บทที่ 6 แผนการดำเนินงาน

6.1 รูปแบบการดำเนินงาน

จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในบทก่อนหน้านี้ บริษัทอินโนเวสต์มีการดำเนินงานการแยกโลหะมีค่าเบื้องต้นจากขยะอิเล็กทรอนิกส์จำพวกแผงวงจรพิมพ์ (PCB) แผ่นวงจรรวม (IC), จอภาพ (CRT) และเศษทิ้งจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (electronic scraps) โดยบริษัทจะรับขยะมาจากเศษทิ้งจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมและซากผลิตภัณฑ์เก่าจากศูนย์ขายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ในเขตกรุงเทพ โดยมุ่งเน้นการเป็นผู้รับซื้อขยะถึงโรงงานในราคาที่สมเหตุสมผล ตรงต่อเวลาและสม่ำเสมอ, ให้บริการจัดการสถานที่เก็บขยะอิเล็กทรอนิกส์ให้เรียบร้อย, จัดส่งวัสดุรีไซเคิลที่มีคุณภาพและตรงต่อเวลา

6.2 ประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่รับ

บริษัทอินโนเวสต์จะรับขยะจากสองแหล่งหลักๆคือ เศษทิ้งจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม และ ซากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จากศูนย์ไอทีขนาดใหญ่ในเขตกรุงเทพ โดยจะสามารถแบ่งตามประเภทของขยะได้ดังนี้

- พวกแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) ซึ่งหมายรวมถึงแผ่นเมนบอร์ดคอมพิวเตอร์เก่า แผ่นอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ นอกจากนี้แผ่นวงจรพิมพ์ยังหมายรวมถึง เศษทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแผ่นวงจรพิมพ์และแผ่นวงจรรวม
- CRT จอคอมพิวเตอร์เก่าจากศูนย์ไอที
- HDD ฮาร์ดดิสก์จากศูนย์ไอที

บริษัทคาดการณ์ปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์จากศูนย์ไอทีในเขตกรุงเทพและปริมณฑลประมาณ 14.5 ตันต่อเดือนตามตารางที่ 6-1 และเศษทิ้งจากกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์รายใหญ่ 6 แห่งประมาณ 11 ตันต่อเดือนในตารางที่ 6-2

ตารางที่ 6-1 ปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่คาดการณ์ต่อเดือนในปีแรก

แหล่งที่มาของขยะ	**ศูนย์ไอที**			**โรงงาน**
ประเภทของขยะ	PCB	CRT	HDD	**เศษทิ้งในกระบวนการผลิต**
ปริมาณ (kgs/month)	3,876.2	7,476.0	3,150.0	10,666.7

ตารางที่ 6-2 จำนวนคู่แข่ง โอกาส ปริมาณเศษทิ้งและกำลังผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเป้าหมาย

บริษัทผู้ผลิต	จำนวนคู่แข่ง[1]	โอกาส[1]	ราคารับซื้อ[1] (บาท/กก.)	ปริมาณซากทิ้ง[1] (กก./เดือน)	กำลังการผลิต[1] (ล้านชิ้น/ปี)	ปริมาณที่คาดว่าจะได้
บริษัท ฮานา เซมิคอนดักเตอร์ จำกัด (อยุธยา)	2	50%	10	6,500.00	2,450.00	3,250.00
บริษัท ยูแทคไทย จำกัด	2		15	4,000.00	1,657.00	1,333.33
บริษัท เซอร์กิต อิเล็กทรอนิกส์ อินดัสทรีส์ จำกัด	1		10	700.00	200.00	350.00
บริษัท เอ็นเอ็กซ์พี แมนูแฟคเจอริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด	2	70%	15	6,000.00	3,600.00	4,200.00
บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี(ประเทศไทย) จำกัด	3	80%	10	1,500.00	900.00	1,200.00
บริษัท โรห์ม อินทิเกรเด็ด เซมิคอนดักเตอร์(ประเทศไทย) จำกัด	2		10	1,000.00	317.00	333.33
รวม				19,700.00	9,124.00	10,666.67

ที่มา: 1) จากการสัมภาษณ์เชิงลึก

6.3 แนวคิดในการออกแบบระบบรีไซเคิล

การรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์นั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรีไซเคิลจะขึ้นอยู่กับชนิดของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เข้าสู่ระบบเนื่องจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากจะทำมาจากวัตถุดิบจำพวกโลหะต่างๆ หลายชนิดมาประกอบกันทั้งธาตุมีค่าและธาตุอันตราย หลักการสำคัญของการแยกขยะทางวิศวกรรมคือต้องก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการรีไซเคิลให้น้อยที่สุดและต้องใช้ต้นทุนน้อยกว่ากระบวนการในการใช้วัสดุใหม่ ในการออกแบบระบบแยกทรัพยากรที่มีค่า บริษัทฯได้กำหนดแนวทางพิจารณาการออกแบบดังนี้

1. เป็นระบบที่ใช้แยกโลหะและอโลหะออกจากกันเป็นหลัก
2. มีหลายกระบวนการแยก เพื่อสามารถแยกชนิดโลหะได้ครอบคลุมหลายชนิด
3. มีความยืดหยุ่น สามารถย้อนกระบวนการกลับมาทำใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้
4. สามารถเพิ่มขนาดหรือเวลาทำงาน เพื่อรองรับปริมาณของเสียที่เพิ่มขึ้นได้

จากแนวคิดดังกล่าวทำให้บริษัทฯ ต้องเลือกใช้เทคโนโลยีการแยกอย่างง่าย เช่น การแยกโดยอาศัยคุณสมบัติพื้นฐานที่แตกต่างกันของโลหะประเภทนั้นๆ ดังนี้โดยอ้างอิงจากรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาความเหมาะสมในการจัดตั้งโรงงานกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

1. การคัดขนาดด้วยตะแกรง (Sieving) อาศัยหลักการแยกวัสดุแต่ละชิ้นส่วนที่มีขนาดเฉพาะตัว
2. การแยกด้วยแม่เหล็ก (Magnetic separation) ใช้แม่เหล็กความเข้มสูง อาศัยคุณสมบัติทางแม่เหล็กของแต่ละวัสดุที่ไม่แตกต่างกันในการแยกวัสดุ
3. การแยกโดยใช้กระแสวน (Eddy current) เป็นเครื่องแยกแบบลูกกลิ้งความเร็วสูง อาศัยหลักการของวัสดุที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงจะมีระยะตกห่างจากลูกกลิ้งมากกว่าวัสดุที่มีค่านำไฟฟ้าต่ำ
4. การแยกวัสดุโดยใช้ไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic separation) หรือ ไฟฟ้าแรงสูง (high tension separation) เป็นวิธีการที่อาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทางการเป็นตัวนำ

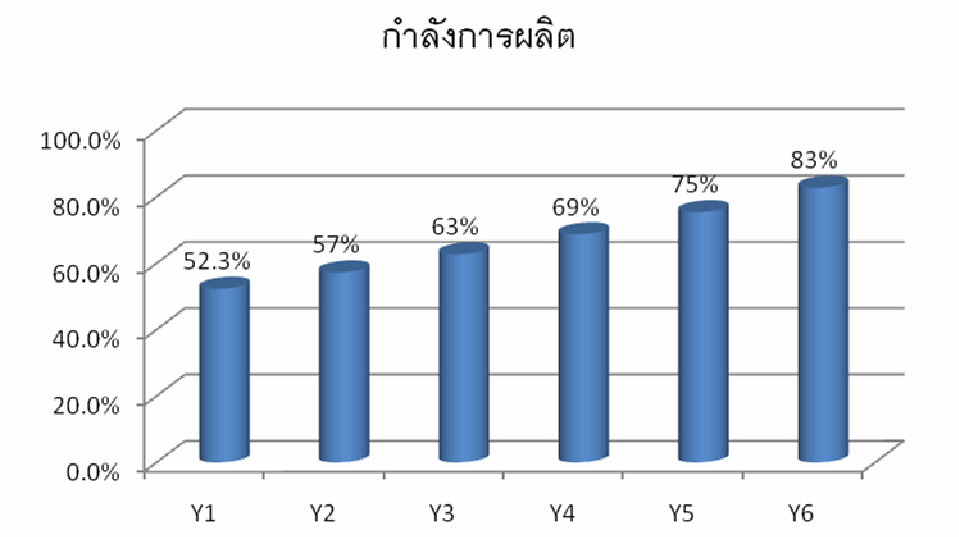
ไฟฟ้า วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีจะสามารถรับและคายประจุไฟฟ้าได้ดี

5. การแยกด้วยรูปร่าง (Shape distribution) ผลที่ได้จากการใช้เครื่องแยกแบบสายพานภายใต้ภาวะที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาความเร็วสายพาน มุมเอียงและตำแหน่งในการแยก พบว่า สามารถแยกชนิดของวัสดุที่มีรูปร่างต่างกันได้เนื่องจากชิ้นส่วนมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานจลน์ไม่เท่ากัน
6. การแยกด้วยโดยโต๊ะสั่นอากาศ (air table separation) ใช้แยกชิ้นส่วนตามน้ำหนักที่ต่างกัน รวมไปถึงการใช้คุณสมบัติอื่นๆเช่น ความถ่วงจำเพาะ รูปร่างและ ขนาดของชิ้นส่วน ก็จะถูกใช้ในการแยก โดยการเปลี่ยนค่าความเอียงของโต๊ะ อัตราการไหลของอากาศและตำแหน่งในการแยก

6.4 รายละเอียดของระบบและแผนผังโรงงาน

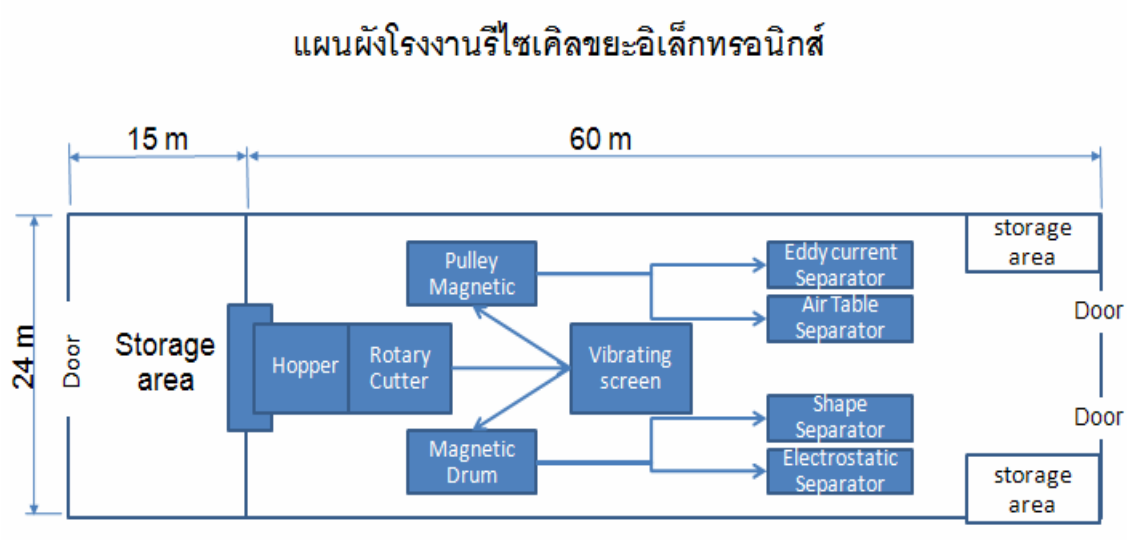
โรงงานรีไซเคิลจะถูกออกแบบให้มีกำลังการผลิตสูงสุด 48.13 ตันต่อเดือน ในปีแรกโรงงานจะมีกำลังการผลิตที่ 25.27 ตันต่อเดือนคิดเป็น 52.3% ของกำลังการผลิตสูงสุดและสามารถรองรับกับปริมาณขยะที่มากขึ้นในอนาคตได้ถึง 7 ปีดังภาพที่ 6-1

ภาพที่ 6-1 กำลังการผลิตในแต่ละปีของบริษัทอินโนเวสต์



ในส่วนของแผนผังโรงงานรีไซเคิลอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะยึดหลักการสร้างผัง (layout) แบบ Process focus คือการแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทยังคงใช้หลักการเดิมและใช้เครื่องจักรต่างๆในกระบวนการผลิตคงเดิม แต่สิ่งที่ต่างไปคือวัสดุรีไซเคิลและของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังภาพที่ 6-2

ภาพที่ 6-2 แผนผังของโรงงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์



รูปแบบและกระบวนการจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อันได้แก่ แผ่นวงจรพิมพ์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และหลอดภาพ (CRT) เข้าสู่ตัวโรงงานโดยในการเก็บขยะอิเล็กทรอนิกส์จะทำการแยกออกเป็นประเภทในลานเก็บกองไว้เป็นสัดส่วนหรือเตรียมการคัดแยกเบื้องต้นด้วยมือคนก่อน เช่นของเสียจำพวกหลอดภาพ จะต้องทำการการแยกส่วนที่เป็นโลหะออกจากส่วนที่เป็นหลอดแก้ว เนื่องจากหากไม่มีการแยกโลหะหนักออก เมื่อส่งเข้าระบบ ไอโลหะที่เคลือบอยู่อาจเกิดการฟุ้งกระจายไปเป็นอันตรายต่อเจ้าหน้าที่และทำให้วัสดุที่รีไซเคิลได้เกิดการปนเปื้อนจากนั้นคนงานจะลำเลียงขยะจากลานเก็บเข้าสู่ระบบการรีไซเคิลต่อไป

จากนั้นคนงานจะลำเลียงของเสียจากลานเก็บ เพื่อนำไปป้อนใส่ Hopper ซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยปากสี่เหลี่ยม เพื่อให้วัสดุตกไปยังสายพานป้อนวัสดุที่รองอยู่ด้านล่าง (Belt Feeder) และสายพานป้อนวัสดุลำเลียงไปยังเครื่องย่อย (Rotary Cutter) ของเสียที่เข้ามายังเครื่องย่อยจะยังมีลักษณะเป็นชิ้นมีส่วนประกอบของโลหะต่างๆประกอบอยู่ เครื่องย่อยจะทำการย่อย เพื่อให้โลหะต่างๆ หลุดออกจากกัน จากนั้นเศษที่ถูกย่อยจะตกมายังสายพานเข้าสู่ตระแกรงสั่นสามชั้น (Vibrating Screen) ซึ่งจะแบ่งวัสดุได้ 4 กลุ่มขนาดเพื่อให้เครื่องแยกวัสดุในขั้นต่อไปสามารถทำการคัดแยกได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นวัสดุแต่ละกลุ่มขนาดจะแยกป้อนเข้าเครื่องแยก 4 ชุดดังนี้

1. Eddy current separator เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการเหนี่ยวนำกระแสวนของกระแสไฟฟ้า ใช้สำหรับแยกโลหะที่ไม่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบออกจากวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า วัสดุที่แยกควรมีขนาดโตกว่า 4.75 mm วัสดุที่ถูกแยกจะแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีจะตกห่างจากลูกกลิ้งไกลที่สุด กลุ่มคละกัน และกลุ่มที่ไม่เป็นสื่อตัวนำจะตกใกล้ลูกกลิ้งแม่เหล็กมากที่สุด

2. Electrostatic Separator เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติการเป็นสื่อของวัสดุแต่ละชนิดเป็นสำคัญ วัสดุซึ่งเป็นตัวนำที่ดีจะสามารถรับและถ่ายประจุไฟฟ้าได้ดี ส่วนตัวนำที่ไม่ดีจะรับและเก็บประจุไฟฟ้าได้นาน วัสดุที่จะนำมาแยกควรมีขนาดเล็กกว่า 4.75 mm โดยจะถูกแยกออกเป็น 3 กลุ่มเช่นเดียวกับ Eddy current separator
3. Shape Distribution Separator ผลที่ได้จากการใช้เครื่องแยกแบบสายพานภายใต้ภาวะที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาสายพาน มุมเอียงและตำแหน่งในการแยก สามารถแยกวัสดุที่มีรูปร่างต่างกันได้ เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานจลน์ไม่เท่ากัน
4. Air Table Separator โต๊ะสั่นอากาศ ใช้แยกชิ้นส่วนออกเป็น 3 กลุ่มคือ ชิ้นส่วนหนัก กลาง เบารวมทั้งคุณสมบัติอื่นๆเช่น ความถ่วงจำเพาะ รูปร่างและขนาด ก็จะถูกแยกเช่นกัน โดยเปลี่ยนค่าความเอียงของโต๊ะ อัตราการไหลของอากาศและตำแหน่งในการแยก

วัสดุที่แยกจากเครื่องมือทั้งสี่ชุด สามารถนำมาแยกไขว้สลับกันได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่ดับองค์ประกอบของวัสดุที่นำมาแยกเป็นปัจจัยสำคัญ ดังภาพที่ 6-3

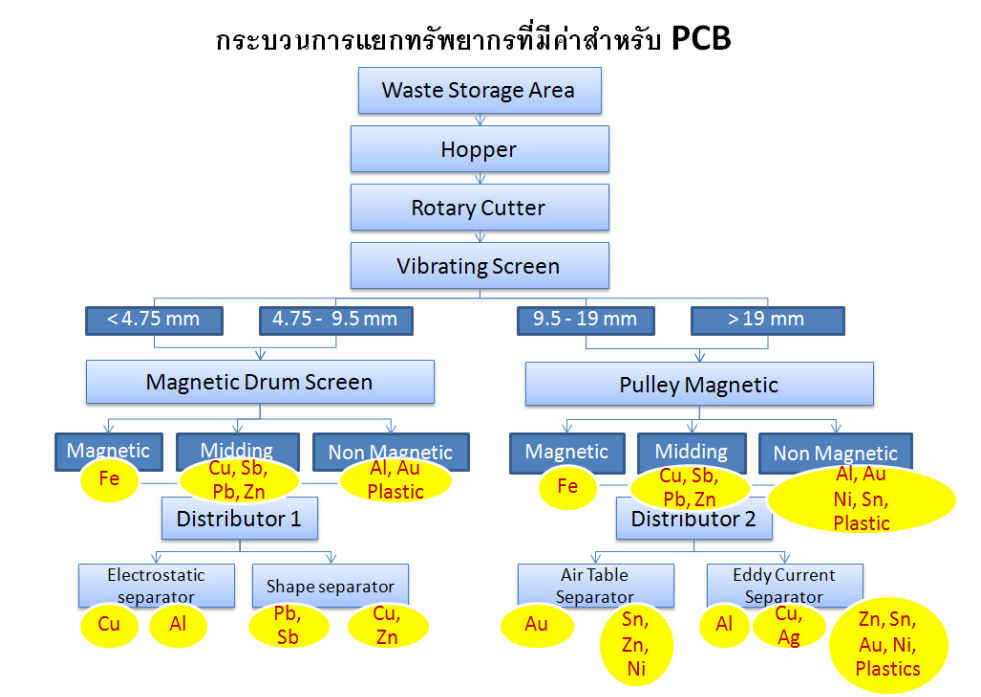
ภาพที่ 6-3 กระบวนการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรีไซเคิลนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของขยะที่เข้าสู่ระบบ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำมาจากวัตถุดิบประเภทโลหะและอโลหะต่างๆหลายชนิดมาประกอบกันตามสัดส่วน ดังนั้นระบบรีไซเคิลที่เหมาะสมกับขยะประเภทนี้คือ ระบบการแยกโลหะแต่ละชนิดออกมาโดยอาศัยคุณสมบัติที่แตกต่างกันของโลหะแต่ละชนิด ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่เป็นเป้าหมายของกระบวนการรีไซเคิลคือการแยกโลหะชนิดต่างๆแยกออกจากกัน ซึ่งความบริสุทธิ์ของโลหะที่แยกได้จะขึ้นกับชนิดของของเสียที่นำเข้าสู่ระบบคุณสมบัติของโลหะแต่ละชนิด โดยโลหะที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน อาจจะถูกแยกปนอยู่ด้วยกันแต่ตัวระบบได้ออกแบบให้นำเอากลุ่มโลหะที่ยังปนกันอยู่สามารถวนกลับเข้าไปในระบบการแยกด้วยวิธีการแยกวิธีอื่น เพื่อทำให้สิ่งที่อยู่ปนกันนั้นแยกออกจากกันโดยอาศัยคุณสมบัติอื่นของโลหะที่แตกต่างกัน

รายละเอียดส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบรีไซเคิล

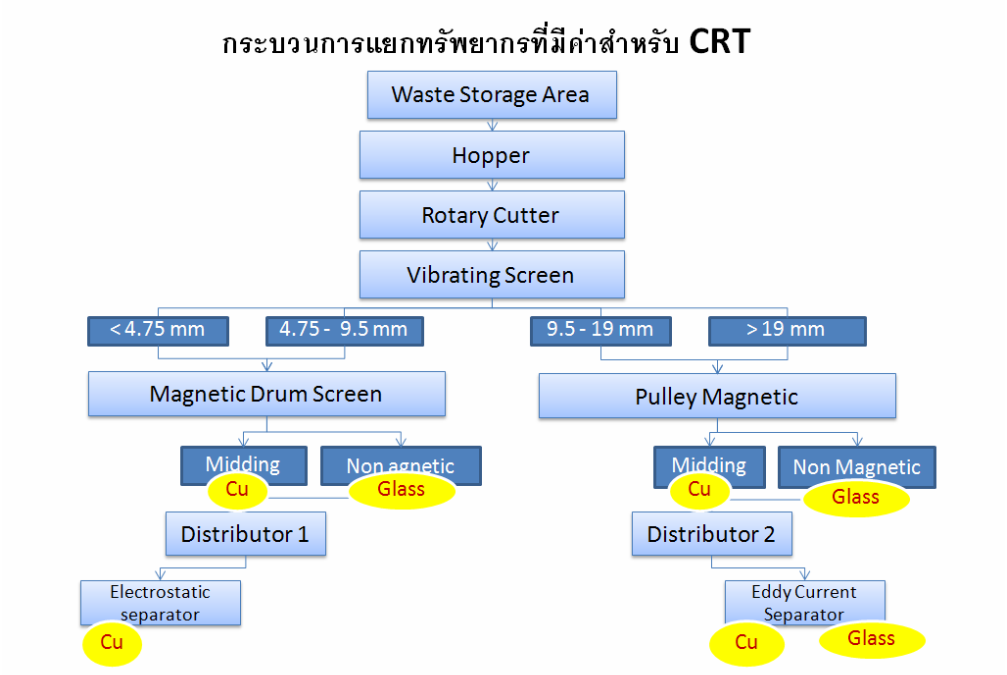
- แผ่นวงจรพิมพ์ PCB ซึ่งประกอบด้วยโลหะหลายชนิดส่วนหลักๆ ได้แก่ เหล็ก(Fe),ทองแดง (Cu), (Sb), สังกะสี(Zn), อลูมิเนียม(Al),ทองคำ(Au) และพลาสติก เมื่อนำมาผ่านกระบวนการย่อยและแยกด้วยแม่เหล็กจะสามารถแยกเหล็ก (Fe) ออกไปได้เลย และยังเหลือส่วนที่ยังปนกันอยู่ จะนำมาเข้าสู่เครื่องมือต่อไปเช่นเมื่อนำส่วนที่ปนกันอยู่ผ่านเครื่องแยกแบบแม่เหล็ก (Pulley Magnetic) ส่งเข้าเครื่อง Eddy current separator จะได้แยกออกเป็นสามกลุ่มคือ กลุ่ม Al กลุ่ม Cu, Ag และกลุ่ม Zn, Sn, Au, Ni กลุ่มแรกที่ได้เป็น Al อย่างเดียวจะแยกนำไปเก็บรวบรวมยังที่เก็บผลิตภัณฑ์ กลุ่ม Cu, Ag ซึ่งยังปนกันอยู่ก็จะถูกส่งต่อไปยังเครื่อง Electronics Separator จะสามารถแยก Cu กับ Ag ออกจากกันได้ และกลุ่มสุดท้ายก็เช่นกันสามามารถนำไปเข้าเครื่อง Air Table Separator เพื่อแยกเอา Au ออกมา ในส่วนที่เหลือเช่นพวก Zn, Sn, Ni มีลักษณะเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ เช่น ตะกั่วที่ใช้เชื่อมอาจจะไม่สามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้จะต้องนำไปเก็บเพื่อรอการกำจัดต่อ ภาพที่ 6-4

ภาพที่ 6-4 แผนผังการรีไซเคิลแผ่นวงจรพิมพ์



- หลอดภาพ (CRT) จะประกอบไปด้วย เหล็ก (Fe), อลูมิเนียม (Al) และ ทองแดง (Cu) จะถูกแยกมาจากส่วนที่ไม่ใช่โลหะได้แก่แก้วหรือพลาสติกซึ่งในส่วนนี้ก็จะมีการปนเปื้อนของโลหะหนักซึ่งต้องแยกนำไปกำจัดต่อไป (ภาพที่ 6-5)

ภาพที่ 6-5 แผนผังการรีไซเคิลหลอดภาพ CRT



- ฮาร์ดดิสก์ จะประกอบโครงอลูมิเนียม, แผ่นวงจรพิมพ์และ platter บริษัทจะทำการคัดแยกส่วนที่เป็นโครงอลูมิเนียม และแผ่นวงจรพิมพ์เพื่อนำไปเข้าสู่ระบบรีไซเคิลต่อไป ในส่วนของ platter เป็นมีส่วนประกอบเป็นพลาตินั่ม ซึ่งเป็นโลหะมีมูลค่าสูง แต่ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันบริษัทยังไม่สามารถทำการแยกพลาตินั่มออกมาได้ ทำให้ต้องขาย platter ไปให้บริษัทรีไซเคิลอื่นต่อไป

เมื่อทำการพิจารณาของเสียแต่ละชนิดที่เข้าระบบ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบต่างๆซึ่งได้กล่าวถึงแล้ว และจากข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องมือแต่ละตัวได้ประเมินความสามารถในการแยกโลหะแต่ละชนิดไว้ที่ร้อยละ 60-70 โดยน้ำหนักของโลหะแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบของของเสียนั้น ดังตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 สัดส่วนวัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้จากองค์ประกอบในขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญ (ปริมาณในหน่วยกิโลกรัมต่อตันขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิด)

วัสดุ		Printed Circuit Board (PCB) [1]		CRT [2]	
		เดิม	แยกได้	เดิม	แยกได้
Plastics		300.00	210.00		
Glass				870.00	690.00
Copper	Cu	143.00	100.10	130.00	91.00
Iron	Fe	45.00	31.50		
Aluminum	Al	28.00	19.60		
Bromine	Br	27.00	18.90		
Lead	Pb	22.00	15.40		
Tin	Sn	10.00	7.00		
Nickel	Ni	11.00	7.70		
Zinc	Zn	2.00	1.40		
Silver	Ag	0.50	0.35		
Gold	Au	0.50	0.35		
Cadmium	Cd	0.40	0.28		
Tantalum	Ta	0.19	0.13		
Beryllium	Be	0.09	0.06		
Cobalt	Co	0.08	0.06		
Platinum	Pt	0.04	0.03		

หมายเหตุ: ส่วนที่เหลือเป็นเศษผสมอื่นๆ

ที่มา: 1) Institute for product development, Technical University of Denmark อ้างถึงใน Management of Waste Electronic Appliance, Minnesota office of Environmental Assistance, 1995,1999

2) เอกสารแจกของ ZUBLIN Umwelttechnik GmbH, Picture-Tube recycling

ในการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์จะมุ่งเน้นไปที่การแยกส่วนของวัสดุที่ไม่ใช่โลหะเช่นพลาสติกและแก้ว กลุ่มโลหะหลักๆที่มีมูลค่าสามารถส่งขายได้ง่าย ได้แก่ ทองแดง เหล็กและอลูมิเนียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีสัดส่วนค่อนข้างมาก นอกจากนี้สำหรับแผ่นวงจรพิมพ์ PCB จะมีส่วนประกอบที่เป็นทองซึ่งสามารถขายได้เป็นทองเป็นมูลค่าเทียบเท่าทอง 50% อีกด้วย ในส่วนของโลหะและที่ไม่ใช่โลหะที่เหลือจะถือว่าต้องนำไปกำจัด ซึ่งในทางปฏิบัติอาจจะสามารถนำมาขายได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดรีไซเคิลที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

6.5 การประมาณราคาเบื้องต้นของโรงงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์

การประมาณราคาของระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ค่าลงทุน (Investment cost) และค่าดำเนินการและบำรุงรักษา (Operating and maintenance cost) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

6.5.1 ค่าลงทุน (investment cost) ค่าลงทุนของโรงงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์หลักๆจะประกอบด้วย ส่วนของการรีไซเคิล และส่วนของหน่วยดำเนินการส่วนกลาง โดยในบทนี้จะมีรายละเอียดเฉพาะส่วนของค่าใช้จ่ายในการลงทุนเครื่องจักรในตาราง6-4 ส่วนค่าใช้จ่ายในส่วนกลางกล่าวถึงในส่วนของแผนการเงิน

ตารางที่ 6-4 ค่าลงทุนในส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน

	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
1	Hopper	ชุด	1	195,000	195,000
2	Rotary Cutter	ชุด	1	955,500	955,500
3	Vibrating Screen	ชุด	1	62,500	62,500
4	Pulley magnetic	ชุด	1	113,627	113,627
5	Magnetic Drum Separator	ชุด	1	79,000	79,000
6	eddy current separator	ชุด	1	1,013,400	1,013,400
7	Air Table Separator	ชุด	1	154,000	154,000
8	Shape Separator	ชุด	1	57,500	57,500
9	Electrostatics Separator	ชุด	1	4,359,660	4,359,660
10	Dust Collector	ชุด	1	400,000	400,000
11	Belt Conveyor	เมตร	150	1,000	150,000
12	Motor for Belt Conveyor	ตัว	3	20,000	60,000
13	รถฟอร์กลิฟท์	คัน	1	700,000	700,000
14	งานไฟฟ้า		1	722,334	722,334
	รวม				9,022,520

6.5.2 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา (Operating and maintenance cost) ซึ่งประกอบด้วย

- ค่าดำเนินการหลักๆสำหรับระบบแยกทรัพยากรที่มีค่ากลับมาใช้ใหม่ได้แก่ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องจักรต่างๆในกระบวนการ
- ค่าบุคคลากร ได้แก่เงินเดือนและค่าจ้างของพนักงาน ตาราง 6-5
- ค่าบำรุงรักษา ประมาณเป็น 5 %ของเงินลงทุนค่าเครื่องจักร

ตารางที่ 6-5 ตำแหน่ง คุณวุฒิ และเงินเดือนของบุคคลากรที่รับผิดชอบ

บุคลากร	คน	เงินเดือน	เงินรายปี
1 ผู้บริหาร	1	50,000	600,000
2 ผู้จัดการโรงงาน	1	35,000	420,000
3 ผู้จัดการแผนก	2	30,000	720,000
4 นักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ระบบ	1	17,000	204,000
5 ช่างประจำเครื่อง	1	15,000	180,000
6 พนักงานปฏิบัติการ	2	10,000	240,000
7 คนงาน	2	8,000	192,000
8 พนักงานการตลาด	3	17,000	612,000
9 พนักงานฝ่ายบริหาร	2	15,000	360,000
10 พนักงานขับรถ	1	8,000	96,000
รวม	16	205,000	3,624,000

6.6 ทำเลที่ตั้งของบริษัท

ปัจจัยสำคัญของธุรกิจรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์คือการได้มาของขยะเพื่อนำมารีไซเคิล ยิ่งบริษัทสามารถหาขยะมากก็จะทำให้บริษัทมีรายได้เพิ่มขึ้น และต้นทุนการขนส่งขยะก็เพิ่มสูงขึ้น ต้นทุนการขนส่งจึงต้องนำมาพิจารณาในการหาที่ตั้งของโรงงาน ที่ตั้งของโรงงานที่ดีจึงต้องอยู่ในจุดที่สามารถทำให้ต้นทุนการขนส่งประหยัด การเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานจึงต้องอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้

1. เป็นพื้นที่ที่ใกล้แหล่งที่มาของขยะอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดต้นทุนในการขนส่งขยะอิเล็กทรอนิกส์
2. เป็นพื้นที่มีการคมนาคมที่สะดวก และสาธารณูปโภคเหมาะสม
3. เป็นพื้นที่ในเหมาะสมกับการเติบโตของบริษัทในอนาคต

จากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าภาคกลางมีจำนวนและความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์สูงสุด และมีกากอุตสาหกรรมสูงที่สุดถึง 19,203 ตันต่อเดือน ดังตารางที่ 6-6 ทำให้บริษัทเลือกที่ตั้งโรงงานในเขตภาคกลาง

ตารางที่ 6-6 จำนวนและความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมทั้งปริมาณกากอุตสาหกรรมที่ประเมินได้ของภาค

ภาค	พื้นที่ (ตร.กม.)	จำนวนโรงงาน	ความหนาแน่นของโรงงาน (โรง/10000 ตร.กม.)	ปริมาณกากอุตสาหกรรม (ตัน/เดือน)
กลาง	32,119.77	1473	458.60	19,203.69
ตะวันออก	34,536.83	190	55.01	2,170.85
เหนือ	172,249.53	116	6.73	1,540.01
ตะวันออกเฉียงเหนือ	167,864.06	150	8.94	1,781.21
ใต้	71,220.67	47	6.60	739.22
ตะวันตก	37,170.17	47	12.64	708.02

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม ปี 2545

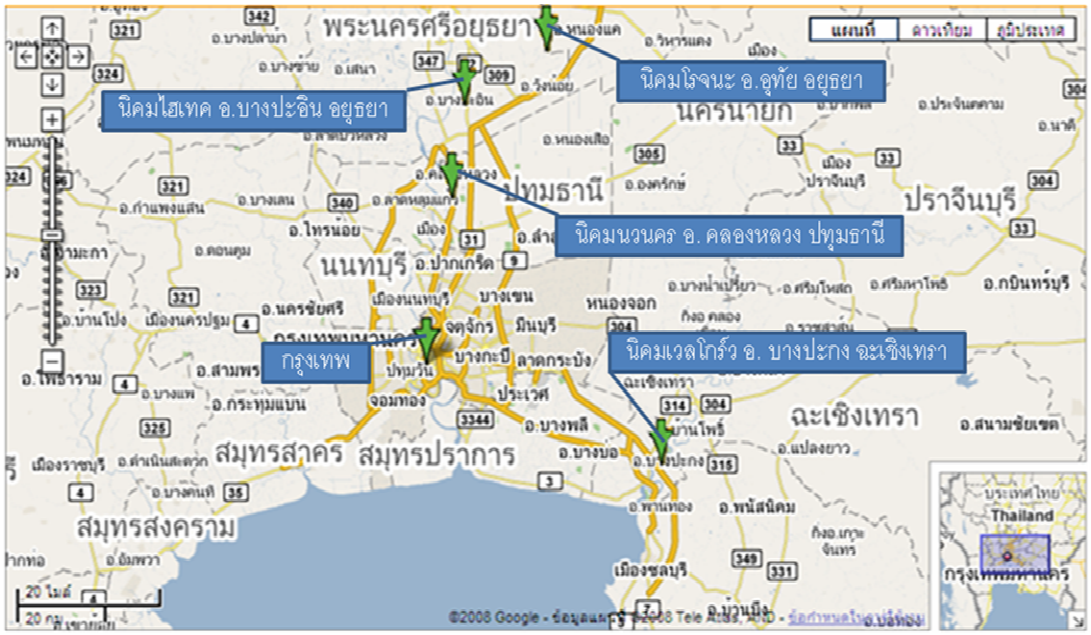
จากข้อมูลทางการตลาด บริษัทจะรับขยะอิเล็กทรอนิกส์จาก 5 แหล่งตามตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6-7 แหล่งที่มาของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่จะรับในปีแรก

	ปริมาณขยะต่อเดือน (ตัน)	แหล่งเกิดขยะ
กรุงเทพ	18.70	IT mall , NXP
นิคมไฮเทค อยุธยา อ.บางปะอิน	3.25	Hana
นิคมโรจนะ อยุธยา อ.อุทัย	0.35	CIRKIT
นิคมเวลโกร์ว ฉะเชิงเทรา อ. บางปะกง	1.33	UTAC, Microchip
นิคมนวนคร ปทุมธานี อ. คลองหลวง	0.33	Rohm

และเมื่อพิจารณาตำแหน่งบนแผนที่พบว่าแหล่งเกิดขยะเป็นดังภาพ 6-6 และระยะทางเฉลี่ยจากแหล่งเกิดขยะในแต่ละแหล่งตามตารางที่ 6-8 จะเห็นได้ว่าระยะทางโดยรวมที่สั้นที่สุด คือ 194 กิโลเมตรเมื่อตั้งโรงงานที่นิคมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ภาพที่ 6-6 แผนที่แสดงแหล่งของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ไปรับมารีไซเคิล



ตารางที่ 6-8 ระยะทางเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่

	กรุงเทพ	นิคมไฮเทค อ.บางปะอิน อยุธยา	นิคมโรจนะ อ.อุทัย อยุธยา	นิคมเวลโกร์ว อ. บางปะกง ฉะเชิงเทรา	นิคมนวนคร อ. คลองหลวง ปทุมธานี	ระยะทางรวม
กรุงเทพ		56.30	73.70	73.90	43.60	247.50
นิคมไฮเทค อ.บางปะอิน อยุธยา	56.30		19.30	105.00	20.90	201.50
นิคมโรจนะ อ.อุทัย อยุธยา	73.70	19.30		121.00	36.60	250.60
นิคมเวลโกร์ว อ. บางปะกง ฉะเชิงเทรา	73.90	105.00	121.00		92.80	392.70
นิคมนวนคร อ. คลองหลวง ปทุมธานี	43.60	20.90	36.60	92.80		193.90

นอกจากนี้จากหลักเกณฑ์อื่นๆเช่น การคมนาคมสะดวก มีสาธารณูปโภคพร้อม และรองรับการเติบโตของบริษัทในอนาคตในการรับขยะจากทางโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆเพิ่ม ทำให้บริษัทตัดสินใจตั้งโรงงานในเขตนิคมอุตสาหกรรมนวนคร จังหวัดปทุมธานี

6.7 การขนส่ง

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่อเดือนของบริษัท เมื่อตั้งบริษัทที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร จังหวัดปทุมธานีจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่อเดือน 27,954 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าน้ำมันประมาณ 17,954 บาทและมีค่าใช้จ่ายอื่นๆ 10,000 บาท ดังตาราง 6-9

ตาราง 6-9 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะไปยังโรงงานรีไซเคิล

ระยะทาง (km)	กรุงเทพ	นิคมไฮเทค อ.บางปะอิน อยุธยา	นิคมโรจนะ อ.อุทัย อยุธยา	นิคมเวลโกร์ว อ. บางปะกง ฉะเชิงเทรา	นิคมนวนคร อ. คลองหลวง ปทุมธานี	รวม
นิคมนวนคร อ. คลองหลวง ปทุมธานี	43.60	20.90	36.60	92.80	4.00	197.90
ปริมาณขยะต่อเดือน (ตัน)	18.70	3.25	0.35	1.33	0.33	23.97
จำนวนเที่ยวใช้ขนส่ง	20	3	1	2	1	27
ระยะทางเดินทาง (ไป-กลับ)	1,744.00	125.40	73.20	371.20	8.00	2,321.80
อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน 5 km/ลิตร	348.80	25.08	14.64	74.24	1.60	
รวมระยะทางการเดินรถ (factor x 1.3)	453.44	32.60	19.03	96.51	2.08	
รวมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	13,485.31	969.64	566.01	2,870.27	61.86	17,953.09

* ราคาน้ำมัน 29.74 บาทต่อลิตร

ค่าน้ำมัน	17,953.09
ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอื่นๆ ต่อเดือน	10,000.00
รวมค่าใช้จ่าย	27,953.09

ในส่วนของการขนส่งวัสดุรีไซเคิลไปขาย จากผลการสัมภาษณ์เชิงลึกกับตัวแทนบริษัทรับซื้อขยะรายใหญ่เช่น วงษ์พานิชย์ ซึ่งมีเครือข่ายครอบคลุมทั่วประเทศ เนื่องจากบริษัทอินโนเวสต์มีวัสดุรีไซเคิลมากและผ่านการแยกมาแล้วทำให้มีวัสดุรีไซเคิลมีความบริสุทธิ์สูง อีกทั้งมีปริมาณอย่างสม่ำเสมอ วงษ์พานิชย์ตกลงรับซื้อขยะถึงที่โรงงาน ในราคาที่วงษ์พานิชย์เป็นคนกำหนดโดยอ้างอิงจากราคากลางของวงษ์พานิชย์ ทั้งนี้บริษัทจึงไม่มีภาระในการขนส่งวัสดุขยะออกจากโรงงาน แต่อาจจะถูกกดราคารับซื้อจากทางวงษ์พานิชย์เพื่อชดเชยกับค่าขนส่งที่จะเกิดขึ้น

นอกจากนี้ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีไซเคิล อันได้แก่ เศษผงซากที่ปนกันไม่สามารถคัดแยกได้จะถูกส่งต่อไปกำจัดยังศูนย์กำจัดซากอุตสาหกรรมต่อไป โดยค่าใช้จ่ายในกำจัดได้รวมค่าขนส่งแล้วดังนั้นบริษัทจึงไม่มีภาระการขนส่งของเสียไปกำจัด

6.8 กระบวนการและขั้นตอนการควบคุมคุณภาพของสินค้าและบริการ

- **การสำรวจประเภทและคุณภาพของวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้น ณ โรงงานผู้ขาย**

  วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ได้วัสดุเหลือใช้ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการและคาดการณ์ได้

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการควบคุมคุณภาพในกระบวนการรีไซเคิล โดยเป็นการศึกษาคุณสมบัติที่แท้จริงของวัสดุรีไซเคิลที่เกิดขึ้นที่แหล่งกำเนิด(โรงงานผู้ขาย) เพื่อให้เข้าใจถึงคุณประโยชน์ของวัสดุดังกล่าว และสามารถตรวจสอบคุณสมบัติในกรณีที่คุณภาพของวัสดุอาจมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยมีการบริการให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดเก็บและคัดแยกเพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณภาพสูงและมีการปนเปื้อนน้อยที่สุด และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขยะของโรงงานผู้ขายอีกด้วย

- **การควบคุมคุณภาพในการขนส่ง**

  วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ลูกค้ามีความพึงพอใจกับการขนส่งสินค้าที่ตรงต่อเวลาและลดของเสียที่เกิดจากการขนส่ง

เป็นการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของระบบการขนส่ง (Logistics) ทั้งด้านการรับวัสดุและการจัดส่งวัสดุรีไซเคิลเช่นการนำ GPS มาใช้เพื่อวางแผน ตรวจสอบเส้นทางและเวลาในการขนส่ง, การคำนวณขนาดและน้ำหนักของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่จะรับเพื่อใช้เนื้อที่ในการขนส่งต่อเที่ยวให้คุ้มค่าและเหมาะสม, และการติดเบอร์โทรศัพท์ติดต่อไว้ด้านข้างและหลังรถกรณีที่คนขับรถขนส่งขับรถอย่างประมาทซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุและส่งผลเสียหายต่อบริษัท

- **การควบคุมคุณภาพภายในโรงงาน**

  วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพที่ตรงกับความต้องการของลูกค้าและเกิดของเสียน้อยที่สุด

  เป็นการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพภายในโรงงานโดยแบ่งเป็นการควบคุมคุณภาพในขั้นตอนต่างๆดังนี้

  - การควบคุมคุณภาพในกระบวนการจัดเก็บและลำเลียงภายใน

  เริ่มตั้งแต่การตรวจสอบการชั่งน้ำหนักวัสดุรีไซเคิลที่ขนส่งเข้ามายังโรงงานและกระบวนการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุเบื้องต้นก่อนการจัดเก็บเพื่อรอการแยกประเภทต่อไป อีกทั้งยังเป็นการควบคุมสารปนเปื้อนไม่ให้แพร่กระจายไปยังส่วนอื่นๆ รวมถึงชุมชนใกล้เคียง

  - การควบคุมคุณภาพในกระบวนการแยกประเภทและแปรรูป

  มีการคัดแยกประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ก่อนการเข้าระบบรีไซเคิลเพื่อให้การแยกวัสดุรีไซเคิลที่มีคุณภาพ มีช่างเครื่องจักรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่ดี มีนักวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของวัสดุที่รีไซเคิลเพื่อเพิ่มมูลค่าในการขาย