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ดังตารางที่ 4-3 ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบก่อน - หลัง การติดตั้งเครื่องย้อมสีแบบ Rapid Dyeing Machine <table><tr><th>รายการ</th><th>การประเมินการใช้เครื่องย้อมสีแบบ Beck</th><th>การประเมินการใช้เครื่องย้อมสีแบบเร็ว</th><th>เปอร์เซ็นต์ของการลดลง (ก่อน-หลังการติดตั้งเครื่องย้อมสีแบบเร็ว)</th></tr><tr><td>การใช้ไอน้ำต่อปี (ตัน)</td><td>3,500</td><td>308</td><td>80 %</td></tr><tr><td>การใช้น้ำต่อปี (ตัน)</td><td>35,000</td><td>18,200</td><td>48 %</td></tr><tr><td>การใช้สารเคมีต่อปี (ตัน)</td><td>210</td><td>140</td><td>33 %</td></tr><tr><td>การเกิด COD ต่อปี (ตัน)</td><td>11,802</td><td>4,200</td><td>64 %</td></tr></table>		รายการ	การประเมินการใช้เครื่องย้อมสีแบบ Beck	การประเมินการใช้เครื่องย้อมสีแบบเร็ว	เปอร์เซ็นต์ของการลดลง (ก่อน-หลังการติดตั้งเครื่องย้อมสีแบบเร็ว)	การใช้ไอน้ำต่อปี (ตัน)	3,500	308	80 %	การใช้น้ำต่อปี (ตัน)	35,000	18,200	48 %	การใช้สารเคมีต่อปี (ตัน)	210	140	33 %	การเกิด COD ต่อปี (ตัน)	11,802	4,200	64 %
รายการ	การประเมินการใช้เครื่องย้อมสีแบบ Beck	การประเมินการใช้เครื่องย้อมสีแบบเร็ว	เปอร์เซ็นต์ของการลดลง (ก่อน-หลังการติดตั้งเครื่องย้อมสีแบบเร็ว)																		
การใช้ไอน้ำต่อปี (ตัน)	3,500	308	80 %																		
การใช้น้ำต่อปี (ตัน)	35,000	18,200	48 %																		
การใช้สารเคมีต่อปี (ตัน)	210	140	33 %																		
การเกิด COD ต่อปี (ตัน)	11,802	4,200	64 %																		

ที่มา: Visvanathan, c., Kumar, S. and Shi Han. 2000.

4.2 การจัดการด้านการใช้น้ำ

อุตสาหกรรมฟอกย้อมและพิมพ์ผ้า ถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำเป็นปริมาณมากอุตสาหกรรมหนึ่ง โดยเฉลี่ยการผลิตผ้า 1,000 เมตร จะใช้น้ำเป็นปริมาตรถึง 20 ตัน ดังนั้นหากมีวิธีการ/แนวทางในการจัดการการใช้น้ำ/ประหยัดการใช้น้ำในขั้นตอนต่างๆ ลงได้ โดยที่คุณภาพของชิ้นงานยังคงเดิมจะช่วยให้อุตสาหกรรมดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง และเกิดปริมาณน้ำเสียที่จะเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมลดลงตามไปด้วย โดยวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านการใช้น้ำสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถนำไปปฏิบัติได้ตามหลักการดังนี้

1) ด้านการลดปริมาณ

➤ ขั้นตอนการเตรียมผ้า

- ลดสิ่งเจือปนที่อยู่ในวัตถุดิบเพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้ล้างในการทำความสะอาด

➤ ขั้นตอนการย้อม

- ติดตั้งระบบควบคุมความร้อน ซึ่งมีความจำเป็นมากสำหรับเครื่องย้อมแบบจิกเกอร์ เพื่อช่วยให้การซักล้างใช้น้ำน้อยลงจากการย้อมสีทั่วไป

➤ ขั้นตอนการพิมพ์

- การลดปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างสายพานยาง สกรีน ตัวปาดสกรีนและถัง และนำน้ำล้างกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านหรือไม่ผ่านกรรมวิธีการทำน้ำให้บริสุทธิ์
- การลดปริมาณน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการพิมพ์ลาย โดยติดตั้งอุปกรณ์ปิด-เปิด น้ำที่สายพานลำเลียงน้ำ

➤ ขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จ

- ใช้อุปกรณ์ในการรีดน้ำ เพื่อลดปริมาณน้ำในเนื้อผ้า
- แยกท่อ วาล์ว และตู้ไอน้ำออกจากกัน เพื่อป้องกันให้เกิดการสูญเสียไอน้ำน้อยที่สุด

2) ด้านการใช้ซ้ำ/ การนำกลับมาใช้ใหม่

➤ ขั้นตอนการเตรียมผ้า

- การใช้เมมเบรนและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (เหมาะกับโรงงานแบบ Integrated) ในการลอกแป้ง
- นำโซดาไฟที่ใช้ประโยชน์แล้วจากกระบวนการชุบมันกลับมาใช้ซ้ำในขั้นตอนการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกในการชุบมัน

➤ ขั้นตอนการย้อม

- การศึกษาความเป็นไปได้ในการย้อมแบบจุ่มอัดที่จะนำเอาน้ำย้อมที่เหลือจากการย้อมสีทั่วไปกลับมาใช้ใหม่

- ติดตั้งถังเก็บน้ำและระบบท่อเพื่อนำน้ำหล่อเย็นและซักล้างครั้งสุดท้ายของเครื่องย้อมแบบเจ็ทกลับมาใช้ซ้ำ
- นำน้ำมาใช้ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มีด เพลลา ถังวัตถุดิบ
- การนำน้ำล้างจากอ่างย้อมที่สะอาดที่สุดกลับมาใช้ใหม่
- การทำให้น้ำล้างมีความบริสุทธิ์ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยผ่านการกรองด้วยเมมเบรน
- นำน้ำเย็นมารีไซเคิลเพื่อใช้ในการผลิตต่อ (รวมถึงน้ำร้อนด้วย)
- ตรวจวัดคุณภาพและปริมาณของไอน้ำ แล้ววิเคราะห์เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก
- นำน้ำที่ควบแน่น ไอร้อน และก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้กลับมาใช้เป็นพลังงานความร้อนในหม้อต้มอีก

3) ด้านการหลีกเลี่ยงการใช้

➤ ขั้นตอนการเตรียมผ้า

- ควรหลีกเลี่ยงการใช้ระบบการไหลล้นของน้ำ ให้ใช้ระบบการเติมน้ำใหม่

➤ ขั้นตอนการพิมพ์

- ควรหลีกเลี่ยงการใช้ระบบน้ำไหลล้นในขั้นตอนการพิมพ์ อาจลดปริมาณน้ำไหลล้นหรือเปลี่ยนมาใช้ระบบการล้างแบบเป็นขั้นตอน

➤ ขั้นตอนการย้อม

- ควรหลีกเลี่ยงหรือลดปริมาณการใช้สารทำความสะอาดในขั้นตอนการกำจัดสีส่วนเกินหลังการย้อมสีย้อมแอคทีฟ โดยใช้การล้างด้วยน้ำร้อนหรือน้ำอุ่นแทนการใช้สารเคมี
- ควรหลีกเลี่ยงการสะเทินวัสดุให้เป็นกลางด้วยกรดภายหลังการย้อมสีย้อมแอคทีฟ โดยใช้การล้างด้วยน้ำแทน แต่หากไม่สามารถทำได้ก็ให้ใช้กรดฟอสฟอริกหรือกรดอื่นแทนกรดอะซิติก เพื่อลดปริมาณซีไอดีในน้ำทิ้ง

4) ด้านการปรับปรุงวิธีการผลิต

- การกำจัดน้ำออกจากวัสดุ (โดยการรีดน้ำหรือดูดออก เป็นต้น) ในขั้นตอนทุกขั้นตอนที่สามารถทำได้
- การปรับปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างให้เหมาะสม
- ในระบบการล้างผ้าแบบต่อเนื่องให้ใช้ระบบการล้างที่ผ้าวิ่งทวนกระแส น้ำแทนระบบการล้างแบบเดิม
- การติดตั้งมาตรวัดน้ำและตัวควบคุมปริมาณน้ำอัตโนมัติในบริเวณหรือตำแหน่งที่ต้องใช้น้ำอย่างต่อเนื่อง

- ติดตั้งเครื่องควบคุมปริมาณน้ำอัตโนมัติที่บริเวณอุปกรณ์ที่ไม่ได้ทำงานต่อเนื่องกัน
- การอุดรอยรั่วหรือเปลี่ยนท่อที่รั่ว
- การติดตั้งหัวฉีดอัตโนมัติที่ท่อ/สายยางน้ำ
- การระบุท่อน้ำดี และท่อน้ำทิ้งโดยใช้สีที่แตกต่าง
- ตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต
- พยายามคิดหาวิธีการที่จะสามารถจัดการทำงานหลายๆ อย่างได้ภายใน 1 ขั้นตอน
- ติดตั้งอุปกรณ์เทคโนโลยีการย้อมผ้าที่ใช้อัตราส่วนของสีย้อมในปริมาณต่ำ
- เพิ่มประสิทธิภาพด้านการชำระล้าง

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านการใช้น้ำสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 9: การจัดการด้านการใช้น้ำ

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านการใช้น้ำ	การประหยัดน้ำโดยล้างผ้าด้วยระบบน้ำล้น
สภาพปัญหา : โรงย้อมมีการใช้ระบบน้ำล้นในการล้าง โดยใช้เครื่องรุ่นเก่า ซึ่งจะไม่มีการวัดระดับน้ำที่บ่งชี้ถึงระดับน้ำที่สูงที่สุดของเครื่อง น้ำจะไหลเข้าเครื่องและล้นออกจากเครื่องอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองน้ำอย่างไม่จำเป็น แนวทางการปรับปรุง : ในการลดปริมาณน้ำที่ใช้ล้างสามารถทำได้โดยการเปิดวาล์วระบายน้ำจากเครื่องทิ้งไว้ให้นานกว่าปกติ เพื่อให้น้ำที่ยังคงค้างอยู่กับผ้าสามารถไหลออกมาได้ ถ้าต้องการลดระยะเวลาการระบายน้ำทิ้งก็สามารถทำได้โดยใช้ความดันช่วย	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
การล้างผ้าด้วยระบบน้ำล้น จะใช้ปริมาณน้ำเป็น 2 เท่าของการล้างผ้าแบบปกติ ถ้าท่านมีเครื่องเจ็ทขนาด 100 กิโลกรัมและทำการล้าง 3 ครั้ง โดยไม่ใช้ระบบน้ำล้น ถ้าเครื่องเจ็ทใช้อัตราส่วนวัตถุดิบน้ำเป็น 1:15 การล้างผ้านี้จะใช้น้ำปริมาณ $100 \text{ กิโลกรัม} \times 15 \times 3 \text{ ครั้ง} = 4.5 \text{ ตัน (ลูกบาศก์เมตร)}$ แต่ถ้าล้างด้วยระบบน้ำล้นจะใช้น้ำถึง 9 ตัน นั่นหมายถึงถ้าใช้การล้างผ้าแบบปกติจะใช้น้ำน้อยกว่า 4.5 ตัน ถ้าในหนึ่งวัน ผลิตผ้าถัก 3 ตัน จะประหยัดน้ำได้ $30 \text{ batch} \times 4.5 \text{ ตัน} = 135 \text{ ตัน}$ นั่นคือสามารถประหยัดน้ำได้ 135 ตัน $\times$ 10 บาท $\times$ 300วัน = 405,000 บาท/ ปี	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 10 : การจัดการด้านการใช้น้ำ

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านการใช้น้ำ	การประหยัดน้ำ โดยการติดตั้งหัวฉีดควบคุมการจ่ายน้ำ
สภาพปัญหา : โรงงานใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดถึงขนส่งผ้า และพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยการใช้จากสายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว อัตราการไหลเฉลี่ย 22 ครั้งต่อวัน ทำให้ต้องใช้น้ำในการล้างทั้งหมด 66 ลบ.ม. ต่อเดือน แต่เนื่องจากหัวฉีดควบคุมการจ่ายน้ำอยู่ไกลจากบริเวณปฏิบัติงานทำให้นักงานต้องเดินไปปิด-เปิดน้ำใช้เวลาโดยเฉลี่ย 1 นาที ทำให้สิ้นเปลืองน้ำไปเดือนละ 13.2 ลบ.ม. ต่อเดือน แนวทางการปรับปรุง : ติดตั้งหัวฉีดควบคุมการจ่ายน้ำที่ปลายสายยางเพื่อลดการสูญเสียน้ำขณะที่พนักงานเดินไปปิด-เปิดน้ำ	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
เงินลงทุน	: 300 บาท (100 บาท/หัวฉีด)
การใช้น้ำลดลง	: 13.2 ลบ.ม. ต่อเดือน/ 158.4 ลบ.ม. ต่อปี
ค่าน้ำที่ประหยัดได้	: 1663.2 บาทต่อปี
ค่าบำบัดน้ำเสียที่ประหยัดได้	: 1,267.2 บาทต่อปี
ระยะเวลาที่คืนทุน	: 0.1 ปี

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ. (2548).

ตัวอย่างที่ 11 : การจัดการด้านการใช้น้ำ

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านการใช้น้ำ	การประหยัดน้ำ โดยการนำน้ำควบแน่นกลับมาใช้ใหม่
สภาพปัญหา : โรงงานตัวอย่างใช้หม้อไอน้ำที่มีกำลังการผลิตเฉลี่ย 8.4 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง โดยโรงงานใช้น้ำอ่อนที่ผลิตจากน้ำบาดาลภายในโรงงานป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำในอัตรา 7.6 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง และป้อนน้ำอ่อนในปริมาณส่วนที่เหลือใช้เติมกำลังการผลิตของหม้อไอน้ำ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการระบายทิ้งน้ำคอนเดนเสทลดลง 4.52 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง หรือ 108.48 ลบ.ม. ต่อวัน แนวทางการปรับปรุง : โรงงานควรจัดทำถังเก็บน้ำคอนเดนเสทขนาด 3 ลบ.ม. เพิ่มอีก 1 ถัง และปรับอัตราการป้อนน้ำเข้าสู่หม้อไอน้ำโดยใช้น้ำคอนเดนเสทเป็นหลักในอัตรา 5.32 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง และป้อนน้ำอ่อนในปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการระบายทิ้งน้ำคอนเดนเสทลดลง 4.52 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง หรือ 108.48 ลบ.ม. ต่อวัน	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
เงินลงทุน	: 200,000 บาท
ประหยัดค่าน้ำผลิตน้ำอ่อน	: 74,681 บาทต่อเดือน
ประหยัดค่าบำบัดน้ำเสีย	: 1,301.76 บาทต่อปี
ระยะเวลาที่คืนทุน	: 0.21 ปี

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ. (2548).

ตัวอย่างที่ 12 : การจัดการด้านการใช้น้ำ

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านการใช้น้ำ	การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต
โรงงานทอผ้าในประเทศชิลีเป็นโรงงานผลิตแบบบูรณาการ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของ โพลีเอสเตอร์ 65 : โหมดสังเคราะห์ 35 ปริมาณน้ำส่วนใหญ่มีการใช้ในการย้อมสี สารฟอกขาวต่างๆ และสารเคมีเติมแต่ง โดยมีการแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงาน ดังต่อไปนี้ - การหมุนเวียนน้ำเย็นในกรวยสีย้อมนำกลับมาใช้ใหม่ - การหมุนเวียนน้ำจากระบบปรับอากาศนำกลับมาใช้ใหม่ - การปรับปรุงเพื่อลดความกระด้าง - การปรับปรุงและบำรุงรักษาท่อไอน้ำเพื่อป้องกันการรั่วไหล - การลดสารแขวนลอยในน้ำทิ้งโดยการติดตั้งเครื่องวัดในท่อระบายน้ำของโรงย้อม	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
กระบวนการ	ระยะเวลาดำเนินการ
1. การหมุนเวียนน้ำเย็น	20 เดือน
2. การหมุนเวียนน้ำในระบบปรับอากาศ	14 เดือน
3. ระบบลดความกระด้าง	24 เดือน

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ. (2548).

4.3 การจัดการด้านน้ำเสีย/ระบบบำบัดน้ำเสีย

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดน้ำเสียในปริมาณมากจากกระบวนการผลิต โดยเฉพาะกระบวนการฟอกย้อม ซึ่งต้องใช้สารเคมีต่างๆ เช่น โซดาไฟ (NaOH) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โซเดียมคลอไรด์ ($NaCl_2$) สีย้อม และ Soaping Agent เป็นต้น โดยลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นนั้นจะมีค่าบีโอดีสูง สีเข้ม มีสารแขวนลอยและค่าความเป็นกรด-ด่างมาก การจัดการด้านน้ำเสียสามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

- การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น⁹ เป็นการลดค่าบีโอดีของน้ำเสียที่จะเกิดขึ้น โดยควบคุมกระบวนการผลิตอย่างใกล้ชิด การใช้สารเคมีทดแทนหรือการนำสารเคมีที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ และมีการจัดการภายในโรงงานที่ดี
- การลดค่าบีโอดีของน้ำเสียโดยใช้วิธีตกตะกอนด้วยสารเคมี เช่น Alum และ แคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งสารเคมีบางชนิดจะช่วยให้การปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง และการตกตะกอนด้วยวิธีชีวภาพโดยอาศัยจุลินทรีย์ ซึ่งนิยมใช้ระบบ แอวกทิเวเตดสลัดจ์ เป็นระบบที่มีการเติมอากาศ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมสภาวะ

⁹ http://siweb.dss.go.th/information/search_option2.asp?sub_RF_ID=70.

แวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

นอกจากนี้ยังมีวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านน้ำเสีย/ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถนำไปปฏิบัติได้ดังนี้

1) ด้านการลดปริมาณ

- ใช้สารละลายอินทรีย์ในการชะล้างทำความสะอาดน้ำมันจารบีในการขจัดสิ่งสกปรกของขั้นตอนการเตรียมผ้า วิธีนี้สามารถช่วยป้องกันสารพิษที่จะเจือปนไปสู่บำบัดได้
- การควบคุมปริมาณน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัด
- ควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย
- ควบคุมปริมาณตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียทิ้งโดยให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปเพื่อให้คงประสิทธิภาพการทำงาน
- การเปลี่ยนระบบบำบัดจากแอคติเวตเต็ดสลัดจ์ที่ใช้อากาศเป็นระบบที่ไม่ใช้อากาศเพื่อลดปริมาณตะกอนและเพื่อการกำจัดสี
- ติดตั้งบ่อดักไขมันเพื่อลดภาระการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

2) ด้านการใช้ซ้ำ/ การนำกลับมาใช้ใหม่

- นำน้ำเสียและของเสียจากเครื่องจักรในขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จกลับมารีไซเคิลได้อีก
- การนำน้ำทิ้งที่มีมลพิษน้อยกลับมาหมุนเวียนใช้อีก
- การใช้เมมเบรนเพื่อนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่
- มีการตรวจวัดปริมาณและคุณภาพน้ำทิ้ง และมีการแยกประเภทน้ำทิ้งในแต่ละพื้นที่การผลิต เพื่อปรับปรุงการบำบัดให้เหมาะสม และสามารถนำน้ำทิ้งกลับมารีไซเคิลใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การนำกากตะกอนจากการบำบัดมาใช้ในการถมที่

3) ด้านการหลีกเลี่ยงการใช้

- หลีกเลี่ยงการปล่อยน้ำที่มีการปนเปื้อนสารเคมี หรือสารพิษลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียโดยตรง

4) ด้านการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน

- การติดตั้งระบบการตรวจวัดเพื่อที่จะได้ทราบปริมาณน้ำ

- การจัดทำแผนการสู่มตัวอย่างและวิเคราะห์เพื่อช่วยให้การเก็บข้อมูลเป็นระเบียบและมีแบบแผน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำทั้งอย่างแท้จริง
- การระบายน้ำฝนซึ่งมีปริมาณมากไปสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรง โดยไม่ผ่านระบบบำบัด เนื่องจากเป็นน้ำที่สะอาด
- การศึกษาเพื่อนำอุปกรณ์กำจัดกรด มาใช้ดักกรดที่ปนมากับไอเสียที่ได้จากการผลิตไอน้ำ
- ควบคุมปริมาณการเติมอากาศในบ่อเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อรักษาความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
- ทำความสะอาดหัวพ่นอากาศอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการอุดตัน
- ดักไขมันในบ่อดักไขมันอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการไหลล้นออกไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย
- ดักเศษซากวัตถุติดที่หลุดร่อนลงไปในระบบบำบัดน้ำเสียให้น้อยที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย
- มีระบบการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจทำให้น้ำทิ้งไหลลงสู่แหล่งน้ำด้านนอกพื้นที่
- เลือกระบบบำบัดน้ำทิ้งแบบชีวภาพ ในการบำบัดน้ำทิ้งที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ และแบบย่อยสลายได้
- ใช้วิธีการออกซิเดชันในการจัดการกับสารพิษในน้ำทิ้งที่มีปริมาณสูง ($\text{COD} > 5000$ มก./ลิตร) และแยกสารพิษที่ไม่สามารถย่อยสลายออกไปบำบัดต่างหาก
- มีจัดการกับสารเคมีและสารที่ย่อยสลายได้โดยใช้วิธี Wet Oxidation หรือ Wet Peroxide
- การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์ให้สามารถทนต่อต่างได้มากขึ้นเพื่อที่จะได้ไม่ต้องทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่จะเข้าสู่ระบบบำบัด

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านน้ำเสียสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 13: การจัดการด้านน้ำเสีย

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน			
หัวข้อ	หลักการ		
การจัดการด้านน้ำเสีย	ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต		
สภาพปัญหา : บริษัทย้อมผ้าของประเทศจีน ซึ่งดำเนินการผลิตวัตถุดิบสำหรับกระบวนการและส่งออกผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ผลิตภัณฑ์หลัก คือผ้าฝ้าย เส้นใยสังเคราะห์จากสารเคมี ซึ่งการย้อมและการผลิตสิ่งทอมีคุณภาพปานกลาง ส่วนอุปกรณ์และเครื่องมือหลักค่อนข้างจะทันสมัย มีพนักงานจำนวน 923 คน โดยน้ำเสียที่เกิดจากบริษัทส่วนใหญ่มาจากกระบวนการย้อมสีและกิจกรรมของพนักงาน ซึ่งมีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และค่า COD ที่สูง โดยมีแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ดังนี้ - น้ำเสียจากการย้อมผ้าหลังจากที่รวบรวมแล้วจึงนำไปรีไซเคิลหรือผ่านกระบวนการกำจัดกัมมัน - ขยะมูลฝอยถูกนำไปรีไซเคิล - ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทันสมัย และประหยัดพลังงานและมีการติดตามตรวจสอบ - นำพลังงานความร้อนจากหม้อต้มหมนเวียนไปใช้ในกระบวนการการผลิต - มีการติดตั้งวาล์วไอน้ำแบบอัตโนมัติ - ปรับปรุงดูแลระบบย้อมสี ใช้ระบบชะล้างที่มีประสิทธิภาพสูง			
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์			
- ปริมาณการใช้น้ำลดลง 15,000 ตัน/ปี ได้ผลกำไรประมาณ 30,000 หยวน/ ปี - ลดค่าใช้จ่ายของวัสดุย้อมได้ 5,000 หยวน / ปี - ประหยัดพลังงานไฟฟ้า 50,000 กิโลวัตต์/ ปีได้รับผลกำไร 32,500 หยวน/ ปี - ประหยัดไอน้ำได้ 15 ตัน/ ปี - ลดปริมาณน้ำเสีย 3,000 ตัน/ ปี ได้รับผลกำไร 100,000 หยวน/ ปี - ได้มีการแสดงการเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินงานตามแผนงาน ดังตารางที่ 4-4			
ตารางที่ 4 -4 การเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินงานตามแผนงาน			
แผนการ	ก่อนดำเนินการ	หลังดำเนินการ	อัตราส่วนที่ลดลง
ปริมาณการปล่อยน้ำเสีย (Kg / m)	68.3	65	4.8 %
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh / m)	0.32	0.30	6.3 %
ปริมาณการใช้น้ำมัน (Kg / m)	0.13	0.119	8.5 %
ปริมาณการใช้ถ่านหิน (Kg / m)	1.03	0.98	4.9 %
ที่มา : United Nations Environment Programme. 2010. Case Studies and Success Stories.			

ตัวอย่างที่ 14: การจัดการด้านน้ำเสีย

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านน้ำเสีย	การลดซีโอดี (COD)
สภาพปัญหา : โรงงานทอผ้าที่ประเทศอียิปต์ ขนาดของสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ใช้ในระหว่างขั้นตอนการทอผ้า สารที่นิยมใช้ คือ แป้ง ซึ่งน้ำล้างที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้จะมีปริมาณสารเคมีมาก ส่งผลให้ค่า COD ในน้ำทิ้งเพิ่มขึ้น โดยมีแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ดังนี้ - การลดซีโอดีที่เกิดขึ้นผ่านกระบวนการ Ultra filtration (UF) ซึ่งจะทำให้การแยกโมเลกุลของแป้งออกจากน้ำ - แป้งก็ถูกแทนที่ด้วยแป้งละลายน้ำ แป้งผสมระหว่างแป้งที่ละลายน้ำได้กับ PVA และ CMC - มีการติดตั้ง UF	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
- นำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ - น้ำร้อนที่ใช้ในการล้างนำมาใช้ใหม่ได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ - ใช้พลังงานลดลง และมีค่าใช้จ่ายในการทอผ้าลดลง - ไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการ Solubilise เพื่อลดขนาดของแป้ง - ระยะเวลาคืนทุนคาดว่าจะ 8-18 เดือน	

ที่มา : United Nations Environment Programme, 2010. Case Studies and Success Stories.

4.3.1 เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้

(1) กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบออกซิเดชันขั้นสูง

ปัจจุบันได้มีการทดสอบวิธีการบำบัดน้ำเสีย โดยรวมหลายๆ วิธีเข้าไว้ด้วยกัน คือ ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ในขั้นตอนการฟอกสี) รังสีอัลตราไวโอเลต การใช้สารกรองชีวภาพ (เพื่อทำลายกากของเสียชีวภาพ) วิธีการบำบัดน้ำเสียแบบนี้ จะนำไปใช้บำบัดในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิต ได้แก่ การเตรียมผ้า ฟอกขาว และย้อมสี เป็นต้น โดยจะใช้ทั้งระบบเครื่องจักรและแรงงานคนในการดำเนินการจัดการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดการน้ำเสียและของเสียทั้งหมดกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ จะต้องผ่านการบำบัดสารพิษก่อน จึงจะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

(2) ระบบการจัดการน้ำเสียโดยใช้พื้นที่ชุ่มน้ำ

เป็นการเตรียมพื้นที่ภายในโรงงานบางส่วนให้เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ เพื่อรองรับน้ำทิ้งหลังบำบัด โดยจัดเป็นระบบนิเวศ ปลุกพืชที่เหมาะสม เลี้ยงปลา และสัตว์อื่นๆ โดยต้นไม้ที่ปลูกจะช่วยในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำนี้ได้ แสดงว่าน้ำที่จะทิ้งจึงคุณภาพเหมาะสม สำหรับเทคนิคการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำและการปลูกต้นไม้สามารถนำมาใช้ได้ ในเขตอุตสาหกรรม เขตเทศบาล และเขตปศุสัตว์ ซึ่งในปัจจุบันโรงงานด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอใน

ประเทศอิตาลี ตั้งอยู่ใน Prisma Ricerche และ Filati di Ziche ได้จัดทำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำบนบ่อน้ำจำนวน 5 บ่อ เพื่อกำจัดน้ำเสียของโรงงาน ซึ่งจากรายงานพบว่า การสามารถลดค่า COD ได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อีกบริษัทหนึ่งซึ่งบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกากตะกอน สามารถลดค่า COD ได้ถึง 51 เปอร์เซ็นต์

4.4 การจัดการด้านอากาศเสีย

มลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นอีกแหล่งหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมจากปัญหาน้ำเสีย โดยส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากฝุ่นผงจากวัตถุดิบ เช่น ฝ้าย และจากกระบวนการผลิต รวมทั้งไอระเหยและไอเสียต่างๆ จากเครื่องจักรในขั้นตอนต่างๆ เช่น ก๊าซไนโตรัส ไอระเหยของสารเคมี ไอระเหยของน้ำมัน และไคลอรีน เป็นต้น

วิธีการ/แนวทางการจัดการด้านอากาศเสียสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถนำไปปฏิบัติได้ดังนี้

1) ด้านการใช้ซ้ำ/ การนำกลับมาใช้ใหม่

➤ ขั้นตอนการเตรียมผ้า

- ควรใช้ระบบผ้ากรองในการขจัดสิ่งสกปรก เพื่อจัดการกับก๊าซพิษที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และสามารถนำพลังงานและไขมันจากขลัตว์มารีไซเคิล อีกทั้งยังลดปริมาณขยะได้

2) ด้านการหลีกเลี่ยงการใช้

- ก๊าซไนโตรัสที่เกิดระหว่างปฏิกิริยาไดอะโซไทเซชัน ควรใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และการใช้ตู้ดูดควันที่มีอุปกรณ์กำจัดก๊าซ หรือไอพิษ
- ไคลอรีน ควรใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และการใช้ตู้ดูดควันที่มีอุปกรณ์กำจัดก๊าซ หรือไอพิษ

➤ ขั้นตอนการพิมพ์

- ไอระเหยของน้ำมันก๊าซจากเครื่องพิมพ์ผ้า ควรใช้สารขุ่นสังเคราะห์หรือโฟมแทนการใช้ไขมันของน้ำมันก๊าซ

➤ ขั้นตอนการตกแต่งสำเร็จ

- ไอระเหยของสารเคมีจากเครื่องจักรตกแต่งสำเร็จ ควรใช้ยูเรียในการฝีนิกสีแทนการใช้กรด

3) ด้านการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ

- ควรใช้สารหล่อลื่นที่ละลายน้ำหรือย่อยสลายได้แทนการใช้สารหล่อลื่นน้ำมันสำหรับผ้าที่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์นั้น เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงก๊าซพิษที่อาจเกิดขึ้นเมื่อผ้าจะต้องเกิดปฏิกิริยากับความร้อน ดังนั้นควรนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเสียก่อน เพื่อชะล้างสารหล่อลื่นออกไปในการขจัดสิ่งสกปรกของขั้นตอนการเตรียมผ้า
- ไอระเหยจากการเกิดออกซิเดชันของสี ควรใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และการใช้ตู้ดูดควันที่มีอุปกรณ์กำจัดก๊าซ หรือไอพิษ

4) ด้านการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน

- ผู้คนผจากฝ่ายและกระบวนการทางเชิงกล ควรใช้เครื่องดูดฝุ่นกำจัดฝุ่นผงจากฝ่ายและกระบวนการต่าง ๆ ในตำแหน่งที่ใกล้กับที่มาของการเกิดฝุ่นผงดังกล่าวมากที่สุด
- ก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องผลิตไอน้ำและไอเสียต่าง ๆ ดำเนินการดังนี้
 - การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ให้เหมาะสม ทั้งนี้รวมถึงการออกแบบเตาเผาและปล่องไฟ เช่น พื้นที่บริเวณตะแกรงของเตา ก๊าซที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง กระแสลมที่เหมาะสมและความสูงของปล่องไฟ เป็นต้น
 - การติดตั้งอุปกรณ์ Cyclone Separator สำหรับเครื่องผลิตไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง
 - การใช้น้ำมันเตาที่มีปริมาณซัลเฟอร์ต่ำ เพื่อลดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น

4.4.1 เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้งาน

(1) เทคโนโลยีการใช้รังสีอิเล็กตรอน¹⁰

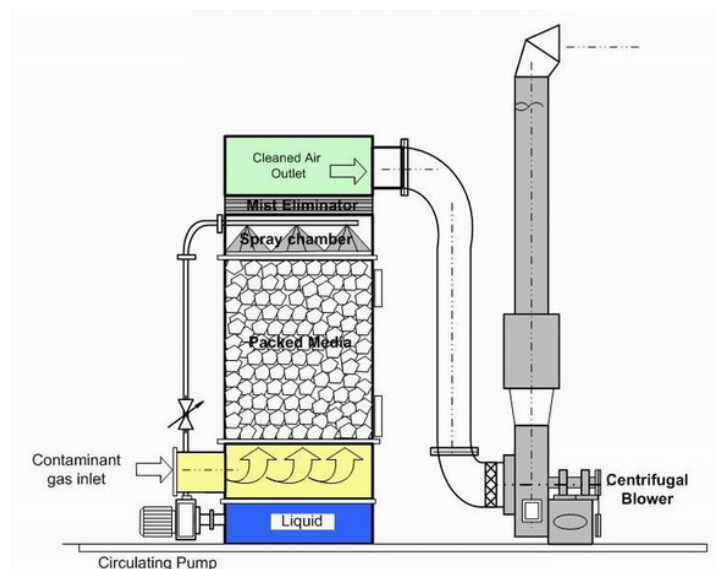
รังสีอิเล็กตรอนนี้เมื่อทำปฏิกิริยากับโพลิเมอร์จะเกิดเป็นอะตอมอิสระ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เคลือบบนผิวผ้า ทำทากาว และทำปฏิกิริยากราฟต์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระบวนการอบแห้ง จะมีข้อดีคือรังสีอิเล็กตรอนจะไม่มีองค์ประกอบที่ไม่ละลายน้ำ สามารถลดปริมาณการระเหยของสารอินทรีย์ไอระเหยง่าย (VOCs)

¹⁰ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

(2) ระบบบำบัดไอกรดแบบสครับเบอร์¹¹

เป็นระบบบำบัดอากาศแบบบรรจุวัสดุบำบัดไอกรด-ต่าง ซึ่งช่วยบำบัดละอองไอกรด หรือต่าง และฝุ่นละอองได้พร้อมกันที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ระบบบำบัดไอกรดแบบสครับเบอร์เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กำจัดสารมลพิษออกจากก๊าซ มีลักษณะเป็นหอแนวตั้ง ภายในบรรจุชั้นตัวกลาง เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างก๊าซกับของเหลวบำบัด ของเหลวจะถูกฉีดเข้าไปในหอและปกคลุมอยู่บนผิวของตัวกลาง เมื่อก๊าซเข้าสู่หอทางด้านล่างในลักษณะเป็นแบบไหลสวนทางกัน ก๊าซจะสัมผัสกับของเหลว และเกิดการถ่ายเทสารมลพิษจากสถานะก๊าซไปยังสถานะของเหลว

นอกจากนี้การติดตั้งอุปกรณ์เสริมยังช่วยให้สามารถบำบัดมลพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย เช่น การติดตั้งหอสเปรย์ เพื่อช่วยในการบำบัดมลสารที่มีขนาดประมาณ 5 ไมครอน (หรือใหญ่กว่า) การติดตั้งระบบฉีดตกประสิทธิภาพสูง ช่วยในการบำบัดมลพิษที่มีอนุภาคเล็กกว่า 1 ไมครอน และการใช้ของผสม เพื่อให้จับอนุภาคของแข็งที่ปนเปื้อนอยู่ในก๊าซที่มีสถานะเป็นกรด หรือต่าง



รูปที่ 4-3 เครื่องบำบัดแบบ Wet Scrubber

ที่มา: <http://www.thaifoundryequipment.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=236081>

¹¹<http://www.safety-stou.com/UserFiles/File/54114-5.PDF>.

ข้อดีของระบบบำบัดแบบสครับเบอร์ คือ

- ☺ มีประสิทธิภาพในการเก็บกักอนุภาคสูงทั้งขนาดใหญ่และเล็ก
- ☺ สามารถใช้ได้กับอนุภาคที่มีความเสี่ยงในการติดไฟและระเบิด
- ☺ สามารถใช้ได้กับกระแสดอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง
- ☺ สามารถใช้ได้กับอนุภาคที่มีลักษณะเหนียว
- ☺ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมมลพิษอากาศได้ทั้งชนิดอนุภาค ก๊าซและไอได้พร้อม ๆ กัน ถ้ามีความจำเป็น

ข้อเสียของระบบบำบัดแบบสครับเบอร์ คือ

- ☺ เป็นระบบเปียก ทำให้ของเสียที่ได้ (น้ำกับอนุภาค) เปียก ส่งผลให้ยากต่อการนำกลับมาใช้ใหม่
- ☺ ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำสาธารณะ มิเช่นนั้นอาจเกิดปัญหามลพิษทางน้ำ
- ☺ มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดปัญหาการผุกร่อนเนื่องจากเป็นระบบเปียก
- ☺ มีค่าดำเนินการและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง
- ☺ อากาศที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมจะมีความชื้นสูง

4.5 การจัดการด้านพลังงาน

การจัดการด้านพลังงานถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมากสำหรับอุตสาหกรรมฟอกย้อมพิมพ์ผ้า และสิ่งทอ ซึ่งส่วนใหญ่ในขั้นตอนการผลิตหลาย ๆ ขั้นตอนจะต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ดังนั้นหากมีวิธีการ/แนวทางในการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพในทุกขั้นตอนและภายในองค์กร จะทำให้องค์กรเกิดการสูญเสียด้านพลังงานน้อยลง นั้นหมายถึงการมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง และมลพิษที่ลดลงตามไปด้วย โดยเฉพาะปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง ในขณะเดียวกันทำให้องค์กรมีผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ทั้งนี้มีแนวทางด้านการบริหารจัดการพลังงานในภาพรวมดังนี้

- เลือกใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีขนาดเหมาะสม โดยจะต้องมีปริมาณและขอบเขตการผลิตที่สอดคล้องกัน
- เครื่องจักรตั้งค่าการผลิตให้คงที่โดยมีคำสั่งการทำงานแบบอัตโนมัติ

4.5.1 พลังงานความร้อน

วิธีการ/แนวทางการจัดการด้านพลังงานความร้อนสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถนำไปปฏิบัติได้ดังนี้

1) การลดปริมาณ

➤ ขั้นตอนการเตรียมผ้า

- ลดการใช้พลังงานของเครื่องเช็ดหน้าผ้า
- บำรุงรักษาเตาเผา และเครื่องเช็ดหน้าผ้าให้มีคุณภาพดีเสมอ
- ปรับตั้งปริมาณอากาศเข้าเผาไหม้ให้เหมาะสมกับประเภทของเชื้อเพลิงเพื่อลดความร้อนสูญเสียไปกับก๊าซไอเสีย
- ทำความสะอาดหัวเผาและอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ
- ปรับตั้งปริมาณการไหลเวียนของหม้อไอน้ำให้เหมาะสมเพื่อลดความร้อนสูญเสีย
- หุ้มฉนวนในส่วนที่มีการสูญเสียความร้อน เช่น วาล์วไอน้ำ วาล์วน้ำมันร้อน
- ใช้สารเคมีปรับสภาพน้ำป้อนหม้อไอน้ำเพื่อป้องกันการเกิดตะกรัน และสนิม
- ซ่อมแซมฉนวนความร้อนของหม้อไอน้ำ หม้อน้ำมันร้อนและท่อส่งจ่ายในส่วนที่เสียหาย
- การตรวจติดตามด้านพลังงานโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องผลิตไอน้ำ

2) ด้านการใช้ซ้ำ/ การนำกลับมาใช้ใหม่

- การนำน้ำที่ได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำมาใช้เป็นน้ำสำหรับผลิตไอน้ำ
- ติดตั้งระบบการนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ เช่น การนำความร้อนจากน้ำทิ้งที่มีอุณหภูมิสูงกลับมาใช้ใหม่ การนำพลังงานความร้อนจากของเสียกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
- นำความร้อนทิ้งจากโบลว์ดาวน์หม้อไอน้ำมาใช้ประโยชน์ใหม่

3) ด้านการปรับปรุงวิธีการผลิต

➤ ขั้นตอนการย้อม

- ติดตั้งฝาปิดและวาล์วเพื่อป้องกันไอน้ำความร้อนระเหยออกไปจากการย้อมสีแบบดุดซึม
- การปรับปรุงกระบวนการอบแห้งและฉีกด้วยความร้อนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น การหลีกเลี่ยงการอบแห้งที่มากเกินไป

- การใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในการทำให้ระบบมีอุณหภูมิลดลงแทนการใช้น้ำหล่อเย็น
- การปล่อยก๊าซของตู้อบ ให้ควบคุมความชื้น 0.1-0.15 kg/ก๊าซ 1 kg
- ติดตั้งฉนวนกันความร้อนรอบเครื่องจักร
- การเปลี่ยนท่อและฉนวนท่อน้ำร้อนแทนของเดิมที่ชำรุด
- การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องผลิตไอน้ำ

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านพลังงานความร้อนสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 15: การจัดการด้านพลังงานความร้อน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานความร้อน	การประหยัดโดยการลดการใช้พลังงาน
สภาพปัญหา : การย้อมสีของโรงงานทอผ้าจะมีการใช้น้ำร้อนในปริมาณมาก การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเก่ามีความยุ่งยาก เนื่องจากการอุดตันโดยอนุภาคของผ้า โดยมีแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงาน ดังต่อไปนี้  การถ่ายเทความร้อนมีการออกแบบให้มีการไหลเวียนผ่านเครื่องเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นใยตกตะกอนบนพื้นผิวของการถ่ายเทความร้อน  อุณหภูมิของน้ำร้อนจะถูกลดลงจาก 95 เป็น 38 องศาเซลเซียส และน้ำเย็นถูกเพิ่มจาก 10 เป็น 67 องศาเซลเซียส	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 16: การจัดการด้านพลังงานความร้อน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานความร้อน	การใช้น้ำที่ผ่านระบบนาโนมาใช้ในการหม้อไอน้ำ
การใช้พลังงานความร้อนของโรงงานนั้นใช้หม้อไอน้ำซึ่งใช้น้ำมันเตาซึ่งเป็นเชื้อเพลิง ไขมันที่ผลิตได้จะถูกนำมาใช้ในกระบวนการย้อม โดยเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้เครื่องย้อม และเนื่องจากหม้อไอน้ำเป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญมากในระบบโรงงานที่ต้องใช้ความร้อน ดังนั้นเพื่อให้การทำงานของหม้อไอน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของหม้อไอน้ำ และมีความปลอดภัย จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อหม้อไอน้ำ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีความอ่อนไหวเป็นอย่างมากคือ น้ำ ซึ่งถ้าสามารถควบคุมคุณภาพของน้ำที่ใช้ได้จะทำให้หม้อไอน้ำมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ <pre> graph LR A[น้ำดิบ] --> B[กรองทราย] B --> C[กรองเรซิน] C --> D[ถังพัก] D --> E[หม้อไอน้ำ] </pre> ขั้นตอนก่อนการปรับปรุง <pre> graph LR A[น้ำดิบ] --> B[กรองทราย] B --> C[กรองเรซิน] C --> D[MF = Microfiltration] D --> E[NF = Nanofiltration] E --> F[หม้อไอน้ำ] </pre> โดยจากระบบเดิม หม้อไอน้ำ กับ NF = Nanofiltration ปรับปรุงด้วยการติดตั้งเครื่องกรองน้ำในระบบ Microfiltration และ NF ในระบบกรองทรายแบบเก่า เมื่อติดตั้งแล้วได้ดำเนินการทดสอบและวัดค่า ขั้นตอนหลังการปรับปรุง   เครื่องกรอง Microfiltration เครื่องกรอง Nanofiltration	

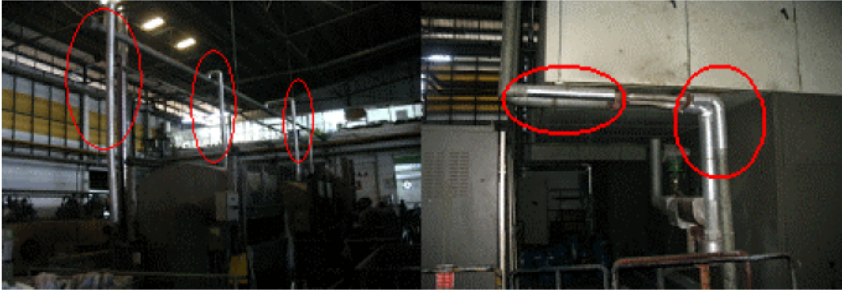
ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 17: การจัดการด้านพลังงานความร้อน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานความร้อน	ลดการสูญเสียพลังงานความร้อน
สภาพปัญหา : โรงงานพิมพ์ผ้า ใช้หม้อไอน้ำขนาด 5.5 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง ใช้ น้ำมันเตาซี เพื่อผลิตไอน้ำที่ความดัน 8 barg ไอน้ำที่ผลิตได้ใช้ในกระบวนการอบผ้า Fix สี ซักผ้า โดยมีอุปกรณ์ใช้ไอน้ำแบบผสมโดยตรงและแบบไม่ผสมโดยตรง อุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำแบบไม่ผสมโดยตรงจะมีกับดักไอน้ำ ซึ่งมีทั้งหมด 72 ตัว เพื่อนำน้ำ Condensate กลับมาอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำในถัง Deaerator แต่พบว่า ในส่วนตรงนี้มี Steam Flash ออกทางท่อระบายอากาศมากผิดปกติ สันนิษฐานว่าพนักงานคงเปิดวาล์วบายพาสทิ้งไว้จึงทำการตรวจสอบระบบ ไม่พบวาล์วมีการเปิดวาล์วทิ้งไว้ จึงสันนิษฐานต่อว่าอาจเป็นเพราะกับดักไอน้ำ หรือวาล์วบายพาสชำรุด แต่ไม่สามารถรู้ตัวไหนชำรุด จึงทำการสำรวจเพื่อตรวจสอบการทำงานของ Steam Trap โดยการใช้เครื่องมือวัดการรั่วแบบอุลตราโซนิกในการตรวจสอบ การตรวจสอบพบว่าจากกับดักไอน้ำ 72 ตัว มีเพียง 57 ตัวที่มีการทำงานได้ถูกต้อง ทำให้มีปริมาณการสูญเสียทั้งหมด 84.59 kg/hr. คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเสียทั้งหมด 758,191.67 บาท/ปี แนวทางการปรับปรุง : ทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด ดังรูป   รูปก่อนการปรับปรุง   รูปหลังการปรับปรุง	
ผลตอบแทน	: เงินลงทุน 93,124.24 บาท
ผลประโยชน์พลังงาน	: ประหยัดพลังงาน 758,191.67บาท /ปี
ระยะเวลาคืนทุน	: 0.12 ปี

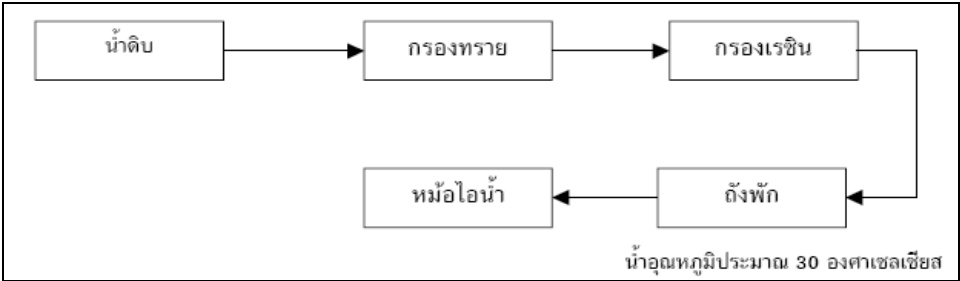
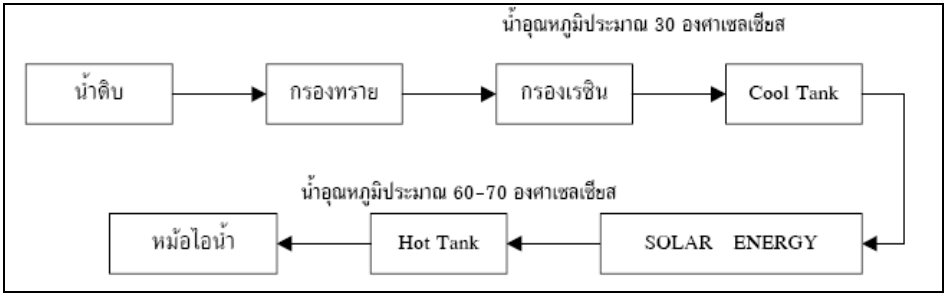
ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 18: การจัดการด้านพลังงานความร้อน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานความร้อน	การหุ้มฉนวนท่อและอุปกรณ์
สภาพปัญหา : โรงงานมีการใช้หม้อไอน้ำขนาด 5.5 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง น้ำมันเตาซีเพื่อผลิตไอน้ำที่ความดัน 8 barg หม้อไอน้ำจะส่งไอน้ำผ่านระบบท่อจ่ายไอน้ำไปยังอุปกรณ์ใช้ไอน้ำระบบท่อจ่ายไอน้ำ ได้ทำการหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิว โดยทั่วไปฉนวนความร้อนจะมีอายุการใช้งานนานประมาณ 5-15 ปี ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพการติดตั้งใช้งาน ระบบท่อส่งจ่ายไอน้ำ เมื่อใช้งานหลายปีระบบท่อจ่ายไอน้ำเกิดการรั่วหรือประเกินเสื่อม จำเป็นต้องถอดฉนวนหุ้มท่อออกเพื่อทำการซ่อมแซม เมื่อทำการซ่อมเสร็จแล้วก็ไม่ได้ฉนวนกลับเข้าตามเดิมอาจเป็นเพราะฉนวนเสื่อมสภาพจากการโดนน้ำที่เกิดจากการรั่วไหลของไอน้ำ หรือมีการติดตั้งระบบท่อจ่ายไอน้ำไปยังอุปกรณ์ใช้ไอน้ำที่ติดตั้งใหม่แต่ยังไม่ได้หุ้มฉนวน แนวทางการปรับปรุง : ทางโรงงานได้ทำกรณีศึกษาเกี่ยวกับการสูญเสียความร้อนทางพื้นผิว การหุ้มฉนวนกันความร้อนจะส่งผลให้ลดการสูญเสียทางพื้นผิวของวัตถุได้ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ จึงได้ทำการสำรวจจุดที่ยังไม่มีการหุ้มฉนวนและจุดที่ฉนวนมีการเสื่อมสภาพ  ตัวอย่างท่อ สตรีมที่ติดตั้ง ใหม่ยังไม่ หุ้มฉนวน รูปก่อนการปรับปรุง  รูปหลังการปรับปรุง	
ผลตอบแทน	: เงินลงทุน 18,505 บาท
ผลประโยชน์พลังงาน	: ซื้อเพลิงที่ประหยัดได้ 21,559.26 ลิตร/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 337,402.42 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	: 0.05 ปี

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 19: การจัดการด้านพลังงานความร้อน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานความร้อน	การใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาอุ่นน้ำให้ร้อนก่อนเข้าหม้อไอน้ำ
สภาพปัญหา : โรงงานใช้น้ำบาดาลที่ผ่านระบบการกรองด้วยทรายและเรซินแล้ว นำมาจ่ายให้หม้อไอน้ำ ซึ่งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการสร้างความร้อนให้กับน้ำ เพื่อให้ได้ไอน้ำออกมา โดยน้ำที่จ่ายให้กับหม้อไอน้ำนั้นปกติจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะจ่ายไปยังหม้อไอน้ำ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก แนวทางการปรับปรุง : โรงงานจึงติดตั้งพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำป้อนหม้อไอน้ำเป็น 70-80 องศาเซลเซียส ดังรูป ซึ่งเป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงในการสร้างพลังงาน ความร้อนได้  น้ำอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ระบบเดิมที่ใช้น้ำบาดาลจ่ายให้หม้อไอน้ำ  น้ำอุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ระบบใหม่ที่ใช้จ่ายให้หม้อไอน้ำ	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 20: การจัดการด้านพลังงานความร้อน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานความร้อน	การประหยัดเชื้อเพลิง โดยนำน้ำควบแน่นกลับมาใช้ใหม่
สภาพปัญหา : โรงงานตัวอย่างใช้หม้อไอน้ำที่มีการผลิตจริง เฉลี่ย 8.37 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง โดยโรงงานใช้น้ำอ่อนที่มีอุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส ป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำในอัตรา 7.6 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง และใช้น้ำคอนเดนเสทที่มีอุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส ป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำในอัตรา 0.8 ลบ.ม. ต่อชั่วโมงและระบบทั้งน้ำคอนเดนเสทที่รวบรวมกลับมาได้ทั่วไป ทำให้เกิดการสูญเสียส่วนนี้ไปโดยเปล่าประโยชน์ และเนื่องจากน้ำคอนเดนเสทนี้มีอุณหภูมิสูง หากนำกลับไปป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำจะช่วยให้สามารถลดพลังงานหรือประหยัดเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำลงได้ แนวทางการปรับปรุง : โรงงานควรจัดทำถังเก็บน้ำคอนเดนเสทขนาด 3 ลบ.ม. เพิ่มอีก 1 ถัง และปรับอัตราการป้อนน้ำเข้าสู่หม้อไอน้ำโดยใช้น้ำคอนเดนเสทเป็นหลักในอัตรา 5.32 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง และป้อนน้ำอ่อนในอัตรา 3.05 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
เงินลงทุน	: 200,000 บาท
ประหยัดเชื้อเพลิง	: 19,401 บาทต่อเดือน
ระยะเวลาคืนทุน	: 0.86 ปี

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ. (2548).

4.5.2 พลังงานไฟฟ้า

วิธีการ/แนวทางการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยจำแนกตามระบบต่างๆ สามารถนำไปปฏิบัติได้ดังนี้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

- ☺ ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ในบริเวณที่สามารถใช้ได้
- ☺ ควบคุมให้ความเข้มแสงอยู่ในระดับที่เหมาะสม
- ☺ ปิดหลอดไฟฟ้าเมื่อไม่มีความจำเป็นต้องใช้งาน หรือติดตั้งสวิทช์ควบคุมอัตโนมัติ
- ☺ ทำความสะอาดหลอดไฟฟ้าและบริเวณโดยรอบทุกเดือนเพื่อคงประสิทธิภาพการส่องสว่าง
- ☺ ใช้โคมกระจายแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง
- ☺ ลดแรงดันไฟฟ้าการส่องสว่าง
- ☺ เปลี่ยนบัลลาสต์จากแกนเหล็กธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ หรือเป็นแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง
- ☺ ใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง

- ☺ ลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกินไป
- ☺ ใช้แสงสว่างเฉพาะจุดที่ทำงาน
- ☺ ตรวจสอบและลดพื้นที่ใช้แสง/หรือแสง โดยใช้ระบบควบคุมที่เหมาะสม

ระบบปรับอากาศ

- ☺ ซ่อมแซมจุดรั่วไหลของท่อส่ง และข้อต่อต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศ
- ☺ ซ่อมแซมวาล์วเปิดปิดของระบบปรับอากาศให้สามารถปิดได้สนิท
- ☺ เลือกใช้งานเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงหรือมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานเป็นเครื่องแรกในกรณีที่มีหลายเครื่อง
- ☺ การลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องปรับอากาศ
- ☺ การปรับปรุงท่อเมนส่งจ่ายอากาศอัด
- ☺ การลดแรงดันในการผลิตอากาศอัดที่เครื่องผลิต
- ☺ บำรุงรักษาชุดกรองและจุดกรองต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศ และใช้ชุดกรองที่มีความดันสูญเสียต่ำ
- ☺ การลดพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของการใช้อากาศอัด
- ☺ การปรับการเปิดวาล์วอากาศเข้าให้เหมาะสม โดยใช้วาล์วที่มีขนาดเล็กลงหรือเป็นชนิดประหยัดพลังงาน
- ☺ การเลือกขนาดถังเก็บอากาศอัดที่เหมาะสม และใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่แทนเครื่องขนาดเล็กหลาย ๆ เครื่อง

ระบบเครื่องปรับอากาศและทำความเย็น

- ☺ ควบคุมคุณภาพน้ำ และความสะอาดของอุปกรณ์ที่น้ำไหลผ่านในระบบอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการเกิดตะกรัน การอุดตัน และการผุกร่อน
- ☺ ตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสตัททุกปี
- ☺ ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศทุกเดือน และทำความสะอาดพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับน้ำหรืออากาศอย่างสม่ำเสมอ
- ☺ กำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานแยกส่วนพื้นที่การทำความเย็นปิดหลอดไฟฟ้า หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ไม่ได้ใช้งาน เพื่อลดภาระการทำความเย็น
- ☺ ปิดประตูหน้าต่างของพื้นที่ปรับอากาศให้สนิท เพื่อลดการนำอากาศภายนอกเข้าและลดการนำอากาศภายในออก
- ☺ ปลุกต้นไม้บริเวณรอบห้องปรับอากาศ หรือใช้อุปกรณ์บังแดด เช่น กันสาด การติดตั้งฟิล์มกันความร้อน เพื่อลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้าสู่พื้นที่ปรับอากาศ

- ☺ เริ่มเดินเครื่องปรับอากาศให้ช้าที่สุดเท่าที่ทำได้ และหยุดเดินเครื่องปรับอากาศให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้จัดบริเวณห้องน้ำระบายความร้อน หรือคอยล์ร้อนให้โปร่งเพื่อให้ระบายความร้อนได้ดี
- ☺ ปรับตั้งอุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศให้สูงที่สุด และปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นสูงขึ้น
- ☺ นำอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดความร้อนออกจากห้องปรับอากาศ หรือหุ้มฉนวนอุปกรณ์ที่มีอุณหภูมิสูง
- ☺ ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นในระบบให้เหมาะสม และควบคุมปริมาณน้ำหรืออากาศให้ไหลผ่านขดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนในอัตราที่เหมาะสม
- ☺ เพิ่มขนาดพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการปรับตั้งหรือเลือกใช้ลิ้นลดความดันที่มีขนาดเหมาะสม
- ☺ ใช้น้ำหรืออากาศที่มีอุณหภูมิต่ำเข้าระบายความร้อน

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 21 : การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า	การประหยัดพลังงานไฟฟ้า
สภาพปัญหา : ในระบบการทำความสะอาดและฟอกขาวอย่างต่อเนื่อง การชุบมัน การใช้ไอน้ำร้อนในเครื่องล้างแบบ Washing Range และการเช็ดด้วยความเร็วด้วยเครื่องสแตนเตอร์ จะต้องมีการปรับอัตราเร็วของเครื่องให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลที่ดีที่สุด ซึ่งเครื่องเหล่านี้จะประกอบด้วยมอเตอร์จำนวนหลายๆ ตัว ซึ่งความเร็วรอบมอเตอร์แต่ละตัวจะถูกควบคุมโดยมอเตอร์หลัก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก แนวทางการปรับปรุง : ปัจจุบันจึงได้มีการนำอินเวอร์เตอร์มาใช้ในการควบคุมความเร็วรอบโดยการใช่มอเตอร์กระแสไฟฟ้า AC และเซมิคอนดักเตอร์ เนื่องจากสามารถควบคุมอัตราเร็วรอบของเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยประหยัดพลังงาน ยกตัวอย่าง เช่น การใช้อินเวอร์เตอร์ในพัดลมของเครื่องสแตนเตอร์และเครื่องอบแห้งและปั๊มของเครื่องเจ็ท	
ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์	
🌸 การใช้อินเวอร์เตอร์จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ 30 – 40 % ถ้า 1 KHW คิดเป็นเงิน 2.7 บาท 🌸 การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ขนาด 10 kW ใช้เงิน 50,000 บาท ดังนั้นจะคืนทุนใน $50,000/27 = 1,852$ ชั่วโมง = 100 วัน	

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ. (2548).

ตัวอย่างที่ 22: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน				
หัวข้อ		หลักการ		
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า		การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น		
โรงงาน E ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นแบบหอยโข่งระบายความร้อนด้วยน้ำขนาดพิกัด 350 TR ปกติปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นไว้ที่ 45 °F เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน โรงงานจึงปรับอุณหภูมิน้ำเย็นเป็น 46 °F ที่ภาระโหลด 60% โดยพื้นที่ปรับอากาศไม่มีปัญหา ส่งผลให้ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง ผลการตรวจวัดก่อนและหลังการปรับตั้งมีดังนี้ (ใช้งานวันละ 12 ชั่วโมง 300 วันต่อปีตลอดทั้งปี ภาระการปรับอากาศเปลี่ยนแปลงประมาณ 80% อัตราค่าไฟฟ้า 2.95 บาทต่อหน่วย) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้				
รายละเอียด	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า (°F)	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก (°F)	อัตราการไหล ของน้ำเย็น (GPM)	พลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)
เดิมปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ 45 °F	51.4	45.0	631	129
เดิมปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ 46 °F	52.3	46.2	631	116

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 23: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน						
หัวข้อ			หลักการ			
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า			การลดความดันสารทำความเย็นด้านคอนเดนเซอร์			
สภาพปัญหา: โรงงาน E ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำขนาดพิกัด 1,200 TR โดยปกติโรงงานทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ปีละ 1 ครั้ง จากการตรวจวัดพบว่าอุณหภูมิสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์มาก ทำให้สูญเสียพลังงาน แนวทางการปรับปรุง: โรงงานจึงปรับแผนการทำความสะอาดใหม่เป็นปีละ 2 ครั้ง โดยทำการตรวจวัดหาประสิทธิภาพก่อนและหลังทำความสะอาด ดังนี้ (ใช้งานวันละ 12 ชั่วโมง 300 วันต่อปี ตลอดทั้งปี ภาระการปรับอากาศเปลี่ยนแปลง 80% อัตราค่าไฟฟ้า 2.95 บาทต่อหน่วย) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้						
รายละเอียด	Condenser Approach Temp. (°F)	ความดันสารทำความเย็น (psig)	อุณหภูมิน้ำเย็น (°F)		อัตราการไหลของน้ำเย็น(GPM)	พลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)
			เข้า	ออก		
ก่อนทำความสะอาดคอนเดนเซอร์	8	12	61.0	53.2	3,100	675
หลังทำความสะอาดคอนเดนเซอร์	3	10	61.0	52.5	3,330	600

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 24: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน

หัวข้อ

หลักการ

การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ลดพลังงานไฟฟ้า

โรงงาน E ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นแบบหอยโข่งระบายความร้อนด้วยน้ำขนาด 350 TR ปกติเดินหอยโข่งเย็น 1 ชุด ร่วมกับเครื่องทำน้ำเย็น 1 ชุด อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ 90°F อุณหภูมิน้ำที่ได้จากหอยโข่งเย็นสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าหอยโข่งเย็น 8°F ดังนั้นเมื่อเดินหอยโข่งเย็นเพิ่มขึ้น 1 ชุด ปริมาณน้ำที่เข้าหอยโข่งเย็นทั้งสองชุดจะลดลงจากเดิม ส่งผลให้อุณหภูมิน้ำที่ได้ลดลงจาก 90°F เป็น 86°F ผลการตรวจวัดก่อนและหลังการปรับตั้ง มีดังนี้ (ใช้งานวันละ 12 ชั่วโมง 300 วันต่อปี ตลอดทั้งปีภาระการปรับอากาศเปลี่ยนแปลง 80% อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย 2.95 บาท) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

รายละเอียด

อุณหภูมิน้ำเย็น (°F)

อัตราการไหลของน้ำเย็น (GPM)

อุณหภูมิน้ำระบาย (°F)

พลังไฟฟ้า Chiller (kW)

พลังงานไฟฟ้า Cooling Tower (kW)

เข้า

ออก

เข้า

ออก

เดิมเดิน Chiller 1 ชุด และเดิน Cooling Tower 1 ชุด

46.0

52.2

653.4

90.1

97.4

122

7.2

ใหม่เดิน Chiller 1 ชุด และเดิน Cooling Tower 2 ชุด

45.7

52.2

653.4

86.2

93.6

107

15.1 (รวม 2 ชุด)

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 25: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน				
หัวข้อ		หลักการ		
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า		ลดพลังงานไฟฟ้า		
โรงงาน E ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นแบบหอยโข่งระบายความร้อนด้วยน้ำขนาดพิกัด 500 TR โดยปกติปรับตั้ง Current Limit ที่ 100% ซึ่งเป็นจุดที่ประสิทธิภาพของเครื่องต่ำ โรงงานจึงทำการปรับตั้ง Current Limit ใหม่เป็น 90% ซึ่งจากการปรับตั้ง ทำให้พลังงานไฟฟ้าลดลง และไม่ส่งผลกระทบต่อภาระการปรับอากาศภายในโรงงาน ผลการตรวจวัดก่อนและหลังการปรับตั้งมีดังนี้ (ใช้พลังงานวันละ 12 ชั่วโมง 300 วันต่อปี ตลอดทั้งปีภาระการปรับอากาศเปลี่ยนแปลง 80% อัตราค่าไฟฟ้า 2.95 บาทต่อหน่วย) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้				
รายละเอียด	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า (°F)	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก (°F)	อัตราการไหลของน้ำเย็น (GPM)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)
Current Limit 100%	55.8	46.3	1,200	335
Current Limit 90%	55.8	46.5	1,200	304

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 26: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน			
หัวข้อ	หลักการ		
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า	การลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดพลังงานไฟฟ้า		
โรงงาน E ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 90 หลอด ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการลดจำนวนหลอดไฟเพื่อลดแสงสว่างที่มากเกินไปจนความจำเป็นลงจากเดิม 30 หลอด คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ด้วยวิธีดังต่อไปนี้			
รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น			
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	Hr	hr/y	7,200.00
1.3 พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า	WB	kW/Unit	0.036
1.4 จำนวนหลอดไฟ้าก่อน	NB	Unit	90.000
1.5 จำนวนหลอดไฟฟ้าหลัง	NF	Unit	60.00
2. การวิเคราะห์ข้อมูล			
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง $PB = (WB \times hr \times NB)$	PB	kWh/y	23,328.00
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง $PA = (WB \times hr \times NF)$	PA	kWh/y	15,552.00
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี $ES = (PB-PA) \times hr$	ES	kWh/y	7,776.00
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง $SC= (ES \times EC)$	SC	B/y	23,328.00
หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก =10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W			

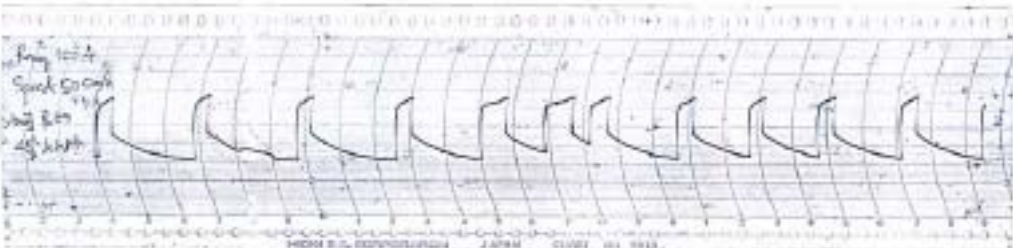
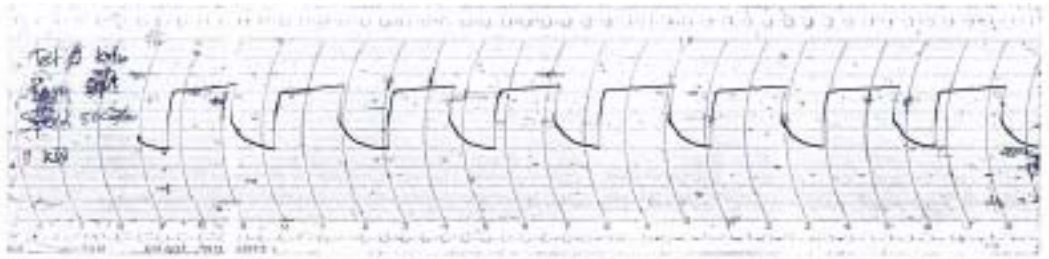
ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 27: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน			
หัวข้อ		หลักการ	
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า		การเปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูงเพื่อลดพลังงานไฟฟ้า	
สมการที่ใช้ในการคำนวณ			
พลังงานที่ลดลง = พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง - พลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง			
ตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจ			
โรงงาน E ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 100 หลอด ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า 3 บาทต่อหน่วย ต้องการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนใช้หลอดประสิทธิภาพสูง หลังการปรับปรุงลดจำนวนหลอดที่ใช้งานลงจากเดิม 10 หลอด คิดพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ด้วยวิธีดังนี้			
รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล
1. ข้อมูลเบื้องต้น			
1.1 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย	EC	B/kWh	3.00
1.2 ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	hr	hr/y	7,200.00
1.3 พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าก่อน	WB	kW	3.60
1.4 พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าหลัง	WF	kW	3.20
2. การวิเคราะห์ข้อมูล			
2.1 พลังไฟฟ้าเดิมก่อนปรับปรุง	PB	kWh/y	25,920.00
$PB = (WB \times hr \times NB)$			
2.2 พลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุง	PA	kWh/y	23,040.00
$PA = (WB \times hr \times NF)$			
2.3 พลังงานไฟฟ้าลดลงต่อปี	ES	kWh/y	2,880.00
$ES = (PB - PA) \times hr$			
2.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง	SC	B/y	8,640.00
$SC = (ES \times EC)$			
หมายเหตุ : การสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก =10 W ชนิดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง = 5 W และชนิดอิเล็กทรอนิกส์ = 0 W			

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 28: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า	การจัดโหลดเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการ
โรงงาน E ติดตั้งเครื่องอัดอากาศไว้ 2 ชุด ขนาด 15 HP (ติดตั้งก่อน) และ 60 HP (ติดตั้งเพิ่มทีหลัง) โดยทางโรงงานจะเลือกเดินเครื่องอัดอากาศขนาด 60 HP เป็นตัวหลัก (เดินตัวใหญ่ไว้ก่อนรับรองลมไม่ตก) ส่วนเครื่องอัดอากาศขนาด 15 HP นั้นทางโรงงานไว้เป็นตัวสำรอง เมื่อหยุดซ่อมบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศตัวใหญ่ โดยการตรวจวัดความต้องการปริมาณอากาศอัดของทางโรงงานทั้งระบบ ในสภาพก่อนการปรับปรุง มีความต้องการปริมาณอากาศอัดอยู่ที่ 19.30 ลิตร/วินาที ที่ความดัน 9 บาร์ หรือ 17.81% ของพิกัดการผลิตเครื่องขนาด 60 HP  จากข้อมูลก่อนการปรับปรุง สภาวะการทำงานของเครื่องอัดอากาศ 60 HP พบว่าเครื่องเดินในสภาวะไร้อากาศมากกว่าสภาวะมีอากาศ หลังปรับปรุงโรงงานได้พิจารณาเดินเครื่องอัดอากาศ 15 HP แทนเครื่องอัดอากาศ 60 HP  เครื่องอัดอากาศขนาด 15 HP กำลังการผลิตอากาศ 28.33 ลิตร/วินาที ที่แรงดัน 9 บาร์ หรือคิดเป็นความต้องการปริมาณอากาศอัดประมาณ 68.11% ของพิกัดเครื่องอัดอากาศขนาด 15 HP การจัดโหลดดังกล่าวจะสามารถทำให้ทางโรงงานมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานลงได้ประมาณ 69,322 หน่วย/ปี คิดเป็นเงิน 187,115 บาท/ปี	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

ตัวอย่างที่ 29: การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน					
หัวข้อ			หลักการ		
การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า			ลดพลังงานไฟฟ้า		
โรงงาน E ติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำขนาด 500 TR โดยปรับตั้ง Current Limit ที่ 100% จากการตรวจวัดพบว่าอัตราการไหลของน้ำเย็น 1,011 แกลลอนต่อนาที ต่ำกว่าพิกัดโดยพิกัดอยู่ที่ $2.4 \times 500 = 1,200$ แกลลอนต่อนาที จึงมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพโดยการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเย็นให้สูงขึ้น ทำให้พลังงานไฟฟ้าลดลง ซึ่งผลการตรวจก่อนและหลังการปรับตั้งมีดังนี้ (ใช้งานวันละ 12 ชั่วโมง 300 วันต่อปี ตลอดทั้งปีภาระการปรับอากาศเปลี่ยนแปลง 80% อัตราค่าไฟฟ้า 2.95 บาทต่อหน่วย) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้					
รายละเอียด	Current Limit (%)	อุณหภูมิน้ำเย็นเข้า (°F)	อุณหภูมิน้ำเย็นออก (°F)	อัตราการไหลของน้ำเย็น (GPM)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)
ก่อนเพิ่มปริมาณน้ำเย็น	100	55.5	45.1	1,010	327
หลังเพิ่มปริมาณน้ำเย็น	100	55.8	46.3	1,200	335

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. “คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน”. (2552)

4.5.3 เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้เพื่อช่วยประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ**(1) เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง Stenter¹² (ดังรูปที่ 4-4)**

โดยการใช้เทคโนโลยีแบบใหม่ ซึ่งเป็นผลงานของศูนย์พัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอ สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ จากผลการทดสอบพบว่าสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่า 30 % เพื่อประยุกต์ใช้ในการฟอกย้อมตกแต่งสำเร็จ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยเครื่องจักรนี้ใช้ทำหน้าที่ในกระบวนการอบแห้งผืนผ้าและตกแต่งสำเร็จผืนผ้าด้วยสารเคมีที่จัดมาเป็นการเฉพาะเพื่อให้ได้ผืนผ้าที่มีคุณภาพหลากหลายตามลักษณะการใช้งานของเสื้อผ้าเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง ได้รับการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานโดยอาศัยหลักการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 4-5) โดยสามารถใช้ทดแทนเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนเดิมแบบทั่วไป ซึ่งใช้วิธีทำความร้อนทางอ้อม จากแหล่งเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ อาทิ ถ่านหิน น้ำมันเตา ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนเข้าหัวเผา ในการให้ความร้อนแก่ม้วนน้ำมันร้อน น้ำมันร้อนที่ได้จะถูกปั๊มส่งมายังเครื่องอบฯ และแลกเปลี่ยนความร้อนกับลมโดยพัดลมหมุนเวียนอากาศ เกิดเป็นลมร้อนให้แก่ผืนผ้า ซึ่งการให้ความร้อนของเทคโนโลยีเดิมในลักษณะ Indirect Heating นี้จะเกิดการสูญเสียและสิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างมาก เนื่องจากประสิทธิภาพในการให้ความร้อนจะ

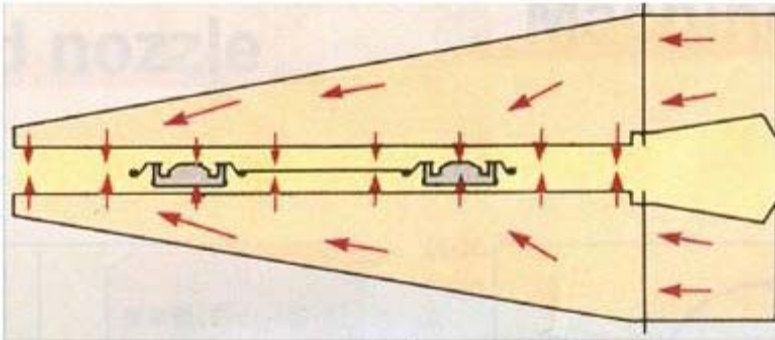
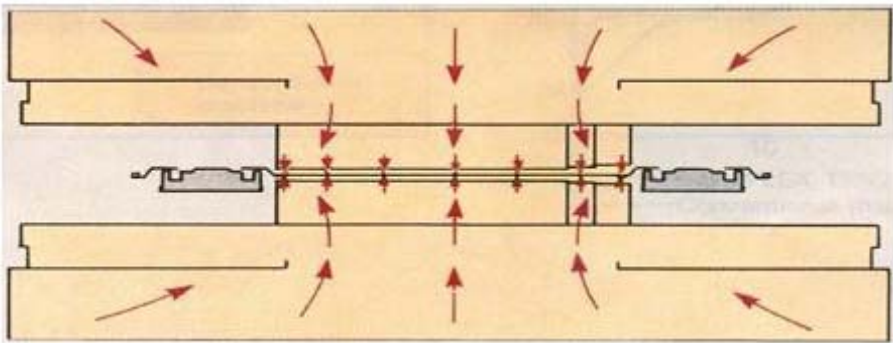
¹² http://www.thaitextile.org/tdc/?page_id=885, 21/11/2554

ลดลงทุก ๆ ขั้นตอนจากต้นทางซึ่งเป็นแหล่งความร้อนจนกระทั่งถึงผืนผ้าที่ต้องการอบปลายทาง เทคโนโลยีเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบเดิม จึงส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม ลดภาวะโลกร้อนจากก๊าซเรือนกระจกได้เป็นอย่างดี

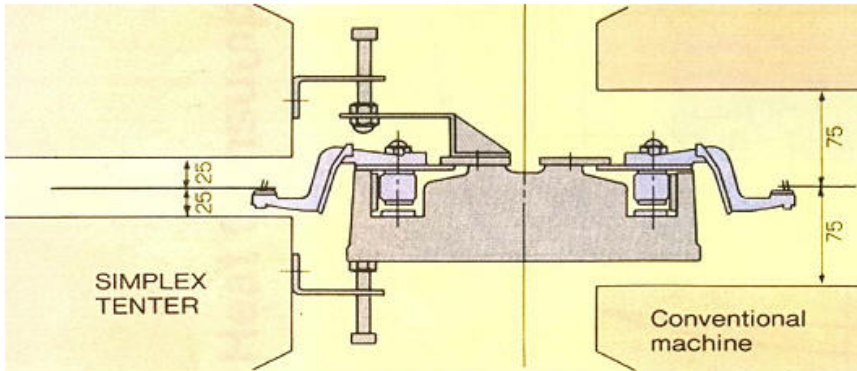
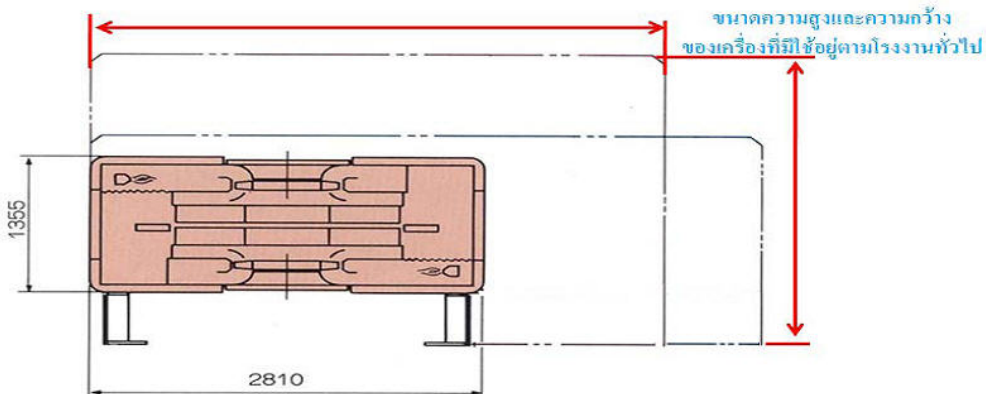


รูปที่ 4-4 เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง Stenter

ตารางที่ 4-5 หลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของเทคโนโลยีตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง Stenter

ส่วนประกอบ ของเทคโนโลยี และขั้นตอนการ ทำงาน	ภาพประกอบ
1.1 Nozzle เป่าลมร้อนที่สามารถปรับความกว้างได้เท่ากับขนาดของผืนผ้า	 รูปที่ 4-5 Nozzle ของเครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนแบบทั่วไป  รูปที่ 4-6 Nozzle ของเครื่องอบประสิทธิภาพสูงซึ่งยึดติดกับรางโซ่ปรับความกว้างได้ตามขนาดผืนผ้า

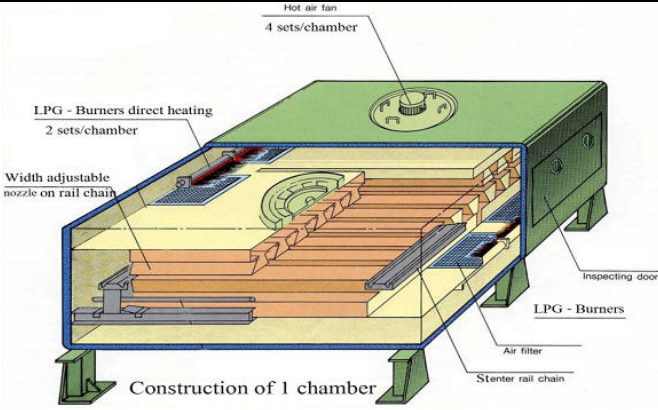
ตารางที่ 4-5 หลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของเทคโนโลยีตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง Stenter (ต่อ)

ส่วนประกอบ ของเทคโนโลยี และขั้นตอนการ ทำงาน	ภาพประกอบ
1.2 ลด ระยะห่าง ระหว่างผืนผ้า กับ Nozzle เป่าลมร้อน	 รูปที่ 4-7 เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง มีระยะห่างระหว่าง Nozzle กับชิ้นงานที่ 25 มม. ในขณะที่เครื่องแบบทั่วไป มีระยะห่าง 75 มม. เป็นผลให้ลมร้อนส่งผ่านพลังงานลงบนผืนผ้าได้มากกว่า
1.3 ออกแบบ โดยลดปริมาตร อากาศที่ หมุนเวียน ภายในตู้	 รูปที่ 4-8 เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าผืนประสิทธิภาพสูง มีขนาดกว้างและสูงน้อยกว่าเครื่องแบบทั่วไปจึงมีปริมาตรภายในน้อยกว่า ทำให้อากาศร้อนได้เร็วกว่า จึงสามารถประหยัดพลังงานในการทำความร้อนได้

ตารางที่ 4-5 หลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของเทคโนโลยีตกแต่งสำเร็จผ้าฝ้ายประสิทธิภาพสูง Stenter (ต่อ)

ส่วนประกอบ ของเทคโนโลยี และขั้นตอนการ ทำงาน	ภาพประกอบ
1.3 ออกแบบ โดยลดปริมาตร อากาศที่ หมุนเวียน ภายในตู้ (ต่อ)	รูปที่ 4-9 แสดงการเพิ่มอุณหภูมิภายใน Chamber อบภายในตู้เปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีเดิม(Conventional Model) และ เครื่องอบตกแต่งสำเร็จผ้าฝ้ายประสิทธิภาพสูง (THTI Stenter)
1.4 เพิ่ม อัตราการ หมุนเวียน ลมร้อนภายใน Chamber	รูปที่ 4-10 แสดงเพิ่มอัตราการหมุนเวียนลมร้อนภายใน Chamber

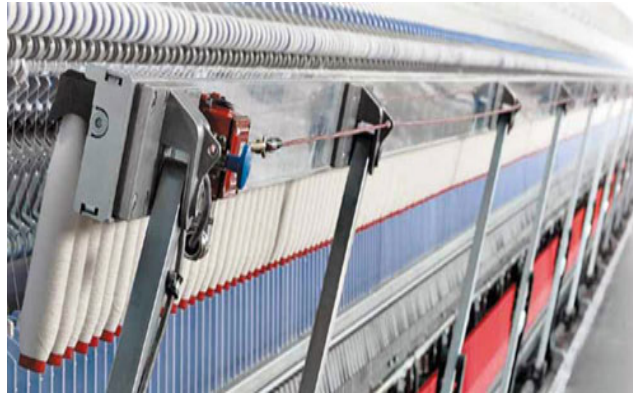
ตารางที่ 4-5 หลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของเทคโนโลยีตกแต่งสำเร็จผ้าผืน
ประสิทธิภาพสูง Stenter (ต่อ)

ส่วนประกอบ ของเทคโนโลยี และขั้นตอนการ ทำงาน	ภาพประกอบ
1.5 ทำลมร้อน ด้วยระบบ LPG-Burner Direct Heating	 รูปที่ 4-11 แสดงการทำลมร้อนด้วยระบบ LPG-Burner Direct Heating

(2) เครื่องผลิตเส้นด้าย C 70 High Performance Card¹³ และเครื่องร่อนไหมของ
R 60 Rotor Spinning

โดยเครื่อง C 70 มีหน้ากว้าง 1.5 เมตร สามารถเพิ่มการผลิตขึ้นอีกร้อยละ 40 ด้วยคุณภาพการสานเส้นใยที่ดีกว่าเดิม และใช้พลังงานต่ำกว่าเครื่องรุ่นเก่า C 60 ถึงร้อยละ 15 ต่อการสานสไลเวอร์ 1 กิโลกรัม ส่วนเครื่อง R 60 Rotor Spinning มีจำนวน Rotors ได้มากถึง 540 Rotors และเมื่อเทียบกับรุ่น R 40 พบว่า R 60 มีกำลังการผลิตสูงขึ้นอีกร้อยละ 8 และใช้พลังงานต่ำกว่าร้อยละ 5 แสดงดังรูปที่ 4-12

¹³ <http://www.ttistextiledigest.com/articles/industry-outlook/item/3806.html>.



รูปที่ 4-12 เครื่องผลิตเส้นด้าย C 70 High Performance Card

ที่มา : <http://www.ttistextiledigest.com/articles/industry-outlook/item/3806.html>.

(3) เครื่องปั่นด้ายประสิทธิภาพสูง

- เครื่องปั่นด้ายวงแหวน G32 Ring Spinning¹⁴ มีแกนปั่นด้ายถึง 1,440 แกน เครื่องหวี E 66 combing ที่มีกำลังการผลิต 72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (500 nips/min และ 80 g/m batt weight) และเครื่อง RSB-D 22 Double-head Autoleveler Draw Frame ที่เร่งอัตราเร็วได้ถึง 2 x 1,100 เมตรต่อนาที แสดงดังรูปที่ 4-13

- เครื่องปั่นด้ายโรเตอร์ BD 416 Ring Spinning มี 416 spinning unit เครื่องปั่นด้ายวงแหวน Zinser 351 Impact FX Compact Ring Spinning มีแกนปั่นด้ายถึง 1,680 แกน และเครื่อง Autoconer X5

- เครื่อง Allma TCS เป็นเครื่องสำหรับตีเกลียวผลิตด้ายเทคนิคัล และเครื่อง Allma CC3 สำหรับตีเกลียวและควบด้ายเคเบิล

- อุปกรณ์ส่งน้ำมันหล่อลื่นเส้นด้าย สำหรับติดบนแกนปั่นด้าย ซึ่งใช้เวลาหล่อลื่นเพียง 10 วินาทีต่อแกนปั่นด้าย (รวมเวลาเปลี่ยนถายน้ำมันเก่าด้วย)

- เครื่องตรวจจับและแยกสิ่งแปลกปลอมออกจากใยฝ้ายที่ชื่อ Securoprop SP-FPU สามารถตรวจจับและแยกวัสดุเจือปนต่างๆ แม้แต่พอลิพรอพิลีนหรือพอลิเอทิลีนฟอยล์ และนำเสนอสาย Card Clothing FGX1 สำหรับกระบวนการสางใย ซึ่งตัว Clothing มีอายุการใช้งานนานขึ้นกว่าเดิม

- เทคโนโลยีของ Polar I/DLS (direct link system) ซึ่งเป็นโมเดล Polar ล่าสุดของสายการผลิต Automatic Link Winder

¹⁴ <http://www.ttistextiledigest.com/articles/industry-outlook/item/2583-yarn-industry-in-the-global-market.html>.



รูปที่ 4-13 เครื่องปั่นด้ายวงแหวน G32 Ring Spinning

ที่มา : <http://www.ttistextiledigest.com/articles/industry-outlook/item/2583-yarn-industry-in-the-global-market.html>.

(4) เทคโนโลยีการทอผ้าและการถักเสื่อผ้าประสิทธิภาพสูง

■ เครื่องถักที่ประกอบด้วยเครื่อง HKS4 F Terry

สำหรับผลิตผ้า Terry ขึ้นดีจากด้ายฟิลาเมนต์ด้วยความเร็ว 1,400 รอบต่อนาที ใช้ E24 และ E28 เช็ม ที่ความกว้าง 136 นิ้ว เครื่องต่อมาคือ HKS MSU S Weft Insertion ที่สามารถใช้กับด้ายหลากหลายชนิดแม้กระทั่งด้ายขนาดเล็ก (ด้ายฟิลาเมนต์พอลิเอสเตอร์ขนาด 17 dtex) ที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง ผลิตผ้าหน้ากว้างได้ถึง 6.27 เมตรแม้ใช้ E28 เช็ม มีอัตราการผลิตผ้า 2,000 ตารางเมตรต่อชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4-14

■ เครื่องถักที่มีอุปกรณ์ CFP Bars (Carbon-Fiber-Reinforced Plastic) ช่วยให้ถักผ้าได้เร็วขึ้น CFP Bars นี้มีน้ำหนักเบา แข็งแรงและความร้อนความเย็นไม่มีผลกระทบต่อการทำงาน

■ เครื่องถักเสื่อผ้า MACH2X153 18L สามารถถักได้เร็วเป็น 2 เท่าจากเครื่องรุ่นเดิม คือ มีความเร็วการถักสูงสุด 1.6 เมตรต่อวินาที และเสนอเครื่อง MACH2SIG Flat Knit ที่มีความเร็วการถักสูงสุด 1.4 เมตรต่อวินาที

■ เครื่องถักกลม S4-3.2 R สำหรับถักผ้ารีวซึ่งเกอร์เจอซี 3 สีหรือ 6 สีขึ้นกับจำนวน Feeders มีความเร็วรอบต่อนาทีเท่ากับ 20 สำหรับการถักผ้ารีว และเท่ากับ 31 สำหรับการถักอื่นๆ และเสนอเครื่อง S4-3.2 II สำหรับการถักผ้าให้เงาแบบใหม่

■ เครื่องถักกลม S296-2 สำหรับผลิตผ้าซึ่งเกอร์เจอซี ใช้ E28 เช็ม มี 115 Feeders และ 2 ถึง 4 Needle Tracks และสุดท้ายเป็นบริษัท Pai Lung นำเสนอเครื่อง Flat Knit PLF-KS132 ที่มีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม มีความเร็วในการถักสูงสุด 1.2 เมตรต่อวินาที และ 2 ถึง 4 Needle Tracks และสุดท้ายเป็นบริษัท Pai Lung นำเสนอเครื่อง Flat Knit PLF-KS132 ที่มีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม มีความเร็วในการถักสูงสุด 1.2 เมตรต่อวินาที

- เครื่อง JL 40/1 Jacquardtronic lace¹⁵ ผลิตผ้าลูกไม้สำหรับชุดชั้นในและเสื้อผ้า (เครื่อง 28 เข็ม มี 36 pattern bars ขับเคลื่อนด้วย Servo Motors) และเครื่อง DJ 6/2 ที่ใช้เทคนิคการผลิตทางเกวไน้ไร้ตะเข็บ 2 เทคนิค (Cut and Turn Design และ Side-seamless Design with Shaping Effect)
- เครื่องถักกลม Single Jersey SM8 TR1 ใช้ 16 ถึง 24 เข็มและมี 8 Feeders เครื่อง Warp Knit SWD 6/2J ผลิตเสื้อผ้าไร้ตะเข็บและเครื่องถักกลม Double Jersey SM9^{MF} ผลิตผ้าริบ (Rib)
- เครื่องถัก flat knit CMS 530 HP Multi Gauge ประกอบด้วยระบบ Stoll-multiflex take-down สามารถใช้กับชนิดเส้นใยและขนาดด้ายต่างๆ กัน และสามารถดัดแปลงเครื่องให้ใช้ได้กับเส้นด้ายที่มีเส้นโลหะด้วย
- เครื่องถักกลม Single Jersey S4-3.2 สองเวอร์ชันคือ เครื่อง 24 เข็มสำหรับผ้าริ้วและเครื่อง 44 เข็มที่มี 108 Feeders ทั้งคู่
- เครื่อง flat knit เป็นระบบคอมพิวเตอร์ ชื่อ MACH2SIG และ MACH2X
- เครื่องถักผ้าริ้ว S4F348 รุ่นล่าสุด ที่สามารถถักได้สูงสุดถึง 8 ริ้วต่อความยาวหนึ่ง
- เครื่องถัก Double Jersey Double Selection Electronic Jacquard (Cylinder และ Dial Electronic Selection) สำหรับผลิตผ้าคลุมฟูกที่นอนคุณภาพสูง
- เครื่องถัก Single Jersey สามรุ่นใหม่คือ เครื่อง JH/V ความเร็วสูงถึง 50 rpm เครื่อง JB41E และ JB3E สำหรับผลิตผ้าริ้วสี



รูปที่ 4-14 เครื่องถักที่ประกอบด้วยเครื่อง HKS4 F terry

ที่มา : <http://www.ttistextiledigest.com/articles/industry-outlook/item/3416-ตลาดเครื่องถักและผ้าถักทั่วโลก.html>.

¹⁵ <http://www.ttistextiledigest.com>.

(5) เทคโนโลยีการพิมพ์ผ้าประสิทธิภาพสูง

▪ เครื่องพิมพ์ผ้าดิจิตอล ยี่ห้อ Austrina¹⁶ สำหรับงานพิมพ์ผ้าม้วน และพิมพ์เสื้อที่ขีด โดยเทคโนโลยีดิจิตอลจะเข้ามาเสริมจุดอ่อนธุรกิจงานพิมพ์ในระบบสกรีน และ Offset ในด้านความเร็ว เนื่องจากในการพิมพ์ผ้าตัวอย่าง ถ้าเป็นระบบสกรีนหรือ Offset จะใช้เวลา 4-5 สัปดาห์ ในขณะที่การพิมพ์ด้วยเครื่องดิจิตอลจะใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมง และยังช่วยลดต้นทุนได้ถึง 40-50% โดยคุณสมบัติเด่นของเครื่องพิมพ์ผ้าดิจิตอล Austrina คือสามารถพิมพ์ผ้าในจำนวนน้อย และต่างขนาดได้ อีกทั้งยังใช้หมึก Pigment ซึ่งพิมพ์ได้บนผ้าทุกชนิด และหมึกนี้จะไม่ซึมลงในเส้นใย ไม่เกาะบนผิวผ้า ให้สัมผัส เป็นเนื้อเดียวกับผ้า ทำให้งานออกมาสวย คมชัด เวลาดึงเสื้อจะไม่เห็นรอยแตกของสี ที่สำคัญไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม

(6) เทคโนโลยีการย้อมสีผ้าประสิทธิภาพสูง

▪ เครื่องย้อม Fong's Industries Group เป็นเครื่องย้อมต่างๆ ที่ใช้น้ำน้อยแต่ให้ประสิทธิภาพการย้อมและกำลังการผลิตที่สูง ประกอบด้วยเครื่องย้อมด้ายแบบแพกเกจ ALLWIN ซึ่งใช้ Liquor Ratio 1:4 สามารถลดเวลาการย้อมด้ายฝ้าย ลดการใช้น้ำและไฟฟ้าเกินกว่าร้อยละ 40 สำหรับการย้อมสีกลางถึงสีเข้ม เครื่องย้อมผ้า Jumbo Flow ซึ่งใช้ Liquor Ratio 1:4.5 สำหรับย้อมผ้าบางถึงผ้าหนัก สามารถประหยัดน้ำและลดเวลาได้ถึงร้อยละ 40 และ 33 ตามลำดับ เครื่องย้อมผ้า THEN-AIRFLOW ใช้ Liquor Ratio 1:3.75 และ 1:4:6 สำหรับการย้อมผ้าเต็มโหลดและครึ่งโหลดของเครื่องตามลำดับ เครื่องย้อมผ้าทอ Colora Pad Steam และเครื่องล้างผ้าชนิด Sintensa ของ Goller และสุดท้ายเป็นระบบการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำของ Fong's Water Technology แสดงดังรูปที่ 4-15



รูปที่ 4-15 เครื่องย้อม Fong's Industries Group

ที่มา : <http://www.ttistextiledigest.com/articles/technology/item/502-digital-printer-เสริมความไวให้ธุรกิจพิมพ์ผ้า.html>.

¹⁶ <http://www.ttistextiledigest.com>.

4.6 การจัดการด้านของเสีย

ของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมสิ่งทอนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของของเสียที่เป็นของเหลว รองลงมาคือของเหลวที่เป็นของแข็ง เช่น ชี๊และสแลจ วัสดุที่เป็นบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต เช่น ของเสียจำพวกผ้า ด้าย และเส้นใย นอกจากนี้ ยังมีของเสียอันตรายที่ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอ ควรจะต้องให้ความสำคัญในเรื่องการบริหารจัดการอย่างเข้มงวดภายใต้กรอบของกฎหมาย เช่น ตัวทำลายละลายที่ใช้แล้ว น้ำเสียที่ปนเปื้อนสีย้อมในขั้นตอนต่างๆ เศษของวัตถุดิบที่ปนเปื้อนสารเคมีทั้งอันตรายและไม่อันตราย เป็นต้น หากมีวิธีการ/แนวทางในการจัดการของเสียเหล่านั้นในขั้นตอนต่างๆ ลงได้ โดยที่คุณภาพของชิ้นงานยังคงเดิมจะช่วยให้อุตสาหกรรมดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง และเกิดของเสียที่จะเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมลดลงตามไปด้วย

วิธีการ/แนวทางการจัดการด้านของเสียสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถนำไปปฏิบัติได้ดังนี้

- ☺ เลือกใช้เทคโนโลยีการลอกแป้งแบบไร้สารเคมี (การใช้ความชื้น) หรือใช้สารเคมีชีวภาพร่วมกับการใช้น้ำล้างเพื่อลอกแป้งของขั้นตอนการเตรียมผ้า พร้อมทั้งวิธีการบำบัดน้ำเสียแบบ F/M โดยสนับสนุนให้ใช้สารลอกแป้งแบบย่อยสลายได้ ($F/M < 0.15 \text{ kg BOD}_5/\text{kg MLSS-d}$) เพื่อปรับปรุงคุณภาพของกากตะกอน โดยตั้งค่าอุณหภูมิที่ 19°C ขึ้นไป
- ☺ นำสารละลายที่ใช้แล้วกลับมาใช้ในหลายๆ กระบวนการ และกำจัดกากตะกอนที่เกิดจากขั้นตอนการผลิต
- ☺ เลือกใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่มีฝาปิดมิดชิดในกรณีที่เป็นถุงให้ปิดผนึกปากถุงอย่างมิดชิด
- ☺ เลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้เพื่อลดปริมาณการเกิดของเสีย ประเภทบรรจุภัณฑ์คัดแยกขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ประเภท คือ ขยะมูลฝอยแห้ง ขยะมูลฝอยเปียก ขยะมูลฝอยที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่และขยะมูลฝอยอันตราย และนำไปบำบัดและกำจัดในแต่ละประเภทให้ถูกวิธี
- ☺ กากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการซักล้างผ้าขนสัตว์สามารถนำมาผลิตเป็นก้อนอิฐหรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ☺ เผากากตะกอน เพื่อนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ใหม่ แต่จะต้องควบคุมฝุ่นและก๊าซพิษที่อาจเกิดขึ้น เช่น SO_x NO_x และต้องควบคุมสารพิษจากยาฆ่าแมลง คลอรีน สารฟลูออรีนที่ปนเปื้อนอยู่ในกากตะกอนด้วย
- ☺ อบรมให้ความรู้ ความเข้าใจแก่พนักงานอย่างสม่ำเสมอในการปฏิบัติงานอย่างถูกวิธี เพื่อลดการสูญเสียวัตถุดิบและลดการเกิดของเสีย

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านของเสียสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งมีแนวทางการดำเนินการดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 30 : การจัดการด้านของเสีย

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านของเสีย	การลดปริมาณของเสีย
โรงงานย้อมสีขนาดกลางในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะผลิตผ้าฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ โดยมีการดำเนินงานด้านการจัดการของเสีย ดังต่อไปนี้ - มีการติดตั้งระบบดูดสูญญากาศ EVAC เพื่อลดการใช้ปริมาณสารเคมีลง 25 เปอร์เซ็นต์ - มีการติดตั้ง Spectrophotometer เพื่อให้ตรงกับสีมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้มีการใช้สารเคมีลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ - คอนเดนเสทจะถูกปรับสภาพและนำกลับมาใช้ใหม่ในหม้อไอน้ำ - น้ำเย็นจะนำกลับมาใช้ในการชำระล้างหลังจากการย้อมสีผ้า	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 31 : การจัดการด้านของเสีย

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านของเสีย	การลดปริมาณสารเคมีที่ใช้เกินไป
สภาพปัญหา : ในกระบวนการพิมพ์ผ้าการคาดคะเนปริมาณแป้งพิมพ์ที่ต้องใช้เป็นสิ่งที่ยุ่งยาก ถ้าเตรียมแป้งพิมพ์น้อยเกินไปจนไม่พอใช้ก็ต้องรองจนกว่าจะเตรียมแป้งพิมพ์เพิ่มเติมใหม่ ถ้าเตรียมแป้งพิมพ์มากเกินไปก็จะทิ้ง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดในภายหลัง ในบางโรงงานที่ไม่ได้ให้ความสนใจเรื่องสิ่งแวดล้อมนั้นมักทิ้งแป้งพิมพ์นั้นไปกับน้ำ ซึ่งเป็นการเพิ่มสิ่งสกปรกและความยุ่งยากในการบำบัดน้ำทิ้งอย่างมาก แนวทางการปรับปรุง : ในปัจจุบันได้มีการนำเครื่องมือที่ใช้ในการประมาณแป้งพิมพ์ที่ต้องใช้เพื่อให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด ซึ่งการประมาณสามารถทำได้ดังนี้ - เมื่อเริ่มพิมพ์ให้ชั่งน้ำหนักแป้งพิมพ์ที่ต้องใช้ในการพิมพ์ผ้าความยาวหนึ่ง จากนั้นนำปริมาณดังกล่าวมาคำนวณหาปริมาณแป้งพิมพ์ที่ต้องใช้ทั้งหมด และทำการเตรียมแป้งพิมพ์ โดยการใช้เครื่องฉีดอัตโนมัติ - เครื่องพิมพ์ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน มักมีข้อมูลที่เก็บในแบบดิจิตอลของสายที่เกาะบนสกรีนหรือลูกกลิ้ง ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ ในการคำนวณหาปริมาณแป้งพิมพ์ที่ต้องใช้ได้ ในกรณีที่เครื่องพิมพ์นั้นไม่มีอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูลดังกล่าวก็สามารถติดตั้งเครื่องสแกนฟิล์ม Negative เพื่ออ่านข้อมูลดังกล่าวได้	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 32: การจัดการด้านของเสีย

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านของเสีย	การลดของเสียโดยการต่อผ้า
การต่อผ้าขึ้นต่อขึ้น โดยการเย็บต่อที่ปลายก่อนนำผ้าเข้าสู่การฟอกย้อมนั้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในกระบวนการแบบต่อเนื่อง ผ้าที่ต่อมากกว่า 100 ชิ้น สำหรับกระบวนการแบบชุด ถ้าทำงานเตรียมผ้าด้วยกระบวนการต่อเนื่องก็จะใช้ผ้าต่อมากกว่า 100 ชิ้นเช่นกัน แต่ถ้าเป็นกระบวนการปกติจำนวนผ้าที่ต้องจะประมาณ 10 ชิ้น การต่อผ้ามีความสำคัญเพราะถ้าต่อผ้าไม่ดี ผ้าก็จะเครื่องที่ได้ไม่เรียบร้อยซึ่งจะส่งผลต่อการย้อม การต่อผ้าที่ดี ปลายที่ต่อของผ้าทุกชิ้นจะต้องมีสภาพเหมือนกัน เพราะถ้ารอยต่อใดมีการใช้แรงดึงในการเย็บมากกว่าหน้าผ้าก็จะหย่นได้ง่ายและถ้าเส้นด้ายที่เย็บเกิดปัญหาหดรัดตัวก็จะเกิดปัญหาหน้าผ้าหย่นได้เช่นกัน ในบางครั้งอาจพบปัญหารอยต่อฉีกขาดม้วนงอได้ การต่อผ้าควรคำนึงถึง  การเลือกเส้นด้ายเย็บ  การเลือกจักรเย็บ (ปกติเป็นแบบ Over Rock)  การรักษาแรงดึงของเส้นด้ายเย็บ การตัดริมผ้า และเข็มเย็บ  ในกรณีที่ผ้าต้องผ่านการตกแต่งสำเร็จที่มีการใช้แรงดึง (เช่น ควรรีดอัดมัน การปิดชั้นขน การตัดขน)  ควรเย็บแบบรอยเย็บเดียว ผลในเชิงเศรษฐศาสตร์  ถึงแม้การต่อผ้าจะเป็นงานพื้นฐาน แต่ต้องอาศัยประสบการณ์ และต้องพิจารณาสมบัติของผ้าและกระบวนการที่ผ่านนั้นจะผ่านไป การต่อผ้าอย่างไม่ประณีตจะก่อให้เกิดผลเสียและการทำงานซ้ำ	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

ตัวอย่างที่ 33: การจัดการด้านของเสีย

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านของเสีย	การปรับเปลี่ยนกระบวนการ
อุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศชิลี มีความหลากหลายของวัสดุที่ใช้ เช่น ผ้ามันและผ้าขนสัตว์ โดยมีแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ดังต่อไปนี้  การซ่อมเครื่องไอน้ำเพื่อลดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลง 36 เปอร์เซ็นต์  การปรับเปลี่ยนเทคนิคการล้างเพื่อลดการใช้น้ำลง 50 เปอร์เซ็นต์  การลดปริมาณซัลเฟตในน้ำทิ้ง  การปรับปรุงควบคุมการรั่วไหลของท่อไอน้ำการปรับปรุงอุปกรณ์การย้อมสีอื่น  การรีไซเคิลของเสียที่เป็นของแข็งก่อนที่จะกำจัด	

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. “คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ”. (2543)

4.7 การจัดการด้านสุขภาพและความปลอดภัย

นอกจากการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาของโรงงานและการเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน โดยเฉพาะในตลาดสากล คือ สุขภาพและความปลอดภัยของพนักงาน ดังนั้นการนำลิ้นมาใช้นอกจากจะเพื่อการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ และการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังมีการนำเอาใช้เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานมีสุขภาพที่ดีและมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอีกด้วย ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวนี้มักเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพื้นฐานที่ใช้ในโรงงานทั่วไป แต่มักถูกละเลยหรือไม่นำมาปฏิบัติ

วิธีการ/แนวทางการจัดการด้านสุขภาพและความปลอดภัย เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ สามารถนำไปปฏิบัติได้ดังนี้

- ☺ การสร้างความตระหนักให้แก่พนักงานในเรื่องความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
- ☺ การจัดเก็บสีและสารเคมีอย่างเป็นระบบ
- ☺ การติดตั้งเครื่องหมายเตือนอันตรายในบริเวณที่อาจเกิดอันตรายขึ้นได้
- ☺ การรักษาความสะอาดในบริเวณต่าง ๆ
- ☺ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อป้องกันการสัมผัสจากไอร้อน
- ☺ การติดตั้งอุปกรณ์ล้างและชำระร่างกายที่สัมผัสโดนสารเคมี
- ☺ การกำจัดหรือทิ้งทำลายภาชนะใส่สีและสารเคมีอย่างถูกวิธี
- ☺ การใช้ตู้ดูดควันเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่เป็นพิษ
- ☺ การบำรุงรักษาเครื่องตามกำหนดเวลาที่ตั้งไว้
- ☺ การติดตั้งเครื่องหมายเตือนอันตรายในบริเวณที่เป็นอันตราย
- ☺ การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันพนักงานจากการสัมผัสโดนน้ำร้อน ไอน้ำและสารเคมีในตำแหน่ง/บริเวณที่สารเหล่านั้นอาจกระเด็นหรือรั่ว
- ☺ การรักษาความสะอาดเพื่อให้บริเวณต่าง ๆ ปราศจากน้ำมัน น้ำมันหล่อลื่น สารซักฟอก ฝุ่นละออง สิ่งสกปรกและน้ำ
- ☺ การกำจัดหรือทิ้งทำลายสีเก่าและสารเคมีที่เหมาะสม รวมทั้งถังบรรจุสารดังกล่าว
- ☺ การใช้เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของวัสดุ (MSDS) ให้เป็นประโยชน์ในการใช้งานและจัดการสารเคมีต่าง ๆ

ทั้งนี้โรงงานควรออกแบบระบบกระบวนการผลิตให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับการใช้งานในแต่ละขั้นตอน โดยมีการเลือกใช้เครื่องจักรที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพสูง มีการซ่อมบำรุงต่ำ เพื่อลดการชะงักระหว่างกระบวนการทำงานและควรมีการซ่อมบำรุงประจำปี โดยจะมีจุดเสี่ยงที่ควรคำนึงและวิธีการดำเนินการป้องกันในแต่ละกระบวนการผลิต ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(1) กระบวนการผลิตเส้นใย

จุดเสี่ยง	ลักษณะความเสี่ยง	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	วิธีการจัดการ
1. พื้นที่เก็บวัตถุดิบและสารเคมีต่าง ๆ (สารโพลีเมอร์)	1.1 การรั่วไหล/หกหล่น	บาดเจ็บ	- พื้นที่จัดเก็บควรมีการระบายอากาศที่ดี - การเก็บสารเคมีให้เป็นระเบียบและเป็นสัดส่วนแต่ละประเภท - จัดให้มีป้ายติดไว้บริเวณสารเคมี - จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากกันสารเคมี - อบรมในการใช้และเก็บสารเคมี
	1.2 ฝุ่นฟุ้งกระจาย	พนักงานเจ็บป่วย/โรคปอด	- ใส่หน้ากากกรองฝุ่นที่ได้มาตรฐาน - มีระบบดูดฝุ่นในกระบวนการผลิต
2. เครื่องฉีดสารเคมี	1.1 สารเคมีรั่วไหล/หกหล่น	บาดเจ็บ/สูญเสียอวัยวะ/เสียชีวิต	- ใส่หน้ากากกรองสารเคมี
	1.2 ฝุ่นฟุ้งกระจาย	พนักงานเจ็บป่วย/โรคปอดจากฝุ่นและไอระเหย	- ใส่หน้ากากกรองฝุ่นและสารเคมีที่ได้มาตรฐาน - มีระบบดูดฝุ่นในกระบวนการผลิต
3. เครื่องปั่นหลอม	1.1 สัมผัสความร้อน	พนักงานเจ็บป่วยจากความร้อน	- จัดทำระบบป้องกันความร้อน - สวมอุปกรณ์ป้องกันความร้อน เช่น ถุงมือกันความร้อน

(2) กระบวนการปั่นด้าย

จุดเสี่ยง	ลักษณะความเสี่ยง	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	วิธีการจัดการ
1. ขั้นตอนการเปิดเส้นใยและสาวเส้นใย	1.1 ฝุ่นฟุ้งกระจาย	พนักงานเจ็บป่วย/โรคปอด	- ใส่หน้ากากกรองฝุ่นที่ได้มาตรฐาน - มีระบบดูดฝุ่นในกระบวนการผลิต
2. เครื่องดึงและขึ้นเกลียวเส้นใย	1.1 มืออาจถูกกดทับจากเครื่องดึง	บาดเจ็บ	- มีอุปกรณ์/เครื่องป้องกันการนำมือเข้าไปจับชิ้นงาน - มีการอบรมก่อนการทำงาน
3. การปั่นเส้นด้าย	1.1 ฝุ่นฟุ้งกระจาย	พนักงานเจ็บป่วย/โรคปอดจากฝุ่นและไอระเหย	- ใส่หน้ากากกรองฝุ่นและสารเคมีที่ได้มาตรฐาน - มีระบบดูดฝุ่นในกระบวนการผลิต
	1.2 เสียงดังจากเครื่องปั่นด้าย	สูญเสียการได้ยิน	- จัดทำระบบป้องกันเสียง เช่น พนักกันเสียง/อุปกรณ์ลดเสียงจากเครื่องจักร - สวมใส่อุปกรณ์ลดเสียงขณะทำงาน

(3) กระบวนการทอผ้า

จุดเสี่ยง	ลักษณะความเสี่ยง	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	วิธีการจัดการ
1. เครื่องกรอตัว	1.1 ฝุ่นฟุ้งกระจาย	พนักงานเจ็บป่วย/ โรคปอด	- ใส่หน้ากากกรองฝุ่นที่ได้มาตรฐาน - มีระบบดูดฝุ่นในกระบวนการผลิต
	1.2 เสียงดังจากเครื่องกรอตัว	สูญเสียการได้ยิน	- จัดทำระบบป้องกันเสียง เช่น ผนังกันเสียง/อุปกรณ์ลดเสียงจากเครื่องจักร - สวมใส่อุปกรณ์ลดเสียงขณะทำงานในที่ที่มีเสียงดัง - มีการตรวจสอบสมรรถภาพการได้ยิน
2. เครื่องสับด้ายและ อ่างสำหรับลงแป้ง	1.1 สารเคมีรั่วไหล/ หกหล่น	บาดเจ็บ/สูญเสีย อวัยวะ/เสียชีวิต	- ใส่หน้ากากกรองสารเคมี - สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันสารเคมี
	1.2 สัมผัสความร้อน	พนักงานเจ็บป่วย จากความร้อน	- จัดทำระบบป้องกันความร้อน - สวมอุปกรณ์ป้องกันความร้อน เช่น ถุงมือกันความร้อน
	1.3 มืออาจถูกกดทับ/ หนีบจากเครื่องสับได้	บาดเจ็บ	- มีอุปกรณ์/เครื่องป้องกันการนำมือเข้าไปจับชิ้นงาน - มีการอบรมก่อนการทำงาน
3. เครื่องทอผ้า	1.2 เสียงดังจากเครื่องทอผ้า	สูญเสียการได้ยิน	- จัดทำระบบป้องกันเสียง เช่น ผนังกันเสียง/อุปกรณ์ลดเสียงจากเครื่องจักร - สวมใส่อุปกรณ์ลดเสียงขณะทำงานในที่ที่มีเสียงดัง

(4) กระบวนการฟอกย้อม พิมพ์ผ้าและตกแต่งสำเร็จ

จุดเสี่ยง	ลักษณะความเสี่ยง	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	วิธีการจัดการ
1. พื้นที่เก็บสารเคมี ต่างๆ (สารเคลือบ/ สารเติมแต่ง และสี)	1.1 การรั่วไหล/หก หล่น	บาดเจ็บ	- พื้นที่จัดเก็บควรมีการระบายอากาศที่ดี - การเก็บสารเคมีให้เป็นระเบียบและเป็นสัดส่วนแต่ละประเภท - จัดให้มีป้ายติดไว้บริเวณสารเคมี - จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากกันสารเคมี - อบรมในการใช้และเก็บสารเคมี
2. เครื่องอบแห้ง	1.1 สัมผัสความร้อน	พนักงานเจ็บป่วย จากความร้อน	- จัดทำระบบป้องกันความร้อน - สวมอุปกรณ์ป้องกันความร้อน เช่น ถุงมือกันความร้อน

จุดเสี่ยง	ลักษณะความเสี่ยง	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	วิธีการจัดการ
	1.2 ฝุ่นฟุ้งกระจาย/ไอระเหย หรือไอความร้อน	พนักงานเจ็บป่วย/โรคปอด	- ใส่หน้ากากกรองฝุ่น และสารเคมีที่ได้มาตรฐาน - มีระบบป้องกันความร้อน
	1.3 เสียงดังจากเครื่องอบผ้า	สูญเสียการได้ยิน	- จัดทำระบบป้องกันเสียง เช่น ผนังกันเสียง/อุปกรณ์ลดเสียงจากเครื่องจักร - สวมใส่อุปกรณ์ลดเสียงขณะทำงานในที่ที่มีเสียงดัง

(5) กระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

จุดเสี่ยง	ลักษณะความเสี่ยง	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	วิธีการจัดการ
1. เครื่องจักรเย็บผ้า	1.1 มีโอกาสถูกกดทับ / หัก บิด จากเครื่องจักรเย็บผ้าได้	บาดเจ็บ	- มีอุปกรณ์/เครื่องป้องกันการนำมือเข้าไปจับชิ้นงาน - มีการอบรมก่อนการทำงาน
	1.2 เสียงดังจากเครื่องจักรเย็บ	สูญเสียการได้ยิน	- จัดทำระบบป้องกันเสียง เช่น ผนังกันเสียง/อุปกรณ์ลดเสียงจากเครื่องจักร - สวมใส่อุปกรณ์ลดเสียงขณะทำงานในที่ที่มีเสียงดัง
2. เครื่องรีดผ้า	1.1 สัมผัสความร้อนจากเตารีด	พนักงานเจ็บป่วยจากความร้อน	- จัดทำระบบป้องกันความร้อน - สวมอุปกรณ์ป้องกันความร้อน เช่น ถุงมือกันความร้อน
3. การขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปจัดเก็บโดยรถฟอล์คลิฟท์	1.1 เฉี่ยวชนพนักงาน	บาดเจ็บ	- ตรวจสอบสภาพรถฟอล์คลิฟท์ให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งาน - จำกัดความเร็วรถ - กำหนดเส้นทางเดินรถให้ชัดเจน - รถฟอล์คลิฟท์ควรมีสัญญาณเสียงและแสง ที่ชัดเจน - อบรมพนักงานให้มีความรู้เรื่องความปลอดภัยในการขับขี่

กรณีตัวอย่างวิธีการ/แนวทางการจัดการด้านด้านสุขภาพและความปลอดภัยสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานตามหลักการการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 4-34: แนวทางการจัดการด้านการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน

ตัวอย่างแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมโรงงาน	
หัวข้อ	หลักการ
การจัดการด้านสุขภาพและความปลอดภัย	ตรวจสอบสภาพและบำรุงรักษาเครื่องจักร
โรงงานแห่งหนึ่ง เกิดเหตุกระแสไฟฟ้ารั่วไหลจากเครื่องจักรสู่นักงานและได้รับอันตรายในขณะที่พนักงานกำลังทำการซ่อมมอเตอร์ไฟฟ้าบริเวณเครื่องอัดกรองน้ำดิน โดยสันนิษฐานว่าอาจเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วที่สายไฟฟ้า หรือที่มอเตอร์ซึ่งเป็นโลหะ ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายคนงาน ประกอบกับสภาพพื้นที่ทำงานมีลักษณะเป็นพื้นที่ที่ชื้นและจึงอาจเป็นเหตุให้ลูกจ้างได้รับอันตรายจากไฟฟ้าโดยตรงได้	
แนวทางป้องกันแก้ไข	
❖ ต้องมีการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ เครื่องจักร อย่างสม่ำเสมอ และต้องมีการตรวจวัดว่าเครื่องจักรนั้นมีกระแสไฟฟ้ารั่วหรือไม่ ❖ เครื่องมือ และอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีสายดินที่ทำการต่ออย่างถูกต้อง ❖ ผู้ที่ปฏิบัติงานกับไฟฟ้า ต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าและอุปกรณ์นั้น ๆ เป็นอย่างดี ❖ จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า และกำหนดเป็นข้อบังคับหรือระเบียบการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ❖ อบรมให้ความรู้แก่พนักงานในเรื่องอันตรายของไฟฟ้า การช่วยเหลือหรือการปฐมพยาบาลในเบื้องต้น ❖ ปฏิบัติตามมาตรฐานการไฟฟ้า โดยการจัดทำแผนผังวงจรไฟฟ้าทั้งหมดภายในสถานประกอบการ	

ที่มา: คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ, บทที่ 4 ทางเลือกของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด: CT Option.

นอกจากแนวทางการจัดการด้านด้านสุขภาพและความปลอดภัยแล้ว โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ยังต้องมีการป้องกันอัคคีภัย และแผนฉุกเฉิน เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือกับอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น รายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) การป้องกันอัคคีภัย¹⁷

การป้องกันอัคคีภัยของโรงงานควรมีระบบป้องกันอัคคีภัยทั้งภายนอกและภายในอาคาร ควรมีการซ้อมดับเพลิงเป็นประจำทุกปี และมีการจัดอบรมให้พนักงานโดยเชิญผู้เชี่ยวชาญในการให้ความรู้ในหลักสูตรป้องกันอัคคีภัย ดังนี้

1) ระบบดับเพลิงภายในอาคาร ควรมีการเลือกชนิดของวัสดุให้เหมาะสมกับสารเคมีที่มีการใช้งานอยู่ เช่น เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ระบบน้ำดับเพลิง หรือ ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ

¹⁷ http://www2.diw.go.th/I_Standard/index.html.

ซึ่งจะต้องได้รับการทดสอบบำรุงรักษาอุปกรณ์เป็นประจำให้ใช้งานได้อยู่เสมอ โดยจะต้องมีการติดตั้งระบบดับเพลิงให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ และสถานที่ในการจัดเก็บวัตถุดิบไฟที่มีขนาดพื้นที่มากกว่า 15 ตารางเมตร ซึ่งจะต้องมีการติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่

2) เส้นทางหนีไฟ ซึ่งทางอาคารโรงงานควรต้องจัดให้มีเส้นทางหนีไฟ ดังนี้

2.1) ต้องมีทางออกฉุกเฉินไม่น้อยกว่า 2 ทาง และให้เพิ่มจำนวนทางออกเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนพนักงานเพิ่มขึ้น โดยที่ทางออกฉุกเฉินจะต้องมีสภาพพร้อมที่จะใช้หลบหนีภัยออกไปได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

2.2) ช่องทางเดินไปสู่ทางออกจะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1 เมตร และไม่มีสิ่งกีดขวาง

2.3) ประตูทางออกฉุกเฉินต้องมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และความสูง 2 เมตร และต้องทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

2.4) ช่องทางเดินและทางออกฉุกเฉินจะต้องมีแสงสว่างเพียงพอและต้องมีระบบแสงสว่างฉุกเฉินในกรณีที่ระบบแสงสว่างปกติไม่สามารถใช้งานได้

2.5) มีป้ายบอกทางหนีไฟและป้ายบอกทางออกที่เห็นได้ชัดเจน

3) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยโรงงานจะต้องมีการติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้ครอบคลุมทั่วทั้งอาคารและพื้นที่ ซึ่งอาจจะเลือกใช้แบบมือ หรือแบบอัตโนมัติ

3.1) แบบมือ เป็นอุปกรณ์แจ้งเหตุโดยการดึง/ทุบกระຈก หรือกดปุ่มสัญญาณโดยคน

3.2) แบบอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์แจ้งเหตุโดยมีอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน คิวไฟ เพลวไฟ ที่สามารถทำการส่งสัญญาณแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้โดยอัตโนมัติเพิ่มเติม

4) ภายนอกอาคารโรงงาน ควรมีการติดตั้งระบบจ่ายน้ำดับเพลิงไว้ตามจุดต่างๆ เช่น บริเวณจัดเก็บสารเคมีในกรณีที่มีการแยกเก็บไว้นอกอาคาร เป็นต้น โดยจะต้องมีการติดตั้งระบบน้ำดับเพลิงต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ พร้อมทั้งต้องจัดเตรียมสำรองน้ำในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการดับเพลิงได้อย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 30 นาที

5) พนักงานของโรงงานต้องได้รับการอบรมและฝึกซ้อมการป้องกัน/ระงับไฟไหม้ จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของแต่ละหน่วยงานในโรงงานเป็นประจำทุกปี

(2) แผนฉุกเฉิน

เนื่องจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและอุบัติเหตุ เช่น การเกิดเพลิงไหม้ เป็นต้น จึงจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีแผนฉุกเฉินซึ่งจะช่วยลดโอกาสการเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น และลดผลกระทบหรือความสูญเสียเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ดังนี้

- 1) แผนป้องกัน เพื่อกำหนดมาตรการต่าง ๆ ป้องกันไม่ให้เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น
- 2) แผนระงับ เพื่อกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ในการแจ้งและระงับเหตุรวมถึงบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง
- 3) แผนบรรเทาและอพยพ เพื่อกำหนดขั้นตอนการช่วยเหลือ การอพยพ การปฐมพยาบาล และการส่งต่อผู้ได้รับบาดเจ็บ
- 4) แผนบรรเทาและอพยพ เพื่อกำหนดการดำเนินการที่จะฟื้นฟูสภาพความเสียหายและดำเนินการกิจการต่อไป

นอกจากนี้ แผนฉุกเฉินยังต้องมีการกำหนดโครงสร้างองค์กร บุคลากรและหน้าที่หน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องที่ให้ความช่วยเหลือ วิธีการติดต่อสื่อสารและการให้ข้อมูล ทั้งนี้เมื่อมีการจัดทำแผนฉุกเฉิน จะต้องมีการจัดให้มีการอบรมพนักงานให้เข้าใจและทราบถึงบทบาทหน้าที่ พร้อมทั้งจัดให้มีการซ้อมแผนฉุกเฉินเป็นประจำทุกปี โดยโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต ยังควรจัดทำแผนฉุกเฉินกรณีเกิดเพลิงไหม้และก๊าซรั่วไหลเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิงบทที่ 4

1. China Eco-efficiency Research Center (CERC). 1996. **Cleaner Production Audit Guideline for Printing and Dyeing.**
2. United Nations Environment Programme. 1995. **UNEP/ IEO ICPIC International Cleaner Production Information Clearing House.**
3. United Nations Environment Programme. 2010. **Case Studies and Success Stories.**
4. Visvanathan, c., Kumar, S. and Shi Han. 2000. **Lanka Cleaner Production in Textile Sector: Asian Scenario.** School of Environment Resources and Development, Asian Institute of Technology, Thailand.
5. กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกัน และลดมลพิษอุตสาหกรรมสิ่งทอ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://infofile.pcd.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 24 มิถุนายน 2554).
6. กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษอุตสาหกรรมฟอกย้อม.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://infofile.pcd.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 27 มิถุนายน 2554).
7. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2542. **คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฟอกย้อม.** กรุงเทพฯ.
8. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2543. **คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ.** กรุงเทพฯ.
9. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2552. **คู่มือการจัดการพลังงานไฟฟ้าในโรงงาน.** กรุงเทพฯ.
10. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2552. **คู่มือการจัดการพลังงานความร้อนในโรงงาน.** กรุงเทพฯ.
11. การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสิ่งทอ.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://siweb.dss.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2554).
12. เอลิมพล ไชยรัตนชัยวาลย์. 2550. **Digital-printer เสริมความไวให้ธุรกิจพิมพ์ผ้า.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ttistextiledigest.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 26 พฤศจิกายน 2554).
13. ชาญชัย สิริเกษมเลิศ. 2553. **นวัตกรรมผ้าเคลือบ (Coated Textiles).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ttistextiledigest.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 7 พฤศจิกายน 2554).
14. **ไทยนาโซด ผู้นำนวัตกรรมเส้นใยธรรมชาติ.**[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://www.mmtailand.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 6 พฤษภาคม 2555).
15. สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. **คู่มือตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ.** กรุงเทพฯ.

16. อุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศชนิดอนุภาค. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.safety-stou.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 7 กุมภาพันธ์ 2555).
17. อุษา แสงวัฒนาโรจน์. 2553. อุตสาหกรรมเส้นด้ายในตลาดโลก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ttistextiledigest.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 26 พฤศจิกายน 2554).
18. อุษา แสงวัฒนาโรจน์. 2554. ความเคลื่อนไหวอุตสาหกรรมปั่นด้ายในตลาดโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ttistextiledigest.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 26 พฤศจิกายน 2554).
19. อุษา แสงวัฒนาโรจน์. 2554. ตลาดเครื่องถักและผ้าถักทั่วโลก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ttistextiledigest.com>. (วันที่ค้นข้อมูล 26 พฤศจิกายน 2554).