เทคโนโลยีการรีไซเคิล ในประเทศและต่างประเทศ

5.1 บทนำ

การศึกษาเทคโนโลยีในการรีไซเคิล ประกอบด้วย 1) การศึกษาถึงเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันจาก การสำรวจภาคสนาม 2) การศึกษาเทคโนโลยีในการรีไซเคิลจากผู้ประกอบการที่มีในปัจจุบัน จาก แบบสอบถาม และ 3) การศึกษาเทคโนโลยีรีไซเคิลจากต่างประเทศและในประเทศไทย

5.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีรีไซเคิล

การนำเทคโนโลยีรีใชเคิล (Recycling) เข้ามาใช้ในการจัดการของเสียเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เพราะ เทคโนโลยีรีไซเคิล (Recycling) สามารถช่วยในการลดปริมาณการใช้วัสดุหรือสารตั้งต้นบริสุทธิ์ (Virgin Materials) ลดปริมาณของเสียที่ใช้ประโยชน์แล้วอันจะส่งผลให้เกิดการลดต้นทุน และพลังงาน ที่จะใช้ในการ กำจัดของเสีย เช่น การขนย้ายในระหว่างการกำจัด การเผา หรือถมดิน (Landfill) และจะส่งผลให้เกิดการลด ปริมาณมลพิษหรือสภาวะแวคล้อมที่เป็นพิษ อันเนื่องมาจากการย่อยสลายของของเสีย อีกทั้งการรีไซเกิล สามารถช่วยให้ราคาสินค้าที่ได้จากการนำวัสคุที่ใช้ประโยชน์แล้วกลับมาใช้ใหม่ลดต่ำลงอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ในแง่งานวิชาการนั้น การรีไซเกิลจำเป็นต้องพิจารณาในหลายด้าน เนื่องมาจากการรีไซเกิลอาจทำให้เกิดการ พัฒนาวัสคุชนิดใหม่ที่ให้คุณสมบัติต่างไปจากวัสคุเริ่มต้น และการนำเทคโนโลยีรีไซเคิลมาใช้ก็ไม่ใช่เรื่องง่าย เนื่องจากการรีไซเคิลมีเทคโนโลยีอยู่หลายระคับ ทั้งแบบพื้นฐานและแบบซับซ้อน ที่ต้องการความบริสุทธ์ของ วัสคุ ปริมาณการจัดการ และกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การจัดการที่ง่ายที่สุด คือ ควรมีการส่งเสริมให้ผู้ผลิตมีความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยีและวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตชิ้นส่วน / ส่วนประกอบ ของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือผลิตผลิตภัณฑ์ฯ ให้สอดคล้องตาม ข้อกำหนดทางการค้าและสิ่งแวคล้อมของประเทศคู่ค้าตั้งแต่ต้นๆ รวมถึงมีการวิจัยและพัฒนา และการรับ ถ่ายทอดเทคโนโลยีด้าน การออกแบบและปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวคล้อม (Green Product) เพื่อเอื้อต่อการต่อยอคไปยังเทคโนโลยีรีไซเกิลตั้งแต่ช่วงแรกๆ ของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ผ่านมาเป็นสิ่งที่ดีที่สุด

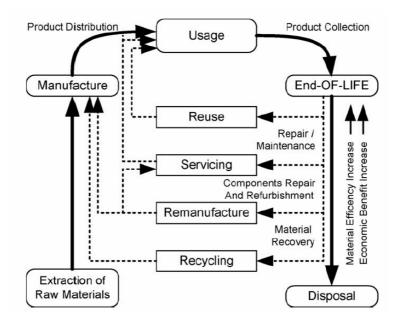
5.2.1 ประเด็นสำคัญในการพิจารณาความเป็นไปได้ในการรีไซเคิล

ประเด็นสำคัญในการพิจารณาความเป็นไปได้ในการรีไซเคิล มีดังนี้

1. ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาเทคโนโลยีการประเมินชั้นสูงในแง่ของการ Recycling ทั้งในแง่ของประสิทธิภาพและความสามารถเน้นไปที่การนำวัสดุไปผลิตซ้ำ (Process Ability in Reprocessing), การประเมินหาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ การหาสภาวะที่เหมาะสมในระหว่างการผลิตของวัสดุ

- 2. ด้านเสรษฐกิจและสังคม การ Recycling เป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับเสรษฐกิจและ สังคมของประเทศ เป็นวิธีการประหยัดพลังงานและใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต สามารถปรับราคาของสินค้าลดลงได้ เพราะต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า โดยเฉพาะกับวัสดุที่ไม่สามารถผลิตได้ใน ประเทศไทย เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น
- 3. ด้านสิ่งแวคล้อม การรีไซเคิลเป็นการลดภาระการกำจัดของเสียอันจะก่อให้เกิดสภาวะ แวคล้อมที่เป็นพิษ เช่น การเผา หรือการทิ้ง ฝังกลบโดยตรง เป็นต้น โดยประเด็นนี้มีความสำคัญ โดยตรง ระหว่าง WEEE กับ RoHS
- 4. ด้านอุตสาหกรรม และพาณิชย์ การรีไซเคิลเป็นการเพิ่มผลกำไรให้กับบริษัท อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เพราะใช้วัสดุที่ใช้แล้ว หรือวัสดุส่วนเกินที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต (Production Scraps) และยังลดรายจ่ายในการขนส่ง/กำจัด Scraps และ Waste

He et al. (2006) ได้แสดงพื้นฐานวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการศึกษา สถานการณ์ รีไซเคิลของประเทศจีนที่เป็นผลมาจากระเบียบ WEEE ไว้ดังรูปที่ 5.2.1-1 ที่สามารถนำมาช่วย ในการตัดสินใจเพื่อพัฒนาโมเคลที่ดีขึ้นได้ว่า เทคโนโลยีการรีไซเคิล ด้วยการแยกส่วน การบดคัดขนาด และ การแยกประเภทของวัสดุ ด้วยเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนเกินไปของประเทศไทยมีความเป็นไปได้แค่บางส่วน เพราะอาจไม่สามารถเพิ่มมูลค่าซากหรือวัสดุที่ต้องการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งจะเห็นได้ว่าหากมุ่งเน้น ในการจัดการที่ส่วนนี้ ก็ถือว่าเป็นการจัดการที่ปลายเหตุ (End of Life Management) ของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ นั่นเอง และการจัดการที่ส่วนนี้ทำให้ประเด็นสำคัญ ไปอยู่ในเรื่องการให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการรีไซเคิลให้ ปฏิบัติอย่างถูกวิธี รวมทั้งให้ตระหนักถึงสารอันตรายที่มีอยู่ในซากผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความระมัดระวังใน การปฏิบัติงาน และสามารถแยกและจัดการกับสารอันตรายเหล่านั้นได้อย่างเหมาะสม ส่วนตารางที่ 5.2.1-1 แสดงให้เห็นถึงชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีสารอันตรายในซากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของจีนจากงานวิจัย ดังกล่าว



รูปที่ 5.2.1-1 พื้นฐานวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (He et al, 2006)

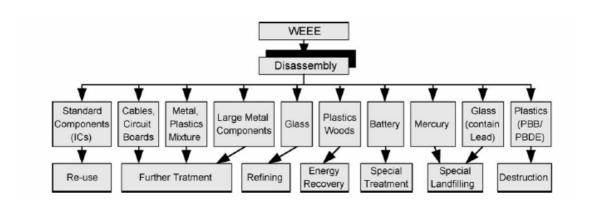
ตารางที่ 5.2.2-1 ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีสารอันตรายในซากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (He et al, 2006)

Materials and components	Description	
Batteries	Heavy metals such as lead, mercury and cadmium are present in batteries	
Cathode ray tubes (CRTs)	Lead in the cone glass and fluorescent coating cover the inside of panel glass	
Mercury containing components	Mercury is used in thermostats, sensors, relays and switches; it is also used in medical	
	equipment, data transmission, telecommunication, and mobile phones	
Asbestos waste	-	
Toner cartridges, liquid and pasty, as well as color toner	-	
Printed circuit boards (PCBs)	Cadmium occurs in certain components	
Polychlorinated biphenyl containing	-	
Capacitors	-	
Liquid crystal displays (LCDs)	-	
Plastics containing halogenated flame	During incineration/combustion of the plastics	
Retardants	Halogenated flame retardants can produce toxic components	
Equipment containing CRC HCFC or HFCs	HCFC or CFCs are present in the foam and the refrigerating circuit	
Gas discharge lamps	Mercury is present in them	

5.2.2 กระบวนการในการรีไซเคิลของ WEEE (Ragn-Sells, 2000)

จากการศึกษาวิจัยภาคสนาม และการประชุมระคมความกิดเห็นพบว่าปัจจุบันประเทศ ไทย ยังมีการใช้เทค โนโลยีเพื่อการรีไซเคิลอยู่น้อยมาก และค่อนข้างเป็น Know-how ของธุรกิจซึ่งไม่สามารถ เปิดเผยได้ แต่ส่วนมากแล้วพบว่าโรงงานรีไซเคิลที่ขึ้นทะเบียนนั้นดำเนินการเพียงแก่ทำการคัดแยกชิ้นส่วน และจัดระดับตามความบริสุทธ์ของสารที่ต้องการเท่านั้น นอกจากนี้จากการสำรวจยังพบอีกว่า ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบที่มีความซับซ้อน เช่น คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ เครื่องถ่ายเอกสาร โทรศัพท์มือถือ เครื่องซักผ้า แต่ละแห่งล้วนแล้วแต่มีเทคโนโลยีการรีไซเกิลคล้ายๆกันทำให้ความสามารถใน การนำกลับมานั้นยังไม่เต็มประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยผู้ประกอบการส่วนใหญ่ประมาณ 80% ใช้แรงงานคน เป็นหลัก ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ ไขควง ค้อน ประแจ คืม เลื่อย เป็นต้น ส่วนที่เหลือมีการนำเครื่องจักรมาใช้ เช่น เครื่องอัดใหญ่ เครื่องอัดเล็ก เครื่องตัดเหล็ก เครื่องปอกสายไฟ เท่านั้น

จากการศึกษางานวิจัยใน International Journal ของ Ragn-Sells (2000) พบว่า จาก ระเบียบ WEEE นี้ เมื่อนำมาวิเคราะห์ในประเด็นการถอดประกอบ (Disassembly) แล้วนั้น ชิ้นส่วนต่างๆ สามารถนำกลับมาใช้ได้ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็น IC สายไฟ เหล็ก พลาสติก แก้ว พลาสติก แบตเตอรี่ ซึ่งการนำ กลับมาใช้นั้นมีทั้งในรูปของ การนำกลับมาใช้ การรีไซเคิล เพื่อเป็นวัสดุนำมาผลิตใหม่ หรือ การนำกลับมาใน รูปของพลังงาน แต่สารบางชนิด เช่น ปรอท หรือ สารตะกั่ว เมื่อนำมาแยกนำวัสดุรีไซเคิลออกแล้วนั้น ก็ต้องมี กระบวนการรีไซเคิลพิเศษในการจัดการเช่นกัน ที่มีดังแสดงในรูปที่ 5.2.2-1

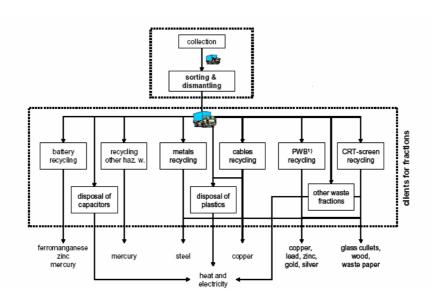


รูปที่ 5.2.2-1 กระบวนการในการรีไซเคิลของ WEEE (Ragn-Sells, 2000)

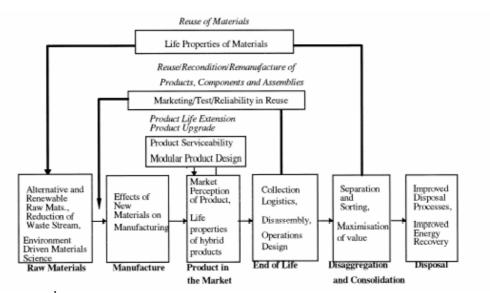
5.2.3 โครงสร้างพื้นฐานในการรีไซเคิล

โครงสร้างพื้นฐานที่ต้องทำการศึกษาก่อนทำการประเมินความเป็นไปได้เชิงเทคโนโลยี ในการรีไซเคิลว่ามีประเด็นใดต้องพิจารณาในเบื้องต้น จากการสำรวจงานวิจัยทางด้านนี้จาก International Journal หลายแหล่ง เช่น Williams (2006) Xiang (2007) Ragn-Sells (2000) ฯลฯ พบว่า เทคโนโลยีที่ทั่วโลก กำลังให้ความสนใจมากที่สุด คือ เทคโนโลยีในการแยกชิ้นส่วน (Disassembly) และ เทคโนโลยีในการคัดแยก โลหะและอโลหะออกจาก PCB รวมถึงการประเมินความคุ้มค่าในการตั้งโรงงานรีไซเคิลตามระบบ WEEE ทางด้านปริมารซากที่มีเพื่อจัดตั้งโรงงาน และทางด้านค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บเชิง Logistics

Hischier et al (2005) ได้อธิบายแนวทางในการจัดการ Logistics ของระบบ WEEE เพื่อ นำเอาวัสดุกลับจากการรีไซเคิลไว้ดังรูปที่ 5.2.3-1 โดยแนวทางที่ใช้จะเริ่มจากการเก็บรวบรวมแล้วจึงทำการ กัดแยกผลิตภัณฑ์ออกเป็นกลุ่มต่างๆ เช่น Battery Capacitor Cable wire PCB เป็นต้น โดยการแยกชิ้นส่วน เหล่านั้นสุดท้ายจะได้ออกมาเป็นวัสดุต่างๆ หลายชนิด เช่น สังกะสี เหล็ก ทองแดง ฯลฯ และส่วนที่ไม่ สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ก็จะเข้าสู่กระบวนการ Recovery โดยการเผาเพื่อทำให้เกิดพลังงานความร้อนและ กระแสไฟฟ้าต่อไป ซึ่งส่วนสำคัญจากงานวิจัยนี้เชื่อมโยงประเด็นไปที่ประเด็นการจัดการผลิตภัณฑ์เมื่อ หมดอายุจากการ Collection ในช่วงของการ Logistics และประเด็นของ การคัดแยกและการจัดลำคับชิ้นส่วน (Separation and Sorting) ของงานวิจัยทางด้านนี้ของ Ragn-Sells (2000) โดยประเด็นสำคัญที่งานวิจัยของ Ragn-Sells (2000) กล่าวถึงมากคือในการจัดการเพื่อขนถ่ายและคัดแยกนั้นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจมากที่สุด ทางด้านเทค โนโลยีในประเด็นนี้คือ เรื่องของการถอดประกอบ การทคสอบความน่าเชื่อถือ และคุณลักษณะ ของวัสดุที่จะได้มานั้นตอนสุดท้ายเพื่อนำกลับมาเป็นวัสดุรีไซเคิลใหม่ ดังรูปที่ 5.2.3-2



รูปที่ 5.2.3-1 การจัดระบบ WEEE ในการนำเอาวัสดุกลับมาด้วยการรีไซเคิล (Hischier et al, 2005)



รูปที่ 5.2.3-2 กระบวนการในการรีไซเคิลของ WEEE (Ragn-Sells, 2000)

จากการศึกษางานเทคโนโลยีในการรีไซเคิลทั้งจากการสำรวจภาคสนามและงานวิจัยพบว่า มีความแตกต่างกันมากระหว่างการรีไซเคิลในมุมมองของประเทศไทยกับโรงงานรีไซเคิลในต่างประเทศ เนื่องจากในประเทศไทยจะเป็นโรงคัดแยกเสียส่วนใหญ่ แต่ก็มีบางแห่งที่เป็นโรงงานรีไซเคิลวัสดุที่มี ประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีในการรีไซเคิลยังคงเป็น Know-how เฉพาะของโรงงาน ดังนั้นการที่ จะนำมาเผยแพร่เพื่อคูความคุ้มค่าในเชิงเทคโนโลยีจึงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นในส่วนนี้ผู้วิจัยจะทำการศึกษา เทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับในงานทางด้านวิชาการเป็นหลักเนื่องจากเป็นแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และ สามารถเข้าถึงได้ง่ายมากที่สุด

จากการสำรวจงานวิจัยพบว่าเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสนใจในการรีไซเคิลอุปกรณ์ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ เทคโนโลยีในการรีไซเคิลแผ่น PCB จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องรับโทรทัศน์ (Xiang, 2007) เทคโนโลยีในการรีไซเคิลโทรศัพท์มือถือ และเทคโนโลยีในการรีไซเคิลพลาสติก ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆที่มีขนาดใหญ่และชิ้นส่วนที่ค่อนข้างง่ายในการถอดประกอบ เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้านั้นจะเน้นไปที่เทคโนโลยีในการถอดประกอบเสียส่วนใหญ่ ส่วนสุดท้าย คือ เทคโนโลยีที่ใช้กับเครื่องถ่ายเอกสาร ซึ่งส่วนนี้เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจะค่อนข้างแตกต่างเนื่องจากว่าจะไม่เน้น ไปที่การจัดการหลังจากเครื่องถ่ายเอกสารหมดอายุแต่กลับจะเน้นไปที่ส่วนของการซ่อมแซมเพื่อนำกลับมาใช้ ใหม่เสียส่วนใหญ่

5.2.4. เทคโนโลยีในการรีไซเคิล PCB

เทคโนโลยีในการรีไซเคิล PCB ค่อนข้างได้รับความสนใจมากในปัจจุบันเนื่องจากปริมาณ ซาก PCB ที่มีมาก ซึ่งจากงานวิจัยของ IPC (Xiang, 2007) พบว่าปริมาณมูลค่าของ PCB ในปีหนึ่งๆ มีมากเกิน กว่า 30 พันล้านเหรียญคอลล์ล่าสหรัฐ และในขณะเคียวกันช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นส่วน PCB ก็มีอายุการ ใช้งานที่ลดลงด้วย โดยงานวิจัยนี้ได้กล่าวอธิบายไว้ว่า กระบวนการในการรีไซเคิล PCB โดยทั่วไปนั้นมีอยู่ ด้วยกันหลักๆ สามวิธีคือ กระบวนการทางด้านความร้อน (Thermal Process) กระบวนการทางเคมี (Chemical Process) และกระบวนการทางฟิสิกส์ (Physical Process) ซึ่งข้อดีข้อเสียของการรีไซเคิล PCB แต่ละวิธีดังนี้

กระบวนการทางค้านความร้อน (Thermal Process)

กระบวนการนี้พื้นฐานอยู่ที่การเผา การหลอม ด้วยพื้นฐานทางทางโลหะวิทยาในการแยก ธาตุ โดยข้อดีของกระบวนการทางความร้อนคือ เป็นวิธีการที่ง่ายในการแยกวัสดุ แต่ก็มีข้อเสียของ กระบวนการทางความร้อนหลายประเด็น คือ

- 1. ชิ้นส่วนที่ไม่ใช่โลหะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้
- 2. มีผลเสียต่อสภาพแวดล้อมและอากาศมาก
- 3. เงินลงทุนในการจัดการระบบทางด้านสิ่งแวดล้อมสูงมาก เช่นการจัดการเตา Cupola และ การจัดการ Gas washing tower เป็นต้น

กระบวนการทางเคมี (Chemical Process)

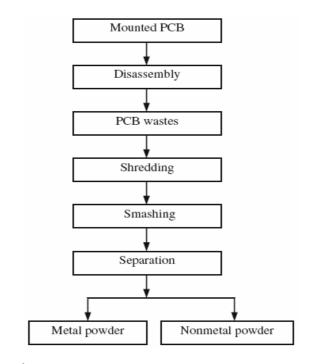
กระบวนการทางเคมีจะเน้นการแยกวัสดุด้วยการใช้กรด (Acid) ซึ่งประเด็นนี้ทำให้เกิดผล กระทบต่อสิ่งแวคล้อมที่สูงมาก โดยเฉพาะบางเมืองของจีนที่มีการใช้วิธีการนี้มาก เช่นใน Guiya town หรือ Guangdong Town ปัญหาหลักๆ ที่มีคือ

- 1. ราคาอุปกรณ์เครื่องมือในการบำบัดน้ำต้องมีในระบบการรีไซเคิลและราคา เครื่องนี้ค่อนข้างสูงมาก
- 2. วัสดุที่ไม่ใช่โลหะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ เนื่องจากผลการกัดทำลายของ นำยาเคมี

กระบวนการทางฟิสิกส์ (Physical Process)

กระบวนการนี้จะเป็นการบคและแยกย่อยแผ่น PCB ดังแสดงกระบวนการพื้นฐานในการ รีไซเคิล PCB ด้วยวิธีการทางฟิสิกส์ไว้ในร**ูปที่ 5.2.4-1** ซึ่งสุดท้ายจะทำให้ได้ชิ้นส่วนวัสดุ ผงโลหะและผงส่วน ที่ไม่เป็นโลหะดังร**ูปที่ 5.2.4-2** ที่ได้ PCB สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

- 1. ผลกระทบทางด้านเสียงในการรีไซเคิล ซึ่งอาจมีสูงถึง 130 db (A)
- 2. เกิดปัญหาทางด้านฝุ่นผงจากการบดแผ่น PCB
- 3. เกิดปัญหาทางค้านกลิ่นจากการแตกตัวของ Resin

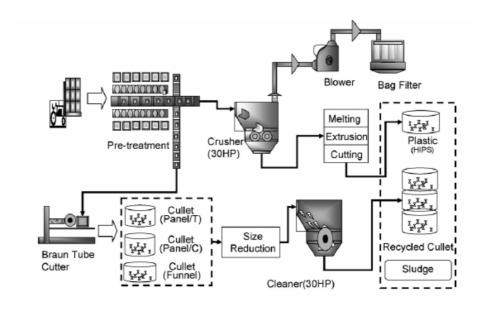


รูปที่ 5.2.4-1 กระบวนการรีไซเกิล PCB (Xiang, 2007)



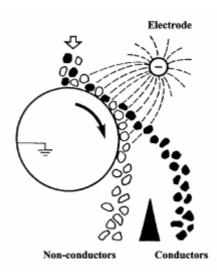
รูปที่ 5.2.4-2 ผงโลหะและผงส่วนที่ไม่เป็นโลหะที่ได้ PCB (Xiang, 2007)

สำหรับร**ูปที่ 5.2.4-3** แสดงถึงการใหลของวัสคุในโรงงานรีไซเคิลที่ได้อธิบายไว้โดย Lee (2007) ในงานวิจัยเกี่ยวกับสถานะปัจจุบันของการรีไซเคิลซากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศ เกาหลี

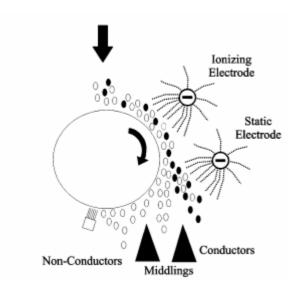


รูปที่ 5.2.4-3- การใหลของงานในโรงงานรีไซเคิล (Lee, 2007)

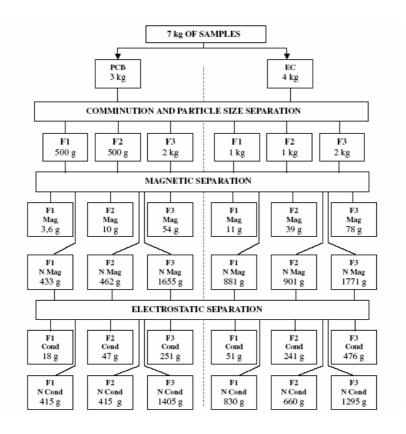
สำหรับรูปที่ 5.2.4-4 และ รูปที่ 5.2.4-5 เป็นเทคโนโลยีในการรีไซเคิลสารตัวนำ และ PCB รูปแบบใหม่ที่ได้นำเสนอโดย Kellyand and Spottiswood (1982) และ Viet et al (2005) โดยเทคนิคทั้ง สองเน้นการใช้ Electrostatic separator ในการแยกสารตัวนำไฟฟ้าและสารที่ไม่ใช่ตัวนำไฟฟ้า โดยงานวิจัยนี้ ได้นำเอาเทคโนโลยีนี้มาทำการออกแบบการทดลองโดยการรีไซเคิลเสษ PCB ขนาด 7 kg. ทำการแยกออกเป็น สองกลุ่ม คือ ชุดที่เป็น PCB และชุดที่เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (EC) หลังจากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอน ของการบดและแยกขนาด (F1 F2 F3) แล้วเข้าสู่ ขั้นตอนของการแยกด้วยแม่เหล็ก (Magnetic Separation) แล้ว จึงเข้าสู่กระบวนการแยกด้วยไฟฟ้า (Electrostatic Separation) แสดงรายละเอียดในรูปที่ 5.2.4-6 ส่วนรูปที่ 5.2.4-7 เป็นการใช้เทคโนโลยีในการรีไซเคิล PCB ของ Jiang (2007) ที่เน้นการใช้ลูกกลิ้งและการใช้กระแส High Voltage เพื่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตในการแยกวัสดุ ส่วนรูปที่ 5.2.4-8 แสดงตัวอย่างเครื่อง Laboratorial roll-type corona-electrostatic separator และ 12 แสดง รูปที่ 5.2.4-9 ตัวอย่างเม็ดวัสดุจากเสษ PCB ขนาด 0.3–0.45 mm ด้านบนคือ ผงทองแดง ด้านล่างคือผงประกอบแรชิน



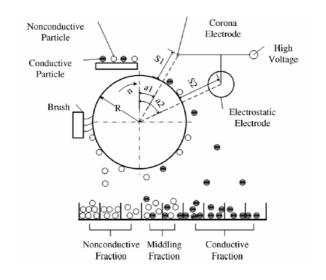
รูปที่ 5.2.4-4 Rotating drum electrostatic separator ในการรีไซเกิลสารตัวนำ (Kellyand and Spottiswood, 1982)



รูปที่ 5.2.4-5 การคำเนินงาน Electrostatic separator ของ PCB (Viet et al, 2005)



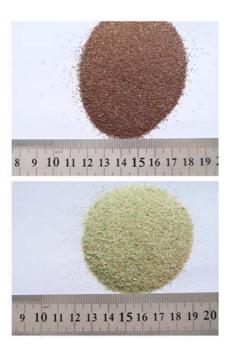
รูปที่ 5.2.4 -6 กระบวนการในการรีไซเคิลเศษ PCB (Viet et al, 2005)



รูปที่ 5.2.4-7 เทคโนโลยีในการรีไซเคิล PCB (Jiang, 2007)



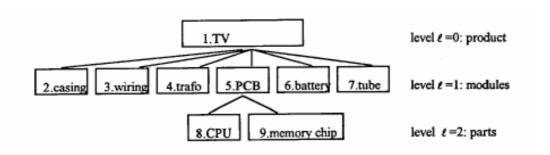
รูปที่ 5.2.4-8 Laboratorial roll-type corona-electrostatic separator (Jiang, 2007)



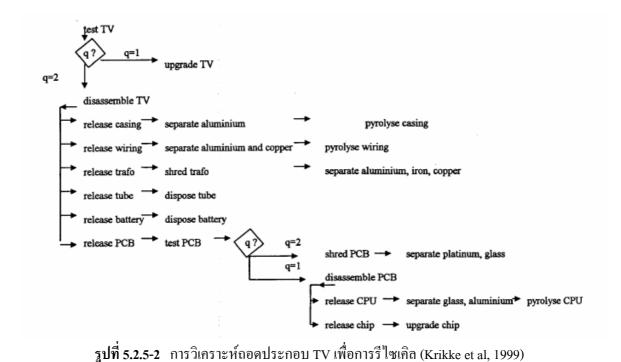
รูปที่ 5.2.4-9 ตัวอย่างเม็ดวัสดุจากเศษ PCB ขนาด 0.3-0.45 mm ด้านบน คือ ผงทองแดง ด้านล่าง คือ ผงประกอบเรซิน (Jiang, 2007)

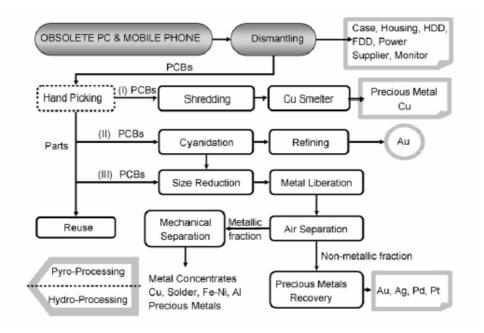
5.2.5 การรีไซเคิลด้วยการถอดประกอบ

การรีไซเคิลด้วยการถอดประกอบเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจนำมาใช้ ในอุตสาหกรรม เพราะเป็นกระบวนการแรกๆในการจำแนกคัดแยกชิ้นส่วนที่จะนำมารีไซเคิล แต่เทคโนโลยีนี้ ส่วนมากจะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ หรือเรียกว่าเป็นการแยกออกแบบ Modular จากการศึกษางานวิจัย Krikke et al (1999) พบว่าในการรีไซเคิลด้วยการถอดประกอบนั้น เมื่อวิเคราะห์ตามแบบ Assembly Tree แล้ว นั้น จะสามารถทำการวิเคราะห์ได้ดีขึ้นว่า ปริมาณชิ้นส่วนที่จะกลับมาได้นั้นมีปริมาณมากน้อยเท่าใด รวมถึง สามารถอธิบายได้ชัดเจนได้มากขึ้นว่าประกอบด้วยวัสดุอะไรบ้าง น้ำหนักเท่าใด ดังแสดงในรูปที่ 5.2.5-1 และ 5.2.5-2 ส่วนรูปที่ 5.2.5-3 และ รูปที่ 5.2.5-4 แสดงกลยุทธ์ในการรีไซเคิล PCBs จากคอมพิวเตอร์ และโทร สัพย์มือถือของ Lee (2007) ที่เน้นการนำเทคโนโลยีในการถอดประกอบมาร่วมกับ การคัดแยก การเผา การใช้ ไฟฟ้าสถิต และการกรองทิ้ง ส่วนรูปที่ 5.2.5-5 กระบวนการในการแยกเสษพลาสติกที่กำลังได้รับความนิยม ด้วยการใช้ Cyclone (Dodbiba et al., 2008)

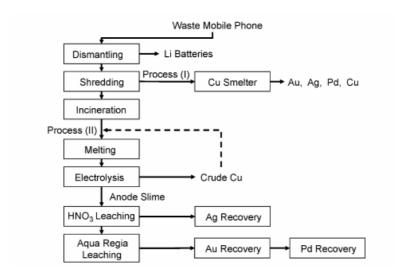


รูปที่ 5.2.5-1 เทคโนโลยีในการถอดประกอบ TV (Krikke et al, 1999)

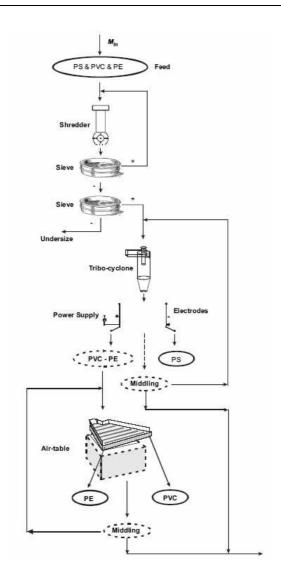




รูปที่ 5.2.5-3 กลยุทธ์ในการรีไซเคิล PCBs จากคอมพิวเตอร์ (Lee, 2007)



รูปที่ 5.2.5-4 กระบวนการรีไซเคิลโทรศัพท์มือถือ (Lee, 2007)



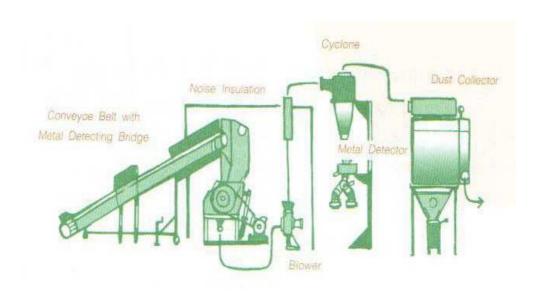
รูปที่ 5.2.5-5 กระบวนการในการแยกเศษพลาสติก (Dodbiba et al., 2008)

ในกระบวนการรีไซเคิลพลาสติกขั้นแรกสามารถแยกพลาสติกชนิดต่างๆ ได้ด้วยการลด ขนาดของวัสดุ (Size Reduction) หลังจากทำการแยกชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติกแล้ว ชิ้นส่วนเหล่านั้นจะถูกนำมา บคด้วยเครื่องบด และเครื่องอัดเม็ดพลาสติก ให้ได้ขนาดประมาณ ¼ นิ้ว ชิ้นพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่านี้อาจ ก่อให้เกิดปัญหาอุดตันในกระบวนกรรีไซเคิล อย่างไรก็ตาม ไม่ควรบดพลาสติกให้มีขนาดเล็กจนเกินไป เพราะอาจเกิดการ

การแยกกระดาษออกจากพลาสติก สามารถทำ ได้ โดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่น โดยทั่ว ไปอาศัยความแตกต่างของมวลหรือน้ำหนัก ซึ่งกระดาษจะแยกออกมาก่อน ซึ่งวิธีที่นิยมใช้กระดาษแยก กออกจากพลาสติก คือ ฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed) หรือใช้ไซโคลน (Cyclone) ซึ่งอาศัยการทำงานของ อากาศที่ถูกป้อนเข้าทางส่วนล่างของตัวเครื่องและ ใหลวนอยู่ภายใน ซึ่งจะพัดเอาวัสดุที่มีน้ำหนักเบาเช่น

กระคาษลอยอยู่ส่วนบน ส่วนที่เป็นพลาสติกซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าจะตกสู่ด้านล่างและถูกแยกออกไป การของไซโคลนก็ใกล้เคียงกัน แต่วัสคุจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนในแนวสัมผัส/(Tangentially) กับผนังของ กรวย

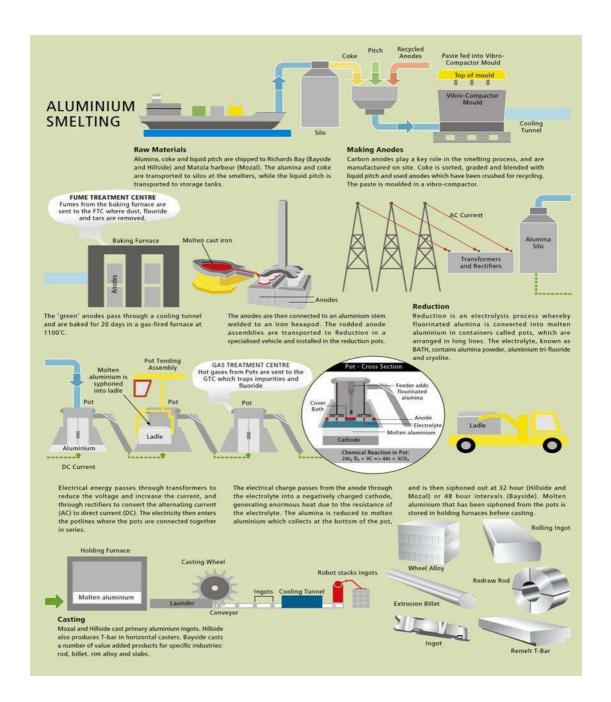
การแยกพลาสติกชนิดต่างๆ โดยใช้การลอยตัวในของเหลว (Direct Flotation) วิธีนี้ทำการ แยกวัสดุโดยอาศัยกวามแตกต่างของกวามหนาแน่น เช่น โพลีเอทธิลีนมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ การแยกจึง สามารถทำได้ โดยวัสดุผสมจะถูกส่งผ่านเข้าไปในถังหรือกระบอกซึ่งบรรจุของเหลวที่มีความหนาแน่น มากกว่าวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุดเป็นส่วนประกอบ เพื่อให้ส่วนประกอบนั้นลอยขึ้นมาส่วนบน และ สามารถแยกออกไปได้ง่ายดังรูปที่ 5.2.5-6



รูปที่ 5.2.5-6 การแยกส่วนที่เป็นพลาสติกโดยใช้การลอยตัวในของเหลว (Direct Flotation) ที่มา: คู่มือการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กรมควบคุมมลพิษ, 2551

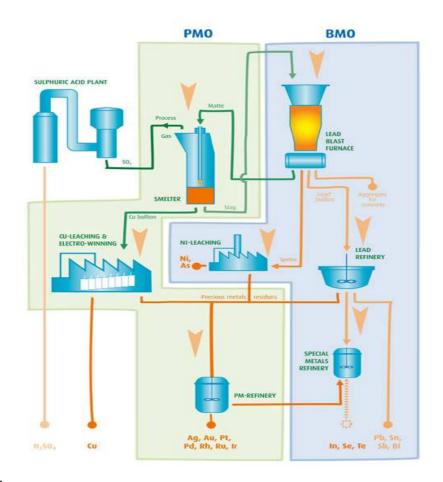
กระบวนการ Smelting และ Refining

กระบวนการ Smelting เป็นกระบวนการถลุง เป็นการสกัดโลหะออกจากสารอื่นๆให้ได้ โลหะบริสุทธิ์ ต้องอาศัยหลักการทางเคมีหลายอย่างเพื่อให้สารประกอบนั้นๆแยกตัวออกมา การถลุงแร่ที่ทำ โดยทั่วไปมี 2 วิธี ได้แก่ การถลุงแร่โดยการใช้ความร้อน และการถลุงแร่โดยการใช้กระแสไฟฟ้า ขณะที่ กระบวนการ Refining เป็นกระบวนทำให้โลหะนั้นเกิดความบริสุทธิ์ยิ่งขึ้น (Phillips and Lim, 1998) โดย ตัวอย่างของกระบวนการ Smelting และ Refining แสดงดังรูปที่ 5.2.5-7 และ รูปที่ 5.2.5-8



รูปที่ 5.2.5-7 ตัวอย่างการทำ Aluminum smelting

ที่มา: (www.hillside.co.za/links.html)



รูปที่ 5.2.5-8 กระบวนการ Refining คอมพิวเตอร์ ระหว่าง Precious Metals Operation (PMO)
และ Base Metals Operation (BMO)

ที่มา: (http://www.kfpe.ch/projects/echangesuniv/gmuender.php)

ตัวอย่างของการทำ Smelting และ Refining ได้แก่ อะลูมิเนียม เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็น โลหะที่สำคัญ เนื่องจากคุณสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ คือ มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา กำลังวัสคุต่อ น้ำหนักค่อนข้างสูง และมีความเหนียวมาก สามารถขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้ง่าย จึงนิยมใช้ทำเครื่องใช้ ไม้สอย บรรจุภัณฑ์ งานตกแต่ง สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ในรถยนต์ อุตสาหกรรมอะลูมิเนียมสามารถแบ่ง ประเภทของการผลิตได้เป็น 3 ประเภท คือ

- การผลิตขั้นต้น คือ การถลุงอะลูมิเนียมจากแร่ หรือการหลอมอะลูมิเนียมจากโลหะ
- การผลิตขั้นกลาง คือการรีคโลหะเป็นแผ่นฟอยล์ , การอัดขึ้นรูป, การดึงลวด, การ หล่อ
- การผลิตขั้นปลายคือการนำอะลูมิเนียมมาจากการผลิตขั้นกลางมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ สำเร็จรูปสู่ผู้บริโภค

ในประเทศไทยจะมีการผลิตทั้ง 3 ขั้นตอน แต่ในการผลิตขั้นต้นจะมีเพียงการหลอมอะลูมิเนียม จากเศษโลหะเท่านั้น โดยจะไม่มีการผลิตจากการถลุงแร่ เนื่องมาจากการขาดแหล่งวัตถุดิบแร่บอกไซด์ ภายในประเทศ และราคาค่าไฟฟ้าในประเทศมีราคาสูงไม่คุ้มต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์ สำหรับอุตสาหกรรม อะลูมิเนียมในประเทศไทย สามารถจัดแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามขั้นตอนการผลิต

- 1) กลุ่มผู้ผลิตขั้นต้น เป็นกลุ่มโรงงานที่รับซื้อเศษโลหะและกากอะลูมิเนียมเป็นวัตถุดิบ เพื่อนำมาหลอมใหม่ โดยมีโรงงานประมาณ 9 โรง มีกำลังการผลิตในแต่ละโรงงานสูงกว่า 200 ตันต่อ เดือน และมีโรงงานขนาดเล็กอีกประมาณ 50 โรงงานตามปริมณฑลของกรุงเทพมหานคร ตัวอย่างของ กลุ่มผู้ผลิตนี้ คือ ผู้ค้าเศษอะลูมิเนียมและกากอะลูมิเนียม โรงงานรีไซเคิล
- 2) กลุ่มผู้ผลิตขั้นกลาง แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มโรงงานอัคขึ้นรูป กลุ่มโรงงาน อะลูมิเนียมแผ่น ตัวอย่างของผู้ผลิตนี้คือ ผู้ผลิตอะลูมิเนียมแผ่นและฟอยล์ ผู้ผลิตอะลูมิเนียมเส้นหน้าตัด ผู้ผลิต สายไฟฟ้า โรงงาน Casting และ Die Casting
- 3) กลุ่มผู้ผลิตขั้นปลาย จะเป็นกลุ่มผู้ผลิตที่ซื้ออะลูมิเนียมแผ่นไปใช้เป็นวัตถุคิบเพื่อ ผลิตสินก้าสำหรับผู้บริโภค ตัวอย่างของกลุ่มผู้ผลิตนี้ คือ ผู้ผลิตกระป้องเครื่องคื่มและบรรจุภัณฑ์ ผู้ผลิตภาชนะ วัสคุ ตกแต่งอาการ ป้ายต่างๆ ฯลฯ

อะลูมิเนียมที่มีในขณะนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตขั้นกลางที่มีการนำเข้าวัตถุดิบ คือ อะลูมิเนียมแท่งเล็ก (Ingot) จากต่างประเทศเข้ามาผลิตหรือแปรรูป ตลอดจนอุตสาหกรรมขั้นปลายอีกหลาย ประเภท โดยส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตเพื่อสนองความต้องการใช้ในประเทศ และการผลิตเพื่อใช้ใน อุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ ซึ่งปัญหาการผลิตอะลูมิเนียมจึงอยู่ที่การจัดเก็บเศษอะลูมิเนียมที่นำมารีไซเคิลยังมี ปัญหาด้านคุณภาพ เนื่องจากผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับ อุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ บางชนิดจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่มีความ บริสุทธิ์สูง เศษอะลูมิเนียมที่มีอยู่ในตลาด ปัจจุบันจะมีการผสมปนเปื้อนจากโลหะอื่นอยู่มากทำให้การนำเศษอะลูมิเนียมไปใช้หลอมใช้งานจึงได้แค่ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการคุณภาพที่สูงนัก ดังนั้นการเก็บเศษอะลูมิเนียมมาหลอมใหม่จึงจำเป็นต้องแยกชนิดให้ ถูกต้องซึ่งต้องอาศัยการวิจัยเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องต่อไป

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีที่มีในประเทศ แสดงให้เห็นได้ว่าปัจจุบัน เทคโนโลยีที่มีของไทยยังถือว่าค่อนข้างต่ำ ส่วนกลุ่มที่มีเทคโนโลยีบ้างก็ยังมีน้อยไม่เพียงพอ ในการจัดการ ระบบรีไซเคิลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการลงทุนทางด้านเครื่องจักรรีไซเคิลนั้นจะค่อนข้างสูงพอสมควร รวมถึงจะมีผลกระทบต่อเครื่องมืออื่นๆ ที่ต้องใช้ในการจัดการปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่จะตามมาอีกด้วย ซึ่งหากมองสรุปทางด้านเทคโนโลยีแล้วนักวิจัยมองเห็นว่าประเทศไทยมีโอกาสค่อนข้างมากในการนำ เทคโนโลยีรีไซเคิลเข้ามาใช้อย่างจริงจัง ซึ่งจะช่วยในด้านของทั้งสิ่งแวดล้อมและวัสดุนำเข้าอย่างมาก อย่างไรก็ตามในการลงทุนนั้นต้องทำการพิจารณาด้านของเศรษฐสาสตร์ด้วยเพราะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะบ่งชี้ได้ว่าในการนำเนินการนั้นคุ้มค่าหรือไม่อย่างไรต่อไป

5.3 เทคโนโลยีการรีไซเคิลในต่างประเทศกับประเทศไทย

5.3.1 เทคโนโลยีการรีไซเคิลโทรศัพท์มือถือ

5.3.1.1 อุปกรณ์ และชิ้นส่วนต่างๆ ในโทรศัพท์มือถือ

เทคโนโลยีในโทรศัพท์มือถือมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับเทคโนโลยี ของคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันมีบริษัทผู้ผลิตมือถือมากมายผลิตโทรศัพท์มือถือหลากหลายรุ่น อย่างไรก็ตาม หากมองภาพรวมแล้ว ส่วนประกอบต่างๆในโทรศัพท์มือถือสามารถจำแนกได้ดังนี้

- แผงวงจรไฟฟ้า ซึ่งบรรจุ Printed Circuit Board ที่ประกอบด้วย หน่วย ประมวลผล (Microprocessor) และแปลงสัญญาณ (Digital Signal Processor) รวมถึงหน่วยความจำต่างๆ (Read-only-memory and Flash Memory Ships) ที่ เชื่อมต่อกันกับไมโครโฟน (Microphone) และ ลำโพง (Speaker) ขนาดเล็ก ลำโพงและไมโครโฟน (มีขนาดเล็กมากแต่ก็มีส่วนประกอบของโลหะหนัก) หน้ากากหรือส่วนห่อหุ้มของโทรศัพท์ (ทำจากพลาสติกที่เป็นโพลีคาร์บอเนต หรือ เอบีเอส หรือเป็นส่วนผสมของสารทั้งสองชนิด) แผ่นปุ่มกด และตัวนำ สัญญาณ
- เสาอากาศ ภายในเต็มไปด้วยสายไฟ
- หน้าจอ จอผลึกเหลว ซึ่งทำขึ้นจากผลิตขึ้นด้วยเทคโนโลยี Liquid Crystal Display (LCD) และแก้ว (ส่วนประกอบของผลึกเหลวนั้นมีหลายชนิดและมี ระดับความอันตรายที่แตกต่างกัน)
- แบตเตอรี่ ซึ่งปัจจุบันมีด้วยกัน 3 ชนิด คือ
 - Nickel-Cadmium
 - Nickel Metal Hydride
 - Lithium Ion/Polymer

มาถึงรุ่นปัจจุบันซึ่งนิยมใช้แบตเตอรื่ชนิดลิเทียมไออน (Li-ion) ซึ่งสามารถ ประจุไฟฟ้าได้มากกว่า และสามารถชาร์จไฟได้ในขณะที่ยังมีไฟอยู่ แต่ในบาง รุ่นก็ยังมีราคาสูง

- หน้ากาก (Case) ที่ทำจากพลาสติก เป็นตัวห่อหุ้มแผงวงจร และอุปกรณ์ ทั้งหมด นอกจากนี้ อาจมีโลหะบางชนิดเคลือบเป็นชั้น หรือแถบบางๆ เพื่อ ป้องกันการสะท้อนของรังสี และคลื่นแม่เหล็กต่างๆ
- แท่นชาร์จประจุไฟ และอุปกรณ์ต่อเชื่อม
- อุปกรณ์เสริม เช่น หูฟัง หรือสายเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

ภายในชิ้นส่วนต่างๆ ของโทรศัพท์มือถือ อาจเป็นโลหะชนิดต่างๆ หรือพลาสติก

คังแสดงในตารางที่ 5.3.1-1 (ที่มา: 1. Guideline on Material Recovery and Recycling of End-of-Life Mobile Phones, Basel Convention 2006. (www.basel.int/industry/mppiwp/guid-info/guidmaterial.pdf, online 15/06/50) 2. Mobile Phone Recycling: (http://www.envocare.co.uk/mobile_phones.htm, online 18/06/50) สำหรับส่วนประกอบที่มีสัดส่วนมากกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะเห็นว่ามีโลหะหลายชนิดเกี่ยวข้อง (แต่มีสัดส่วนค่อนข้างน้อย) ซึ่งทำให้การแยก และทำให้บริสุทธิ์ทำใค้ยาก นอกจากนี้ในแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือก็มีสารเคมี และโลหะหลายชนิดเป็น องค์ประกอบ ตารางที่ 5.3.1-2 จำแนกสารอันตรายที่อยู่ในแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ

ตารางที่ 5.3.1-1 องค์ประกอบต่างๆ ภายในชิ้นส่วนของโทรศัพท์มือถือ

Name of substance	Location in mobile phone	Typical % content of a mobile phone (including battery and peripherals)
Primary Constituents:		(managamen, marpo-param)
Plastics	Case, circuit board	~ 40%
Glass, ceramics	LCD screen, chips	~ 15%
Copper, compounds	Circuit board, wires, connectors, batteries	~ 15%
Nickel, compounds	Ni-Cd or NMH batteries	~ 10% *
Potassium hydroxide	battery, Ni-Cd, Ni-MH	~ 5% *
Cobalt	Lithium-ion Battery	~ 4% *
Lithium	Lithium-ion battery	~4%*
Carbon	Batteries	~ 4%
Aluminum	Case, frame, batteries	~ 3% **
Steel, ferrous metal	Case, frame, charger, batteries	~ 3%
Tin	Circuit board	~1%
Minor Constituents (Typic	ally less than 1%, more than 0.1%)	
Bromine	Circuit board	
Cadmium	Ni-Cd battery	
Chromium	Case, frame	
Lead	Circuit board	
Liquid crystal polymer	LCD screen	
Manganese	Circuit board	
Silver	Circuit board, keypad	
Tantalum	Circuit board	
Titanium	Case, frame	
Tungsten	Circuit board	
Zinc	Circuit board	

ตารางที่ 5.3.1-2 ร้อยละของสารเคมีอันตรายโดยน้ำหนักของแบตเตอรี่ที่อัดประจุใหม่ได้

สารอันตราย	ชนิดนิกเกิล- แกดเมียม	ชนิดนิกเกิล-โลหะ ไฮไดรด์	ชนิดลิเทียม- ใออน
แกดเมียม	6-26		
นิกเกิล/สารประกอบนิกเกิล	11-30	30-50	ไม่ทราบปริมาณ
สังกะสี		5-20	
ทองแดง		2-15	
โคบอลต์/สารประกอบโคบอลต์	0-2	2.5-8	<25
แมงกานีส		0-2	ไม่ทราบปริมาณ
อะลูมิเนียม		0-1	2-10
สารประกอบลิเทียม	<3-10	0-1	<25
เหลิ์กกล้า	1-25	1-25	15-30
โพลีไวนีลอิดีน ฟลูออไรด์			0-5
ตัวทำละลายอินทรีย์			10-20
คาร์บอน/แกรไฟต์			3-30

ที่มา: ซากโทรศัพท์มือถือ-แบตเตอรี่ และแนวทางการจัดการ 2549, กรมควบคุมมลพิษ (http://www.pcd.go.th/info serv/haz battery.htm, online 07/06/50)

แบตเตอรี่ทั้ง 3 ชนิดสามารถนำกลับมาประโยชน์ได้ หากยังคงประสิทธิภาพในการ
เก็บประจุไฟฟ้า โดยพิจารณาวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการหาตลาดเพื่อขายต่อแบตเตอรีที่ยังไม่หมดอายุการ
ใช้งาน ขยะแบตเตอรี่ประเภท Nickel Cadmium ถูกจัดประเภทเป็นของเสียอันตราย ซึ่งบางประเทศนำมา
รีไซเคิลด้วยกระบวนการถลุงแยกโลหะกลับมาใช้ประโยชน์ เพื่อหลีกเลี่ยงการกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบและการ
เผา โดยการแยกโลหะนิกเกิลและแคดเมียม จากแบตเตอรี่ และนำมาหลอมให้ความร้อนในเตาถลุง ในขั้นตอน
นี้ จะเกิดมลพิษประเภทไอระเหยของแลดเมียมระบายออกสู่บรรยากาส โลหะแคดเมียมและนิกเกิลที่แยกได้จะ
นำมาทำให้บริสุทธิ์เพื่อเพิ่มคุณภาพตามความต้องการของตลาด ทั้งนี้ กระบวนการดังกล่าวจำเป็น ต้องมีระบบ
ดักจับไอของโลหะและฝุ่นอนุภาคเล็กที่ระบายออกมาจากเตาหลอม สำหรับการจัดการกับแบตเตอรี่ประเภท
Nickel Metal Hydride (Ni-MH) และ Lithium Ion (Li-ion) หลายประเทศที่ไม่มีเทคโนโลยีการรีไซเคิลที่
เหมาะสมจะกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ ทั้งนี้เนื่องจากการนำโลหะนิกเกิลจากแบตเตอรี่ประเภท Nickel Metal
Hydride (Ni-MH) และโลหะโคบอลต์จากแบตเตอรี่ประเภท Lithium Ion (Li-ion) กลับมาใช้ประโยชน์ด้วย
กระบวนการถลุงโลหะแบบเฉพาะไม่ได้รับความนิยม สาเหตุจากความไม่คุ้มค่าทางเสรษฐกิจ

นอกจากนี้ พลาสติก ประเภทโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate, PC) และ Acrylonitrile (Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS) ซึ่งใช้สำหรับการผลิตหน้ากากโทรศัพท์มือถือ พลาสติก ประเภทโพลีใชคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PHA) สำหรับหน้า จอแสดงผลซึ่งใช้เทคโนโลยีประเภท LCD (Liquid Crystal Display) อาจก่อให้เกิดสารก่อมะเร็งประเภท ไดออกซิน (Dioxins) และ ฟูแรน (Furans) ได้ในขั้นตอนของการกำจัด

5.3.1.2 แนวทาง วิธีการ และเทคโนโลยีในต่างประเทศ

การรวบรวมซากโทรศัพท์มือถือกลับมาใช้ใหม่

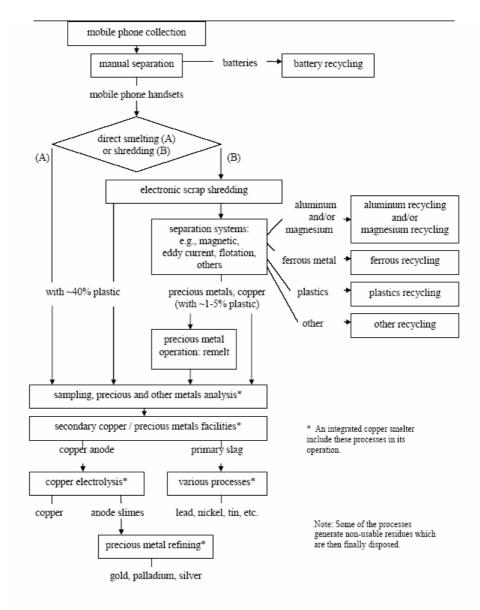
หลังการเรียกคืนซาก จะมีการตรวจสอบคุณภาพของโทรศัพท์มือถือ เพื่อนำซาก โทรศัพท์ที่ยังสาสามารถใช้งานได้มาทำการซ่อมแซม แล้วส่งขายไปยังประเทศที่กำลังพัฒนา

การนำวัสคุมีค่ากลับมาใช้ใหม่จากซากโทรศัพท์มือถือ

พบว่าในต่างประเทศได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการสกัดแยกโลหะมีค่าออกจาก ขึ้นส่วนต่างๆ ของซากโทรศัพท์ ทั้งนี้พบว่าบางขึ้นส่วนของซากโทรศัพท์มือถือ สามารถทำการถอดแยกเพื่อ นำไปสกัดแยกโลหะมีค่าได้ เช่น ในประเทศญี่ปุ่นสามารถสกัดแยกทองคำ 1 กิโลกรัมได้จากซาก โทรศัพท์มือถือจำนวน 2 แสนเครื่อง นอกจากนี้ ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ยังมีส่วนประกอบของโลหะมีค่า อื่นๆ ได้แก่ เงิน แพลเลเดียม และทองแดง โดยทั่วไปการจัดการซากโทรศัพท์มือถือหลังการรวบรวมซากเป็น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1	การรวบรวมซากและ โทรศัพท์มือถือที่ผู้ใช้ไม่ต้องการแล้ว
ขั้นตอนที่ 2	การตรวจสอบคุณภาพ หากพบว่าโทรศัพท์มือถือนั้นยังสามารถ
	ใช้งานได้ดีจะส่งออกขายไปยังประเทศกำลังพัฒนา
ขั้นตอนที่ 3	ซากโทรศัพท์มือถือที่ไม่สามารถนำมาใช้ได้อีกต่อไป จะถูกแยก
	ชิ้นส่วนด้วยมือหรือเครื่องแยกเพื่อนำเอาวัสคุต่าง เช่น พลาสติก
	หรือ โลหะประเภทต่างๆ กลับมาใช้ใหม่
ขั้นตอนที่ 4	ชิ้นส่วนต่างๆของโทรศัพท์มือถือ เช่น แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์
	พลาสติก จอแสคงผล หลอคไฟจะถูกส่งไปบคตัด
ขั้นตอนที่ 5	แยกโลหะประเภท เหล็ก อะลูมิเนียม และโลหะอื่นออกจาก
	พลาสติกด้วย ด้วยเครื่องมือแยกแบบ Eddy Current
ขั้นตอนที่ 6	การนำกลับโลหะมีค่า เช่น ทองคำ เงิน พลาลาเดียม ด้วยการ
	หลอม หรือ การแยกด้วยไฟฟ้า
ขั้นตอนที่ 7	กากที่เหลือจากกระบวนการรีไซเคิล (Slag) จะถูกฝังกลบด้วยวิธี
	ที่ปลอดภัย

วัสคุต่างๆ ที่คัดแยกได้จากโทรศัพท์มือถือสามารถนำมาผ่านกระบวนการแปรรูป วัตถุดิบเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปดังแสดงในร**ูปที่ 5.3.1-1**



รูปที่ 5.3.1-1 ขั้นตอนการจัดการซากโทรศัพท์มือถือ

ที่มา: BASEL Convention, 2005: "mobile phone partnership initiative" guidance document environmentally sound management of used & end-of-life mobile phones, 2005.basel convention.

(http://www.basel.int/meetings/oewg/oewg4/documents/i14e.pdf, online 13/07/06)

เวิ่มตั้งแต่การแยกแบตเตอรื่ออกจากตัวเครื่องเพื่อการกำจัดเฉพาะในส่วนของ แบตเตอรี่ โทรสัพท์มือถือที่นำแบตเตอรื่ออกแล้วจะถูกส่งมาแยกชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการ หลอมและนำโลหะกลับมาใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ พบว่า ค่าใช้จ่ายสำหรับคำเนินการ ดังกล่าวค่อนข้างสูงและให้ผลที่ไม่คุ้มค่า แม้ว่าจะลงทุนในประเทศที่มีค่าแรงงานต่ำ เช่นเดียวกันกับอุปกรณ์ ขยายเสียง ระบบประมวลผล และหน่วยความจำ ซึ่งไม่เป็นที่นิยมในตลาครับซื้อของมือสอง รวมถึงวัสคุที่ใช้ ผลิตหน้าจอ LCD เนื่องจากวัสดุเหล่านี้สามารถทำลายอย่างปลอดภัยได้ในเตาหลอมโลหะภายใต้สภาวะที่ เหมาะสม หรือแม้กระทั่งหน้ากากโทรสัพท์มือถือ ซึ่งอาจมิโลหะเคลือบอยู่ภายในเพื่อป้องกันการสะท้อนของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ไม่สามารถรีไซเคิลกลับมาเป็นพลาสติก PC / ABS ที่สะอาดได้ อีกทั้งความนิยมในการ นำพลาสติกผสมกลับมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย เนื่องจากต้องใช้พลังงานจำนวนมากในกระบวนการหลอม เพื่อนำพลาสติกผสมกลับมาใช้ใหม่ และไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน เนื่องจากในชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติกผสมจะมี ส่วนประกอบของโบรมีนซึ่งมีคุณสมบัติทนทานการใหม้ไฟ ดังนั้น จึงนิยมนำพลาสติกผสมมาเป็นเชื้อเพลิง สำหรับกระบวนการถลงโลหะเพื่อให้เกิดประโยชน์ก็มค่าและมีประสิทธิภาพ

จากนั้นเป็นการบดย่อยขนาดลงแล้วแยกส่วนที่เป็นพลาสติกกับโลหะ การลดขนาด ชิ้นส่วนต่างๆ ของโทรศัพท์มือถือนับเป็นสิ่งจำเป็นอันดับแรกสำหรับกระบวนการถลุงโลหะ เนื่องจากเป็น การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ โดยเริ่มจากการแยกแบตเตอรี่และแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และนำแผ่นวงจรมาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 2-3 เซนติเมตร ซึ่งจะทำให้ง่าย และสะดวกในการเก็บ ขนย้าย และจัดการด้วย อุปกรณ์ และเครื่องจักรก่อนป้อนเข้าสู่เตาถลุง เพื่อหลอมและแยกโลหะแต่ละชนิดต่อไป ชิ้นส่วนที่ตัดเป็นชิ้น เล็กๆ แล้ว จะถูกนำมาแยกส่วนที่เป็นโลหะออกโดยใช้ไฟฟ้า ให้เหลือเพียงโลหะมีค่า และเศษพลาสติก จากนั้นจึงป้อนเข้าเตาถลุงอย่างไรก็ตามอาจมีการสูญเสียโลหะมีค่าบางส่วนไปกับเศษพลาสติก ซึ่งคิดเป็น มูลค่าเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบมูลค่าที่ได้จาการใช้พลาสติกเหล่านั้นเป็นเชื้อเพลิง

ในการหลอมที่อุณหภูมิสูงโลหะต่างๆ ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิเตา จะละลายและแยกตัวเป็นชั้น โดยที่โลหะทองแดงและโลหะมีค่า ได้แก่ ทองคำ เงิน และ แพลเลเคียม จะหลอมเหลวรวมตัวกัน แยกชั้นจากโลหะหนักพื้นฐานตัวอื่นๆ ในขณะที่ ตะกั่ว แคดเมียม และแบริลเลียม ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำจะถูกออกซิไดส์เป็นออกไซด์ลอยสู่ผิวหน้าน้ำโลหะในรูปของตะกรัน ซึ่งจะถูกแยกออก เพื่อนำกลับเข้าสู่กระบวนการถลุง เพื่อให้ได้โลหะตะกั่ว ดีบุก และนิกเกิล นอกจากที่กล่าวมาแล้ว โลหะบางตัว ที่มีความดันไอสูงจะระเหยเป็นไอและ ถูกกำจัดด้วยเครื่องดักจับฝุ่นละอองและอากาศเสีย ก่อนจะปล่อยออกสู่ บรรยากาศสำหรับโลหะทองแดงหลอมเหลวที่ได้จะนำมาเทเป็นแท่งเพื่อใช้เป็น Copper Anode สำหรับใช้แยก โลหะตัวอื่นในขั้นตอนของการทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า อย่างไรก็ตามสามารถนำ โทรศัพท์มือถือเข้าสู่กระบวนการถลุงโลหะได้โดยไม่จำเป็นต้องแยกชิ้นส่วนก่อนก็ได้

เนื่องจากพลาสติกในโทรศัพท์มือถือจะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานใน กระบวนการถลุง สิ่งที่ต้องระวังคือการควบคุมอุณหภูมิเตาหลอมให้สูงพอเพื่อที่จะเผาใหม้สารประกอบ อินทรีย์ต่างๆที่มีสารประกอบของอโลหะในหมู่แฮโลเจน เช่น คลอรีนหรือโบรมีน ซึ่งเป็น สาเหตุของการเกิดสารฟูแรนและ ไดออกซิน ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยให้เกิดการเผาไหม้อย่าง สมบูรณ์ที่อุณหภูมิสูงตั้งแต่ 850 องศาเซลเซียสขึ้นไป (ประมาณ 2 วินาที) ในสภาวะอิ่มตัวด้วย ออกซิเจนจะช่วยลดการเกิดสารอันตรายประเภทไดออกซินและฟูแรน นอกจากนี้ สารประกอบแฮโลเจนยัง สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรด และเกลือของกรด ในสถานะแก๊สร้อนซึ่งจะต้องถูกนำไปลด อุณหภูมิให้เหลือเพียง 200 องศาเซลเซียส ก่อนปล่อยเข้าสู่ Baghouse หรือ เครื่องตกตะกอนฝุ่นแบบไฟฟ้า สถิตย์ต่อไป

ขั้นตอนแรกของการทำโลหะทองแคงให้บริสุทธิ์ค้วยวิธีทางไฟฟ้า คือ การนำแท่ง Copper Anode ที่ได้จากการกระบวนการถลุงโลหะจุ่มลงในสารละลายกรดซัลฟีวริกที่มีการผ่านกระแส ไฟฟ้าลงไป โลหะทองแคงจากขั้ว Copper Anode จะละลายและเข้าเกาะที่ Copper Cathode ซึ่งเป็นขั้ว โลหะทองแคง (ความบริสุทธิ์ มาก กว่า 99.5%) สำหรับโลหะมีค่า ได้แก่ ทองคำ เงิน และพลาเดียม ซึ่งไม่ ละลายในสารละลายกรดซัลฟีวริก จะตกตะกอนเป็น cell slimes สามารถแยกออกมาและนำเข้าสู่กระบวนการ ทำให้บริสุทธิ์ โลหะมีค่าแต่ละชนิดตามกรรมวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้ได้เป็นโลหะบริสุทธิ์ต่อไป ตะกรันที่ ได้จากการถลุงโลหะทองแคง จะนำมาผ่านเข้าสู่กระบวนการหลอมเหลวใหม่อีกครั้งเพื่อดึงโลหะตัวที่ ต้องการ ออกมา กระทั่งเหลือเป็นตะกรันของโลหะซึ่งไม่เป็นที่ต้องการแล้ว จึงนำมาตรวจวิเคราะห์หาอัตราการ ชะละลาย หากพบว่าไม่อยู่ในระดับที่เป็นอันตราย รวมทั้งไม่มีของเสียเป็นพิษใดแพร่สู่สภาพแวดล้อม ตลอดจนมีความคงรูป จึงจะนำมาบดอัด เพื่อใช้ในการก่อสร้าง และบดอัดทำถนนต่อไป

ในปัจจุบันสหรัฐฯ ได้ดำเนินการในการจัดการซากโทรศัพท์มือถือ โดยเริ่มจากการ เก็บกลับและซื้อคืน แต่ก็สามารถนำกลับได้เพียง 5 % จากนั้นกระบวนการจัดการซากก็จะคล้ายกันกันในที่ได้ เสนอไว้ในสนธิสัญญา Basel คือ จะทำการปรับปรุงเครื่องที่ยังสามารถใช้งานได้ดี เพื่อส่งไปขายต่อใน ประเทศกำลังพัฒนา และส่วนที่เป็นซากที่ไม่สามารถใช้งานได้จะถูกนำไปรีไซเคิลเพื่อนำวัสดุต่างๆ กลับมาใช้ ใหม่ ทั้งส่วนที่เป็นพลาสติก แผงวงจร และ แบตเตอรี่

¹ Electronics waste management in the united states: Preliminary Findings February 2007, U.S. Environmental Protection Agency (http://www.epa.gov/epaoswer/osw/conserve/meetings/rcc-2007/day2/session-g/e-waste.pdf, online 13/07/50)

5.3.1.2 แนวทาง วิธีการ ในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทย การรีไซเคิลโทรศัพท์มือถือ เป็นเพียงการถอดแยกชิ้นส่วน เพื่อใช้เป็นอะไหล่ และแยกวัสดุมีค่า เช่น แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และพลาสติก เพื่อนำไปขายต่อให้กับโรงงานรีไซเคิลวัสดุเท่านั้น ดังรูปที่ 5.3.1-2









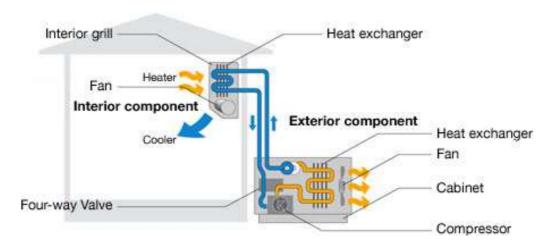
รูปที่ 5.3.1-2 การถอดแยกชิ้นส่วนโทรศัพท์มือถือ

5.3.2 เทคโนโลยีการรีไซเคิล เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)

ซากผลิตภัณฑ์เกื่องปรับอากาศ มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ หรือรีไซเกิลได้ มากกว่า 75% โดยทั่วไปประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆที่สำคัญ 9 ส่วน ดังนี้ และดังร**ูปที่ 5.3.2-1**

- 1. แผงท่อทำความเย็น (Cooling Coil)
- 2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
- 3. แผงท่อระบายความร้อน (Condenser Coil)
- 4. พัคลมส่งลมเย็น (Blower)
- 5. พัคลมระบายความร้อน (Condenser Fan)
- 6. แผ่นกรองอากาศ (Air Filter)
- 7. หน้ากากเครื่องที่มีแผ่นเกล็ดกระจายลมเย็น (Louver)

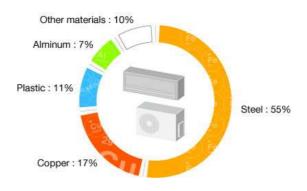
- 8. อุปกรณ์ควบคุมสำหรับการเปิด-ปิดเครื่อง ตั้งค่าอุณหภูมิห้องตั้งความเร็วของพัดลมส่ง ลมเย็น ตั้งเวลาการทำงานของเครื่อง เป็นต้น อุปกรณ์ควบคุมนี้อาจติดตั้งอยู่ที่ตัว เครื่องปรับอากาศเอง หรือแยกเป็นอุปกรณ์ต่างหากเพื่ออำนวยความสะควกแก่ผู้ใช้ใน การควบคุมระยะไกล (Remote Control) จากบริเวณอื่นๆ ภายในห้องปรับอากาศ
- 9. อุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็น (Metering Device)



รูปที่ 5.3.2-1 องค์ประกอบหลักของเครื่องปรับอากาศ

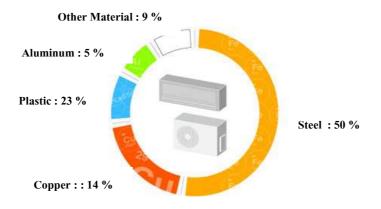
สัดส่วนวัสดุที่ได้จากการรีไซเคิลเครื่องปรับอากาศจะแตกต่างกันไป ขึ้นกับบริษัทผู้ผลิต เช่น Matsushita Eco Technology Center ประเทศญี่ปุ่น มีวัสดุหลัก คือ เหล็ก ทองแดง พลาสติก อะลูมิเนียม เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 5.3.2-2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเครื่องปรับอากาศ คือ เหล็ก รองลงมา คือ ทองแดงที่ใช้ในระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน

สำหรับสัดส่วนวัสดุที่ได้จากการคัดแยกซากเครื่องปรับอากาศในประเทศไทย จากการคัด แยกของโครงการฯ พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเครื่องปรับอากาศ คือ เหล็กเช่นกัน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมา คือ พลาสติก คิดเป็นร้อยละ 23 และทองแคง คิดเป็นร้อยละ 14 คังแสดงในรู**ปที่ 5.3.2-3**



รูปที่ 5.3.2-2 สัดส่วนวัสดุต่างๆ ในเครื่องปรับอากาศ

ที่มา: Air Condition: Material Recovered, Matsushita Eco Technology Center (http://panasonic.co.jp/eco/metec/en/recycle/airconditioner/resource/, online 15/06/50)



รูปที่ 5.3.2-3 สัดส่วนวัสดุต่างๆ ในเครื่องปรับอากาศที่ได้จากการคัดแยกของโครงการฯ

ส่วนสารเคมีที่มีอันตราย (Hazardous ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ Substances) เครื่องปรับอากาศ จะคล้ายๆ กับของตู้เย็น เนื่องจากมีโครงสร้างที่มักทำจากพลาสติก มีองค์ประกอบหลาย ส่วนเป็นเหล็กกล้า และมีสารทำความเย็นเช่นเคียวกับคู้เย็น ในที่นี้จะกล่าวถึงสารทำความเย็น ซึ่งถือเป็น สารเคมีอันตรายในอุตสาหกรรมทำความเย็นและเครื่องเย็น สารทำความเย็น (Refrigerants) หรือที่เรียกว่า น้ำยาแอร์ หรือบางคนเรียกว่า ฟรีออน (Freeon - เป็นชื่อเรียกทางการค้าของผู้ผลิตคือ คุปองท์) ² จะพบใน เครื่องปรับอากาศทุกชนิด โดยมีหลักการทำงานเหมือนๆ กัน คือ ใช้คุณสมบัติในการระเหยของของเหลว และ ความร้อนแฝงจากการระเหยนี้ เช่น น้ำ เมื่อระเหยกลายเป็น ใอ ตัวเองก็จะเย็นลง เนื่องจาก ได้ใช้ความร้อนแฝง ไปในการระเหย ความเย็นลักษณะนี้ ก็คือความเย็นที่เราสามารถนำมาใช้ในการปรับอากาศ แม้แต่น้ำเองก็เป็น สารทำความเย็น เช่นกัน โดยเรียกว่า R-718 แต่เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติในการระเหยช้าเกินไป ไม่สามารถ นำมาใช้เป็นสารทำความเย็นที่ มีประสิทธิภาพได้โดยตรง (มีการนำน้ำมาใช้เป็นสารทำความเย็น ในเครื่องทำ ความเย็นที่เรียกว่า Absorption แต่ต้องเพิ่มส่วนผสมของสารเคมี เช่น ลิเธียมโบรไมด์ การทำงานของ เครื่องแบบ Absorption อาศัยความร้อนจากไอน้ำ หรือความร้อนที่เหลือจากขบวนการผลิตในอตสาหกรรม) นักเคมีจึงได้คิดค้นหาสารทำความเย็นตัวใหม่ที่ระเหยได้เร็ว และมีค่าความร้อนแฝงมาก จะได้ความเย็นมากๆ ในเวลาที่สั้นลง ในที่สุดก็พบว่าสารที่ประกอบด้วย คาร์บอน, ฟลูออรีน, คลอรีน และไฮโครเจน เป็นหลัก มี คุณสมบัติที่ว่านี้ จึงได้มีการสังเคราะห์สารทำความเย็นออกมา ที่ชาวบ้านเรียกว่า น้ำยาแอร์ หรือ สารทำความ เย็น (Refrigerant) หรือบางคนเรียกว่า ฟรีออน (Freeon - เป็นชื่อเรียกทางการค้าของผู้ผลิตคือ ดูปองท์) มีชื่อ เรียกต่างๆกัน ตามองค์ประกอบที่ต่างกัน เช่น R-11, R-12, R-22, R-502 โดย R-11, R-12 มีใช้อยู่ใน เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ R-12 ใช้ในเครื่องปรับอากาศติดรถยนต์ ส่วน R-22 ใช้ในเครื่องปรับอากาศขนาด เล็ก และ R-502 ใช้ในเครื่องเย็น ปัจจบันมีการพบว่าสารเหล่านี้ ก่อให้เกิดปัญหากับโอโซนในชั้นบรรยากาศ ซึ่งห่อหุ้มโลกนี้ให้พ้นจากรังสีอุลตราไวโอเลต เป็นช่องโหว่ทางขั้งโลก จึงมีข้อตกลงระหว่างประเทศที่เรียกว่า Montreal Protocal เพื่อจำกัดปริมาณการใช้สารนี้ โดยเฉพาะสารที่มีองค์ประกอบของคลอรีน (Cl), ฟลูออรีน (F) และ คาร์บอน (C) หรือที่เรียกกันว่า CFC (Chlorofluoro Carbon) เนื่องจากสารตัวนี้สามารถตกค้างอยู่ใน ้ชั้นบรรยากาศได้ยาวนาน ในขณะเดียวกันก็จะทำลายโอโซนไปได้เรื่อยๆ นอกจากนี้ยังกล่าวกันว่าทำให้ แสงอาทิตย์ที่เข้ามายังโลกสะท้อนกลับออกไปสู่นอกโลกได้น้อยลง ทำให้บรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น จากเรื่อง CFC นี้ ทำให้เกิดปฏิวัติในวงการปรับอากาศขนานใหญ่ กล่าวคือ ผู้ผลิต

เครื่องปรับอากาศต้องวิจัย และออกแบบเครื่องปรับอากาศใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับสารทำความเย็นตัวใหม่ที่ ไม่ใช่ CFC รวมทั้งผู้ผลิตสารทำความเย็น ต้องพัฒนาผลิตสารทำความเย็นตัวใหม่ ที่มีผลกระทบต่อ สิ่งแวคล้อมน้อยลง สารทำความเย็นที่พูคถึงมากที่สุดขณะนี้ก็คือ R-123 และ R-134a เนื่องจากมี ODP และ GWP ต่ำกว่าสารทำความเย็นตัวอื่นๆ

(http://www.thaihvac.com/knowledge/fundamental/fundamental1.htm, online 13/07/50)

² ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมปรับอากาศ (1). เกษา ซีระ โกเมน

านาวนายามการ ทางผมการ วากรายการ เหตุ เกล้ามาการ เพพากระกายแก้

นอกจากนี้ คณะผู้ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับพิธีสารมอนทรี ออล (Montreal Protocol) ดังนี้ ³ ในปี 2530 (1987) ได้มีการจัดทำพิธีสารแห่งเมืองมอนทรีออล ว่าด้วยการ ควบคุมสารเคมีที่ทำลายบรรยากาศชั้น โอโซน และได้กำหนดให้สารที่มีโครงสร้าง ทางเคมีที่ทำลาย บรรยากาศชั้นโอโซน คือ คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (ซีเอฟซี) –11, –12, –113, –114 และ –115 เป็นสารควบคุม ในข้อตกลงได้ระบุว่าใน ปี พ.ศ. 2540 ควรลดการใช้สารซีเอฟซีลง 50% สำหรับประเทศกำลังพัฒนาได้รับ การยกเว้นว่าการใช้สารควบคุมนี้ต้องไม่เกินประเทศละ 0.3 กิโลกรัม อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันพบว่าปริมาณ โอโซนได้ลดลงอย่างรวดเร็ว จึงอาจมีการปรับปรุงข้อตกลงเดิมที่มีอยู่ ซึ่งจะทำให้ปริมาณการใช้สาร ดังกล่าว ลดลงมากกว่าที่กำหนดไว้แล้ว

การควบคุมดังกล่าวทำให้เกิดผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสารทำความเย็นที่ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร 2 ชนิด ที่ใช้กันมากคือ R-12 (ประกอบด้วย 100% ซีเอฟซี 12) และ R-502 (มีซีเอฟซี 115 อยู่ 51%) มีส่วนประกอบของสารที่ควบคุม ส่วน R-22 ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นอีกชนิดหนึ่ง แม้จะเป็นซี เอฟซี แต่ก็ไม่ใช่สาร ควบคุม เนื่องจากมีโครงสร้างทางเคมีของชนิดซีเอฟซี 12 ซึ่งทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน เพียง 5% และอะตอมของไฮโครเจนของซีเอฟซี 12 มีโมเลกุลที่ไม่คงตัวที่ชั้นบรรยากาศต่ำ จึงมีเพียงส่วนน้อย ที่จะเข้าสู่ชั้น สตราโตสเฟียร์ (stratosphere) ได้ ส่วนประกอบทางเคมีของ R-12, R-22 และ R-502 แสดงไว้ ดังนี้ ในอุตสาหกรรมจำเป็นจะต้องลดปริมาณการใช้สารซีเอฟซีที่เป็น สารควบคุมอย่างค่อยเป็นค่อยไป

เนื่องจากเครื่องจักรในห้องเย็นดังกล่าว ถ้าออกแบบให้ใช้สารชนิดใดเป็นสารทำความเย็น แล้วก็จะต้องใช้สารนั้น ต่อไปหากไปใช้สารอื่นอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรอุปกรณ์ เช่น ไม่อาจ ทำงานได้ตามปกติหรืออาจเกิดระเบิดขึ้นได้ ขณะเดียวกันอุตสาหกรรมเคมีก็ได้พยายามแสวงหาวิธีการอื่นที่ ช่วยลดผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอาหารในโรงงานต่างๆ เช่น หาสารอื่นที่มา ทดแทน R-12 พบว่า สารที่จะ นำมาใช้ทดแทนอาจเป็นไฮโดรฟลูโอโร–คาร์บอน (HydroFluorocarbon; HFC) ซึ่งไม่มีปฏิกิริยากับโอโซน สารนี้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างเร่งรีบในปัจจุบันโรงงานผลิตไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอนแห่งแรกกำลังมีการก่อตั้ง ขึ้นในสหรัฐอเมริกา

5.3.2.1 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยี ในต่างประเทศ

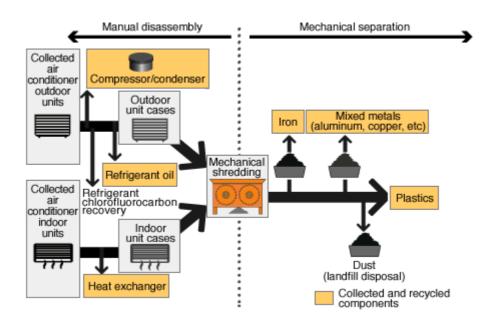
เครื่องปรับอากาศที่เสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งานแล้วหากมีวิธีการจัดการที่ ถูกต้อง สามารถแยกโลหะมีค่าและวัสดุต่างๆ มาใช้งานใหม่ได้ โดยส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องปรับอากาศ ที่สามารถแยกชิ้นส่วนมาใช้ใหม่ (Reuse) หรือรีไซเคิล (Recycle) เหล็กกล้าจากคอมเพรสเซอร์สามารถนำ กลับมาใช้ผลิตคอมเพรสเซอร์ตัวใหม่ได้ ส่วนโลหะอื่น เช่น ทองแดง หรืออะลูมิเนียมก็สามารถรีไซเคิล กลับมาเป็นวัตถุดิบใหม่ได้

(http://www.mew6.com/composer/package/package 62.php, online 13/07/50)

³ สารทำความเย็นใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร, คร. อมรรัตน์ สวัสดิทัต

ในต่างประเทศ การรีไซเคิลเครื่องปรับอากาศจะมีวิธีปฏิบัติทั่วไปคล้ายๆ กันคือ เริ่มจากมีการรวบรวมซากเครื่องปรับอากาศจากผู้ใช้ตามสำนักงานและบ้านเรือน จากนั้นจะมีการแยกชิ้นส่วน ด้วยมือ หรือ เครื่องจักร เพื่อคัดแยกส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น คอมเพรสเซอร์ อุปกรณ์แลกเปลี่ยน ความร้อน ส่วนที่เหลือจากการคัดแยกจะถูกแบ่งตามชนิดของวัสดุ แล้วเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลวัสดุ

การจัดการซากเครื่องปรับอากาศ เริ่มจากการรวบรวมซากเครื่องปรับอากาศ โดย การรับซื้อคืนจากผู้บริโภค แล้วทำการแยกชิ้นส่วน และ รีไซเกิลวัสคุต่างๆ ที่ได้จากซากเครื่องปรับอากาศ โดย มีรายละเอียดดังนี้ และดังแสดงในรูปที่ 5.2.3.2-4



รูปที่ 5.3.2-4 กระบวนการรีไซเคิลเครื่องปรับอากาศ

ขั้นตอนแรก จะเป็นการเรียกคืนหรือซื้อคืนซากเครื่องปรับอากาศและทำการ รวบรวม จากนั้น จะถูกถอดแยกชิ้นส่วนด้วยแรงงานคน โดยแบ่งตามส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ ถังบรรจุสารทำความเย็น ตัวเครื่องที่เป็นพลาสติกหรือโลหะ คอมเพรสเซอร์ และอุปกรณ์แลกเปลี่ยน ความร้อน และส่วนอื่นๆ

1) การแยกชิ้นส่วน

อุปกรณ์ที่ติดตั้งในอาการ: กัดแยกสายไฟที่มีอยู่ในเครื่องปรับอากาศออก จากนั้น ถอดชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยมือ เพื่อแยกชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องออกมา เช่น โครงภายนอก (external case) พัด ลม (Fan) และ ชิ้นส่วนอื่นๆ ก่อนเข้าสู่กระบวนการต่อไป โดยชิ้นส่วนที่ต้องให้ความสำคัญมาก คือ ส่วนของ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) ซึ่งมีทองแดงและ อะลูมิเนียมอยู่มาก จะถูกลำเลียงเข้าสู่ กระบวนการ Crushing machine โดยใช้สายพาน ดังรูป





อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายนอกอาการ: จะถูกแยกส่วนประกอบต่างๆ ด้วยมือ เพื่อแยก Heat Exchanger, Compressor ออกมา และอีกส่วนที่สำคัญมาก คือ การแยกสารทำความเย็น และน้ำมันหล่อ เย็น เพื่อส่งไปบำบัดด้วยวิธีที่เหมาะสมต่อไป ดังรูป









2) การคัดแยก (Sorting)

หลังจากที่ได้แยกสารทำความเย็นออก และแยกชิ้นส่วนต่างๆ แล้ว แต่ละชิ้นส่วน จะถูกบด อัด ตัด เพื่อลดขนาดของวัสดุแต่ละชนิด ตั้งรูป

- CFC Cylinder หรือหลอดบรรจุสารทำความเย็นที่มีการปนเปื้อนของสารทำความ เย็นอยู่จะถูกแยก เพื่อส่งไปจัดการด้วยวิธีเฉพาะ ด้วยกระบวนการเฉพาะ เพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารทำ ความเย็นออกสู่สิ่งแวดล้อม

- อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) จะถูกบค (Crushing) เป็นโลหะ ผสมชิ้นเล็กๆ ด้วยการใช้แม่เหล็ก ส่วนที่เหลือจะถูกแยกด้วยการสั่นสะเทือนเพื่อแยกอะลูมิเนียมออกจาก ทองแดง โดยอาศัยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน - อุปกรณ์อัคอากาศ (Compressor) จะถูกตัด ย่อยขนาดให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วจะแยก ชนิดของวัสดุ ได้โดยแยกเหล็กเป็นอับดับแรก โดยการใช้แม่เหล็ก วัสดุที่เหลือจะถูกแยกทองแดงออก โดย เครื่องมือที่เรียกว่า Eddy Current Separator หลังจากนั้นจะแยกเอาชิ้นส่วนโลหะขนาดเล็กออกมาโดยใช้ แม่เหล็กอีกครั้ง

- ตัวเครื่องภายนอก (Body or Case) ซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นพลาสติก หรือ เหล็ก จะถูกแยกออกตามชนิดของวัสดุ แล้วเข้าสู่กระบวนการตัด บด เพื่อลดขนาดของวัสดุ เพื่อเตรียมส่งเข้าสู่ กระบวนการรีไซเคิลต่อไป







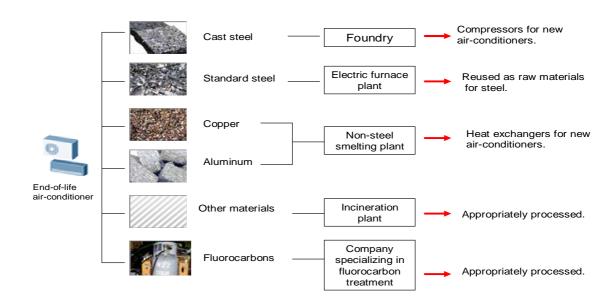






3) การรีไซเคิลวัสดุที่คัดแยกได้

เหล็กกล้า หลังจากที่ได้เหล็กจากการคัดแยกแล้ว จะทำการอัดเศษเหล็กดังกล่าว เป็นก้อน เพื่อให้สะดวกในการขนส่ง จากนั้นจะถูกส่งไปโรงหล่อ เพื่อทำเป็นวัตถุดิบในการผลิต คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศใหม่ ส่วนเหล็กจะถูกป้อนเข้าสู่กระบวนการหลอมเหล็กเพื่อนำกลับมา ใช้ใหม่ โดยใช้เตาหลอมแบบใช้ไฟฟ้า ทองแดงและอะลูมิเนียม จะเข้าสู่กระบวนการหลอมเพื่อนำกลับมาใช้ ใหม่ในการผลิตอุปกรณ์แลกเปลี่ยนอากาศ วัสดุอื่นๆ จะถูกส่งเข้าเตาเผา หรือส่งไปฝังกลบ ดังแสดงเส้นทาง ของวัสดุที่ได้จากซากเครื่องปรับอากาศในรู**ปที่ 5.3.2-5**



รูปที่ 5.3.2-5 เส้นทางของวัสดุที่ได้จากซากเครื่องปรับอากาศ

5.3.2.2 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีโรงงานที่ใช้เทคโนโลยีในการรีไซเกิลเครื่องปรับอากาศ มีเพียงการถอดแยก ชิ้นส่วน เช่น มอเตอร์ พัคลม คอมเพรสเซอร์ ที่ยังสามารถใช้งานได้ดี นำกลับมาใช้ใหม่ การจัดการซาก เครื่องปรับอากาศในประเทศไทย มีวิธีการคำเนินการทั่วไปดังนี้

- 1) เครื่องปรับอากาศที่ยังสามารถใช้ได้ จะถูกนำไปซ่อมแซมแล้วนำกลับมาใช้ ใหม่อีกครั้ง ซึ่งอาจขายเป็นสินค้ามือสอง หรือบริจาคให้หน่วยงานอื่นๆ ที่ต้องการ
- 2) เครื่องปรับอากาศ ที่ไม่สามารถซ่อมแซมเพื่อนำกลับมาใช้ได้ จะถูกขายต่อ ให้กับร้านขายของเก่าซึ่งเป็นแหล่งรวบรวม และแยกชิ้นส่วน จากนั้นจะมีการคัดแยกชิ้นส่วนที่สามารถใช้งาน ได้หรือเป็นชิ้นส่วนที่มีมูลค่าเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ หรือขายยังโรงงานรีไซเคิล ส่วนที่ไม่มีมูลค่า จะถูกทิ้ง ปะปนกับขยะชุมชนทั่วไป ดังรูปที่ 5.3.2-6



รูปที่ 5.2.3-6 การถอดแยกซากเครื่องปรับอากาศในประเทศไทย

5.3.2.3 แนวทางการจัดการซากเครื่องปรับอากาศที่อาจนำมาปรับใช้กับประเทศไทย

เริ่มจากการจัดการระบบการเรียกเก็บคืนซากผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบ โดยมีการ กำหนดราคารับซื้อคืนที่จูงใจ เพื่อให้ผู้ใช้นำซากเครื่องปรับอากาศมาขายคืน ส่วนของการถอดแยกชิ้นส่วน เครื่องปรับอากาศควรมีการขึ้นทะเบียน และจำกัดจำนวนผู้ประกอบการที่ได้รับอนุญาตให้ทำการถอดแยก ชิ้นส่วนได้ เพื่อเป็นการป้องกันการถอดแยกโดยไม่ถูกวิธี อันจะเป็นการปล่อยสาร CFC หรือ สารทำความเย็น อื่นๆ รวมถึง น้ำมันหล่อเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศ ออกสู่สิ่งแวดล้อม รวมถึงอาจเป็นอันตรายต่อคนงาน ทั้งนี้หากเป็นไปได้ทางรัฐบาลอาจสนับสนุนการลงทุนในส่วนของกระบวนการนำกลับ หรือการกำจัดสารทำ ความเย็น เพื่อเป็นแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการสนใจลงทุนในระบบการนำกลับสารทำความเย็น

สำหรับชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศที่ถอดแยกแล้ว เช่น มอเตอร์ พัดถม
คอมเพรสเซอร์ ที่ยังสามารถใช้งานได้ดี ควรมีการส่งเสริมให้นำกลับมาเพื่อใช้ใหม่และศูนย์กลางในการรับซื้อ
คืน แลกเปลี่ยน เพื่อให้สามารถซื้อขายได้สะดวก ส่วนชิ้นส่วนที่ไม่สามารถใช้งานได้ ควรมีการรวบรวมอย่าง
เป็นระบบเพื่อนำไปรีไซเคิลวัสดุ กลับมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตต่อไป

5.3.3 เทคโนโลยีการรีไซเคิลเครื่องรับโทรทัศน์ (Television)

เครื่องรับโทรทัศน์เป็นสิ่งที่มีอยู่ในทุกครัวเรือนโดยทั่วไป เนื่องจากทำให้สามารถเข้าถึง ข่าวสาร ข้อมูล และความบันเทิงได้ง่าย และไม่เสียค่าใช้จ่ายมากนัก แต่เดิมเป็นเครื่องรับโทรทัศน์แบบขาว-ดำ ซึ่งไม่ค่อยพบเห็นแล้วในปัจจุบัน และต่อมาได้มีการพัฒนาขึ้นเป็นโทรทัศน์สี โทรทัศน์สีที่ใช้จอภาพแบบ CRT (Cathode-Ray Tube) โทรทัศน์ที่มีจอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) และโทรทัศน์สีที่ใช้ จอภาพแบบพลาสมา นอกจากนี้ยังมีเครื่องรับโทรทัศน์ในรถยนต์ซึ่งเริ่มมีการใช้อย่างแพร่หลายอีกด้วย จาก จำนวนของเครื่องรับโทรทัศน์ที่มาก และมีหลากหลายประเภทนี้ทำให้เป็นภาระในการกำจัดเมื่อหมดอายุการ ใช้งาน

5.3.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องรับโทรทัศน์ และชนิดของวัสดุที่เป็นองค์ประกอบ

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าเครื่องรับโทรทัศน์มีหลายชนิด แต่ละชนิดใช้เทคโนโลยีและ วัสดุองค์ประกอบที่แตกต่างกันและทำให้วิธีการจัดการของเสียต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับเครื่องรับ โทรทัศน์แต่ละชนิด อย่างไรก็ตามในรายงานนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการจัดการซากโทรทัศน์สีที่ใช้จอภาพแบบ CRT ซึ่งมีการใช้งานมาเป็นเวลานาน และเครื่องรับโทรทัศน์ที่มีจอแบบ LCD ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน

ส่วนประกอบหลักสำหรับโทรทัศน์ที่ใช้จอภาพแบบ CRT เป็นตู้ / โครงของ โทรทัศน์ (Cabinet) ซึ่งมักเป็นพลาสติก และส่วนของจอภาพที่ทำจากแก้ว ที่เหลือจะเป็นแผงวงจรและสายไฟ สามารถจำแนกได้ดังนี้ ⁴ และดังแสดงใน**รูปที่ 5.3.3-1**

⁴ Television: Recycling Point, Matsushita Eco Technology Center. (http://panasonic.co.jp/eco/metec/en/recycle/television/point/, online 07/06/50)

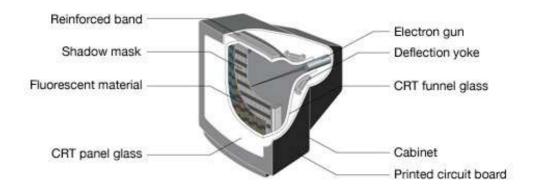
Printed Circuit Board

CRT Panel Glass	ส่วนที่เป็นแก้ว อยู่ด้านหน้าซึ่งแสดงภาพให้เห็นเวลาใช้งาน				
CRT Funnel Glass	ส่วนที่เป็นแก้วอยู่ด้านในของ CRT จะเชื่อมต่อกับ Panel โดยใช้ตะกั่ว				
	บัดกรี				
Reinforced Band	ทำจากเหล็ก ช่วยเสริมให้หลอดภาพมีความแข็งแรงมากขึ้น				
Shadow Mask	ทำจากเหล็ก ช่วยควบคุมให้ลำแสงอิเล็กตรอนไปตกกระทบยังจุดที่				
	ต้องการ				
Fluorescent Material	สารเรื่องแสง จะฉาบไว้ด้านในของ Panel Glass				
Electron Gun	เป็นตัวกำเนิดลำอิเล็กตรอน ทำจากแก้วและสแตนเลส				
Deflection Yoke	ประกอบด้วยขคลวด (Coin) และแม่เหล็กไฟฟ้า เหนี่ยวนำให้ลำอิเล็กตรอน				
	ไปตกกระทบบนจอภาพ				

เป็นตัวควบคุมการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ประกอบด้วยวัสดุหลาย

ชนิด เช่น พลาสติก ทองแดง ตะกั่ว เป็นต้น

Cabinet ฝาประกอบข้างสำหรับปิด / ครอบหลอดภาพ ส่วนใหญ่ทำจากพลาสติก



รูปที่ 5.3.3-1 ส่วนประกอบหลักสำหรับโทรทัศน์ที่ใช้จอภาพแบบ CRT

จากองค์ประกอบต่างๆ ของโทรทัศน์ที่มีจอภาพแบบ CRT เมื่อพิจารณาถึงวัสคุที่ ใช้ทำชิ้นส่วนต่างๆพบว่าเป็นวัสคุที่ทำจากแก้วมากที่สุด คือ 57% รองลงมาคือ พลาสติก 23% เหล็กกล้า (Steel) 10% ทองแคง (Copper) 3% อะลูมิเนียม (Aluminum) 2% และอื่นๆ 5% ตามลำคับ สอคคล้องกับ รายงาน WEEE & Hazardous Waste โดย AEA Technology (เสนอต่อ Department for Environment, Food and Rural Affairs; DEFRA ประเทศอังกฤษ ปี 2004) ซึ่งรายงานว่าโทรทัศน์ที่ใช้จอแบบ CRT 1 เครื่อง ประกอบด้วย วัสคุที่ใช้ทำจอภาพ 76.08% แผงวงจร 5.56% พลาสติก 14.44% เส้นลวด-สายไฟ 1.59% และ ทองแคง 2.33% นอกจากนี้ในแต่ละส่วนของโทรทัศน์ยังมีสารเคมีที่มีอันตราย (Hazardous Substances) หลาย ชนิด ได้แก่

⁵ WEEE & Hazardous Waste 2004, AEA Technology.

- จอภาพ CRT มี Lead Oxide 6.61% Antimony Trioxide 0.17% และแคคเมียม 0.03% ซึ่งพิษของตะกั่ว จะส่งผลต่อระบบไหลเวียนโลหิต ทำให้เกิดอาการ โลหิตจาง สะสมในกระดูก และฟัน ทำให้มีอาการปวดตามข้อ กระดูกผูและ หักง่าย อาการพิษเรื้อรังที่พบบ่อย คือ อาการของระบบย่อยอาหาร จะเกิดการ ปวดท้อง น้ำหนักลด เบื่ออาหารคลื่นไส้ ท้องผูก อาการพิษทางประสาท และ สมอง ทำให้ทรงตัวไม่อยู่ เกิดอาการประสาทหลอน ซึมไม่รู้สึกตัว ชัก มือและ เท้าตก เป็นอัมพาต สลบ และอาจตายได้
- ตู้ / โครงพลาสติก (Cabinet) จะมีการเติมสารหน่วงไฟ จำพวก
 Tetrabromobisphenol A (TBBPA) หรือ Brominated flame retardants (BFRs)
 ซึ่งเป็นอันตรายมาก เนื่องจากโบรมีนเป็นธาตุในกลุ่ม ฮาโลเจน (Halogen) ซึ่ง
 เป็นสารก่อมะเร็งร้ายแรงประเภทหนึ่ง ส่งผลต่อเนื้อเยื้อของมนุษย์
- แผงวงจร นอกจากจะมีสารหน่วงไฟ ยังมีสารจำพวกตะกั่ว แคคเมียม และ ปรอท ซึ่งเป็นโลหะหนักที่มีอันตรายต่อ ระบบประสาทส่วนกลาง การทำงาน ของไต และการพัฒนาสมองของเด็ก
- ส่วนของสายไฟ จะประกอบด้วยโลหะทองแดง ซึ่งเป็นโลหะมีค่า เหมาะที่จะ นำกลับมาใช้ใหม่ แต่ก็เป็นสารที่มีอันตรายต่อร่างกาย คือเมื่อได้รับทองแดง ในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน อักเสบในช่องท้องและ กล้ามเนื้อ ท้องเสีย การทำงานของหัวใจผิดปกติ ส่วนอาการเรื้อรังจากการ ได้รับสารติดต่อกันเป็นเวลานาน จะส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย หรือกลุ่มอาการที่เรียก Wilson Diseases คือ ร่างกายสั่นเทาอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง มีน้ำมูกน้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก⁷

สำหรับโทรทัศน์สีที่มีจอภาพแบบ LCD มีส่วนประกอบที่แตกต่างไปจากโทรทัศน์ ที่มีจอภาพแบบ CRT เนื่องจากเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน องค์ประกอบหลักต่างๆที่ประกอบขึ้นเป็นโทรทัศน์ที่ มีจอภาพแบบ LCD มีดังนี้

จัดทำโดย สูนย์วิสวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม บางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁶ ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_txR_search.asp?info_id=41, online 10/06/50)

⁷ ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=296, online 10/06/50)

LCD Panel ควบคุมแสง โดยใช้ Liquid Crystal Material

Interface Controller รับข้อมูลที่ส่งมาจากภายนอก และส่งข้อมูลไปยัง LCD drivers ที่เหมาะสม

มี 2 แบบ คือ Analog และ Digital

Backlight System เป็นแหล่งกำเนิดลำแสง แสงที่กำเนิดจาก Backlight system จะ โฟกัสตรง

ไปยัง LCD ระบบนี้เป็นส่วนที่สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด อีกทั้งยังเป็น

ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมากที่สุดใน LCD ด้วย

Inverter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ

Mechanical Frame เป็นโครง (Housing) สำหรับจับชื่ด LCD panel, TCP drivers, Interface

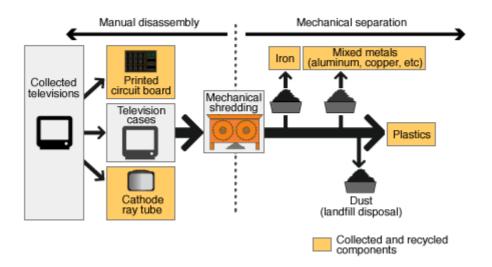
electronics, Backlight system และชิ้นส่วนอื่นๆ เข้าด้วยกัน

สำหรับสารเคมีที่มีอันตรายที่พบในจอภาพแบบ LCD คือ Liquid crystals ซึ่งเป็น สารประกอบอินทรีย์ (Organic Compound) เช่น Phenylcyclohexanes, Alkyl benzenes และ Cyclohexylbenzenes เป็นต้น เพื่อให้ได้ Liquid Crystals ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ ต้องใช้ Liquid Crystals ชนิดต่างๆ ประมาณ 10-20 ชนิด มีรายงานว่า จอภาพแบบ LCD มีสารก่อมะเร็งจำพวก Azo-dyes แต่มีงานวิจัย หลายชิ้นที่ศึกษาแล้วไม่พบว่า Liquid Crystals เป็นสารก่อมะเร็งและส่งผลเฉียบพลันเมื่อรับประทานเข้าไป (acute oral toxicity) นอกจากนี้จอภาพแบบ LCD ยังประกอบด้วย ปรอท (Hg) ซึ่งส่งผลต่อระบบหายใจ ระบบประสาท และสะสมในเนื้อเยื่อ อีกทั้งยังส่งผลต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำอย่างรุนแรง ตามข้อกำหนดของ WEEE ต้องลดความเป็นพิษของสารเหล่านี้ก่อนส่งไปกำจัด (Disposal) 16

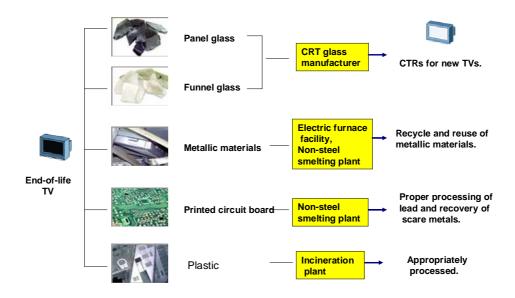
5.3.3.2 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในต่างประเทศ

เทคโนโลยีการรีไซเคิลเครื่องรับโทรทัศน์มนประเทศญี่ปุ่นเริ่มจากการเก็บรวบรวม ซากฯ มาสู่สถานที่บำบัด จากนั้นจะทำการคัดแยก แยกชิ้นส่วน และแยกประเภทของวัสดุ เช่น จอภาพ พลาสติก สายไฟ ออกเป็นกองๆ และส่งไปบำบัด หรือกำจัดต่อไป สามารถสรุปเป็นขั้นตอนง่ายๆ ได้ดังนี้ และดังแสดงในรูปที่ 5.3.3-2 โดยมีเส้นทางของวัดสุที่กัดแยกได้จากโทรทัศน์ ดังรูปที่ 5.3.3-3

ECD Industries Research Committee (LIREC) <u>Influence to the living body</u> (http://home.jeita.or.jp/device/lirec/english/enviro/influence.htm, online 10/06/50)



รูปที่ 5.3.3-2 กระบวนการรีไซเคิลเครื่องรับโทรทัศน์



รูปที่ 5.3.3-3 เส้นทางของวัดสุที่กัดแยกได้จากโทรทัศน์จอ CRT

ขั้นตอนที่ 1

การรื้อ / การแยกชิ้นส่วน (Dismantling) โทรทัศน์ ทำโดยอาศัยแรงงานคนและใช้
อุปกรณ์ง่ายๆ เช่น ใช้ไขควงขันนีอตออกเพื่อเปิดฝาครอบด้านหลัง จากนั้นแยกลำโพง (Speaker) แผงวงจร
(Control Board / Main Board) และ Deflection Yolk ออกมา ส่วน Electron Gun จะถูกตัดโดยใช้เลื่อยชนิด
พิเศษ ชิ้นส่วนที่ถูกแยกออกมาจะถูกแยกไปอยู่คนละกอง สำหรับแผงวงจรซึ่งประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด
เช่น โลหะต่างๆ Lead Solder เรซิน จะถูกแยกวัสดุต่างๆ ออกเสียก่อน จากนั้น แผงวงจรที่ถูกแยกชิ้นส่วนออก
แล้วจะถูกส่งไปยัง Non-steel smelting plant ดังรูป









ขั้นตอนที่ 2

การแยก CRT และ Steel Reinforced Band ออกจากส่วนที่เป็นฝาครอบและ โครง (Cabinet / Case) ซึ่งทำจากพลาสติก และพลาสติกจะถูกส่งไปบดเป็นชิ้นเล็กๆ และแยกไปรีไซเคิลตามชนิด ของพลาสติก เมื่อฝาครอบ (Cover) ถูกเปิดออก และ โครง (Cabinet) ถูกยกออกไป จะเห็นว่ามีจอภาพ CRT อยู่ ส่วนที่เป็นฝาครอบและ โครงซึ่งทำจากพลาสติก จะถูกส่งไปบดเป็นชิ้นเล็กๆ และแยกไปรีไซเคิลตามชนิดของ พลาสติก ซึ่งอาจถูกนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตหรือเป็นเชื้อเพลิงต่อไปต่อไป จากนั้น Steel Reinforced Band จะถูกแยกออกจาก CRT โดย Steel Reinforced Band นี้เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดของ CRT บริเวณรอยต่อของ Panel Glass และ Funnel Glass โดยใช้ความร้อนทำให้ Steel Reinforced Band ขยายตัว แล้วแยกออกมา แม้ว่า Steel Reinforced Band จะถูกกำจัดออกไป แต่ยังมีเทปกาว กาว และรอยเปื้อนติดอยู่ จะใช้แปรงลวดทำความ สะอาดและแยกเทปกาวและกาวออก ดังรูป









ขั้นตอนที่ 3

การรื้อ / แยกชิ้นส่วนจอภาพ CRT (Dismantling the CRT) เพื่อแยก Panel Glass และ Funnel Glass ออกจากกัน ในขั้นแรกเป็นการใช้เลเซอร์ตัดขอบของ CRT ซึ่งเป็นบริเวณที่ Panel Glass และ Funnel Glass ประกบกัน จากนั้นใช้ลวดจะสอดเข้าไปในช่องว่าง และจะปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวด จนเกิดความร้อนที่เรียก Thermal Strain (การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนทำให้วัสดุนั้นเสียรูปไป) ซึ่งเกิดจากความ แตกต่างระหว่างความหนาของแก้ว 2 ชนิด Thermal Strain ที่เกิดขึ้น จะแยกแก้วทั้ง 2 ออกจากกัน ดังรูป



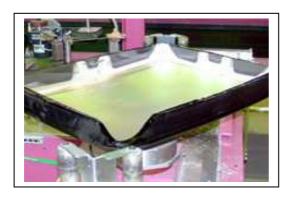






ขั้นตอนที่ 4

การล้างและการบค Panel Glass และ Funnel Glass ให้กลายเป็น Cullets (เศษแก้ว ขนาด 50 mm) เริ่มจาก Panel Glass ซึ่งถูกฉาบด้วยสารเรื่องแสง (fluorescent material) และอะลูมิเนียมฟิล์ม สารมลทินเหล่านี้จะถูกแยกออกก่อนด้วยการใช้แปรงและเศษที่เหลือจะถูกดูดออกด้วยอุปกรณ์พิเศษ Panel Glass ที่ถูกแยกสารมลทินอื่นๆ แล้ว จะถูกบดให้เป็น Cullets และจะส่งตรงไปยังโรงงานทำ Cathode Ray Tube ในกระบวนการนี้เพื่อเป็นการลดเสียงและฝุ่น จะทำในห้องเก็บเสียงและมีอุปกรณ์ป้องกันการ สั่นสะเทือน สำหรับ Funnel Glass จะถูกบดให้ละเอียดเป็น Cullets และจะส่งตรงไปยังโรงงานทำ CRT แต่ กระบวนการรีไซเคิล Funnel Glass จะแตกต่างกับกระบวนการรีไซเคิล Panel Glass ตรงที่สารมลทิน / สาร ปนเปื้อนต่างๆ จะถูกกำจัดหลังจากบดเป็น Cullets แล้ว ดังรูป





5.3.3.3 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทย ไม่มีการใช้เทคโนโลยีในการรีไซเกิลโทรทัศน์ มีเพียงการ ถอดแยกองค์ประกอบ โดยใช้เครื่องมือทั่วไป และใช้แรงงานคน เพื่อให้ได้วัสดุมีค่าในการนำไปจำหน่าย ต่อไปเท่านั้น ดังรูป







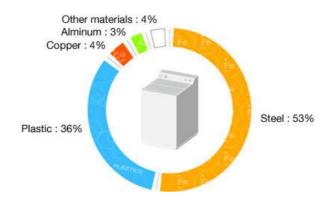






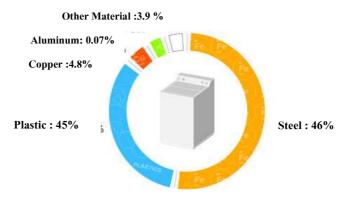
5.3.4 เทคโนโลยีการรีไซเคิลเครื่องซักผ้า (Washing Machine)

เครื่องซักผ้าเป็นเครื่องใช้ ไฟฟ้าครัวเรือนที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในสังคมเมือง และ กำลังแพร่ขยาย ไปสู่สังคมชนบทเช่นเดียวกัน สังเกตได้จากปริมาณการจำหน่ายเครื่องซักผ้าในประเทศที่สูงขึ้น มากกว่าสองเท่าภายในระยะเวลา 10 ปี แต่เมื่อเครื่องซักผ้าเหล่านี้หมดอายุการใช้งาน (ประมาณ 12 ปี) จะ กลายเป็นขยะที่มีปริมาณสูงเช่นเดียวกัน เครื่องซักผ้าที่หมดอายุการใช้งานแล้วเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ จาก ข้อมูลของ Matsushita Eco Technology Center พบว่า มีเหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม ในปริมาณที่สูง และ ส่วนประกอบเหล่านี้เป็นวัสดุที่มีประโยชน์เหมาะกับการนำไปใช้ใหม่หรือการรีไซเคิล โดยเฉลี่ยเครื่องซักผ้า 1 เครื่อง มีเหล็กกล้าเป็นส่วนประกอบสูงถึง 53% รองลงมาคือ พลาสติก 36% ทองแดงและวัสดุอื่นๆ 4% และ สุดท้ายคือ อะลูมิเนียม 3% ดังรูปที่ 5.3.4-1



รูปที่ 5.3.4-1 สัดส่วนวัสคุรีไซเคิลในเครื่องซักผ้าจากข้อมูลของผู้ผลิต ที่มา : Washing Machine: Material Recovered, Matsushita Eco Technology Center

จากการเก็บตัวอย่างซากเครื่องซักผ้าของโครงการฯ พบว่า โดยเฉลี่ยเครื่องซักผ้า 1 เครื่อง มีเหล็กกล้าเป็นส่วนประกอบ 46% รองลงมาคือ พลาสติก 45% ทองแคง 4.8% วัสคุอื่นๆ 3.9% และสุดท้าย คือ อะลูมิเนียม 0.07% ดังรูปที่ 5.3.4-2



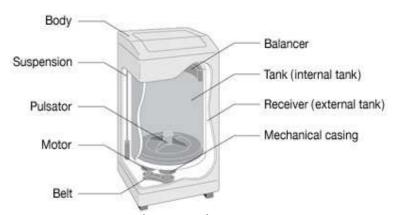
รูปที่ 5.3.4-2 สัดส่วนวัสดุรีไซเคิลจากเครื่องซักผ้าจากการเก็บตัวอย่างของโครงการ ฯ

5.3.4.1 ส่วนประกอบหลักๆ โดยทั่วไปของเครื่องซักผ้า (แบบอัตโนมัติ)

มีคังนี้ และคังแสคงในรูปที่ 5.3.4-3

- 1. ตัวถัง (Body): ตัวถังของเครื่องซักผ้า ผลิตจากเหล็ก เคลือบพื้นผิวด้วยสี
- 2. ตะกร้ารับผ้า (Internal Tank): เป็นส่วนที่ผลิตจาก เหล็กที่ไม่เป็นสนิม (Stainless Steel) ซึ่งเป็นส่วนสำหรับการซักผ้า และเป็นส่วนที่สามารถนำ กลับไปรีไซเคิลเพื่อทำเป็นวัสดุสำหรับใช้งานได้ใหม่

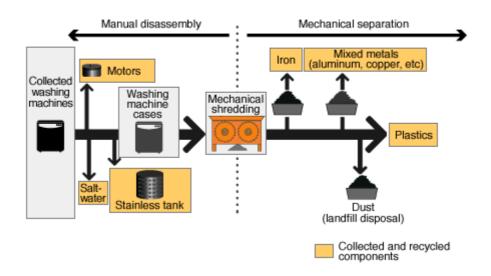
- 3. อุปกรณ์กันสะเทือน (Suspension): ผลิตจากเหล็กและ โพลิโพรพิลีน (Polupropylene, PP) ทำหน้าที่พยุงตัวถุงส่วนในของเครื่องซักผ้า
- 4. แกนหรือจานซักผ้า (Pulsator): ผลิตจาก PP ทำหน้าที่ส่งแรงหมุนให้กับ ตะกร้ารับผ้าเพื่อทำความสะอาดผ้า
- 5. มอเตอร์ (Motor): มีส่วนประกอบของเหล็ก (Steel) และทองแดง (Copper) ทำหน้าที่จ่ายแรงหมุนให้แก่ถังปั่นและแกนหรือจานซักผ้า
- 6. สายพาน (Belt): ผลิตจากยาง ทำหน้าที่หมุนแกนหรือจานซักผ้าโดยเชื่อมต่อ กับมอเตอร์
- 7. ตัวรักษาสมคุล (Balancer): ผลิตจาก PP และในกรณีของเครื่องซักผ้าแบบ อัตโนมัติ จะมีการเติมน้ำเก็ม (Brine) เพื่อช่วยในการรักษาสมคุลในขณะที่ เครื่องซักผ้าทำงาน
- 8. ถังน้ำ (Receiver): เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับน้ำเพื่อให้ความร้อนและถ่ายเทน้ำสู่ ตะกร้ารับผ้า
- 9. Mechanical casing: ผลิตจากวัสดุหลายประเภท เช่น เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม และพลาสติก ทำหน้าที่ในการควบคุมการเคลื่อนใหวของแกนหรือ จานซักผ้า และถังปั่น



รูปที่ 5.3.4-3 ส่วนประกอบหลักๆ โดยทั่วไปของเครื่องซักผ้า (แบบอัตโนมัติ)

5.3.4.2 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยี ของต่างประเทศ

เนื่องจากเครื่องซักผ้ามีส่วนประกอบหลายส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ หรือ สามารถรีไซเคิลได้ เช่น เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม หรือพลาสติก ดังนั้น จึงมีการคิดค้นวิธีในการจัดการซาก เครื่องซักผ้า เพื่อนำอุปกรณ์บางส่วนของเครื่องซักผ้ากลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้พบว่าเทคโนโลยีในการจัดการซาก เครื่องซักผ้าของหลายๆ ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป เป็นต้น พบว่า การกำจัดซากเครื่องซักผ้ารวมถึงขยะ อิเล็กทรอนิกส์ประเภทอื่นๆ มีหลักการหรือแนวคิดที่คล้ายกัน จะมีข้อแตกต่างในรายละเอียดของเทคโนโลยีที่ ใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบในขยะอิเล็กทรอนิกส์นั้น ๆ โดยมีขั้นตอนทั่วไป ดังนี้ และดังแสดงในร**ูปที่ 5.3.4-4**



รูปที่ 5.3.4-4 กระบวนการรีไซเคิลเครื่องซักผ้า

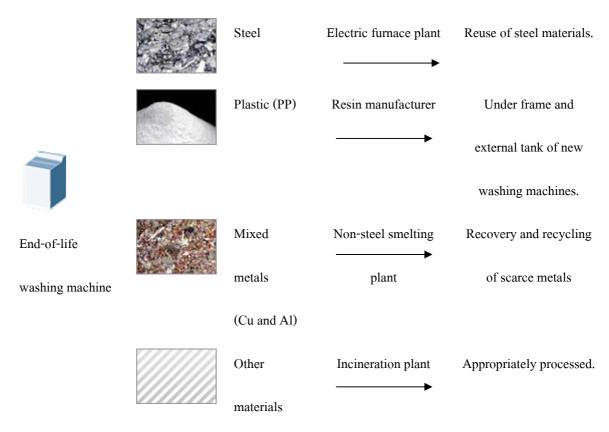
ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบซากเครื่องซักผ้า โดยทำการตรวจสอบว่ามีความ เป็นไปได้และคุ้มค่าในการซ่อมแซมส่วนที่เสียหายเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบซากเครื่องซักผ้าที่ไม่สามารถซ่อมแซมเพื่อนำ กลับมาใช้งานใหม่ได้แล้ว โดยส่วนใหญ่ ผู้บริโภคมักจะทิ้งขยะอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเศษซากเครื่องซักผ้าไว้ ในเครื่องซักผ้า โดยเฉพาะในส่วนของตะกร้ารับผ้า (Internal Tank) เนื่องจากเป็นส่วนสำหรับบรรจุสิ่งต่างๆ เพื่อเป็นการปลอดภัยต่อระบบการคัดแยกและการรีไซเคิลจึงควรแยกขยะที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

ขั้นตอนที่ 3 การแยกของเหลวที่อยู่ในซากเครื่องซักผ้า ซึ่งมีอยู่เพียงอย่าง เคียวคือ น้ำเกลือ (Brine) สำหรับใช้สร้างความสมคุลของเครื่องซักผ้าขณะทำการปั่นผ้า เนื่องจากน้ำเกลือมี คุณสมบัติที่สามารถกัดกร่อน โลหะที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องซักผ้าจึงจำเป็นต้องแยกออกไปเพื่อกำจัด ตามกระบวนการบำบัดน้ำเสียอีกทีหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 4 การแยกชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องซักผ้าตามประเภทเช่น ชิ้นส่วน โลหะ พลาสติก อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถคำเนินการได้ด้วยมือ เพื่อสะควกในการแยกในขั้นตอน ต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การบีบอัดและบดชิ้นส่วนที่แยกออกมาจากขั้นตอนที่แล้วให้ เป็นเป็นชิ้นเล็กๆ โดยเครื่องจักรต่างๆ เช่น เครื่องบด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเครื่องซักผ้าหมดอายุการใช้งาน ก่อนที่จะถูกส่งไปเพื่อทำการ รีไซเกิลนั้น จะต้องได้รับการตรวจสอบว่าเครื่องซักผ้านั้นยังสามารถนำมาซ่อมแซมเพื่อใช้งานต่อไปได้ หรือไม่ หรือมีชิ้นส่วนใดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ถ้ามีชิ้นส่วนเหล่านั้นจะถูกถอดแยกเพื่อนำกลับไปใช้ งานต่อไป ถ้าไม่สามารถใช้งานได้แล้ว จะถูกส่งต่อไปยังกระบวนการรีไซเกิลเพื่อให้ได้ซึ่งวัสดุที่มีค่า ที่ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปของ Secondary Raw Material เช่น เหล็ก พลาสติก และทองแดง โดยอาศัยวิธี และกระบวนการในการจัดการที่ต่างกันออกไป ดังแสดงในร**ูปที่ 5.3.4-5**



ร**ูปที่ 5.3.4-5** ส่วนประกอบต่างของเครื่องซักผ้าที่สามารถแยกชิ้นส่วนมาใช้ใหม่ (Reuse) หรือสามารถ นำมารีไซเคิล (Recycle) ได้

ที่มา: Washing Machine: Material Recovered, Matsushita Eco Technology Center

(http://panasonic.co.jp/eco/metec/en/recycle/washingmachine/resource/, online 15/06/50)

การจัดการซากเครื่องซักผ้า (กรณีเครื่องซักผ้าแบบอัตโนมัติ) มีแนวคิด คือ การบด ซากเครื่องซักผ้าให้แตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนที่จะดำเนินการแยกวัสดุต่างๆ ตามคุณสมบัติทั้งทางกลและทาง เคมีของวัสดุนั้นๆ ให้ได้มาซึ่งวัสดุที่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ กระบวนการนี้สามารถแยกได้เป็น 4 ขั้นตอบหลัก คือ

ขั้นตอนการเตรียมซากเครื่องซักผ้า

เมื่อเครื่องซักผ้าถูกส่งมายังโรงงานรีไซเคิล เครื่องซักผ้าแต่ละเครื่องจะถูกชั่ง น้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักโดยรวมของซากเครื่องซักผ้าที่เข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลในแต่ละวัน ซึ่งในขั้น ตอน สุดท้ายของการรีไซเคิล จะมีการชั่งน้ำหนักรวมของวัสดุที่ได้รับการคัดแยก ที่พร้อมจะถูกขนส่งไปยังโรงงานผลิตวัตถุดิบจากวัสดุรีไซเคิล เพื่อใช้คำนวณหาค่าอัตราการรีไซเคิลวัสดุจากซากเครื่องซักผ้า หลังจาก การชั่งน้ำหนักสายไฟจะได้รับการแยกส่วนออกจากซากเครื่องซักผ้า และซากเครื่องซักผ้าที่เหลือจะถูกส่งไป ตามสายพาน เข้าสู่กระบวนการต่อไป อย่างไรก็ตาม มีคำแนะนำว่าก่อนขนส่งซากเครื่องซักผ้าเข้าสู่ กระบวนการถัดไป ควรจะมีการตรวจเช็คว่ามีซากขยะอื่นที่ไม่ใช่ซากเครื่องซักผ้า ปนมากับตัวเครื่องหรือไม่ เนื่องจากโดยทั่วๆ ไป ผู้บริโภคมักจะทิ้งซากขยะอื่นลงไปในส่วนของตะกร้ารับผ้า (Internal Tank) ดังรูป

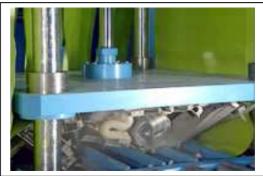




<u>ขั้นตอนการคัดแยกน้ำเค็ม</u>

หลังจากผ่านการเตรียมพร้อมสำหรับการรี ไซเกิลแล้ว จะทำการแยกน้ำเกลือ หรือ Brine แยกออกจากซากเครื่องซักผ้า โดยน้ำเกลือนี้จะอยู่ในตัวรักษาสมคุลของเครื่องซักผ้า (Balancer) ซึ่งเป็น ชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นวงแหวนอยู่ที่ส่วนบนของเครื่องซักผ้า ทำหน้าที่ช่วยในการถ่วงน้ำหนักไม่ให้เครื่องซัก ผ้าเกิดการสั่นสะเทือนในขณะที่ทำงานอยู่ สาเหตุที่ต้องแยกน้ำเกลือออกจากซากเครื่องซักผ้าก่อนการรีไซเกิล เนื่องมาจากถ้าไม่มีการแยกน้ำเกลือออกจากซากเครื่องซักผ้าก่อน จะทำให้ เมื่อซากเครื่องซักผ้าเข้าสู่ขั้นตอน ต่อไป คือ ขั้นตอนของการบดซากเครื่องซักผ้า จะทำให้น้ำเกลือปนเปื้อนกับวัสดุที่เป็นเหล็กและอาจทำให้เกิด สนิมได้ และน้ำเกลือกัดแยกออกมาจากซากเครื่องซักผ้าแล้วจะถูกส่งต่อไปยังส่วนของการบำบัดน้ำเสีย หรือ ขนส่งไปยังโรงงานที่มีความเชี่ยวชาญในการบำบัดน้ำเสีย ดังรูป





<u>ขั้นตอนการบคซากเครื่องซักผ้า</u>

หลังจากแยกน้ำเกลือออกจากซากเครื่องซักผ้าแล้ว ซากเครื่องซักผ้าจะถูกส่งไปตาม สายพาน ไปสู่ห้องบดซากเครื่องซักผ้า และถูกบดให้ได้เป็นวัสดุต่างๆ ขนาดเล็กที่ผสมกันอยู่ ซึ่งจะทำให้เกิด การแยกตัวของวัสดุต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นชิ้นส่วนของเครื่องซักผ้า วัสดุที่ถูกบดแล้วเหล่านี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ วัสดุที่เป็นโลหะและพลาสติก ซึ่งจะถูกแยกออกจากกันด้วยเครื่องเป่าลมและอาศัยความ หนาแน่นที่แตกต่างของวัสดุ โดยวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ได้แก่ พลาสติกชนิดต่างๆ จะถูกเป่าให้ลอยขึ้นและแยก ออกไปทางส่วนบน ในขณะที่วัสดุที่มีน้ำหนักมาก ได้แก่ โลหะต่างๆ และวัสดุอื่นๆ จะตกลงสู่ด้านล่างของ ห้องบด จากนั้นวัสดุทั้ง 2 กลุ่มจะถูกส่งไปตามสายพานเพื่อคัดแยกตามคุณสมบัติต่อไป ดังรูป





<u>ขั้นตอนการคัดแยกวัสดุตามคุณสมบัติ</u>

หลังผ่านกระบวนการบด และ คัดแยกแล้ว วัสดุที่มีน้ำหนักมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะ เป็นพวกโลหะ จะถูกส่งไปตามสายพานผ่านแม่เหล็ก แม่เหล็กจะทำการแยกวัสดุส่วนที่เป็นเหล็กออกจาก โลหะอื่น ส่วนที่เหลือในกลุ่มนี้จะเป็น อลูมิเนียม ทองแดง และโลหะหรือวัสดุชนิดอื่นๆ ที่ไม่มีคุณสมบัติทาง แม่เหล็ก ในท้ายที่สุดจะเป็นการคัดแยกด้วยมือ เพื่อให้ได้มาซึ่งทองแดง และอลูมิเนียม สำหรับส่งต่อไปยัง โรงงานรีไซเกิล

ในส่วนของวัสดุกลุ่มที่มีน้ำหนักเบา ประกอบไปด้วย พลาสติก ฝุ่น และ ฟอยล์ อลูมิเนียม จะถูกบดให้มีขนาดเล็กลงไปอีก เพื่อความง่ายในการกัดแยกด้วยเครื่องเป่าลมซึ่งจะช่วยในการแยก ฝุ่นและฟอยล์อลูมิเนียม ส่วนที่เหลืออยู่นี้จะถูกส่งต่อไปยังถังน้ำ ซึ่งจะช่วยในการแยกพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา ที่มีคุณสมบัติลอยในน้ำออกมา เช่น โพลีโพรพิลีน เป็นต้น วิธีการนี้เรียกว่า การกัดแยกด้วยความถ่วงเฉพาะ ตามคุณสมบัติของการลอยน้ำ อย่างไรก็ตาม พลาสติกโพลีโพรพิลีนที่แยกออกมาได้อาจจะมีวัสคุอื่นปนมาด้วย ดังนั้น ส่วนของวัสดุที่ลอยขึ้นมาจะถูกบดให้ละเอียดขึ้นและส่งต่อไปยังการแยกวัสดุด้วยระบบน้ำวน (Centrifuge Specific Density Separation) เพื่อให้แน่ใจว่าวัสคุอื่นๆ ที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำจมลง และแยก เฉพาะโพลีโพรพิลีนออกมา ท้ายที่สุดวัสดุที่กัดแยกได้จากซากเครื่องซักผ้า อาทิ เหล็ก อลูมิเนียม ทองแคง และ พลาสติก จะถูกขนส่งต่อไปยังโรงงานผลิตวัตถุดิบจากวัสดุรีไซเกิลเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป สำหรับวัสดุอื่นๆ ที่ไม่สามารถนำมารีไซเกิลได้ จะถูกกำจัดโดยโรงงานที่มีความเชี่ยวชาญในการกำจัดวัสดุ นั้นๆ ดังรูป









5.3.4.3 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในปัจจุบันของประเทศไทย

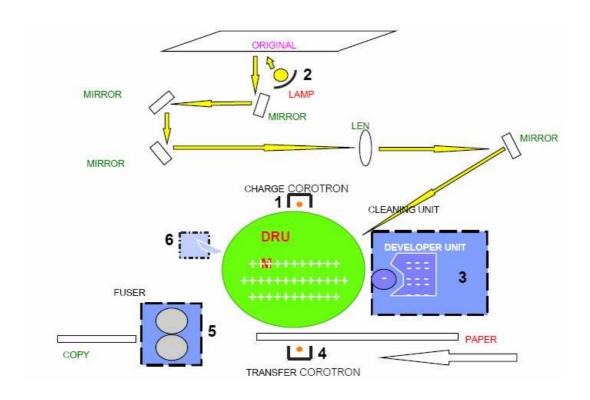
ปัจจุบันประเทศไทยไม่มีเทคโนโลยีในการรีไซเคิลเครื่องซักผ้า มีเพียงการการถอด แยกชิ้นส่วน เพื่อนำวัสดุที่มีค่าออกไปจำหน่ายโดยใช้เครื่องมือทั่วไป และใช้แรงงานคน และส่วนใหญ่สภาพ ของซากเครื่องซักผ้าที่มายังร้านรับซื้อของเก่ามีเพียงโครงพลาสติก ดังรูป



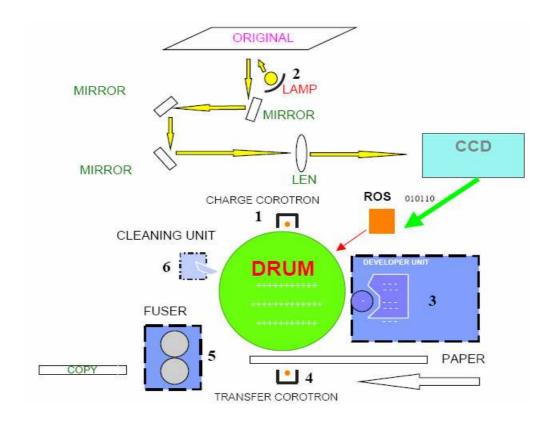


5.3.5 เทคโนโลยีการรีไซเคิลเครื่องถ่ายเอกสาร (Photocopier / Copying machine)

ปัจจุบันเครื่องถ่ายเอกสาร มีเทคโนโลยีการทำงาน 2 ระบบ ได้แก่ ระบบอะนาลีอก (Analog) และระบบดิจิตอล (Digital) โดยระบบอะนาลีอกใช้ระบบแสงทำให้เกิดการสะท้อนภาพและเกิดประจุไฟฟ้าที่ ดูดผงหมึกเข้าไปติดบนแม่แบบรับภาพ และพิมพ์ลงบนสิ่งรองรับตามรูปแบบเดิมของต้นฉบับ ส่วนระบบ ดิจิตอล ใช้ระบบแสงทำให้เกิดการสะท้อนภาพและแสงเข้าไปในวงจรเพื่อแปลงสัญญาณภาพให้เป็น สัญญาณไฟฟ้า จากนั้นสัญญาณไฟฟ้าทำให้เกิดประจุไฟฟ้าที่ดูดผงหมึกเข้าไปในแม่แบบรับภาพ และพิมพ์ลง บนสิ่งรองรับตามรูปแบบเดิมของต้นฉบับ แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารระบบอะนาลีอก และระบบดิจิตอลในร**ูปที่ 5.3.5-1 และรูปที่ 5.3.5-2**



รูปที่ 5.3.5-1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารระบบอะนาล็อก ที่มา: ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับเครื่องถ่ายเอกสาร



รูปที่ 5.3.5-2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารระบบดิจิตอล ที่มา: ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับเครื่องถ่ายเอกสาร

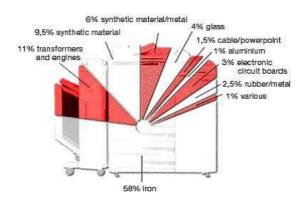
5.3.5.1 ส่วนประกอบ และหน้าที่ภายในของเครื่องถ่ายเอกสาร

เครื่องถ่ายเอกสารจะมีส่วนประกอบและหน้าที่ภายในดังนี้

- 1. Photocopier Drum ครัม คือ กระบอกโลหะที่เคลือบสารที่นำไฟฟ้าได้เมื่อถูก แสงตกกระทบแต่ไม่นำไฟฟ้าในที่มืด สารนี้เป็นสารกึ่งตัวนำหรือ Semiconductor เช่น Selenium, Germanium เป็นต้น
- 2. Corona Wires หรือ ลวดโคโรน่า จะทำงานภายใต้ความต่างศักย์สูง (High Electrical Voltage) ทำหน้าที่สร้างประจุไฟฟ้าบวกบนครัมและแผ่นกระดาษสำเนา
- 3. Lamp และ Lens หรือหลอดไฟและเลนส์ เป็นหลอด Fluorescent หรือ Halogen ที่มีความสว่างมาก หลอดนี้จะวิ่งผ่านตัวเอกสารและสะท้อนแสงไปที่กระจกและเลนส์แล้วตกกระทบบนครัม อีกครั้งหนึ่ง
 - 4. Toner หรือสารที่ให้สี เช่นสีคำที่เห็นกันทั่วๆไป
 - 5. Fuser มีหน้าที่ให้ความร้อนผ่านลูกกลิ้ง (Roller) เพื่อละลาย Toner ให้ติดกับ

กระคาษ

สัคส่วนวัสคุที่ใช้ในการผลิตเครื่องถ่ายเอกสารจะแตกต่างกันไป ขึ้นกับ บริษัทผู้ผลิต โดยมีวัสคุหลักคือเหล็ก ชุดแปลงไฟและเครื่องจักรกล อะลูมิเนียม และแก้ว เป็นต้น ซึ่งสัคส่วน ของวัสคุแต่ละชนิดแตกต่างกันไปตามการออกแบบของผู้ผลิต รูปที่ 5.3.5-3 แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบ ส่วนใหญ่ของเครื่องถ่ายเอกสารคือเหล็ก รองลงมาคือชุดแปลงไฟและเครื่องจักรกลเป็นส่วนสำคัญในการ ทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร



รูปที่ 5.3.5-3 สัดส่วนวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในเครื่องถ่ายเอกสาร ที่มา: Recycling original Toshiba consumables, Material fractions of a photocopier (http://toshiba-ireland.com/environment.htm, online 30/11/50)

ระหว่างการใช้งาน ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้งาน ซึ่งเป็น อันตรายต่อสุขภาพและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมดังนี้ ก๊าซโอโซน (Ozone: O3) เกิดจากการอัดและปล่อย ประจุไฟฟ้าที่แม่แบบรับภาพ และกระดาษ โอโซนบางส่วนเกิดจากการปล่อยแสงอัลตราไวโอเลตจากหลอด ไฟฟ้าพลังงานสูงของเครื่องถ่ายเอกสาร ซึ่งทำให้ออกซิเจนในอากาสรวมตัวกันเป็นโอโซนง่ายขึ้น อย่างไรก็ ตาม ในสภาวะปกติหรือในสำนักงานทั่วไป โอโซนจะสลายตัวเป็นก๊าซออกซิเจนได้ภายใน 2-3 นาที อัตราการ สลายตัวของโอโซนขึ้นอยู่กับระยะเวลา อุณหภูมิ (โอโซนสลายตัวได้เร็วยิ่งขึ้นในที่ที่มีอุณหภูมิสูง) การ ระบายอากาส และ พื้นผิววัตถุที่โอโซนสัมผัส ถ้าเป็นถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ก็จะทำให้โอโซน สลายตัวได้ถึงร้อยละ 100 ดังนั้นเครื่องถ่ายเอกสารรุ่น ใหม่ส่วนใหญ่จึงมีแผ่นกรองประเภท ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon Filter) ติดอยู่ด้วย เพื่อสลายโอโซนก่อนปล่อยออกภายนอกเครื่องถ่ายเอกสาร

5.3.5.2 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยี ในปัจจุบันของต่างประเทศ

ข้อมูลที่กล่าวมาแล้ว พบว่า เศษซากเครื่องถ่ายเอกสารเก่าสามารถนำกลับมาเป็น วัสดุที่มีมูลค่าได้ หากมีการจัดการที่ถูกต้อง จากการรวบรวมและศึกษาข้อมูลพบว่าหลาย ๆ ประเทศได้มี การศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) โดยทั่วไปการจัดการซากเครื่องถ่ายเอกสารมี ขั้นตอนดังนี้ <u>ขั้นตอนที่ 1</u> เตรียมซากเครื่องถ่ายเอกสาร ทำความสะอาคซากเครื่องถ่ายเอกสาร ตรวจสอบความเรียบร้อยว่ามีเศษกระดาษหลงเหลือหรือไม่

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การแยกชิ้นส่วน (Dismantling) ของเครื่องถ่ายเอกสาร ส่วนประกอบ หลัก ๆ ที่สามารถแยกได้ ดังนี้ Body-Cover ชุดแปลงไฟ ชุดรันกระดาษ แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มอเตอร์ กล่องหมึก พัดลม สายไฟ ชุดสะท้อนภาพ น๊อตต่างๆ

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> การบำบัคขั้นต้นก่อนนำเข้ากระบวนการรีไซเคิล ซึ่งหมายถึงการแยก ชิ้นส่วน การคัดแยก การตัด การบด การอัด การทำลายความเป็นพิษ และอื่นๆ ชิ้นส่วนที่ยังใช้งานได้ จะถูกนำ กลับไปประกอบเป็นอุปกรณ์ เพื่อซ่อมแซมให้เครื่องถ่ายเอกสารเก่าบางเครื่องสามารถใช้งานได้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การส่งไปรีไซเกิล โดยจะส่งไปตาม Recycle Plant ต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น พลาสติก โลหะ อโลหะ เป็นต้น ส่วนที่เหลือซึ่งไม่สามารถนำ กลับไปใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำ มา พิจารณาแยกเป็นของเสียที่มีพิษ และไม่มีพิษ จากนั้นจึงส่งไปฝังกลบตามลักษณะของของเสีย

ในซากเครื่องถ่ายเอกสารเก่ามีหลอด Fluorescent ที่มีวิธีการกำจัดได้หลายรูปแบบ ซึ่งในปัจจุบันมีสองแนวทาง คือ การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการกำจัดบนดินหรือใต้ดิน (Land Disposal) ซึ่งประเทศไทยได้นำวิธีการกำจัดทั้งสองแบบมาใช้ โดยในแต่ละวิธีก็มีวิธีการที่แตกต่างกัน กำจัด บนดินหรือใต้ดิน (Land Disposal) ระบบของ Land Disposal ที่ประเทศไทยใช้จะเป็นระบบฝังกลบมั่นคง หรือ ที่เรียกว่า Secure Landfill ซึ่งหลักการของระบบฝังกลบมั่นคงนี้ คือ ของเสียอันตรายนั้นจะไม่ถูกนำกลับมาใช้ ใหม่โดยเด็ดขาด พื้นที่ฝังกลบต้องมีความปลอดภัย ไม่ส่งผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ต้องไม่ให้มีน้ำขังในพื้นที่ ฝังกลบและต้องสามารถบำบัดน้ำชะของเสียให้ได้กุณภาพมาตรฐานน้ำทิ้ง ก่อนทำการฝังกลบหลอดฟลูออเรส เซนต์นั้น ต้องทำการบดหลอดให้มีขนาดเล็กแล้วผสมกับสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na₂S) เพื่อทำให้เกิดเป็น HgS แล้วทำการผสมกับปูนซีเมนต์ซึ่งการผสมกับปูนซีเมนต์นี้ เป็นการทำให้เสถียร ส่งผลดีในด้าน สิ่งแวดล้อม ดังนี้

- มีความสามารถเก็บกักสารอันตรายอยู่ภายใต้ก้อนซีเมนต์ได้ยาวนาน
- มีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพอากาศร้อน ฝน หนาว และทนต่อสภาพการ ถกกระแทกได้เป็นอย่างดี
- การจัดการผสมสารปนเปื้อนกับซีเมนต์สามารถทำได้ง่าย เป็นต้น

ในกระบวนการรีไซเคิลหลอด Fluorescent นับว่ามีต้นทุนในด้านการรีไซเคิล ค่อนข้างสูง แต่นับว่ามีต้นทุนทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ถูกกว่าการผลิตใหม่ทั้งหมด ดังนั้นในปัจจุบันผู้ผลิตหลอด ไฟฟ้าหลายๆ ราย จึงได้มีการรับคืนหลอดไฟฟ้ามา เพื่อรีไซเคิลใหม่ซึ่งพบว่าวัสดุจากซากหลอดฟลูออเรส เซนต์สามารถนำมารีไซเคิลได้กว่าร้อยละ 90 โดยน้ำหนัก ดังมี ขั้นตอนการรีไซเคิลคือหลอดไฟจะผ่านระบบ สายพานลำเลียงเพื่อเข้าสู่ห้องถ่ายเทที่จัดทำไว้ หลอดไฟจะถูกนำไปตัดฝาครอบที่เป็นอลูมิเนียมส่วนหัว และ

ส่วนท้ายออกเพื่อนำเอาตะกั่วออกจากขั้วหลอดไฟ อะลูมิเนียม ส่งเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหลอมอลูมิเนียม ตะกั่วถูกส่งไปกำจัดต่อ หลอดไฟถูกส่งไปกำจัดสารเคมีและปรอท การกำจัดสารเคมีและปรอทจะใช้วิธีการ เป่าออกด้วยความคัน (Pressure) แล้วคูดออก โดยมีท่อรวบรวมผง Powder และสาร ปรอทต่างๆ ไว้ที่ Filter และผ่านการดักจับฝุ่นละอองก่อนที่ของเสียจะออกจากกระบวนการรีไซเคิล (ส่วนระบบการบำบัดไอปรอท และ Powder ในหลอดไฟจะถูกส่งมายังตัวกรอง Filter และเข้าสู่ใชโลขนาดเล็กเพื่อกักเก็บ เนื่องจากไอปรอท และผง Powder นั้นจะระเหยในอุณหภูมิประมาณ 40°C จึงต้องทำการควบคุมเพื่อมิให้สิ่งที่กักเก็บไว้ข้อนคืนสู่ สิ่งแวดล้อมอีก ดังนั้นการกักเก็บจึงค้องมี Activated Carbon ที่มีลักษณะเป็นผงถ่านขนาดเล็กและมีซัลเฟอร์ เคลือบไว้ ทำหน้าที่จับไอปรอทและผง Powder ให้มีความเสถียรไม่ให้ข้อนคืนสู่อากาศและเป็นอันตรายต่อ สิ่งแวดล้อมอีก ซึ่งเมื่อกักเก็บแล้วต้องส่งไปทิ้งทำลายต่อไป โดยจะต้องผ่าน Cyclone และระบบม่านน้ำดักจับ ฝุ่น หรือสิ่งที่ยังหลงเหลืออยู่เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด โดยมีการตรวจวัดน้ำเสีย และการระเหยของไอปรอท และส่งกลับไปยังระบบบำบัดรวม ของโรงงาน ซึ่งมีการตรวจวัด (Monitoring) อย่างต่อเนื่อง) หลอดแก้วใสที่ได้มาหลังจากคูดเอาไอปรอท และผงฟอสฟอรัสแล้วจะถูกนำไปบดเป็นเสษแก้ว ส่งไปใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานผลิตใส้หลอดไฟใหม่°

ตลับหมึกพิมพ์ที่หมดอายุแล้วเมื่อนำไปทิ้งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากผงหมึกหรือหมึกเหลวที่ตกค้างอาจรั่วไหลลงสู่ดิน น้ำ เกิดการสะสมและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตใน สิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) นั้นสามารถนำตลับหมึกที่หมดแล้วมาเติมหมึกพิมพ์ใช้ ต่อได้อีก

5.3.5.3 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยี ในปัจจุบันของประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยไม่มีเทคโนโลยีในการรีไซเคิลเครื่องถ่ายเอกสาร มีเพียงการ ถอดแยกนำเอาอุปกรณ์ที่ยังใช้ได้อยู่ นำกลับมาใช้ใหม่ หรือใช้เป็นอะไหล่สำหรับซ่อม ในรูปของการทำ เครื่องใช้แล้วมือสอง ให้เป็นเครื่องใหม่ที่พร้อมใช้งาน (Recondition) ดังรูป

หลอดฟลูออเรสเซนต์: ขยะที่ไม่ใช่ขยะ , วารสารเพื่อปกปักรักษาพลังงานและสิ่งแวดล้อม ปีที่ 14 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2550 (http://www.adeq.or.th/UserFiles/pokepuk_vol3_new4.pdf, online 30/11/50)





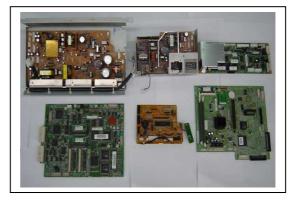












ที่มา: บริษัท สยาม รีกอนดิชั่น อินดัสตรี้ จำกัด

5.3.6 หม้อหูงข้าวไฟฟ้า (Electric Rice Cooker)

หม้อหุงข้าวไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ความร้อนทำให้ข้าวสุกได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยพลังงาน ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนหม้อหุงข้าวที่ใช้ในบ้านเราใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต หม้อหุงข้าวมี หลายขนาด ให้เลือกตามความต้องการ เช่นขนาด 0.27 ถิตร ขนาด 0.6 ถิตร ขนาด 1.8 ถิตร ขนาด 2 ถิตร เป็น ด้น

5.3.6.1 ประเภทของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

สามารถแบ่งประเภทของหม้อหุงข้าวไฟฟ้าออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ แบบ ธรรมดา แบบฝาลีอก และแบบควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

5.3.6.2 ส่วนประกอบของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

หม้อหุงข้าวยี่ห้อใด รุ่นใดก็ตาม ต้องมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ คือ อุปกรณ์ให้ ความร้อนและอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ให้ความร้อน

อุปกรณ์ให้ความร้อนหรือที่เรียกว่าแผ่นความร้อนที่ใช้ ในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นถวดนิโครม(Nichrome Wire) จะเรียกนิเกิล-อัลลอยค์ก็ได้ (Nickel-Chromium Alloy) มีส่วนผสม นิเกิล 60 % โครมเมียม 16% เหล็ก 24 %สามารถทนความร้อนได้ 1,700 องศาฟาเรน์ไฮน์ หรือ 926 องศา เซลเซียส แผ่นความร้อนมีอยู่ 2 แบบ คือ แผ่นความร้อนแบบกึ่งปิด และแผ่นความร้อนแบบปิด

<u>ลักษณะการให้ความร้อนในหม้อหูงข้าวไฟฟ้า</u>

แบบใช้ขดลวดความร้อน

ทำให้ข้าวสุกโดยความร้อนจากด้านถ้างแล้วกระจายไปรอบๆ ทั้งด้านบน และด้านล่าง ทำให้หม้อชั้นในรับความร้อนเท่ากันทุกจุด

แบบใช้แผ่นความร้อน

ทำให้ข้าวสุกโดยความร้อนจากบริเวณด้านล่างของตัวหม้อแล้วกระจาย เข้าสู่ภายในด้านเดียวข้าวจะสุกจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนแล้วจึงกระจายความร้อนไปให้ข้าวทั้งหม้อ

2. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) หรือ เทอร์โมสตัด เป็นตัว ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ร้อนเกินไป มี 2 แบบ ดังนี้

- แบบแม่เหล็ก ถ้าเกิดความเสียหายที่เทอร์โมสตัต จะต้องเปลี่ยนชุด
 แม่เหล็กทั้งชุด
 - แบบใบเมทอลิก สร้างจากทองแดง และ เหล็ก ยึดแน่นติดกันสนิท

5.3.6.3 หน้าที่ของส่วนประกอบหม้อหูงข้าวไฟฟ้า

หน้าที่ของส่วนประกอบที่สำคัญของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้

- ฝาหม้อ

ฝาหม้อทำหน้าที่ ปิดหม้อชั้นในป้องกันความร้อนออกขณะที่กำลังทำการหุงข้าว ตลอดจนรักษาความร้อนเอาไว้เมื่อหุงข้าวสุกแล้วและป้องกันสิ่งสกปรกลงไปในหม้อ ฝาหม้อจะมีที่จับเพื่อ ความสะดวกในการเปิดและปิดฝาหม้อ

- หม้อชั้นใน

หม้อชั้นในเป็นภาชนะบรรจุข้าวและเป็นส่วนทำหน้าที่รับความร้อนจากแผ่น ความร้อน ในการแพร่กระจายความร้อนเพื่อทำให้ข้าวสุก

- หม้อชั้นนอก

หม้อชั้นนอกทำหน้าที่เป็นโครงเพื่อให้หม้อชั้นในใส่เข้า และมีหูจับสำหรับยก เคลื่อนย้ายได้ และที่ก้นของหม้อจะมีชุดให้ความร้อนประกอบยึดติดอยู่

- ชุดควบคุมแสดงการทำงาน

ชุคควบคุมแสดงการทำงานทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงาน ของหม้อหุงข้าว โดยมีสวิตช์ในการกด เพื่อให้หม้อหุงข้าวทำงาน หลอดไฟสีแดง COOK แสดงสถานะกำลังหุงข้าว หลอดไฟสี เหลือง WARM แสดงสถานการณ์อุ่น

- อุปกรณ์ให้ความร้อน

อุปกรณ์ให้ความร้อน ทำหน้าที่ ให้ความร้อนแก่ข้าวจนกระทั่งข้าวสุก

- อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ทำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิ ไม่ให้ร้อนจนเกินไป และ หยุดให้ความร้อน เมื่อข้าวสุกแล้ว

5.3.6.4 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในต่างประเทศ

ต่างประเทศไม่มีเทคโนโลยีในการรีไซเกิลหม้อหุงข้าวไฟฟ้าเป็นการเฉพาะ เนื่องจากเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถเก็บรวบรวมกลับมาได้โดยง่าย และไม่มีกฎหมายควบคุม การนำกลับมารีไซเกิล

5.3.6.5 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยไม่มีเทคโนโลยีรีไซเคิลหม้อหุงข้าวไฟฟ้า มีเพียงการคัดแยก นำเอาวัสคุมีค่าออกมาโดยใช้เครื่องมือโดยทั่วไป และใช้แรงงานคนเท่านั้น เนื่องจาก หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็น อุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อน การคัดแยกจึงทำได้โดยง่ายดาย โดยขั้นตอนของการคัดแยก มีคังนี้ และคังรูปที่ 5.3.6-1 <u>ขั้นตอนที่ 1</u> เตรียมซากของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 2 การแยกชิ้นส่วน (Dismantling) ของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ซึ่ง ส่วนประกอบหลัก ๆ ที่สามารถแยกได้ คือ โครงหม้อหุงข้าว ส่วนใหญ่จะเป็นเหล็ก ฝาหม้อ เป็นพลาสติก หม้อหุงข้าวชั้นในและชั้นนอก ขดลวดความร้อน และแผ่นนำความร้อน สำหรับ น๊อต และสายไฟมีเพียงส่วน น้อยเท่านั้น

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> การส่งวัสคุที่กัดแยกได้ไปรีไซเกิล ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ เหล็ก พลาสติก อลูมิเนียม และทองแดง













รูปที่ 5.3.6-1 การคัดแยกหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

5.3.7 เทคโนโลยีการรีไซเคิลคอมพิวเตอร์ (Computer)

เนื่องจาก คอมพิวเตอร์มีการใช้งานได้หลากหลายและมีความรวดเร็วในการประมวลผล เช่น ด้านการศึกษา การคำนวณต่างๆ การออกแบบ เป็นต้น ปัจจุบันนับว่าคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากต่อ การคำเนินงานในสำนักงานต่างๆ หรือแม้แต่ในครัวเรือนทั่วไป เทคโนโลยีทางค้านคอมพิวเตอร์มี ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทุกปี ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้ทันต่อ เทคโนโลยี สังเกตได้จากประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีการทิ้งคอมพิวเตอร์ที่เป็นขยะมากถึง 30 ล้านเครื่องต่อปีโดย 70% ของขยะที่เกิดขึ้นจะเป็นโลหะหนัก อย่างเช่น ตะกั่ว และสารปรอท ซึ่งในบริเวณพื้นที่ต่ำของ ประเทศกำลังถูกถมค้วยขยะอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับประเทศไทยนั้นพบว่า มีคอมพิวเตอร์เลลี่ย 1-2 เครื่องต่อ ครัวเรือน โดยมีอายุการใช้งานต่อเครื่องประมาณ 2-4 ปี ทั้งที่เมื่อพิจาณาในแง่ของการใช้งานแล้ว คอมพิวเตอร์มีอายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 8 ปี แต่เนื่องจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างเร็ว ทำให้ คอมพิวเตอร์ตกรุ่นได้ง่าย เมื่อเวลาผ่านไปผู้บริโภคมักนำคอมพิวเตอร์ของตนไปเปลี่ยนเป็นรุ่นใหม่ อาจโดย การขาย แลกเปลี่ยน หรืออัพเกรดคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันสามารถแยกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ แบบตั้งโต๊ะ (Desk Top Computer) แบบพกพา (Laptop / Notebook) และเครื่องแม่ข่าย (Server) เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดจะมี องค์ประกอบหลักๆ คล้ายกัน ได้แก่ 1) จอภาพซึ่งมีทั้งแบบ CRT และ LCD 2) แผงวงจร (Main board) 3) ระบบจ่ายไฟ (Power Supply) เช่น หม้อแปลง ฟิวส์ 4) หน่วยความจำ / หน่วยเก็บข้อมูลสำรอง เช่น Hard Drive CD/DVD Rom Drive และ 5) ซีพียู (CPU / Case) สำหรับ CPU นี้เครื่องแบบพกพาจะไม่มี อย่างไรก็ ตามในรายงานนี้จะกล่าวถึงเฉพาะคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะเท่านั้น

5.3.7.1 ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (Desk Top Computer) ที่มีจอภาพ แบบ CRT 1 เครื่อง

คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ มากมาย ได้แก่ จอภาพ (Monitor) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit; CPU) การ์คแสดงผล แผ่นความจำ และอุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่น เม้าส์ แป้นพิมพ์ ไมโครโฟน ชุดลำโพง เป็นต้น เฉพาะซีพียูของ คอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวอาจประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆหลายร้อยชิ้น จอคอมพิวเตอร์ CRT 1 เครื่อง ประกอบด้วย วัสดุที่ใช้ทำจอภาพเป็นหลัก ส่วนที่เหลือได้แก่ แผงวงจร พลาสติก เส้นลวด-สายไฟ และ ทองแดง นอกจากนี้จอคอมพิวเตอร์ยังมีส่วนประกอบที่เป็นสารเคมีที่มีอันตราย (Hazardous Substances) หลายชนิด ได้แก่

¹⁰ ขยะคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังจะล้นโลก, 2006. กองบรรณาธิการเว็บไซต์ ARiP.co.th (http://law.neu.ac.th/article/garbage_comp.html, online 15/06/50)

- Tetrabromobisphenol A (TBBP A) และ Brominated flame retardants (BFRs)
 เป็นสารหน่วงไฟ ที่มีองค์ประกอบของโบรมีน ซึ่งเป็นธาตุในกลุ่มฮาโลเจน
 (Halogen) จึงเป็นสารก่อมะเร็งร้ายแรงประเภทหนึ่ง
- Lead Oxide เป็นหนึ่งในวัตถุอันตราย ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม กวามเป็นพิษของตะกั่วจะส่งผลต่อ<u>ระบบไหลเวียนโลหิต</u> ทำให้เกิดอาการ โลหิตจาง <u>สะสมในกระดูก และฟัน</u> ทำให้มีอาการปวดตามข้อ กระดูกผูและ หักง่าย อาการพิษเรื้อรังที่พบบ่อย คือ <u>อาการของระบบย่อยอาหาร</u> จะเกิดการ ปวดท้อง น้ำหนักลด เบื่ออาหารกลื่นไส้ ท้องผูก <u>อาการพิษทางประสาท</u> และ สมอง ทำให้ทรงตัวไม่อยู่ เกิดอาการประสาทหลอน ซึมไม่รู้สึกตัว ชัก มือและ เท้าตก เป็นอัมพาต สลบ และอาจตายได้ 11
- Cadmium สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน <u>พิษจากการหายใจ</u>เข้าไปจะก่อให้เกิดการ ระคายเคือง เจ็บคอ ใอ หายใจขัด <u>การกลืนหรือกิน</u>เข้าไปจะก่อให้เกิดอาการ ปวดท้อง ท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน <u>การสัมผัสเป็นระยะเวลานานหรือการ สัมผัสซ้ำ</u> จะทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบเลือด ทำลายไต และทำให้ประสาท การรับรู้กลิ่นผิดปกติ ใอของสารทำให้เป็นโรคปอดอักเสบ อาจเป็นอันตราย ถึงชีวิต เมื่อรั่วไหลลงลู่น้ำจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำ และเป็น พิษต่อแหล่งน้ำดื่ม
- Aluminium เมื่อสูดคม สัมผัส หรือกินเข้าไปจะเกิดการระคายเคือง

เมื่อพิจารณาถึงโลหะชนิดต่างๆ ที่ถูกใช้เป็นส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ สามารถจำแนกได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 5.3.7-1** พบว่ามีโลหะเป็นจำนวนมาก เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง และนิเกิล เป็นต้น หากมีการจัดการที่ดี องค์ประกอบที่เป็นโลหะต่างๆเหล่านี้จะสามารถมีอัตราส่วนในการ รีไซเคิลสูง และจะเป็นวัตถุดิบสำคัญเพื่อป้อนสู่อุตสาหกรรมต่างๆ ต่อไป

สำหรับองค์ประกอบของ Desk Top Computer (LCD) จะมีส่วนที่ต่างจาก Desk Top Computer (CRT) ตรงส่วนที่เป็นจอภาพเท่านั้น จอภาพแบบ Liquid Crystal Display (LCD) กำลังเป็นที่ นิยมในปัจจุบัน จากข้อมูลของ LIREC⁴ พบว่าอัตราการใช้จอ LCD ในประเทศเพิ่มขึ้นมาก โดยจากปี 1996 ถึง ปี 2003 มีปริมาณการใช้จอ LCD ในคอมพิวเตอร์มากขึ้นถึง 76 % โดยในปี 1996 มีการใช้ Notebook PC (LCD) เพียง 32 % แต่ในปี 2003 มีการใช้ Notebook PC (LCD) ถึง 50 % ส่วนค่านิยมการใช้ Desktop PC

_

¹¹ ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_txR_search.asp?info_id=41, online 10/06/50)

¹² Contribution as an energy saving product, LCD Industries Research Committee (LIREC) (http://home.jeita.or.jp/device/lirec/english/enviro/contribut.htm, online 15/06/50)

ก็เปลี่ยนไป โดยในปี 2003 มีความนิยมใช้ Desktop PC ที่มีหน้าจอแบบ LCD เพิ่มขึ้น เป็น 26 % จากเดิมที่ไม่ มีเลยในปี 1996 ที่เป็นเช่นนี้ อาจเพราะการใช้ Notebook PC และ Desktop PC (LCD) มีความคล่องตัวกว่า เนื่องจากมีขนาดเล็ก เบา เคลื่อนย้ายสะดวก อีกทั้งยังประหยัดพลังงาน จากข้อมูลของ LIREC อีกเช่นกัน พบว่า ในปี 2003 การเปลี่ยนมาใช้ Notebook PC และ Desktop PC (LCD) สามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ 2 MkW

ตารางที่ 5.3.7-1 ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สำคัญในคอมพิวเตอร์ ขนาด 60 ปอนด์ 1 เครื่อง

ชื่อสารเคมี	องค์ประกอบ (% wt)	น้ำหนักในคอมพิวเตอร์ (Ibs)	% Recycled	
Plastic	22.99	13.80	20	
Lead	6.29	3.80	5	
Aluminum	14.17	8.50	80	
Iron	20.47	12.30	80	
Copper	6.92	4.20	90	
Nickel	0.85	0.51	80	
Zinc	2.20	1.32	60	
Cobalt	0.0157	< 0.10	85	
Chromium	0.0063	< 0.10	0	
Silica	24.88	15.00	0	

หมายเหตุ : คัคแปลงจากของเสียอิเล็กทรอนิกส์และการจัดการโดยธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร¹³

5.3.7.2 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในต่างประเทศ

ปัจจุบัน ซากคอมพิวเตอร์กำลังกลายเป็นปัญหาสำคัญระดับโลก จากการรายงาน ของ Foreign Policy กล่าวว่า ทุกปีจะมีขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งรวมถึงคอมพิวเตอร์ จากทั่วโลกประมาณ 20-50 ล้านตัน โดยแหล่งรีไซเคิลที่สำคัญของโลกอยู่ที่จีน อินเดีย และ ในจีเรีย ด้วยเหตุผลด้านค่าแรงซึ่งถูกกว่าการ กำจัดภายในประเทศถึง 10 เท่า ซากคอมพิวเตอร์ เป็นซากที่ประกอบด้วยโลหะมีค่าเป็นจำนวนมาก ได้แก่ ทองคำ ทองแดง และอะลูมิเนียม ยกตัวอย่างเช่น ทองคำที่ได้จากซากคอมพิวเตอร์ 1 ตัน มีจำนวนมากกว่าที่ได้ จากสายแร่ทอง 17 ตัน เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ แรงงานในเมือง Guiyu ซึ่งเป็นแหล่งรีไซเคิลสำคัญ อยู่ทางใต้ของ ประเทศจีน จึงให้ความสำคัญกับการคัดแยกและนำวัสดุมีค่าในซากคอมพิวเตอร์กลับมา 14

จัดทำโดย สูนย์วิสวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม บางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5-64

บองเสียอิเล็กทรอนิกส์และการจัดการ* ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร (http://www.compost.mju.ac.th/help/pic/%A2%CD%A7%E0%CA%D5%C2.pdf, online 10/06/50)

¹⁴ ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=296, online 10/06/50)

ในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา จะมีการ จัดการที่เป็นระบบ มีขั้นตอนการจัดการที่ชัดเจน รวมทั้งมีเทคโนโลยีที่เหมาะสมมารองรับ เช่น ในประเทศ อังกฤษมีวิธีการจัดการซากคอมพิวเตอร์ที่ไม่ซับซ้อน โดยมีรายงานว่า 45 % ของซากคอมพิวเตอร์จะถูก ซ่อมแซม / ตกแต่งให้สวยงามขึ้น (Refurbishment) หรืออัพเกรดเครื่อง แล้วนำไปขายเป็นของมือสองต่อไป ส่วนซากที่เหลือจะถูกนำไปแยกชิ้นส่วน (Dismantling) เพื่อนำวัสดุกลับมารีไซเคิลและ Recovery 15

องค์ประกอบในคอมพิวเตอร์มีโลหะมีค่าหลายชนิด ซึ่งสามารถจำแนกตาม ศักยภาพในการรีไซเคิลได้ 4 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มที่ 1 มีศักยภาพในการรีไซเคิลสูงถึง 80% หรือมากกว่า ได้แก่ อะลูมิเนียม
 เหล็ก ทองแดง นิกเกิล ทองคำและเงิน
- กลุ่มที่ 2 มีศักยภาพในการรีไซเคิลปานกลางประมาณ 50-80% ได้แก่ สังกะสี อินเดียม ซิลีเนียมและ โรเดียม
- กลุ่มที่ 3 มีสักยภาพในการรีไซเคิลต่ำ ประมาณ 50% หรือน้อยกว่า เช่น ตะกั่ว และพลาสติก
- กลุ่มที่ 4 ไม่มีสักขภาพในการรีไซเคิล ได้แก่ เจอร์มาเนียม แกลเลียม แบเรียม แทนทาลัม วาเนเดียม แบริลเลียม ยูโรเปียม

จะเห็นว่าถ้ามีการจัดการที่เป็นระบบและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะสามารถแยก โลหะมีค่าออกมาใค้มาก นอกจากจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนการผลิต เพราะ โดยปกติการใช้วัสดุรีไซเกิลจะมีราคาถูกกว่า อีกทั้ง ยังเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอันจะเกิดจากปนเปื้อน หรือการสกัด / ถลุง เพื่อเอาโลหะมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต

5.3.7.3 แนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการซากคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไป มีขั้นตอน ดังนี้

ข้นตอนที่ 1 การแยกชิ้นส่วน (Dismantling) ของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ ส่วนประกอบหลักๆ สามารถแยกได้ ดังนี้ CPU Cover, Power Supply, Cables, Copper Yoke, Printed circuit board (high grade), Printed circuit board (low grade), Steel breakage, Monitor cover, Cathode Ray Tube (CRT)

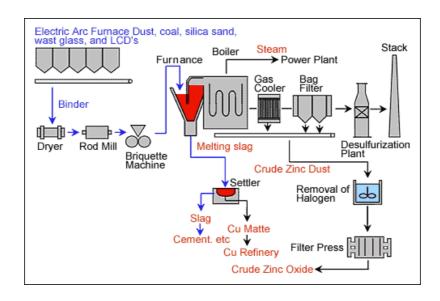
ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบและการซ่อมแซมเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำได้โดยการ สังเกตด้วยตาเปล่า การทดสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า ทดสอบการทำงานของแต่ละระบบ

UK Status Report on Waste From Electrical and Electronic Equipment 2000, Industry Council for Electronic Equipment Recycling. (http://www.icer.org.uk/InterimStatusReport2005FinalWeb.pdf, online 15/06/50)

ขั้นตอนที่ 3 การบำบัคขั้นต้นก่อนนำเข้ากระบวนการรีไซเกิล ซึ่งหมายถึง การแยกชิ้นส่วน การคัดแยก การตัด การบด การอัด การทำลาย ความเป็นพิษ และอื่นๆ

ขั้นตอนที่ 4 การส่งไปรีไซเคิล โดยจะส่งไปตาม Recycle Plant ต่างๆ ที่ เหมาะสม เช่น พลาสติก โลหะ อโลหะ เป็นต้น

LCD Industries Research Committee ¹⁶ ได้เสนอวิธีการนำจอ LCD ที่เสื่อมสภาพ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในกระบวนการทำสังกะสีให้บริสุทธิ์ โดยการบดแก้วจากจอ LCD แล้วนำไปผสมกับซิ ลิกา จากนั้นนำไปเผาในเตาที่ 1300°C จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแร่สังกะสี (อยู่ในรูป Zinc Oxide) ทองแดงซึ่งยังไม่ บริสุทธิ์ต้องนำไปผ่านกระบวนการ Refinery อีกครั้ง และ Slag ซึ่งสามารถนำไปผสมทำซีเมนต์ได้ ดังแสดงใน รูปที่ 5.3.7-1 ส่วนบริษัท NEC ประเทศญี่ปุ่น เสนอเทคโนโลยีการนำกลับมาใช้ซ้ำโดยการออกแบบจอ LCD ของ Notebook ให้สามารถฉอดออกและนำไปใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประเภทอื่น เช่น ทีวี คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ เป็นต้น ที่ทำเช่นนี้ เนื่องจากบริษัท NEC เล็งเห็นถึงแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นอย่าง รวดเร็วของการใช้จอแบบ LCD ของผู้บริโภค เนื่องจากจอ LCD กินไฟน้อยและมองภาพได้กว้างกว่า¹⁷



รูปที่ 5.3.7-1 กระบวนการทำสังกะสีให้บริสุทธิ์ โดยใช้แก้วจากจอ LCD ที่เสื่อมสภาพ°

-

Consumer Electronics and Electronic Office Equipment, New Energy and Industrial Technology Development

Organization (NEDO) (http://www.nedo3r.com/MatrixE/mat-2.htm, online 05/06/50)

คังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ามีส่วนประกอบบางอย่างในคอมพิวเตอร์ที่เป็นพิษต่อ สิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้การรีไซเคิลเป็นไปได้ยากขึ้น อย่างไรก็ดี บริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ต่างแสดงเจตนารมณ์ ที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว โดย Dell ประกาศยกเลิกการใช้สารเคมือันตราย เช่น BFRs (Brominates Flame Retardants) และ PVC (Poly Vinyl Chloride) ในผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์ของบริษัทให้หมดภายในปี 2009 นอกจากนี้ยังมีบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์รายอื่นๆ ได้แก่ HP, Nokia, Samsung, และ Sony Ericsson ที่ตั้งเป้ายกเลิกการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตสินค้าของทางบริษัทเช่นเดียวกัน

ในต่างประเทศที่มีเทคโนโลยีสูง คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง สามารถนำมารีไซเคิลได้ เกือบ 100 % ซึ่งหมายความว่า ซีพียู หลอดภาพ ลายวงจร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พลาสติกและโลหะ ถูกดึง กลับมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันยังไม่มีการจัดการที่เป็นระบบ แม้จะมีเทคโนโลยี ที่เหมาะสมในการรีไซเคิล แต่ยังมีปัญหาเรื่องปริมาณวัตถุดิบที่จะป้อนเข้าสู่โรงงานอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากยัง ไม่มีการคัดแยกที่เป็นระบบ จึงทำให้ซากของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์กระจายอยู่ในหลายพื้นที่ ไม่ได้ รวมกันส่งมาป้อนให้โรงงาน ในประเทศที่พัฒนาแล้วมักจะไม่พบปัญหาเหล่านี้เพราะมีระบบการคัดแยกเป็น ขั้นเป็นตอน อีกทั้งยังมีการนำเข้าวัตถุดิบ (ซาก) จากต่างประเทศมาเพื่อแยกในเชิงธุรกิจ เช่น ฟิลิปปินส์ ออสเตรเลีย เป็นต้น ในประเทศไทยไม่มีโรงงานรีไซเคิล CRT หรือที่รู้จักกันดีในนาม "จอภาพ" เนื่องจาก เทคโนโลยีรีไซเคิลจอภาพต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านสูง ซึ่งรัฐบาลจำเป็นต้องส่งเสริม แต่ถึงแม้ว่าเราจะไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้ทั้งหมด แต่ก็ควรให้เหลือปริมาณที่จะส่งไปกำจัดหรือทำลายโดยการเผา หรือการ ฝังกลบให้น้อยที่สุด

5.3.7.4 แนวทาง วิธีการ หรือเทคโนโลยีในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยไม่มีเทคโนโลยีในการรีไซเคิลคอมพิวเตอร์ มีเพียงการถอดแยก องค์ประกอบนำเอาอุปกรณ์ที่ยังใช้ได้อยู่ นำกลับมาใช้ใหม่ หรือใช้เป็นอะไหล่สำหรับซ่อม คังร**ูปที่ 5.3.7-2**

5.4 สรุปการใช้เทคโนโลยีรีไซเคิลของประเทศไทยในปัจจุบัน

สำหรับประเทศไทย สถานประกอบการที่รับซื้อซากเครื่องใช้ไฟฟ้าฯ ส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้เทคโนโลยี ในการรีไซเคิลเป็นเพียงการถอดแยกองค์ประกอบ โดยอาศัยเครื่องมือที่หาได้โดยทั่วไป และใช้แรงงานคน มี เพียงบริษัทวงศ์พาณิชย์ จำกัด สำนักงานใหญ่ จังหวัดพิษณุโลก ที่มีเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการคัดแยก และ ใช้เครื่องจักรในการบดย่อยพลาสติกให้ออกมาเป็นวัตถุดิบสำหรับส่งต่อโรงงานที่ใช้วัสดุรีไซเคิลในการผลิต สินค้าใหม่ ดังรูปที่ 5.4-1 ถึง รูปที่ 5.4-2 และบริษัทยูนิ คอปเปอร์เทรด จำกัดที่นำแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์มา รีไซเคิลให้ได้โลหะมีค่า เช่น ทองแดง ทองคำ เงิน และอื่นๆ ดังแสดงขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 5.4-3 และรูปที่ 5.4-4

















รูปที่ 5.3.7-2 การถอดแยกองค์ประกอบซากคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ



รูปที่ 5.4-1 การรีไซเคิลพลาสติก ที่มา : บริษัทวงศ์พาณิชย์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)









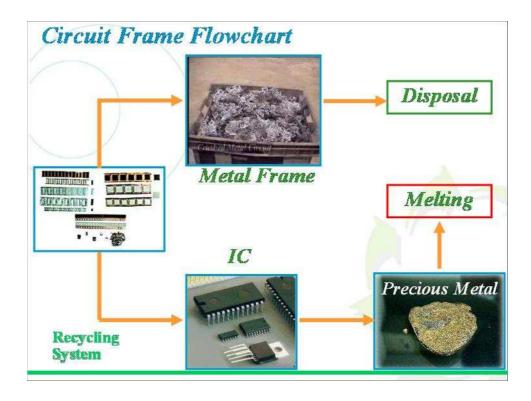


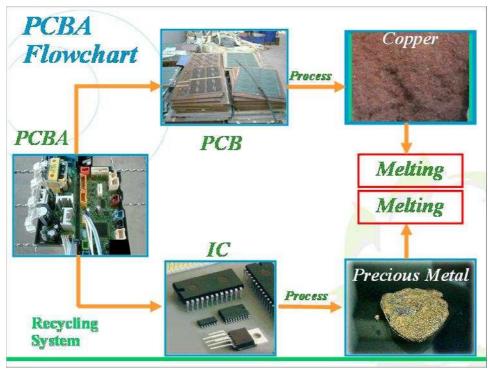






รูปที่ 5.4-2 การคัดแยกซากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มา : บริษัทวงศ์พาณิชย์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)





รูปที่ 5.4-3 กระบวนการรีไซเกิลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และแผ่น PCB ที่มา: บริษัทยูนิคอปเปอร์เทรด จำกัด



รูปที่ 5.4-4 การรีไซเคิลแผ่น PCBs

จากการคำเนินงานของบริษัทวงศ์พาณิชย์ จำกัด และบริษัทยูนิคอปเปอร์เทรด จำกัด ดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าประเทศไทย มีศักยภาพในการคัดแยกเครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ให้ได้ วัสดุที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ เป็นอะไหล่ และรีไซเคิลให้เป็นโลหะมีค่า หรือเป็นวัตถุดิบสำหรับนำไป ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

จากการศึกษางานวิจัยจากต่างประเทศที่มีการทำเกี่ยวกับการรีไซเคิลวัสดุที่เป็น องค์ประกอบของซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เปรียบเทียบกับการเข้าสำรวจเทคโนโลยี และศักยภาพของโรงงานรีไซเคิลจริง จำนวน 30 แห่ง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 5.4-1 พบว่า โรงงาน รีไซเคิลของประเทศไทยส่วนใหญ่ เป็นลักษณะเป็นจุดของการรวบรวมซากผลิตภัณฑ์ต่างๆเพื่อรอการคัดแยก ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการรีไซเคิลของประเทศไทยเป็นเพียงในส่วนของการ Dismantling และใช้แรงงานคนเป็น หลัก รายละเอียดแสดงในเอกสารแนบท้าย 3

ตารางที่ 5.4-1 เปรียบเทียบผลการสำรวจระดับเทคโนโลยีการรีไซเคิลของประเทศไทย

	ระดับเทค โน โลยีการรี ใชเคิล					หมายเหตุ
รายชื่อโรงงาน		2	3	4	5	
1. บริษัทวงษ์พาณิชย์ สาขาลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร						
2. บริษัทวงษ์พาณิชย์ สาขาลาคพร้าว จังหวัดกรุงเทพมหานคร						
3. บริษัทอาร์ที่ โกลเบิล กรุ๊ป จังหวัดนครปฐม						
4. บริษัทวงษ์พาณิชย์ จังหวัดภูเก็ต						
5. บริษัทวงษ์พาณิชย์ สาขาลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี						
6. บริษัทวงษ์พาณิชย์ จังหวัดปราจีนบุรี						
7. บริษัทวงษ์พาณิชย์ จังหวัดพิษณุโลก						
8. บริษัทสยามรีคอนดิชั่น จังหวัดชลบุรี						
9. บริษัทฟูจิ ซีรื่อกซ์ อีโค-แมนูแฟกเจอริ่ง จำกัด จังหวัดชลบุรี						
10. บริษัท โลหะไทยสแตนเลส จำกัด						
11. บริษัท วงษ์พาณิชย์ จำกัด						
12. บริษัท ทรี เพาเวอร์ จำกัด						
13. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชินฟา						
14. บริษัท สยามโพลี (ไทยแลนค์) จำกัด						
15. บริษัท มีเทค อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัด						
พระนกรศรีอยุธยา						
16. บริษัท ซี เอช เจ เมทเทิล จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา						
17. บริษัท พี.เอ็น.พี. รีไซเกิล จำกัด จังหวัดชลบุรี						
18. บริษัท มัตซึละ ซังเกียว (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัด						
พระนครศรีอยุธยา						

ตารางที่ 5.4-1 เปรียบเทียบผลการสำรวจระดับเทค โน โลยีการรีไซเคิลของประเทศไทย (ต่อ)

	ระดับเทคโนโลยีการรีไซเคิล			หมายเหตุ		
รายชื่อโรงงาน	1	2	3	4	5	
19. ห้างหุ้นส่วนจำกัด พัชรพล อาร์คิเทคเชอร์ จังหวัด						
พระนครศรีอยุธยา						
20. บริษัท คาร์โบเท็กซ์ จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ						
21. บริษัท เอส เอ สยามรีคัฟเวอร์ จำกัด จังหวัดสุพรรณบุรี						
22. บริษัท ไทยเอเชีย 14001 จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา						
23. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอสที่ รีไซเคิล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา						
24. บริษัทอโยธยารีไซเกิล 2002 จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา						
25. บริษัท มากายิน แอนด์ ทาเนฮาชิ(ไทยแลนด์) จำกัด จังหวัด						
ปทุมธานี						
26. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ยูนิคอร์ปเปอร์เทรด จังหวัดสมุทรสาคร						
27. บริษัท ทรีวิว จำกัด จังหวัดชลบุรี						
28. บริษัท ฮิโน คินโชกุ (ไทยแลนค์) จำกัด จังหวัดชลบุรี						

หมายเหตุ: นิยามระดับเทคโนโลยีการรีไซเกิล

ระคับที่ 1 = ใช้แรงงานคนคัดแยก อปกรณ์ที่ใช้ เช่น คืม ค้อน ไขควง เป็นต้น

ระดับที่ 2 = ใช้แเรงงานคนกัดแยก ร่วมกับครื่องจักรเบื้องต้นในการถอดแยกและบดตัดชิ้นส่วน เช่น เครื่องอัด เครื่องปอก สายไฟ เครื่องบด/ตัด เป็นต้น รวมทั้งระบบฐานข้อมูลเบื้องต้นในการตรวจเช็กสภาพชากฯ

ระดับที่ 3 = ใช้เทคโนโลยีในการรีไซเคิลโดยวิธีกล เช่น magnetic separator, grain-size sector, water separator

ระดับที่ 4 = ใช้เทคโนโลยีในการรีไซเกิลโดยการใช้ความร้อนและสารเคมี เช่น Incineration, Melting, Electrolysis

ระดับที่ 5 = ใช้เทคโนโลยีในการรีไซเคิลโดยการแปรสภาพวัสดุหรือคืนสภาพวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ หรือคืนสภาพเป็น พลังงาน

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากเทคโนโลยีและกระบวนการที่โรงงานดังกล่าวดำเนินการอยู่ ในปัจจุบันข้างต้น พบว่า ยังมีความสามารถในการนำวัสดุที่คัดแยกจากซากและกากอุตสาหกรรมยังคง หมุนเวียนและนำกลับมาใช้ได้น้อย เนื่องจากเทคโนโลยีเป็นเพียงระดับพื้นฐาน และแม้จะมีบางวัสดุเช่น เสษ พลาสติกจากเครื่องซักผ้า สามารถนำไปผ่านกระบวนการเบื้องต้น โดยการหลอมเป็นเป็นพลาสติกใหม่ ก็ยัง พบว่ากุณภาพที่ได้นั้น ยังอยู่ในระดับหรือเกรดที่ต่ำกว่าพลาสติกที่เป็นวัตถุดิบใหม่ 100% ซึ่งเมื่อได้ทำการ ทบทวนงานวิจัยของต่างประเทศเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีการรีไซเคิลของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการ รีไซเคิลซากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชนิดต่างๆ พบว่า ในแต่ละวัสดุที่ทำการแยกออกมานั้นมี อะไรบ้างและมีความสามารถที่จะนำไปใช้ได้อย่างไร ดังรูปที่ 5.4-5

รูปที่ 5.4-5 แผนผังเทคโนโลยีของการรีไซเคิลเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีประเทศไทยกับงานวิจัย ของต่างประเทศ จากรูปที่ 5.4-5 พบว่า ระดับเทคโนโลยีของการรีไซเคิลของประเทศไทยอยู่ใน ขั้นของการถอดแยกชิ้นส่วน (กรอบสีน้ำเงิน) โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการถอดประกอบเป็นเพียง อุปกรณ์พื้นฐาน เช่น ค้อน ไขควง แล้วคัดแยกตามประเภทวัสดุต่างเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป ขณะที่ เทคโนโลยีของการรีไซเคิลของต่างประเทศ จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของต่างประเทศ พบว่า มีการ ถอดแยกชิ้นส่วน การคัดแยก การตัด การบด การแยกด้วยแม่เหล็ก การแยกด้วยระบบ Eddy Current การแยก ตามความหนาแน่นของวัสดุ เป็นต้น ซึ่งทำให้ได้วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิลเพื่อจำหน่ายให้กับ โรงงานผลิตต่อไป ทั้งนี้ การที่สามารถรีไซเคิลวัสดุให้อยู่ในระบบปิด (Closed Loop System) กล่าวคือ จาก ผลิตภัณฑ์เดิมไปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ จะช่วยให้ต้นทุนการผลิตลดลง โดยไม่จำเป็นต้องไปหาตลาดใหม่ให้กับ วัสดุรีไซเคิล

จากการสำรวจข้อมูลและศึกษาการเปรียบเทียบระดับเทค โนโลยีการรีไซเคิล พบว่า ข้อจำกัดของเทค โนโลยีการรีไซเคิลของประเทศไทย สามารถสรุปได้ดัง**ตารางที่ 5.4-2**

ตารางที่ 5.4-2 ข้อจำกัดของเทคโนโลยีการรีไซเคิลของผู้ประกอบการธุรกิจรีไซเคิล

	0/	9 0 0 1	·
ระดับ	ศักยภาพของ	ข้อจำกัด/อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
เทคโนโลยี	ประเทศไทย		
ระดับที่ 1	/	- ความเชี่ยวชาญของแรงงาน	- ฝึกอบรมพนักงาน
		- อัตราค่าจ้างแรงงาน	- ปรับปรุงอัตราค่าจ้างให้เหมาะสมกับค่าครองชีพ
ระดับที่ 2	/	- ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี (know-how)	- วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ
		- เงินทุน	- สนับสนุนเงินทุนในการวิจัยและพัฒนา
		- พื้นที่/สถานที่ตั้งโรงงาน	- ปรับปรุงกฎหมายให้เอื้อต่อการพัฒนาเทคโนโลยี
		- กฎหมาย	
		- ตลาดรองรับ	
		- ทัศนคติของเจ้าของกิจการ	
ระดับที่ 3	-	- ความรู้ทางค้านเทกโนโลยี (know-how)	- รับการถ่ายทอดเทค โน โลยีจากต่างประเทศ
		- เงินทุน	- สนับสนุนเงินกู้คอกเบี้ยต่ำ
ระดับที่ 4	-	- ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี (know-how)	- รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
		- เงินทุน	- สนับสนุนเงินกู้คอกเบี้ยต่ำ
ระดับที่ 5	-	- ความรู้ทางค้านเทคโนโลยี (know-how)	- รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
		- เงินทุน	- สนับสนุนเงินกู้คอกเบี้ยต่ำ

หมายเหตุ: นิยามระดับเทคโนโลยีการรีไซเคิล

ระดับที่ 1 = ใช้แรงงานคนคัดแยก อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น คืม ค้อน ไขควง เป็นต้น

ระดับที่ 2 = ใช้แเรงงานคนกัดแยก ร่วมกับครื่องจักรเบื้องต้นในการถอดแยกและบดตัดชิ้นส่วน เช่น เครื่องอัด เครื่องปอก สายไฟ เครื่องบด/ตัด เป็นต้น รวมทั้งระบบฐานข้อมูลเบื้องต้นในการตรวจเช็กสภาพชากฯ

ระดับที่ 3 = ใช้เทคโนโลยีในการรีไซเคิลโดยวิธีกล เช่น magnetic separator, grain-size sector, water separator

ระดับที่ 4 = ใช้เทคโนโลยีในการรีไซเคิลโดยการใช้ความร้อนและสารเคมี เช่น Incineration, Melting, Electrolysis

ระดับที่ 5 = ใช้เทคโนโลยีในการรีไซเคิลโดยการแปรสภาพวัสดุหรือคืนสภาพวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ หรือคืนสภาพเป็น พลังงาน

5.5 ระดับเทคโนโลยีการรีไซเคิลวัสดุประเภทต่างๆ ในประเทศไทย

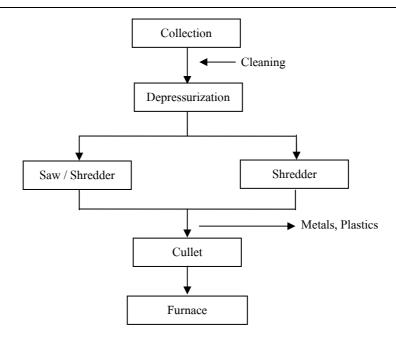
5.5.1 การรีไซเคิลเศษเหล็ก

ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตเหล็กกล้า ที่สามารถรองรับเศษเหล็กจากซากอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำไปรีไซเคิลได้ ดังนั้น การรีไซเคิลเศษจากซากอุปกรณ์ไฟฟ้าฯ จึงไม่มีปัญหาในการ นำเศษเหล็กกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบหมุนเวียน แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการรีไซเคิลเศษเหล็กใน ต่างประเทศกับประเทศไทยดังแผนภาพต่อไปนี้

<u>กระบวนการรีไซเคิลเหล็กในต่างประเทศ</u> <u>กระบวนการรีไซเคิลเหล็กในประเทศไทย</u> Manual disassembly Manual disassembly Sorting Shredder ➤ Others Ferrous metal Magnetic separator Ferrous metal Cutting & Shredding Smelter Eddy current separator Smelter Plastics, Non-ferrous metal Residue

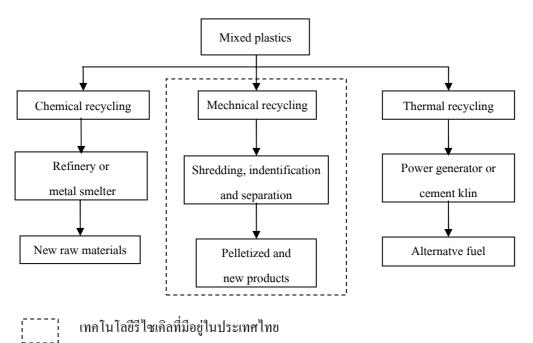
5.5.2 การรีไซเคิลแก้วจากจอ CRT

กระบวนการรีไซเคิลจอ CRT ประกอบด้วยกระบวนการถอดจอ CRT ออกจากฝาครอบและ โครงพลาสติก กระบวนการแยก CRT ออกจาก Steel Reinforced Band โดยใช้ความร้อน จากนั้นทำการแยก Panel Glass และ Funnel Glass ออกจากกัน จากนั้นนำไปล้าง และบดเป็น Cullets เพื่อนำไปหลอมเป็นจอ CRT ต่อไป สำหรับประเทศไทยนั้น ไม่มีเทคโนโลยีในการรีไซเคิลแก้วจอ CRT ในประเทศแล้ว เนื่องจากไม่มี ตลาดรองรับการผลิตจอ CRT แสดงแผนภาพกระบวนการรีไซเคิลจอ CRT ดังต่อไปนี้



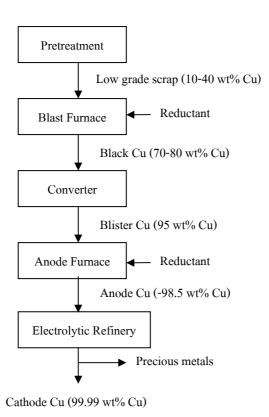
5.5.3 การรีไซเคิลพลาสติก

กระบวนการรีไซเคิลพลาสติกประกอบด้วยแนวทางการรีไซเคิล 3 รูปแบบ คือ 1) การรี ไซเคิลทางเคมี เป็นการนำเศษพลาสติกไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการทางปิโตรเคมี หรือใช้เป็น reductant ในกระบวนการหลอมเหล็ก 2) การรีไซเคิลทางกล ประกอบด้วยกระบวนการบดและจำแนกชนิด ของพลาสติกเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (ประเทศไทยมีการรีไซเคิลทางกล) และ 3) การรีไซเคิลทาง ความร้อน เป็นการใช้พลาสติกไปเป็นเชื้อเพลิงทางเลือก แสดงดังแผนภาพดังต่อไปนี้



5.5.4 การรีไซเคิลทองแดง

กระบวนการรีไซเคิลทองแคงประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแผนภาพต่อไปนี้ สำหรับการรี ไซเคิลเศษทองแคงเป็น Copper Cathode ไม่มีโรงงานในประเทศไทย เนื่องจากไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน ประกอบกับกระบวนการรีไซเคิล ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับสูง ทำให้โรงงานรีไซเคิลทองแคง เป็น Copper Cathode ต้องปิดกิจการไป



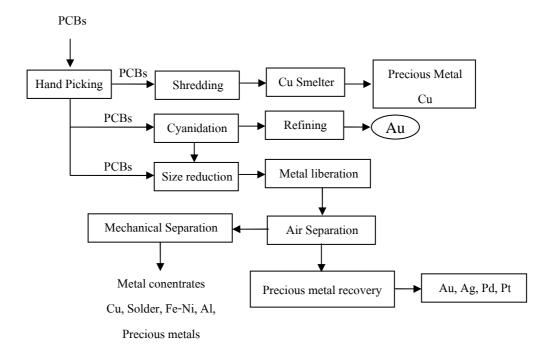
5.5.5 การรีไซเคิลอะลูมิเนียม

เทคโนโลยีรีไซเคิลอะลูมิเนียในประเทศไทย เป็นเพียงการผลิตขั้นต้นโดยการหลอม อะลูมิเนียมจากเศษอะลูมิเนียมเท่านั้น ซึ่งจัดเป็น Secondary Aluminium โดยผู้ผลิตเป็นโรงงานที่รับซื้อเศษ โลหะและกากอะลูมิเนียมเป็นวัตถุดิบเพื่อนำมาหลอมใหม่เป็นอะลูมิเนียมยังไม่ขึ้นรูป หรืออะลูมิเนียมขึ้นรูป

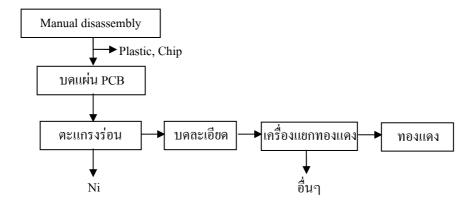
5.5.6 การรีไซเคิล PCB

กระบวนการรีไซเคิล PCB ในประเทศไทยนั้น ใช้กระบวนการแยกชิ้นส่วนด้วยมือให้ ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ก่อน โดยถอดพลาสติก แยกชิป และ PCB นำเข้าเครื่องบด จากนั้นร่อนด้วยตะแกรง เพื่อแยกนิกเกิลจากชินส่วนใอซี ชิ้นส่วนที่ผ่านตะแกรงร่อนนำไปบดละเอียดต่อไป จากนั้นนำไปเข้าเครื่อง แยกทองแดง ซึ่งจะได้ทองแดงออกมา แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการรีไซเคิล PCB ในประเทศไทยกับ ต่างประเทศ ดังแผนภาพต่อไปนี้

กระบวนการรีไซเคิลเ PCB ในต่างประเทศ



กระบวนการรีไซเคิล PCB ในประเทศไทย



จากเทคโนโลยีรีไซเคิลวัสคุประเภทต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่า เทคโนโลยีรีไซเคิลวัสคุที่ ประเทศไทยควรพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถ ได้แก่ เทคโนโลยีการรีไซเคิลแผ่น PCB และชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เพื่อสกัดแยกโลหะมีค่า อันเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้เกิดขึ้นในประเทศแทนการส่งออก ไปรีไซเคิลในต่างประเทศ นอกจากนี้ ประเทศไทยควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิล พลาสติกในรูปแบบ Chemial recycling เพื่อให้สามารถนำเศษพลาสติกกลับมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นใน อุตสาหกรรมปีโตรเคมี รวมถึงรีไซเคิลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันได้อีกทางหนึ่ง