

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำจำกัดความของเทคโนโลยีสะอาด และการเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตและการป้องกันมลพิษ

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2551) ได้ให้คำจำกัดความของเทคโนโลยีสะอาดว่าหมายถึง การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทั้งนี้รวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนในการผลิตไปพร้อมกัน เทคโนโลยีสะอาดจึงเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่แหล่งกำเนิด โดยการคำนึงถึงมวลที่เข้าสู่กระบวนการผลิต (Inputs) มากกว่ามวลที่ออกจากกระบวนการผลิต (Outputs) เพื่อหาวิธีที่จะเพิ่มผลิตผลให้มีของเสียหรือการปล่อยมลพิษน้อยลง การใช้มวลเข้า อันได้แก่วัตถุดิบ พลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรมนุษย์ ให้ได้ประโยชน์สูงสุด คือวิถีทางของเทคโนโลยีสะอาด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ,2547)

Green Productivity หรือ GP คือ กลยุทธ์ในการเพิ่มผลผลิต และการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาสังคม และเศรษฐกิจโดยรวม โดยการนำเอาเทคโนโลยีและการจัดการที่เหมาะสมมาใช้เพื่อผลิตสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มผลกำไร โดยปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและ สามารถรักษาสภาพแวดล้อมไปพร้อมๆกัน (องค์การเพิ่มผลผลิตแห่งเอเชีย (Asian Productivity Organization: APO),2545)

องค์การเพิ่มผลผลิตแห่งเอเชีย (Asian Productivity Organization: APO),1992 จึงได้มีการประชุมข้อตกลงต่าง ๆ ที่กรุงริโอ ประเทศบราซิล จากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกที่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม จึงได้กำหนดวิธีการเพิ่มผลการผลิตโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมหรือที่เรียกว่า Green Productivity ซึ่งหมายถึงการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตโดยใช้กระบวนการผลิตที่สะอาด และมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี ทำให้ได้สินค้าและบริการที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และช่วยรักษาหรือยกระดับมาตรฐานสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้น

การเพิ่มผลผลิตโดยใช้กระบวนการที่สะอาดขึ้น (Cleaner Production) มีหลักการที่สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ (จินตนา บุญธรรมจินดา, 2542)

1. ใช้วัตถุดิบและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โดยลดการสูญเสียโดยการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) นำพลังงานที่สูญเสียไปกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อีก (Energy Recovery) ลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ลงให้เหลือน้อยที่สุด

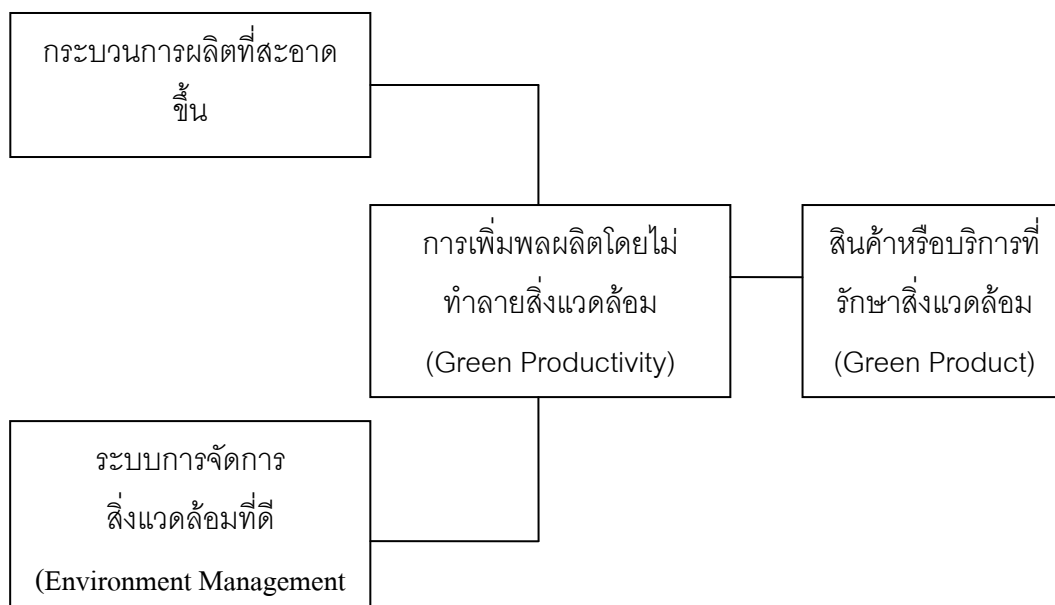
2. หลีกเลี่ยงหรือเลิกใช้วัตถุดิบที่เป็นพิษ โดยใช้วัตถุดิบอย่างอื่นทดแทนวัตถุดิบที่เป็นพิษ เช่น ใช้สีที่ปลอดจากสารตะกั่วหรือโลหะหนัก ใช้น้ำมันไร้สารตะกั่วแทนน้ำมันที่มีสารตะกั่ว เป็นเชื้อเพลิงหรือวันตุดิบ

3. ลดปริมาณการใช้และลดความเป็นพิษของของเสียทุกชนิด ถ้าผู้ผลิตไม่สามารถหลีกเลี่ยงหรือยกเลิกวัตถุดิบที่เป็นพิษ ต้องพยายามลดปริมาณการใช้ให้น้อยลง เช่น ในการบัดกรีวงจรไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ ให้ออกแบบวงจรให้มีจุดบัดกรีให้น้อยที่สุดและใช้เนื้อตะกั่วให้น้อยที่สุด ซึ่งการลดความเป็นพิษสามารถทำได้หลายวิธี อาทิเช่น วิธีการทำให้เจือจาง วิธีการทางเคมี วิธีการเคลือบ เป็นต้น

4. จัดให้มีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี (Environment Management System – EMS) ผู้ผลิตจำเป็นต้องจัดให้มีระบบการวางแผนและระบบบริหารงานที่เอื้ออำนวยให้เกิดการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีอย่างมีระบบ เช่น ระบบการวางแผนการใช้ทรัพยากร ระบบบริหารงานบุคคล เพื่อแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบในการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม ระบบการตรวจสอบการดำเนินงานทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

5. จัดให้มีระบบการบริหารและควบคุมสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่ยอมรับของทั่วโลก ในปัจจุบันมีมาตรฐานสากลที่ว่าด้วยการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ISO 14000 ISO 18000 ซึ่งได้เพิ่มเติมจาก ISO 9000 ในหลายประเทศได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการต่อรองทางธุรกิจ เช่น ถ้าสินค้าไม่ได้มาตรฐาน ISO 14000 จะไม่ยอมให้นำสินค้าเข้าประเทศหรืองดซื้อขาย เพราะถือว่าสินค้าดังกล่าวไม่ได้มาตรฐานในด้านคุณภาพและไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 2.1
ความสัมพันธ์ของการเพิ่มผลผลิตโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม



แหล่งที่มา : จินตนา บุญธรรมจินดา, 2542

กล่าวโดยสรุป คือ การเพิ่มผลผลิตสีเขียว-จีพี (Green Productivity-GP) เป็นกลยุทธ์สำหรับการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มสมรรถนะในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไป เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่ยั่งยืน โดยอาศัยการผสมผสานระหว่างแนวคิดของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner technology, CT) และการลดปริมาณของเสีย หลักการนี้ถูกนำเสนอโดยองค์การเพิ่มผลผลิตแห่งเอเชียในปี (Asian Productivity Organization: APO) พ.ศ.2537 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเพิ่มผลผลิตของประเทศที่พัฒนาแล้ว (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ)

2.2 เทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner technology, CT) คือ กลยุทธ์ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ บริการและกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสะอาดจะ เกี่ยวข้องกับการป้องกันมลพิษ การลดการใช้พลังงาน การใช้น้ำและทรัพยากรอื่น ๆ ตลอดจนจนถึง การลดการสูญเสียให้น้อยที่สุด โดยเน้นถึงการเปลี่ยนแนวความคิดจากการแก้ไขเป็นการป้องกัน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและด้านเศรษฐศาสตร์

กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ นำไปสู่ปัญหาทางมลพิษทางน้ำและ อากาศ การปนเปื้อนต่อดินและปัญหาในวงกว้างอื่น ๆ เช่น การทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ เทคโนโลยีสะอาดเป็นเครื่องมือแสดงถึงความสามารถเปรียบเทียบทางธุรกิจ เพื่อป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อม ก่อนที่จะเกิด โดยการลดมลพิษและลดของเสียที่แหล่งกำเนิดทั้งยังช่วยลดความเสี่ยง เพิ่ม ประสิทธิภาพของการผลิต และที่สำคัญก็คือช่วยลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการผลิต ผลจากการ ใช้เทคโนโลยีสะอาด ได้พิสูจน์มาแล้วในนานาประเทศว่าสามารถช่วยให้

- ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต เนื่องจากประสิทธิภาพสูงขึ้น
- ลดของเสียจากวัตถุดิบที่ใช้ และประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย
- เพิ่มผลผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์
- ประหยัดพลังงาน
- ลดความเสี่ยงและอุบัติเหตุ
- เป็นไปตามกฎหมายควบคุมสิ่งแวดล้อมของทางราชการ

2.3 หลักการสำคัญของเทคโนโลยีสะอาด

หลักการสำคัญของเทคโนโลยีสะอาด คือ การตรวจสอบกระบวนการผลิตโดยมี วัตถุประสงค์คือ

2.3.1 หาแหล่งกำเนิด

แหล่งของเสีย/ใช้ทรัพยากร (น้ำ, พลังงาน) มาก/มีแนวโน้มเกิดอันตรายสูง ทำโดย การสร้างแผนภาพกระบวนการผลิต หลักสำคัญคือเมื่อมีสารเข้ามาจะต้องออกไปในรูปของ ผลผลิตหรือของเสีย

2.3.2 ตรวจสอบวิเคราะห์หาสาเหตุ

สามารถตรวจสอบได้จาก 5 แหล่งที่สำคัญ คือ วัตถุประสงค์ เทคโนโลยี การจัดการ ผลิตภัณฑ์และของเสีย วัดและบันทึกตัวเลขที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนัก ปริมาตร ความเข้มข้น เป็นต้น

2.3.3 หาวิธีป้องกัน/แก้ไข พิจารณาจากเทคนิค 5 ประการ ได้แก่ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2546) และ (จูนวามันสุจินดา, ยมนาประทุมทอง, 2541.) และ (อิราฐ พงศ์ประยูร, 2541)

- เปลี่ยน/ปรับปรุงวัตถุดิบ
- เปลี่ยน/ปรับปรุงเทคโนโลยีและอุปกรณ์
- ใช้วิธีการผลิต/จัดการที่เหมาะสม
- เปลี่ยน/ปรับปรุงผลิตภัณฑ์
- การใช้ซ้ำ/หมุนเวียนกลับมาใช้อีก

2.4 หลักการและแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด

หลักการของเทคโนโลยีสะอาด ประกอบด้วย

1. หลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continual Improvement) หมายถึง การดำเนินการให้มีการปรับเปลี่ยนที่ดีขึ้นอยู่เสมอ โดยคำนึงถึงความพร้อมขององค์กรเป็นสำคัญ หากทราบประเด็นปัญหาใดยังไม่พร้อมจะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขก็ให้รักษาระดับไว้ไม่ให้ต่ำลงไปกว่าเดิม
2. หลักการป้องกัน (Prevention) หมายถึง การมุ่งแก้ไขปัญหา โดยเน้นที่การป้องกันไม่ให้เกิดการแก้ไข เน้นการลดปัญหาที่ต้นเหตุไม่ใช่ปลายเหตุ เน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานเพื่อลดความสูญเสียไม่ใช้การลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยการบำบัดที่ปลายเหตุ
3. หลักการมองปัญหาแบบองค์รวม (Integration) โดยเปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์ปัญหาแบบแยกส่วนเป็นการมองแบบความสัมพันธ์ร่วมกันในทุกๆ กิจกรรมขององค์กรในทุกๆ ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเน้นการมีส่วนร่วมของคนทั้งองค์กร (Participatory Approach) ในการศึกษาปัญหาร่วมกัน และนำเอาประสบการณ์ของตนเองมาช่วยกันเสริมสร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาซึ่งจะเป็นที่ยอมรับมากกว่า และสามารถนำไปปฏิบัติได้สอดคล้องกับงานจริงมากกว่าการมองปัญหาแบบแยกส่วน (คุณารุณี เทียมทอง, 2546)

2.5 แนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด

แนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด คือ การป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ให้น้อยที่สุด ในการกำจัดมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมมี ขั้นตอน และความสำคัญจากมากไปหาน้อยดังนี้

- การลดที่แหล่งกำเนิด
- การใช้หมุนเวียน
- การบำบัด
- การปล่อยทิ้ง

การแก้ปัญหาตามแนวทางเทคโนโลยีสะอาดจะเน้นที่ต้นเหตุ กล่าวคือเน้นที่การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรลงโดยใช้ปริมาณที่พอดี และเหลือเป็นของเสียน้อยที่สุดของเสียที่ออกมาควรนำมาผ่านกระบวนการเพื่อจะนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะทำให้ปริมาณของเสียและต้นทุนของการใช้สารเคมีลดลง การลดการใช้และการนำกลับมาใช้ใหม่จึงเป็นแนวทางหลักของเทคโนโลยีสะอาดมากกว่าการแก้โดยการบำบัด ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายของโรงงานอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น การใช้น้ำในปริมาณที่พอเหมาะสมในกระบวนการล้างสารเคมีออกจากผ้าในอุตสาหกรรมฟอกย้อม จะทำให้ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมลดลง ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายจากการผลิตน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิต และลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่ออกจากกระบวนการผลิต (ทิวา ฤกษ์ประยูร, 2546)

2.6 เทคนิคของเทคโนโลยีสะอาด

เทคนิคของเทคโนโลยีสะอาดมีวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547)

2.6.1 การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งออกเป็น 2 วิธี

2.6.1.1 การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต (Process Change) แบ่งออกเป็น 3 วิธีย่อย คือ

- 1) การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change) เป็นการเลือกใช้วัตถุดิบที่สะอาดมีคุณภาพสูง การใช้วัตถุดิบทดแทน การยกเลิกการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย การประหยัดวัตถุดิบ และการใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- 2) การปรับปรุงเทคโนโลยี (Technology Improvement) เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิต หรือการใช้ ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดของเสียน้อย

ที่สุด และถ้าหากของเสียไม่สามารถลดหรือ กำจัดได้แล้ว ก็ให้หาวิธีนำเทคโนโลยีเพื่อทำการเคลื่อนย้ายตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมเดิมไปสู่ตัวกลางใหม่

- 3) การบริหารการดำเนินงาน (Operational Management) เป็นการบริหารระบบการวางแผน และควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพกระบวนการผลิตให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.1.2 การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นอาจมีคุณภาพ รูปลักษณะ ขนาด ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสามารถทำการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาได้ 4 วิธี คือ

- 1) Product Change Factor เป็นการออกแบบใหม่เพื่อปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยมีเงื่อนไขเทคนิคต่างๆ ที่เหมาะสม เช่นออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถแยกส่วนได้ หรือติดตั้งและประกอบง่าย
- 2) Production Change Factor เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิต วิธีการควบคุมสินค้าการเก็บรักษา
- 3) Market Change Factor ปรับเปลี่ยนวิธีการและประมาณความต้องการตลาด
- 4) Marketing Change Factor ปรับปรุงบริการ การตลาด

2.6.2 การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำแบ่งออกเป็น 2 วิธี

2.6.2.1 การใช้ซ้ำโดยไม่มีการแปรรูป (Reuse) การใช้ซ้ำโดยไม่มีการแปรรูปเป็นลักษณะของการนำทรัพยากรที่ผ่านการใช้งานครั้งหนึ่งแล้วยังมีคุณภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้งานในตอนอื่นๆ ได้เช่น การนำน้ำล้างครั้งสุดท้ายกลับมาใช้สำหรับการล้างในครั้งแรก ซึ่งไม่ต้องการความสะอาดมากนัก

2.6.2.2 การนำไปแปรรูปให้เป็นของมีค่ากลับคืนมา (Recycle) การนำไปแปรรูปให้เป็นของมีค่ากลับคืนเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหรือทำให้เกิดผลพลอยได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเสีย เช่น การนำเศษพลาสติกจากขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไปผลอตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคุณภาพไม่สูงมาก

2.7 ปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้ภาคอุตสาหกรรมนำ CT ไปปฏิบัติใช้

สิ่งที่เป็นแรงผลักดันให้ภาคอุตสาหกรรมนำ CT มาปฏิบัติใช้เกิดจากปัจจัยหลัก 3 กลุ่ม คือ

1. ปัจจัยด้านกฎหมายและมาตรฐานต่างๆ
2. ปัจจัยทางเศรษฐกิจ
3. ปัจจัยเกี่ยวกับองค์กร

2.7.1 ปัจจัยด้านกฎหมายและมาตรฐานต่างๆ

โดยปกติรัฐจะออกกฎหมายเพื่อกำกับดูแลผู้ประกอบการโรงงานในเรื่องสิ่งแวดล้อม สุขอนามัยและความปลอดภัยในที่ทำงาน ความเข้มงวดในการกำกับดูแลแตกต่างกันไปตามประเภทหรือลักษณะของงาน ในเกือบทุกกรณีกฎหมายจะเป็นแรงผลักดันที่สำคัญ และมีผลของการตัดสินใจของผู้ประกอบการค่อนข้างมาก รวมทั้งระบบมาตรฐานต่าง ๆ เช่น มาตรฐาน ISO 14000 เป็นมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environment Management Standard) ที่พัฒนาขึ้นโดยคณะกรรมการด้านเทคนิค 207 (Technical Committee, TC207) แห่งองค์การมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization-ISO)

กรณีศึกษาเรื่องการออกกฎหมายควบคุมมลพิษทางอากาศในกลุ่มสหภาพยุโรป : กรณีศึกษาประเทศฝรั่งเศสและประเทศสเปนของ (Stiles, S.C., 1992)

กลุ่มสหภาพยุโรปได้ออกกฎหมายและข้อกำหนดทางการเงินในเรื่องของการปกป้องสิ่งแวดล้อมภายในกลุ่มสมาชิกภาพ 12 ประเทศ พ.ร.บ.ของสหภาพยุโรป 1987 ได้ร่างกรอบโครงร่างของกฎหมายที่คาดว่าจะช่วยให้เศรษฐกิจยังคงมีการเคลื่อนไหวทางกลไกทางการตลาดอยู่ในทิศทางใหม่ที่น่าถึง “ความสะอาด” ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการตรวจสอบนโยบายและแนวคิดนโยบายทางการเมืองในประเทศฝรั่งเศสและสเปนต่อความเข้าใจในแนวทางที่จะทำให้ประเทศเหล่านี้ตอบรับนโยบายเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในอนาคต แหล่งข้อมูลที่สำคัญประกอบด้วยสถิติพิมพ์ทางราชการของสหภาพยุโรป เอกสารข้อมูลเผยแพร่ของ OECD และข้อกฎหมายที่รื้อโดยนักกฎหมาย ข้อมูลที่สำคัญของสภาวะทางอากาศ 5 ข้อได้ถูกนำเสนอมากกว่า 30 ปีที่แล้ว ซึ่งมลพิษต่าง ๆ เหล่านี้ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบให้เห็นถึงความแตกต่างกับปริมาณสัดส่วนของจุดแข็งทางเศรษฐศาสตร์ตามความคิดเห็นของผลการสำรวจทัศนคติสาธารณะชนได้มีส่วนช่วยปกป้องสิ่งแวดล้อมและการรวมตัวเป็นตลาดการค้าเดียว จากสมมติฐานถึงแม้ว่าประเทศฝรั่งเศสจะมีการ

จัดการทางด้านอุตสาหกรรมและมีการกำหนดเขตแหล่งทรัพยากรสำหรับเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) ประเทศสเปนมีความพร้อมและสมัครใจต่อการปฏิบัติตามกฎหมายมลพิษทางอากาศที่เข้มงวด อย่างไรก็ตามประเทศทางตอนใต้ของกลุ่มสหภาพยุโรปได้ต่อต้านไม่ให้มีมาตรฐานการปกป้องสิ่งแวดล้อมและข้อบังคับใช้ของมาตรฐาน

จากผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันในทางเศรษฐกิจ เช่น การบริโภคพลังงานต่อหน่วย ค่าประสิทธิภาพร้อยละ และทรัพยากรประเภทพลังงานได้ส่งผลกระทบทางด้านมลภาวะทางอากาศอย่างต่อเนื่องในประเทศฝรั่งเศสและสเปน

ในประเทศฝรั่งเศสมีการกระจายของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตราที่สูงในบางพื้นที่ เนื่องจากมีปริมาณการในรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งความไร้ประสิทธิภาพของการเผาไหม้ของถ่านหิน

ส่วนประเทศสเปนมีปัญหาที่เด่นชัดคือการแพร่กระจายของอนุภาคฝุ่นละอองต่อหน่วย ซึ่งเมื่อเร็ว ๆ นี้ในภาคอุตสาหกรรมของประเทศสเปนได้มีการพยายามปรับปรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะมีส่วนช่วยสนับสนุนทฤษฎีได้เป็นอย่างมากในอนาคต ประเทศสเปนมีศักยภาพที่จะปฏิบัติตามมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ที่เข้มงวด จุดสำคัญเพิ่มเติมก็คือการร่วมมือกันที่จะใช้เครื่องมือตามนโยบายสั่งการและการควบคุม ประเทศสเปนจะได้รับประโยชน์อย่างมากในการที่ใช้แนวทางการส่งเสริมทางเศรษฐศาสตร์ และอาจได้รับการยอมรับที่ได้มีการปฏิบัติเพื่อป้องกันสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าจะมีชื่อเสียงในฐานะที่เป็นเมืองแห่งมลภาวะ

2.7.2 ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

การทำกำไรเป็นพื้นฐานของผู้ประกอบการกิจการอุตสาหกรรม ดังนั้นความสามารถในการกำไรของโครงการการปรับปรุงด้านต่าง ๆ ในโรงงานจึงมักเป็นเกณฑ์ที่ผู้ประกอบการให้ความสนใจเป็นหลัก เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำไปสู่การประหยัดหรือลดต้นทุนโดยตรง หรือการสร้างกำไรกลุ่มลูกค้าใหม่ที่สนใจต่อสิ่งแวดล้อม เช่น สินค้าฉลากเขียว (Green Labelling Products) เป็นการสร้างความพึงพอใจของผู้บริโภคจะเป็นแรงผลักดันสำคัญในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิต สินค้า เช่นการปิดฉลากเขียวกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคที่มีทั้งความตื่นตัวในเรื่อง การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและให้ความสำคัญกับการรักษาสุขภาพของตน และยังแสดงว่า สินค้า นั้น ๆ ไม่ทำลายหรือมีส่วนทำลายสิ่งแวดล้อมน้อยมาก หรือแสดงว่าสินค้านั้นปลอดภัย สำหรับผู้บริโภค อุตสาหกรรมหลายชนิดผลิตสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยการปิดฉลากเขียว เช่น สินค้าที่ทำจากกระดาษ

เครื่องหนัง สิ่งทอ ไม้และเฟอร์นิเจอร์ อาหาร ดอกไม้ เส้นใยต่างๆ ผงซักฟอก พลาสติก ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ภายในบ้าน การปิดฉลากเขียวในปัจจุบันยังขึ้นอยู่กับความสมัครใจของผู้ผลิตสินค้าแต่ละรายที่จะยื่นขอฉลาก ซึ่งกำลังจะเป็นเครื่องมือทางการตลาดที่สำคัญและอาจเป็นเครื่องมือกีดกันทางการค้าในทางอ้อมอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นแรงจูงใจของผู้ประกอบการในการทำเทคโนโลยีความสะอาดอีกทางหนึ่ง

2.7.3 ปัจจัยเกี่ยวกับองค์กร

ในแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความพร้อมและสถานะของผู้ประกอบการรวมทั้งความคาดหวังขององค์กรเองเป็นปัจจัยหลัก ดังนั้น คุณภาพกระบวนการตัดสินใจเพื่อบริหารองค์กร จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อผลปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อมของธุรกิจ ประกอบด้วยสองส่วน คือ ความครบถ้วนเหมาะสมของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจในทุกระดับ และระเบียบวิธีการรวมทั้งวัฒนธรรมของการตัดสินใจขององค์กรและทัศนคติของบุคคล (พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 และ เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology-CT), 2547 นางสุกัญญา บรรณภัสช์ และ น.ส.แคทลียา คงสุภาพศิริ กลุ่มเทคโนโลยีการผลิต สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

2.8 ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต

การดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมปัจจุบันนี้ การควบคุมต้นทุนนับเป็นกระบวนการสำคัญยิ่งที่ผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมต้องดำเนินการและตรวจสอบติดตามอย่างสม่ำเสมอ และเข้มงวดเพื่อคงความสามารถในการแข่งขันและลดผลกระทบจากภาวะต้นทุนการผลิตที่ปรับสูงขึ้นอย่างมากโดยเฉพาะต้นทุนด้านพลังงานน้ำมัน ตัวชี้วัดหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการควบคุมต้นทุนคือการใช้ปัจจัยที่เป็นต้นทุนหลักของการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ อุตสาหกรรมรายสาขา ชูโลหะพบว่าค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนหลักที่ใช้ คือ วัตถุดิบ สารเคมี ไฟฟ้า และน้ำ ซึ่งในขั้นตอนหลักของอุตสาหกรรมรายสาขาชูละดังนี้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547)

ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ต้องทำให้ผิวของชิ้นงานมีความเรียบและสะอาดเพื่อให้โลหะที่มาเกาะชิ้นงานสามารถเกาะได้แน่น ในการทำให้ผิวของชิ้นงานมีความเรียบจะมีการขัดผิวชิ้นงานด้วยเครื่องขัดไฟฟ้าหรือการขัดด้วยมือโดยใช้กระดาษทราย ในส่วนของการทำความสะอาดผิวโดยใช้สารเคมีก็จะเป็นในเรื่องการกำจัดไขมันด้วยด่างร้อน หรือการกำจัดสนิมด้วยกรด

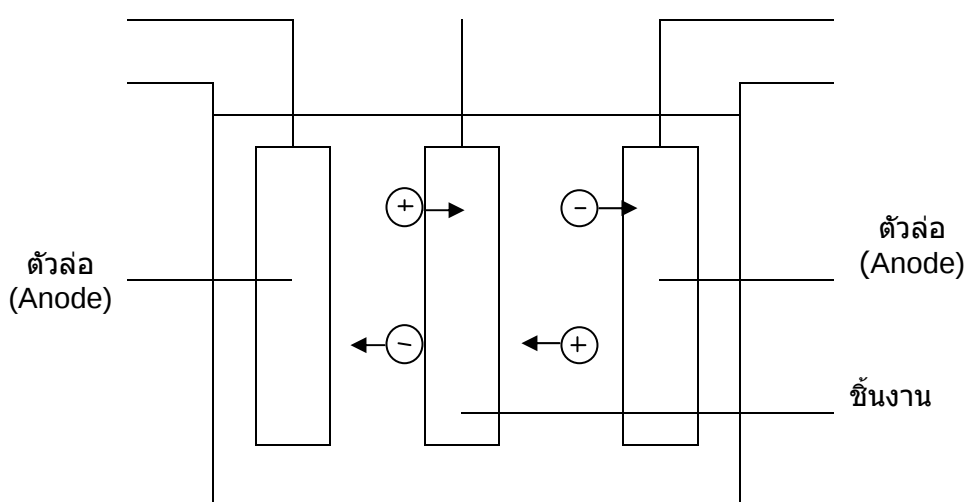
ขั้นตอนการชุบโลหะ เป็นขั้นตอนชุบผิวชิ้นงานโดยการใช้ไฟฟ้ากระแสตรง โดยการนำชิ้นงานที่จะชุบต่อเข้ากับขั้วลบ ส่วนโลหะที่ใช้เคลือบผิวชิ้นงานจะต่อเข้ากับขั้วบวก โลหะที่ใช้ชุบผิวนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ตัวอย่างเช่น นิกเกิล โครเมียม ทองแดง และ สังกะสี โดยมีสารเคมีซึ่งเป็นน้ำยาชุบเป็นตัวพาไอออนของโลหะไปเคลือบบนชิ้นงาน ขั้นตอนนี้จะขั้นตอนที่มีการใช้ วัสดุชุบ สารเคมี และไฟฟ้ามากที่สุด ซึ่งมีวิธีการชุบโลหะดังนี้

กระบวนการของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (อนันต์ ทองมฤณ, 2544)

ตัวนำไฟฟ้าแบ่งได้สองพวก คือ การที่เป็นตัวนำไฟฟ้าโดยตัวเองไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเป็นแต่เพียงสะพานเพื่อไฟฟ้าผ่านได้เท่านั้น เช่น โลหะต่าง ๆ และแกรไฟต์ และพวกที่เป็นตัวนำไฟฟ้า โดยตัวเองแยกสลายออกเป็นอนุภาคเล็กๆ ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวของมัน เช่น น้ำเจือกรดและสารละลายของเกลือต่างๆ เป็นต้น ตัวนำไฟฟ้าพวกหลังนี้ได้รับการตั้งชื่อว่า อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytes) โดยไมเคิล ฟาราเดย์ นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญคนหนึ่งของโลกในปี ค.ศ. 1832 – 1833 ตัวนำไฟฟ้าพวกที่สองนี้เองมีส่วนเกี่ยวข้องกับการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าโดยตรง

ภาพที่ 2.8.1

หลักการชุบเบื้องต้นของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า



เมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารละลายของอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้แผ่นแพลทินัมเป็นขั้วอิเล็กโทรด อนุภาคเล็กๆ พวกหนึ่งของอิเล็กโทรไลต์จะวิ่งไปยังแอโนด (Anode) หรือขั้วบวกอนุภาคเล็กๆ อีกพวกหนึ่งของอิเล็กโทรไลต์จะวิ่งไปยังแคโทด (Cathode) หรือขั้วลบอนุภาคเล็กๆ ของอิเล็กโทรไลต์ที่วิ่งไปยังขั้วบวก หรือขั้วลบดังกล่าวแล้วนั้นเรียกว่า ไอออน (Ions) แต่ละไอออนจะมีประจุไฟฟ้าประจำตัวทุกตัว ไอออนที่วิ่งไปยังขั้วบวกเรียกว่า แอนไอออน (Anions) จะมีประจุไฟฟ้าลบ (-) ประจำตัว ไอออนที่วิ่งไปยังขั้วลบเรียกว่า แคตไอออน (Cations) จะมีประจุไฟฟ้าบวก (+) ประจำตัว ขณะที่เกิดการแยกสลายในสารละลายนั้น เราจะมองไม่เห็นปฏิกิริยาใด ๆ เกิดขึ้นในสารละลาย แต่จะเห็นปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่ขั้วลบหรือขั้วบวกตัวอย่างเช่น ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์บางชนิดที่ใช้แผ่นแพลทินัมเป็นขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อต่อแผ่นขั้วทั้งสองเข้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจรจะปรากฏว่ามีฟองแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นที่ขั้วบวกและมีฟองแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นที่ขั้วลบ เป็นต้น

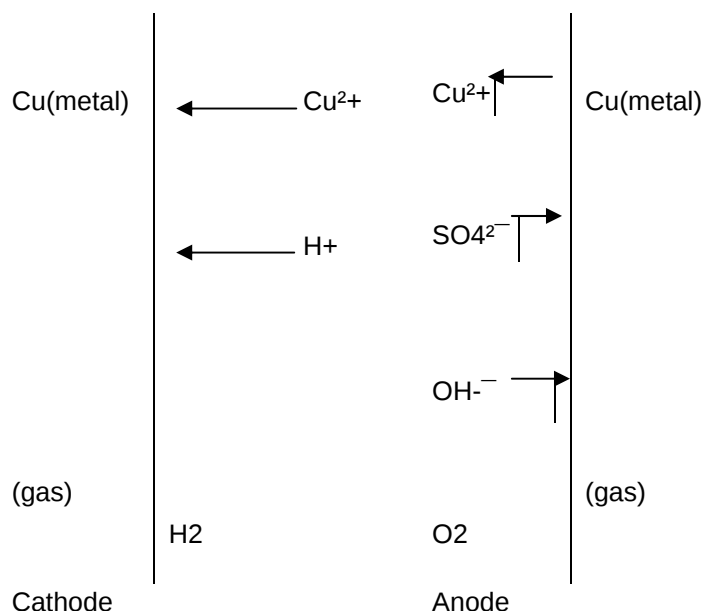
เมื่อนำสารละลายของคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต มาทำการแยกสลายด้วยไฟฟ้า ใช้แผ่นแพลทินัมเป็นขั้วลบโดยต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่และใช้แท่งทองแดงเป็นขั้วบวกจะเกิดปฏิกิริยาดังนี้



คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ที่มีอยู่ในน้ำยาจะแยกสลายออกมาเป็นอนุภาคเล็กๆ 2 ส่วน คือ อนุภาคคอปเปอร์ไอออน (Cu^{2+}) มีประจุไฟฟ้า (+) และซัลเฟตมีประจุไฟฟ้าลบ (-) เมื่อต่อกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจรอนุภาคเล็กๆ ของทองแดงจะวิ่งไปหาแพลทินัม (ขั้วลบ) เกาะติดเป็นผงสีแดงอยู่บนแผ่นแพลทินัม ส่วนอนุภาคเล็กๆ ซัลเฟตจะวิ่งไปหาแผ่นทองแดง (ขั้วบวก) ทำปฏิกิริยากับทองแดงเป็นเหตุให้ทองแดงละลายกลายเป็นคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต แทนที่คอปเปอร์ (II) ซัลเฟตตัวก่อนที่หมดไปคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ตัวหลังนี้จะแยกสลายออกเป็น 2 ส่วนอีก ปฏิกิริยาจะเกิดหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไปตราบใดที่ยังคงต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จากการค้นพบกฎเกณฑ์นี้จึงนำมาใช้ประโยชน์ในทางการชุบเคลือบผิวโลหะ (Electro Plating) และการแยกโลหะให้บริสุทธิ์ (Refinery)

ภาพที่ 2.8.2

ตัวอย่างการแยกสลายของน้ำยาสารละลายของคอปเปอร์(II)ซัลเฟต



กระบวนการการชุบโลหะนิกเกิลด้วยไฟฟ้า

การชุบโลหะด้วย ไฟฟ้าทำโดยการจุ่มชิ้นงานที่ต้องการชุบลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยผ่านไฟฟ้ากระแสตรงลงไปยังชิ้นงานที่อยู่ขั้วลบ ส่วนที่ขั้วบวกแขวนตัวล่อ ซึ่งโดยมากจะเป็นโลหะประเภทเดียวกับโลหะที่เราต้องการชุบ กระแสไฟฟ้าจะไปบังคับให้ประจุโลหะมาเกาะที่ขั้วลบซึ่งเป็นชิ้นงานและเกิด ก๊าซออกซิเจนขึ้น

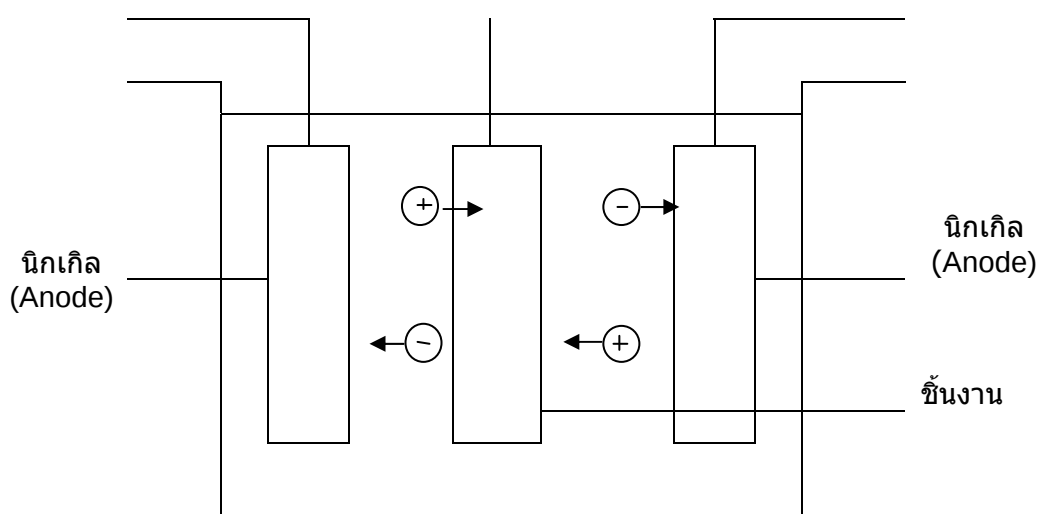
การชุบนิกเกิลเงา

นิกเกิลเป็นโลหะที่มีสีขาวด้านมีจุดหลอมที่ 1452 มีความแข็งประมาณ 50 – 120 Brinell มีสัญลักษณ์ Ni นิกเกิลใช้กันอย่างแพร่หลายมากในอุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้า เพราะนิกเกิลมีความทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี ดังนั้นการชุบนิกเกิลบนโลหะอื่นเพื่อรักษาเนื้อโลหะเดิมไม่ให้เกิดสนิมง่ายและยังช่วยให้โลหะที่ชุบสวยงามอีกด้วย นิกเกิลใช้ชุบรองพื้นบนชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม และรองพื้นก่อนชุบทองและชุบเงิน แต่เวลาชุบใส่น้ำยาเงาเข้าไปด้วยทำให้ได้ผิวนิกเกิลเป็นสีขาวคล้ายเงิน และมีความสวยงามและทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดีมาก

การชุบนิกเกิลมีหลายแบบด้วยกัน นิกเกิลดำ นิกเกิลกึ่งเงา นิกเกิลเงา ชาตินิกเกิลและนิกเกิลดำ โดยเฉพาะนิกเกิลเงาและนิกเกิลดำจะมีบทบาทในอุตสาหกรรมชุบโลหะอย่างมาก

ภาพที่ 2.8.3

หลักการชุบเบื้องต้นของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า



หลักการชุบเบื้องต้นของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ส่วนผสมของน้ำยาชุบนิกเกิลเงา

นิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	250 – 300 กรัม / ลิตร
นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	40 – 60 กรัม / ลิตร
กรดบอริก (H_3BO_3)	35 – 45 กรัม / ลิตร
น้ำยาเงา เติมตามคู่มือของน้ำยานั้นๆ	
ตัวล่อ (Anode) ใช้นิกเกิล	
อุณหภูมิ	45 – 65 °C
ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า	2 – 6 แอมแปร์

หน้าที่ของส่วนผสมต่าง ๆ

นิกเกิลซัลเฟต ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) เป็นเกลือที่ให้นิกเกิลไอออนในสารละลาย นิกเกิลไอออนจะเป็นตัวโลหะนิกเกิลไปจับเคลือบบนชิ้นงานที่ชุบ

นิกเกิลคลอไรด์ ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) หน้าที่สำคัญของนิกเกิลคลอไรด์ คือ ให้นิกเกิลไอออนและคลอไรด์ไอออน คลอไรด์เป็นตัวทำให้การละลายของขั้วบวกดีขึ้น ช่วยเพิ่มการนำไฟฟ้าของสารละลายน้ำยาชุบ นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มกำลังการชุบเคลือบผิวอันเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มประสิทธิภาพของขั้วลบ

กรดบอริก (H_3BO_3) ทำหน้าที่เป็นปะทะในน้ำยาชุบนิกเกิล คือ เป็นตัวควบคุมพีเอชของน้ำยาชุบให้คงที่ ถ้าไม่มีกรดบอริกค่าพีเอชของน้ำยาจะเปลี่ยนแปลงไปได้ง่ายซึ่งค่าพีเอชนี้มีความสำคัญต่อน้ำยาชุบนิกเกิลมาก ถ้ารักษาค่าพีเอชไม่ถูกต้องแล้วจะทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ในการชุบ จึงตรวจสอบค่าพีเอชทุกวัน เมื่อมีการชุบ ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงไป ก็คือทำให้เกิดกำลังการชุบเคลือบผิวไม่ดีประสิทธิภาพของขั้วลบต่ำ การเกาะเคลือบผิวขรุขระเปราะหรือเป็นหลุม ถ้าค่าพีเอชต่ำกว่า 3.5 การชุบจะไม่ขึ้นเงาและไม่เรียบ ถ้าค่าพีเอชสูงเกิน 5 นิกเกิลที่ชุบก็จะเปราะ สำหรับการปรับค่าพีเอชที่ต่ำลงทำได้โดยการเติมสารละลายเจือจาง 25% กรดซัลฟูริก การเพิ่มค่าพีเอชทำได้โดยเติมสารละลาย 5% โซเดียมไฮดรอกไซด์

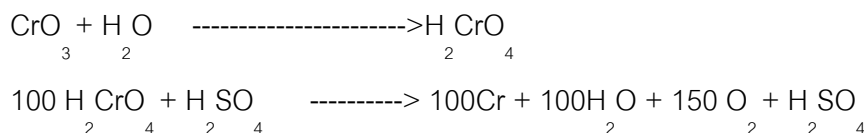
น้ำยาเงา (Brightener) เป็นตัวเพิ่มความเงาให้กับผิวที่ชุบ โดยการช่วยทำให้การเคลือบผิวของนิกเกิลเรียงตัวอยู่เป็นชั้นบางๆ บนผิวของชิ้นงาน

การชุบโครเมียม

โครเมียม ธาตุลำดับที่ 24 ในตารางธาตุ มีน้ำหนักอะตอม 51.996 เป็นโลหะที่มีความเงาใส สีขาวอมฟ้าอ่อนๆ แข็งและเปราะ แต่มีความทนทานต่อการเสียดสีและการกัดกร่อนได้ดีพอสมควรนิยมนำมาเคลือบผิวโลหะ เพื่อให้เกิดความเงางาม และเพิ่มความทนทานให้กับผิวของชิ้นงาน

ขบวนการชุบโครเมียม (Chromium Plating) จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรง และสารละลายซึ่งเป็นส่วนผสมของกรดโครมิก (Chromic Acid) และกรดกำมะถัน (H_2SO_4) โดยที่กรดกำมะถันจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ช่วยให้โครเมียมมาเกาะที่ขั้วลบ (Cathode) ได้ดีและรวดเร็ว

ขึ้น อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ ประมาณ 100 : 1 ของกรดโครมิก ต่อ กรดกำมะถัน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้น ดังสมการ



ขั้นตอนการล้าง เป็นขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ และสารเคมีที่ติดมากับชิ้นงานด้วยน้ำสะอาด ขั้นตอนการล้างมีอยู่ในทุก ๆ ส่วนของการชุบ ได้แก่ การล้างหลังการขัด การล้างหลังจากการกำจัดไขมัน การล้างหลังจากการกำจัดสนิม การล้างหลังจากการชุบโลหะ ทำให้ขั้นตอนการล้างมีการใช้น้ำมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่น ๆ

ขั้นตอนการทำชิ้นงานให้แห้ง เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการการชุบโลหะ ซึ่งลักษณะการทำชิ้นงานให้แห้งมีอยู่หลายแบบด้วยกัน เช่น การใช้เตาอบ หรือการผึ่งแดดเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายในอุตสาหกรรมรายสาขาชุบโลหะ จะพบว่าต้นทุนค่าใช้จ่ายหลักสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ วัตถุดิบ (โลหะที่ต้องการชุบ) สารเคมี (ในขั้นตอนการชุบ) ไฟฟ้า และน้ำ ซึ่งส่วนต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้สารเคมีประเภทกรดและด่างในขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงานนั้นจะต่ำ ดังนั้นปัจจัยหลักที่จะนำมาบ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมชุบโลหะคือ ปัจจัยด้านการใช้วัตถุดิบ (โลหะที่ต้องการชุบ) สารเคมี (ในขั้นตอนการชุบ) ไฟฟ้า และน้ำนั่นเอง

2.9 ขั้นตอนการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดตามหลักการของ UNIDO/UNEP แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547)

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนและการจัดองค์กร

เพื่อให้ผู้บริหารและพนักงานตระหนักถึงความจำเป็นต้องมีกิจกรรมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยจะมีงานที่ต้องทำคือ สร้างความร่วมมือสนับสนุนจากผู้บริหาร การจัดตั้งทีมงาน โดยทีมงานจะต้องมีตัวแทนจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจะเป็นการกำหนดเป้าหมายของการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดและค้นหาอุปสรรคต่อการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เช่น ความขัดแย้งภายในองค์กร การขัดขวางความก้าวหน้า ฯลฯ พร้อมทั้งวิธีแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้น

นี่คือ จะต้องได้รับความร่วมมือและสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง ผู้บริหารและพนักงานทราบถึงวัตถุประสงค์ของการตรวจประเมินเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ซึ่งจะทำให้ได้ทีมงานตรวจประเมิน มีงบประมาณและกำลังคนเพื่อดำเนินกิจกรรม มีการกำหนดและติดต่อแหล่งข้อมูลที่สำคัญ และมี การแก้ไขจัดอุปสรรคแล้ว

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจประเมินเบื้องต้น

เพื่อเลือกหัวข้อเน้นในขั้นตอนการตรวจประเมินละเอียด โดยจะมีงานที่ต้องทำคือ การจัดทำแผนภาพการผลิต พร้อมทั้งรายละเอียดการเก็บวัตถุดิบ การใช้ทรัพยากร ผลิตภัณฑ์ การขนส่งในระหว่างกระบวนการ การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ และของเสียที่ปล่อยออก ด้วย จากนั้นจะเป็นการประเมินสารป้อนเข้าและสารออกทั้งหมดของแต่ละขั้นตอนการผลิต และเลือกหัวข้อเน้นสำหรับการตรวจประเมินละเอียด ซึ่งหัวข้อดังกล่าวจะต้องมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก มีการสูญเสียทางเศรษฐกิจสูงและเป็นที่ยอมรับของทุกคนในทีมงาน ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือได้แผนภาพกระบวนการผลิต ได้กิจกรรมหรือบริเวณที่เกิดการสูญเสียในขั้นตอนการตรวจประเมินละเอียด มีการเตรียมข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดและสุดท้ายได้วิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ที่เห็นได้ชัดเจนและดำเนินการได้ทันที ประเภทที่ไม่ต้องลงทุนหรือลงทุนต่ำ (No & Low Cost CT Option)

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจประเมินละเอียด

เพื่อสร้างทางเลือกวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) พร้อมกำหนดวิธีการป้องกันมลพิษ(CT Option) ที่ปฏิบัติได้ทันทีและวิธีการที่ต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมอีก โดยจะมีงานที่ต้องทำคือ การจัดทำสมุดคู่มือสาร ซึ่งจะคำนวณปริมาณและราคาของวัตถุดิบ การใช้ทรัพยากร และสารอื่น ๆ ตลอดจนพลังงานที่เข้าและออกจากกระบวนการผลิต การตรวจประเมินหาสาเหตุของการสูญเสีย โดยสาเหตุอาจเกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากร ผลิตภัณฑ์ วิธีปฏิบัติงาน และเทคโนโลยีการผลิตจากนั้นจะทำการสร้างข้อเสนอวิธีการป้องกันมลพิษ และการคัดเลือกวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ที่มีความเป็นไปได้ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ได้ผลการทำสมุดคู่มือสารและสมุดพลังงานที่ตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ทราบแหล่งกำเนิดและสาเหตุของการสูญเสียและได้วิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ที่เรียงลำดับความสำคัญ

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาความเป็นไปได้

เพื่อเลือกวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) สำหรับการลงมือปฏิบัติ โดยจะมีงานที่ต้องทำคือ การประเมินเบื้องต้น เพื่อดูว่าจะต้องศึกษารายละเอียดมากถึงระดับใด ใช้ข้อมูลอะไรบ้าง การประเมินทางเทคนิคสำหรับข้อเสนอหรือวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ที่มีการลงทุนสูง การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ การประเมินทางสิ่งแวดล้อมและการเลือกวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ได้วิธีการที่เป็นไปได้ และผลที่คาดว่าจะได้จากแต่ละวิธีโดยมีการบันทึกไว้ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 5 การลงมือปฏิบัติ

เพื่อลงมือปฏิบัติตามทางวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ที่เลือก และทำให้การทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในองค์กรดำเนินอย่างต่อเนื่อง โดยจะมีงานที่ต้องทำคือ การเตรียมแผนปฏิบัติการ นำวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ไปสู่การปฏิบัติ การตรวจวัดและประเมินความก้าวหน้า และการทำกิจกรรมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างต่อเนื่อง โดยอาจจะบรรจุกิจกรรมไว้ในแผนดำเนินธุรกิจขององค์กร ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ มีการปฏิบัติตามวิธีการป้องกันมลพิษ (CT Option) ที่เหมาะสม มีการตรวจวัดติดตามและประเมินผล และมีแผนการทำกิจกรรมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างต่อเนื่อง

2.10 ปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จในการทำเทคโนโลยีสะอาด

ปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จในการทำเทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร โดยผู้บริหารระดับสูงจะต้องมีความตั้งใจนำความสำเร็จมาสู่องค์กร โดยมุ่งมั่นในการพัฒนาตามนโยบายอย่างมั่นคงสม่ำเสมอ ให้ความสำคัญสนับสนุนอย่างเต็มที่ที่มีการให้รางวัลหรือสิ่งจูงใจ เพื่อเป็นขวัญและกำลังใจแก่พนักงานในองค์กรที่ตั้งใจทำงานอย่างเต็มกำลังความสามารถ พนักงานจะต้องเข้ามามีส่วนร่วม มีความศรัทธาและเห็นคุณค่าของเทคโนโลยีสะอาดอย่างแท้จริง นอกจากนั้นพนักงานควรได้รับการสนับสนุนด้านการศึกษาและการฝึกอบรมเพิ่มเติม(วิภาเพ็ญ เจียสกุล , 2547.)

ศิริอร ศักดิ์วิไลสกุล (2542) ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมของ บริษัท อาหารสากล จำกัด (มหาชน) อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานประสบความสำเร็จอย่างสูง โดยปัจจัยภายในที่มีความสัมพันธ์กับระดับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ ความพึงพอใจที่มีต่อการ

ปฏิบัติงานความต้องการในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การมีส่วนร่วมของผู้บริหารและพนักงานสำหรับปัจจัยภายนอก ได้แก่ การเป็นสมาชิกของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย การกระจายผลประโยชน์ต่อชุมชนในด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมทางอากาศ น้ำ ชยะ และกากของเสีย และมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14000 ส่วนปัญหาและอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยีสะอาด คือ การไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องวิธีของพนักงาน ซึ่งเกิดจากความเคยชินและมีงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่บานปลาย

พสุ รัตนวงศ์สวัสดิ์และโกสุม สอนกุลภักดี (2542) ได้ทำการศึกษาถึงการลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเต้าหู้ เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเสียอันเนื่องมาจากกระบวนการผลิต พบว่าการลดปริมาณของเสียทำได้โดยการปรับปรุงวาล์วน้ำ สายยาง การซ่อมแซมท่อรั่วต่าง ๆ และปรับปรุงทางด้านพฤติกรรมการทำงานของพนักงานในการใช้น้ำในขั้นตอนการผลิต หลังจากทางโรงงานได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว พบว่าการปรับปรุงตามที่เสนอแนะไปนั้นสามารถช่วยลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ร้อยละ 15 ของปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด

2.11 ปัญหาและอุปสรรคของการทำเทคโนโลยีสะอาด

ปัญหาและอุปสรรคของการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ขึ้นนั้นเกิดจากการไม่เข้าใจในแนวความคิดของเทคโนโลยีสะอาด การไม่มีส่วนร่วมของบุคลากร การขาดความรู้ของบุคลากร การไม่ยอมเปิดเผยข้อมูลความสำเร็จของเทคโนโลยีสะอาดเพื่อการเผยแพร่ บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีสะอาดมีจำนวนน้อย อีกทั้งการทำเทคโนโลยีสะอาดยังเป็นเรื่องใหม่ หากผู้ที่ยังมิได้ลองปฏิบัติจะมีความคิดยุ่งยาก และเนื่องจากเป็นการปรับกระบวนการทั้งระบบทำให้มีการลงทุนซึ่งจะเกิดค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยน (วิภาเพ็ญ เจียสกุล , 2547.)

เช่นในประเทศนิวซีแลนด์ Boyle (1991) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อม และวัฏจักรของชีวิต พบว่าแม้บริษัทต่าง ๆ จะได้รับประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีสะอาด แต่ก็ยังไม่ได้มีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การประกอบธุรกิจขนาดเล็กในประเทศนิวซีแลนด์ การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจหาเหตุผลที่ไม่มีการใช้เทคโนโลยีสะอาดและเสนอแนะวิธีแก้ไข พบว่าบุคลากรระดับผู้บริหารยังไม่ค่อยมีความรู้เกี่ยวกับการดูแลสิ่งแวดล้อม หรือความสูญเสียที่เกิดจากการสร้างมลภาวะหรือขยะ ในด้านการกำจัดของเสียหรือขยะ ยังเน้นที่การแปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่แทนที่จะเน้นการลดปริมาณการสร้างของเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีที่จะเปลี่ยนนิสัยทัศนคติของผู้บริหารเหล่านี้ จาก

ความคิดเรื่องการแปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่ไปสู่การพยายามลดปริมาณขยะของเสีย รวมทั้งมุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนแนวความคิดนี้ไปสู่ผู้ผลิตและผู้บริโภคด้วย

ส่วนสัมพันธ์ อัมพุธ (2545) ได้ศึกษาเรื่องกระบวนการเคลื่อนไหวของชุมชนในการจัดการผลกระทบจากการใช้ถ่านหินลิกไนต์ในโรงบ่มใบยาสูบบ้านดอนไชยป่าแหม ตำบลอยอำเภอบึง จังหวัดพะเยา พบว่ากระบวนการเคลื่อนไหวของชุมชนในการจัดการผลกระทบจากการใช้ถ่านหินลิกไนต์ในโรงบ่มยาสูบเกิดขึ้น เนื่องจากชาวบ้านส่วนใหญ่ไม่มีส่วนรับรู้มาก่อนว่าโรงบ่มใบยาสูบแห่งนี้จะใช้ถ่านหินลิกไนต์แทนฟืน ทำให้ชาวบ้านรู้สึกว่าคุณสิทธิในการรับรู้ข่าวสารชุมชนทั้งที่ได้รับผลกระทบจากมลภาวะทางอากาศโดยตรง

นอกจากนี้แล้ว วลัยรัตน์ จังเจริญจิตต์กุล (2541) ได้ทำการศึกษาการสร้างระบบต้นทุนและการลดต้นทุนในโรงงานผลิตขนมปังและลูกกวาด โดยมุ่งเน้นที่จะลดความสูญเสียจากวัตถุดิบและแรงงานทางตรงของโรงงานจากการวิเคราะห์ปัญหาของโรงงาน พบว่ามีความสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและวิธีการทำงานของทั้งสองผลิตภัณฑ์ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญห โดยการปรับปรุงวิธีการบรรจุของพนักงาน และศึกษาหาเวลามาตรฐาน เพื่อจัดกำลังคนให้เหมาะสม ในส่วนของความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตลูกกวาดพบว่าเกิดจากการใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพต่ำ และพนักงานประจำเครื่องยังขาดความสามารถในการแก้ไขปัญห ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวทางแก้ปัญหา คือการบำรุงรักษาหรือปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพดี ตลอดจนการฝึกอบรมพนักงาน

2.12 ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการนำเทคโนโลยีสะอาดมีดังนี้ (พัชรี หอวิจิตร , 2544)

1. ลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากการใช้ทรัพยากรต่างๆ ลดลง ได้แก่ น้ำ วัตถุดิบ พลังงานเป็นผลให้มีการลดของเสีย รวมถึงการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสีย ซึ่งเป็นการเพิ่มกำไรและขีดความสามารถในการแข่งขัน
2. เพิ่มศักยภาพการผลิต หมายถึง เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เพิ่มคุณภาพและปริมาณสินค้าที่ออกจำหน่ายและบริการ
3. คุณภาพผลิตภัณฑ์ดีขึ้น คุณภาพของสินค้าเป็นสิ่งสำคัญของผู้ผลิตภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากต้องแข่งขันกับนานาประเทศ การลดมลพิษ ณ แหล่งกำเนิดจะทำให้คุณภาพของกระบวนการผลิตดีขึ้น

4. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จัดเก็บ และกำจัดของเสีย การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดทำให้มลพิษมีปริมาณลดลง ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนในการบำบัดมลพิษลดลง
5. เพิ่มรายได้จากการแยกของเสียที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่
6. เสริมภาพพจน์ที่ดีต่อสังคมในการลดปัญหาของเสียในชุมชน เทคโนโลยีสะอาดทำให้โรงงานสามารถปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี มีโรงงานหรือสถานประกอบการที่สะอาด เปี่ยมเพื่อนบ้านที่ดีกับชุมชนรอบข้าง
7. เปิดสู่ทางการค้าใหม่ ๆ สู่ตลาดโลก โดยเฉพาะสินค้าที่รักษาสิ่งแวดล้อม
8. สร้างทรัพยากรบุคคลในภาคอุตสาหกรรมที่มีความรู้ความสามารถในการวินิจฉัยปัญหา และสร้างสรรค์แนวทางแก้ไข
9. สร้างศักยภาพการแข่งขันในระยะยาว

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสะอาดในต่างประเทศ

Kirzhner (1991) ได้ศึกษาและทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยนำหลักการของเทคโนโลยีสะอาดเข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิต จากเดิมการทำเหมืองแร่ต้องมีการระเบิดสินแร่ที่มีเพชรปนอยู่แล้วบดแยกให้เป็นชิ้นส่วนเล็กกลง ทำให้เกิดการสูญเสียและกระบวนการนี้ยังเกิดมลภาวะทางอากาศในลักษณะของฝุ่น และมลภาวะทางเสียงจากการระเบิดหิน ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีตรวจสอบทางกายภาพด้วยวิธีทางเคมีแล้วจึงนำไปแยกโดยลดขั้นตอนของการบดสินแร่และทำในระบบปิด ทำให้ลดระดับฝุ่นและเสียงลงได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งเท่ากับลดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

Gupta (1994) ได้ศึกษาเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสมในการลดของเสียและประหยัดพลังงานในโรงงานกระดาษ 4 แห่ง ที่ประเทศอินเดีย โดยเน้นที่การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่และใช้ซ้ำ ช่วยสามารถลดมลพิษได้ร้อยละ 30 – 40 ทำให้กำไรเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และลดค่าบำบัดน้ำเสียได้ร้อยละ 30

Anh (1996) ได้ศึกษาการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษชานอ้อยที่ประเทศเวียดนาม พบว่าการผลิตที่ยังไม่ได้ทำการฟอกนั้นมีการใช้น้ำใน

ปริมาณที่มาก และมีของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ในน้ำที่สูงถึง 431.8 กิโลกรัมต่อหนึ่งตันกระดาษ และยังมีปริมาณของเส้นใยที่สูญเสียจากเครื่องจักรที่ทำการผลิตกระดาษ หลังจากที่ได้ทำการศึกษาทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดที่เหมาะสม พบว่าการแยกน้ำต้มเยื่อดำออกจากน้ำทิ้ง จะทำให้ลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียลดลง นอกจากนี้การติดตั้งเครื่องนำเยื่อกลับคืนจากน้ำเสียที่ออกจากเครื่องจักรและการหุ้มฉนวนท่อไอน้ำก็เป็นแนวทางที่ลดการสูญเสียได้มากเช่นกัน

Perera (1996) ได้ทำการศึกษาการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดที่โรงงานเทพพัฒนากระดาษ พบว่ามีการใช้น้ำในการผลิตกระดาษ 89 ลูกบาศก์เมตรต่อตันกระดาษ ใช้พลังงานจากไอน้ำ 2 ตันต่อตันกระดาษ และพลังงานไฟฟ้า 631 กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อตันกระดาษ ซึ่งสามารถลดความต้องการใช้น้ำใหม่ได้ร้อยละ 28 โดยการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่และแยกน้ำเสียออกสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ปั๊มและมอเตอร์ ลดต้นทุนเชื้อเพลิงได้ร้อยละ 11 โดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำเป็นร้อยละ 85 และสามารถลดน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำได้

Chiu et al. (1989) ได้ศึกษาและวิเคราะห์โรงฟอกย้อมของฮ่องกง จำนวน 436 แห่ง พบว่าเป็นโรงงานวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดเล็กร้อยละ 80 มีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตมากที่สุด เมื่อเทียบกับโรงงานอุตสาหกรรมชนิดอื่น ๆ แต่เมื่อนำเทคโนโลยีสะอาดเข้าไปประยุกต์ใช้สามารถลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียและของเสีย โดยใช้แนวทางของเทคโนโลยีสะอาด เช่น ตรวจจรวาระบบอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ (Good Housekeeping) ปรับเปลี่ยนระบบการผลิต (Process Modification) การใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดมลพิษลดลง การนำทรัพยากรกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำไปแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป (Recycle)

Roeckel and Aspe (1996) ได้ทำการศึกษาและทดลองใช้เทคโนโลยีสะอาดกับกระบวนการผลิตอาหารแปรรูป ซึ่งมีปลาทะเลเป็นวัตถุดิบ โดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตและมีการควบคุมการใช้น้ำและการนำน้ำมาบำบัด แล้วนำกลับมาใช้ใหม่จากวิธีการให้น้ำผ่านตะแกรงแยกชิ้นส่วนกากหยาบขององค์ประกอบอินทรีย์วัตถุ ทำให้ค่าของ COD (Chemical Oxygen Demand) ลดลงถึงร้อยละ 91.6 และข้อมูลของผลผลิตต่อตันเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 7 และ

ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียลดลงถึงร้อยละ 5.6 ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ทำให้มีระยะเวลาคืนทุนภายใน 5 ปี

Hassain (1994) ได้ศึกษาการผลิตที่สะอาดในอุตสาหกรรมฟอกย้อม เพราะเห็นว่าโรงงานประเภทนี้ใช้น้ำในแต่ละปีจำนวนมาก โดยนำน้ำหล่อเย็นมาใช้ใหม่ร้อยละ 5.5 ของน้ำทั้งระบบ พบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 85,000 บาทต่อปี ในขณะที่ระบบบำบัดน้ำของโรงงานก็ขาดคุณภาพ จึงศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยเปรียบเทียบผลของการใช้ Ferrous Sulfate , Ferrous Sulfate และ Lime, $H_2O + \text{Ferrous Sulfate}$ ผลที่ได้คือการใช้ Ferrous Sulfate และ Lime ในสัดส่วน 1: 1 จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด ทำให้ COD ลดลงได้ถึงร้อยละ 81.95 และลดสีลงร้อยละ 94.81 การเปลี่ยนกระบวนการใหม่ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อีก 478 บาทต่อวัน

2.14 สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย

สุรินทร์ จันทสุริยวิช (2546) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าของ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าแนวทางการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า ควรใช้วิธีการใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง และลดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ได้แก่ การใช้บัลลาสต์สูญเสียพลังงานน้อย การใช้โคมไฟสะท้อนแสง การลดการใช้หลอดไฟในห้องที่มีกำลังไฟส่องสว่างเกินความจำเป็น การใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ การติดตั้งระบบสะสมความเย็น และการจัดการร่วมกัน โดยระบบแสงสว่างใช้การจัดการร่วมทุกแนวทาง สามารถลดความต้องการพลังไฟฟ้าได้ 226.96 กิโลวัตต์ และประหยัดพลังงานไฟฟ้า 891,143 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 2,232,000 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุน 7,180,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 3.22 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุนร้อยละ 34.35 และระบบปรับอากาศ สามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ 0.41 กิโลวัตต์ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้รวม 46,770 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้เท่ากับ 119,900 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุน 63,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 0.52 ปี ส่วนแนวทางการใช้ระบบสะสมพลังงานความเย็น ไม่สามารถนำเครื่องทำความเย็นเดิมมาใช้ร่วมกับระบบสะสมพลังงานความเย็นได้ จึงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากมีค่าการลงทุนติดตั้งระบบใหม่และค่าบำรุงรักษาสูงมาก

ศรีธร อุปคำ (2543) ได้ศึกษาถึงสมรรถนะระบบการทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ร่วมกับปั๊มความร้อนสำหรับอาคารที่อยู่อาศัย เพื่อให้ได้อุณหภูมิน้ำร้อนใช้งาน 40 – 60 องศาเซลเซียส พบว่า ระบบการทำน้ำร้อนจากตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ร่วมกับปั๊มน้ำความร้อนที่อุณหภูมิน้ำร้อนใช้งาน 60 องศาเซลเซียส ใช้พลังงานไฟฟ้า 51.14 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน และการทำน้ำร้อนจากตัวรับรังสีแสงอาทิตย์ที่ใช้ร่วมกับฮีตเตอร์ไฟฟ้า ที่อุณหภูมิน้ำร้อนใช้งาน 60 องศาเซลเซียส ใช้พลังงานไฟฟ้า 58.90 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน โดยที่ระบบที่ใช้ปั๊มความร้อนจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าระบบที่ใช้ฮีตเตอร์ไฟฟ้า ทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 7.76 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน หรือ 2,833.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 7,803.75 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 10 เดือน

อดิگانต์ สีสลาภรณ์ (2543) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมของธุรกิจอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในจังหวัดลำปาง พบว่าการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานนั้น ทางโรงงานควรวิเคราะห์ถึงกระบวนการในการทำงาน การใช้ปัจจัย หรือวัตถุดิบรวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในการปฏิบัติงานว่าส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อหามาตรการและแนวทางที่มีมาตรฐานในการกำหนดวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งการวิเคราะห์หน่วยพื้นที่ปฏิบัติงานว่าในบริเวณที่ปฏิบัติงานนั้นมีของเสีย หรือส่งผลกระทบต่ออะไรต่อน้ำ อากาศ ดิน มนุษย์ สัตว์ พืช และทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อหาทางแก้ไข ปรับปรุงสถานที่ทำงานอย่างมีระบบ

สณชัย เลิศพิสิฐฐานุร และนวลาภ ธีรธนาร (2543) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิตเยื่อสา โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด โดยการเปรียบเทียบกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม กระบวนการต้มเยื่อด้วยน้ำ กระบวนการต้มเยื่อด้วยอัลคาไลน์-ออกซิเจน และกระบวนการต้มเยื่อด้วยตัวทำลายอินทรีย์ พบว่ากระบวนการต้มเยื่อด้วยอัลคาไลน์-ออกซิเจนมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมา คือ การต้มเยื่อด้วยไอน้ำ กระบวนการแบบดั้งเดิม และกระบวนการใช้ตัวทำลายอินทรีย์ ตามลำดับ รวมทั้งได้ข้อเสนอแนะจากการวิจัย คือ การผลิตเยื่อกระดาษแบบดั้งเดิมด้วย การติดตั้งหม้อต้มระเหย (Evaporator) ซึ่งจะสามารถประหยัดน้ำได้ถึงร้อยละ 70 – 80 และเพิ่มหน่วยกลั่นแยก (Distillation) ในกระบวนการต้มเยื่อด้วยตัวทำลายอินทรีย์ ซึ่งจะทำให้สามารถนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ได้ถึงร้อยละ 80

เจริญชัย แยมแซไซ (2543) ได้ทำการศึกษาถึงผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์จาก การใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตอาหารส่งจำหน่ายต่างประเทศของบริษัท จวี เอเชียัน ฟู้ดส์ จำกัด โดยใช้กลยุทธ์การสร้างความตระหนักในเรื่องสิ่งแวดล้อม และกลยุทธ์การสร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์กับผู้ส่งวัตถุดิบ เพื่อลดการปนเปื้อนของดินในวัตถุดิบ ณ แหล่งกำเนิด คือ “จุดเก็บเกี่ยว” โดยมีการจัดองค์กรและฝึกอบรมบุคลากร และการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตด้วย ผลการศึกษา พบว่าถ้าใช้กลยุทธ์สร้างความตระหนัก มีการลงทุน 49,033 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายดำเนินการผลิตลง 77,342 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.63 ปี ถ้าใช้กลยุทธ์สร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ มีการลงทุน 231,923 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายดำเนินการผลิตลง 107,790 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.15 ปี คุณภาพน้ำทิ้งมีแนวโน้มดีขึ้น ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) และสารแขวนลอย (SS) มีอัตราที่ลดลง และมีการใช้ทรัพยากรน้ำลดลงร้อยละ 22.46 ถึง ร้อยละ 35.76 ลดปริมาณดินที่จะลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ 90.4 ตัน ถึง 303.1 ตันต่อปี