

การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโลจิสติกส์ย้อนรอย
ELECTRONIC WASTE MANAGEMENT WITH REVERSE LOGISTICS

ดร.อำพล นววงศ์เสถียร *

ดร.ยุทธ ปฐมภิรม **

ดร.ชญาดา ปฐมภิรม ***

ดร.จารุวรรณ ส่องแสง ****

ดร.คงศักดิ์ ล้อเลิศรัตนะ *****

ธนิตศักดิ์ พุฒิพัฒน์ไผ่ชนิด *****

บทคัดย่อ

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้กลายมาเป็นปัญหาด้านสภาพแวดล้อมในหลายประเทศทั่วโลก ภาครัฐและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต่างให้ความสนใจกับปัญหาเรื่องปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปริมาณสูงเพิ่มมากขึ้น อันเนื่องมาจากคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการใช้งาน และเทคโนโลยี ที่ทำให้อายุของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์สั้นลงเรื่อย ๆ แนวคิดการลดขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้กระบวนการโลจิสติกส์ย้อนรอยเริ่มได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว บทความนี้ นำเสนอแนวทางการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโลจิสติกส์ย้อนรอย ผ่านการทบทวนวรรณกรรมทั้งแนวคิด ทฤษฎี และแบบจำลองที่ใช้ในการลดขยะอิเล็กทรอนิกส์ทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งพบว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ ความรับผิดชอบของผู้ผลิตเพื่อพิทักษ์สิ่งแวดล้อม การย้อนรอยผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้ใหม่ การลดส่วนสูญเสียของการผลิตให้น้อยที่สุด รวมถึงการจัดตั้งสถานที่บำบัด และขจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ เป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโลจิสติกส์ย้อนรอย

คำสำคัญ : การจัดการ ขยะอิเล็กทรอนิกส์ โลจิสติกส์ย้อนรอย

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณบดีคณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, e-mail : n_ampol@yahoo.com

** อาจารย์ประจำบัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, e-mail : yuth@southeast.ac.th

*** อาจารย์ประจำบัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, e-mail : chayada@southeast.ac.th

**** อาจารย์ประจำบัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, e-mail : jaruwan@southeast.ac.th

***** อาจารย์ประจำบัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, e-mail : kongsak_kl@hotmail.com

***** อาจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, e-mail : thanitsak@southeast.ac.th

Abstract

Electronic waste has become a problem for the environment in many countries around the world. Government and electronic industry have been paying attention to problem of the high e-waste increase. Because of the product features, the ability to use and technology which make the product life cycle is shorter and shorter. This article presents an approach to manage e-waste with reverse logistics through a literature review, and models which using reduce e-waste both in Thailand and foreign countries. It was found that the product design, the responsibility of the manufacturers to protect the environment, the reverse logistics to reuse products, the reduction of production losses to a minimum, including the establishment of treatment facilities and the elimination of e-waste are the key success factors in e-waste management with logistics.

Keywords : Management, Electronic Waste, Reverse Logistics

บทนำ

แนวโน้มการจัดการธุรกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและโลจิสติกส์ย้อนรอยกำลังได้รับความนิยมนำมาใช้กับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลก โดยเฉพาะผู้มีส่วนได้เสียในโซ่อุปทานเพื่อสร้างสมรรถนะในการดำเนินธุรกิจและความได้เปรียบในการแข่งขัน และตอบสนองต่อความคาดหวังของสังคมที่เอาใจใส่ในเรื่องความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเป้าหมายสำคัญของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คือการจัดการและการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผลกำไรและการเติบโตอย่างยั่งยืน เนื่องจากคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการใช้งาน และเทคโนโลยี ทำให้อายุของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มสั้นลงเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตาม การสร้างสรรค์นี้ ก่อให้เกิดปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ตามมาอย่างมหาศาล อันเนื่องมาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช้งานแล้ว ล้าสมัย หรือไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้อีกต่อไป ทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ แบตเตอรี่ เครื่องไมโครเวฟ รวมทั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เคยใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้กลายมาเป็นหนึ่งในพันธกิจสำคัญที่สุดสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการบรรลุความมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตลอดโซ่อุปทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงปลายน้ำของโซ่อุปทานดังกล่าว หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกได้ตื่นตัว และตระหนักเกี่ยวกับปัญหาของปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นผลมาจากการเติบโตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

อย่างก้าวกระโดด ปัจจุบันทั้งภาครัฐและภาคเอกชนที่เข้าไปเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวต่างได้พยายามค้นหารูปแบบ แนวทางและวิธีการจัดการกับขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ โดยได้กลายเป็นประเด็นถกเถียงทั้งในเชิงวิชาการและในเชิงปฏิบัติที่ว่าด้วยอุตสาหกรรมสีเขียวหรือการเอาใจใส่และการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

โลจิสติกส์ย้อนรอย (Reverse Logistics) หรือการย้อนรอยกลับของผลิตภัณฑ์ในโซ่อุปทาน ถือเป็นความท้าทายใหม่ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ที่สิ้นสุดอายุการใช้งาน (End-of-Life-EOL) ผลจากการนำเข้าผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีคุณภาพต่ำและอายุการใช้งานสั้น ส่งผลให้เกิดซากผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุหรือไม่ใช้งานแล้วในช่วงปลายน้ำของโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ พฤติกรรมการบริโภค โครงสร้างการจัดเก็บรวบรวมผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุหรือไม่ใช้งานแล้ว การขาดแรงจูงใจในการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์หรือสารก่อให้เกิดอันตราย การบังคับใช้กฎหมายที่ขาดประสิทธิภาพและความจริงจังของการบังคับใช้ ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีในระดับชุมชน ปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้นำมาซึ่งปัญหาการสะสมของขยะอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากขึ้นแบบสะสมทวีคูณ (Ninlawan Chumrit & Thosapol Kietcharoenphol, 2010) ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั้งในประเทศไทยและประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในที่สุด

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มุมมองความรู้การจัดการซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่หมดอายุการใช้งานหรือไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้ต่อไปโดยวิธีการของโลจิสติกส์ย้อนรอย เพื่อเป็นเครื่องมือในการลดปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยการพิจารณาในตลอดโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ตั้งแต่การนำเข้าวัตถุดิบ การผลิต การตลาด การกระจายสินค้าไปสู่มือผู้บริโภคคนสุดท้าย และสิ้นสุดลงโดยซากผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานหรือไม่ใช้แล้ว โดยนำเสนอรูปแบบแนวคิด และแบบจำลองที่ใช้กันในหลาย ๆ ประเทศ และท้ายที่สุดจะนำรูปแบบ แนวคิด และแบบจำลองเหล่านี้มาใช้เป็นแนวทางให้ประเทศไทยประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและวัฒนธรรมของคนไทยและประเทศไทยต่อไป

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์กับการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

โลกาภิวัตน์ (Globalization) ได้สร้างโอกาสให้ผู้ซื้อสามารถเลือกผลิตภัณฑ์ที่บริโภคได้อย่างกว้างขวางและเสรี ผู้บริโภคยุคใหม่ได้ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผู้ผลิตพยายามแสวงหาวัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แสวงหาแนวทางหรือรูปแบบการดำเนินกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่า ไม่ว่าจะเป็นอย่างใด องค์กรทางธุรกิจ องค์กรภาครัฐต่างต้อง

ใส่ใจอย่างจริงจัง ต่อการปรับเปลี่ยนองค์กรให้เป็นองค์กรสีเขียว หรือองค์กรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นพันธกิจขององค์กรที่รับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility)

ความสำคัญของการดำเนินการด้านโลจิสติกส์ภายใต้ธุรกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Greenness) ได้กลายมาเป็นหัวข้อสำคัญในการที่ธุรกิจจะต้องตระหนักและเอาใจใส่ต่อสิ่งแวดล้อม และลูกค้ามากยิ่งขึ้น การจัดการโลจิสติกส์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและโลจิสติกส์ย้อนรอย (Reverse Logistics) ได้กลายเป็นกลยุทธ์สำคัญสำหรับองค์กรยุคใหม่ที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมเพราะนอกจากสร้างการยอมรับให้เกิดแก่ผู้บริโภค ชุมชน และสังคมแล้ว งานวิจัยจำนวนมากชี้ให้เห็นว่าการเป็นองค์กรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็นการสร้างข้อได้เปรียบในการแข่งขันอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล งานวิจัยของ Nylund (2012) แสดงผลการวิจัยว่า หากธุรกิจได้ดำเนินธุรกิจภายใต้กรอบแนวคิดด้านการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและโลจิสติกส์ย้อนรอย จะสามารถปกป้องธุรกิจให้รอดพ้นจากอุปสรรคด้านลูกค้า คู่แข่งขัน ตลอดจนกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมจากรัฐ และนำไปสู่ความสามารถในเชิงการแข่งขันและการเติบโตของธุรกิจอย่างยั่งยืนได้อย่างแท้จริง

การจัดการธุรกิจหรืออุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนในทุกประเทศทั่วโลก เริ่มต้นจากแนวความคิดและการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผู้ขายปัจจัยการผลิต ผู้ผลิต ผู้ส่งมอบและลูกค้า คนสุดท้าย การเพิ่มขึ้นของการแข่งขันและความสามารถในการแข่งขันทั้งในระดับชาติและระดับสากล ตลอดจนการแข่งขันกันเองทั้งของผู้ใช้และผู้ผลิตในกระบวนการและกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ตลอดโซ่อุปทาน นำไปสู่ความก้าวหน้าและการเติบโตของแนวคิดการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ความห่วงใยต่อการทำลายสิ่งแวดล้อมของธุรกิจและอุตสาหกรรม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับภาวะของโลก อาทิ ภาวะโลกร้อน ภาวะเรือนกระจก ของเสีย การจราจร การก่อสร้างถนน ได้มุ่งให้ธุรกิจไม่ว่าจะขนาดเล็ก กลางหรือใหญ่ จำเป็นต้องตระหนักถึงอุตสาหกรรมสีเขียวเพื่อส่งเสริมให้เกิดการประกอบการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม องค์กรธุรกิจในยุคปัจจุบันไม่สามารถที่จะดำเนินธุรกิจเพื่อแสวงหากำไรสูงสุดแต่เพียงอย่างเดียวได้อีกต่อไป หากแต่จำเป็นต้องลดความเสี่ยงและการปฏิเสธจากผู้บริโภคและสังคม ตลอดจนจำเป็นอย่างยิ่งอีกด้วยที่จะต้องสร้างภาพลักษณ์ขององค์กรต่อผู้บริโภคและสังคม

อุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ อาทิ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ แบตเตอรี่ เครื่องไมโครเวฟ รวมทั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งอำนวยความสะดวกที่ทุกครัวเรือนจะต้องมีและอาจมีมากกว่าหนึ่งเครื่องต่อหนึ่งประเภท พลวัตการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ส่งผลต่อการเติบโต ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ผลที่ตามมาคือทำให้อายุผลิตภัณฑ์สั้นลงเรื่อย ๆ ผลิตภัณฑ์รูปแบบและคุณสมบัติใหม่ ๆ สามารถตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของผู้บริโภคได้อย่างเต็มที่ ผลิตภัณฑ์บางอย่างเป็นแฟชั่น อาทิ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องคอมพิวเตอร์ หลอดไฟฟ้า

ให้แสงสว่าง เป็นต้น ผลที่ตามมาคือ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้วถูกทิ้งและมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างเป็นทวีคูณ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง

การออกมาตรการและกฎหมายจำนวนมาก เพื่อนำมากำกับติดตามซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ เริ่มทวีความเข้มข้นตามมา มาตรการภายใต้กฎหมาย กฎระเบียบที่มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม เช่น การจัดการการผลิตที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากการผลิตตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมร่วมกับการบริหารโซ่อุปทานเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระบวนการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรม กฎระเบียบของสหภาพยุโรป (เช่น WEEE, RoHs) กฎระเบียบผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลังงาน (เช่น EuP) ด้านการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (เช่น ISO14001 / ISO50001 / ISO9001 / ISO18001 / ISO26000) กฎระเบียบ REACH ของสหภาพยุโรป ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ (Article) แก่ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ข้อกำหนด RoHS (restriction of hazardous substances) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ 2002/95/ EC ของสหภาพยุโรป (EU) ว่าด้วยเรื่องของการใช้สารที่เป็นอันตรายในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระเบียบหรือมาตรการเกี่ยวกับการจัดการซากเครื่องใช้ไฟฟ้าที่หมดอายุการใช้งาน (End of Life Vehicle: ELV) ได้ถูกประกาศใช้ทั้งในสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมทั่วโลก

มาตรการภายใต้กฎหมาย กฎระเบียบดังกล่าว ได้กลายมาเป็นความรับผิดชอบของผู้ผลิต และความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งได้แก่ กระบวนการเก็บรวบรวม การบำรุงรักษา การแปรกลับมาใช้ใหม่ และการนำกลับมาใช้ใหม่ภายใต้กฎระเบียบของการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมทั้งของสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา รวมถึงประเทศไทย เพื่อนำมาใช้เป็นกลยุทธ์ในการจัดการโลจิสติกส์เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังหรือลดซากของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ประกอบเหล่านั้นอย่างเหมาะสม ขอบเขตความรับผิดชอบของผู้ผลิตตามกฎระเบียบของสหภาพยุโรป มุ่งเป้าหมายไปที่อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จะต้องนำกลับคืนหรือย้อนรอยผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้วหรือสิ้นสุดอายุผลิตภัณฑ์หรือการจ่ายเงินพิเศษเมื่อผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นมีการส่งออกไปยังนอกประเทศ รวมถึงที่ส่งไปจำหน่ายยังสหภาพยุโรป ขอบเขตความรับผิดชอบดังกล่าวทำให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต้องรับผิดชอบต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ผลิตออกไปสู่ผู้บริโภคตลอดช่วงวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ และรวมต้นทุนการกำจัดซากเข้าไปในราคาของผลิตภัณฑ์

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เริ่มต้นตั้งแต่ผู้ผลิตที่ใช้ตราสินค้าของตนเอง (Own Brand Manufacturers-OBMs) มีความจำเป็นที่จะต้องเข้ามากำกับอุตสาหกรรมผู้ผลิตอุปกรณ์ขึ้นต้น (Original Equipment Manufacturers-OEMs) หรือ อุตสาหกรรมออกแบบขึ้นต้น (Original Design Manufacturers) อย่างจริงจัง เพื่อนำผลิตภัณฑ์ย้อนรอยกลับคืน เช่น กิจกรรมในกระบวนการเก็บรวบรวม การบำรุงรักษา การแปรกลับมาใช้ใหม่ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ในโซ่อุปทานเพื่อ

สิ่งแวดล้อมที่มีความซับซ้อนดังกล่าว และพิจารณาถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีต้นทุนที่ต่ำกว่าเมื่อสิ้นสุดอายุผลิตภัณฑ์

ปัจจัยดังกล่าวเป็นความซับซ้อนที่เกิดขึ้นในโซ่โลจิสติกส์ย้อนรอยของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่จะต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนด้วยคุณภาพ ปริมาณ และเวลาของการจัดการกับการกลับคืนมาของผลิตภัณฑ์ซึ่งยิ่งทำให้เกิดความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ปัญหาจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ใช้แล้วที่มีการสะสมจำนวนมากและก่อมลพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องนำเอาการบริหารจัดการกระบวนการโลจิสติกส์ย้อนรอยเพื่อตอบปัญหาที่ว่า จะทำอย่างไรจึงจะปรับโครงสร้างโซ่โลจิสติกส์ย้อนรอยให้เหมาะสมที่สุดได้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว และเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้

โลจิสติกส์ย้อนรอยกับการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ในการวางแผนการจัดการโซ่อุปทานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมควรจะมุ่งความสนใจไปที่กระบวนการย้อนรอยภายในระบบโลจิสติกส์ย้อนรอยและกลยุทธ์โลจิสติกส์ย้อนรอย อาทิ กระบวนการผลิตสินค้ารูปแบบเดียว การให้ความรู้แก่พนักงานลูกจ้าง การสร้างคะแนนสะสม ซึ่งเป็นความคิดในเชิงอุดมคติ เพื่อให้ระบบการจัดการผลิตภัณฑ์ทั้งหมด เข้าสู่ศูนย์การรับคืนของระบบโลจิสติกส์ย้อนรอย ซึ่งมีหน้าที่ในการจัดการกับสินค้าและการให้ความรู้แก่บุคลากรในการที่จะจัดการพื้นที่ที่ใช้ในการรองรับการส่งคืนสินค้าในคลังสินค้า การแบ่งแยกหน้าที่และการควบคุมที่มุ่งเน้นในการไหลเวียนของการส่งคืนสินค้าและบุคลากรสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงและการบริหารจัดการ การลดปริมาณของสินค้าที่ถูกส่งคืนโดยตรง การลดต้นทุนในการเก็บรักษา รูปแบบการพัฒนาการส่งคืนสินค้าด้วยระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง สร้างกระบวนการเก็บรักษาสินค้าที่ง่ายต่อการเก็บรักษา เป็นต้น

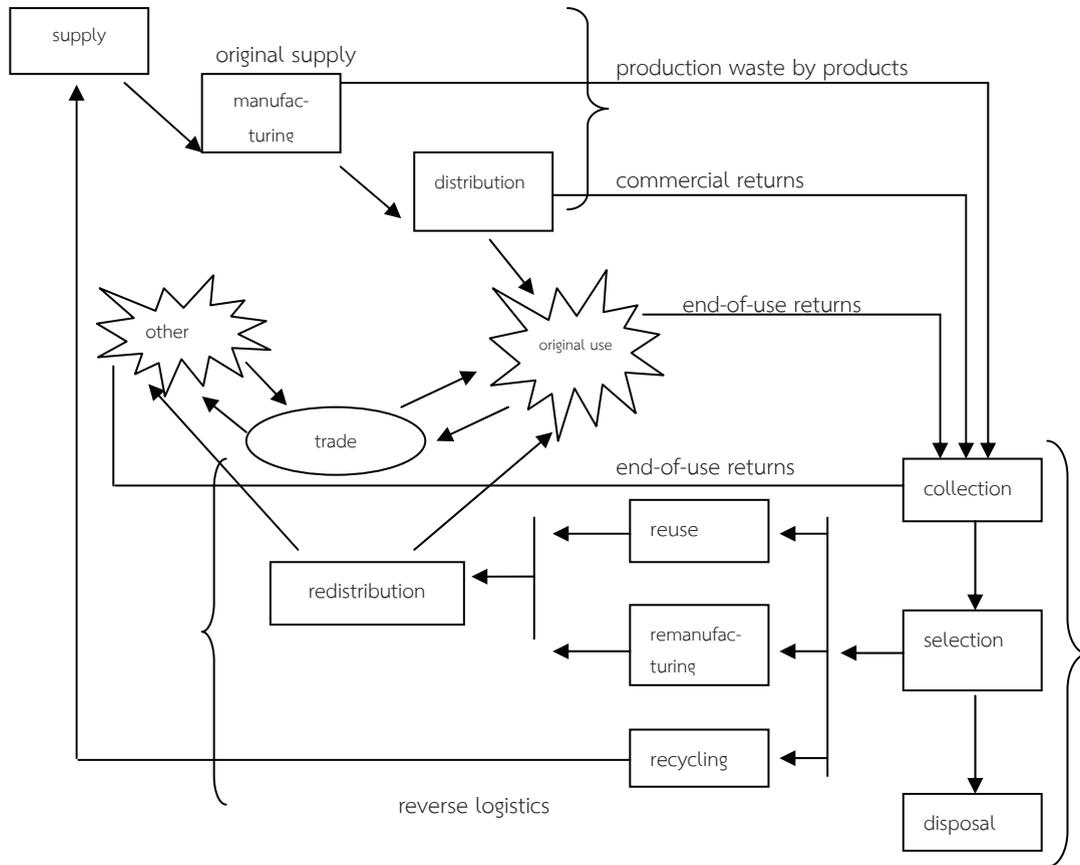
กลยุทธ์โลจิสติกส์ย้อนรอยเป็นกระบวนการโลจิสติกส์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมสามารถสร้างผลกำไรอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนให้แก่อุตสาหกรรมด้วยกระบวนการสร้างสรรค์โลจิสติกส์และโซ่อุปทานที่อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและเป็นการเพิ่มคุณภาพโลจิสติกส์ที่สร้างความยั่งยืน จากกระบวนการโลจิสติกส์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมนำไปสู่การดำเนินงานที่เข้าสู่ระบบ ISO 14000 ซึ่งถือว่าเป็นจุดขายให้กับผลิตภัณฑ์และภาพลักษณ์ที่ดีกับธุรกิจและบริษัท มีการวิเคราะห์โครงสร้างกระบวนการไปสู่การสร้างการเติบโตและความยั่งยืนให้กับธุรกิจและอุตสาหกรรมในระยะยาว นอกจากนี้การคืนสินค้าในระบบโลจิสติกส์ย้อนรอยซึ่งมีกระบวนการส่งมอบและรับคืนสินค้าที่มีประสิทธิภาพ กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องจัดเตรียมในการแก้ปัญหาในทุกสถานการณ์ที่เป็นไปได้ด้วยของแต่ละผลิตภัณฑ์และทุกผลิตภัณฑ์ในการรับคืนผลิตภัณฑ์

การเคลื่อนย้ายสินค้าหรือวัตถุดิบในทิศทางย้อนกลับโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมูลค่า หรือใช้ประโยชน์ในมูลค่าสินค้าที่ยังมีอยู่ หรือเพื่อทำลายทิ้งอย่างเหมาะสม แม้ว่าจะดูเหมือนว่า โลจิสติกส์ย้อนรอย (Reverse Logistics) ไม่ได้เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการจัดการโลจิสติกส์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แต่ความจริงแล้ว โลจิสติกส์ย้อนรอยเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการโซ่อุปทานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเกี่ยวข้องกับการคืนสินค้าไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบ โลจิสติกส์ย้อนรอยเป็นหัวข้อที่นักวิจัยและผู้ประกอบการกำลังให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถช่วยให้ธุรกิจเพิ่มประสิทธิภาพการบริการลูกค้า เพิ่มความสามารถในการควบคุมสินค้าคงคลัง ลดต้นทุน สร้างผลกำไรมากขึ้น และเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กรได้ (Daugherty, Autry, & Ellinger, 2001) โลจิสติกส์ย้อนรอย จึงเป็นกระบวนการในการจัดการและควบคุมกิจกรรมกระบวนการไหลของสินค้า ตั้งแต่จุดที่มี สิ้นสุดการบริโภคสินค้าเพื่อทำการรวบรวมและแยกชิ้นส่วน เพื่อนำกลับคืนมาใช้ประโยชน์ใหม่ หรือเพื่อนำกลับคืนส่วนที่มีมูลค่าทั้งนี้เพื่อให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ มีการใช้ประโยชน์คุ้มค่าสูงสุด และลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 5 กิจกรรมหลัก ได้แก่ การรวบรวม (Collection) การตรวจการเลือกการคัดแยก (Inspection/Selection/Sorting) การผลิตซ้ำ (Re-processing) การกระจายซ้ำ (Redistribution) และการกำจัด (Disposal) (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์ และ ทศพล เกียรติเจริญผล, 2551)

ดังนั้น กระบวนการจัดการโลจิสติกส์แบบย้อนรอยจึงเป็นกระบวนการจัดการทางสิ่งแวดล้อมขององค์กรต่าง ๆ ในการหมุนเวียนการใช้ (Recycling) หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) เพื่อให้การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องจะประกอบด้วยวัตถุดิบ สินค้าคงคลัง งานระหว่างผลิต หรือสินค้าสำเร็จรูป โดยกระบวนการจะเริ่มตั้งแต่จุดที่มีการบริโภคหรือมีการใช้ทรัพยากรย้อนกลับไปยังจุดต้นทางเพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าหรือมีวิธีการกำจัดอย่างถูกวิธี การลดการใช้ทรัพยากรสามารถทำให้เกิดได้ซึ่งจะนำไปสู่การลดความสูญเปล่าและการใช้พลังงานโดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นมิตรแก่สิ่งแวดล้อมเพื่อให้ได้ผลดังกล่าวเส้นทางการไหลของการจัดการโลจิสติกส์ทางตรงและย้อนกลับจะต้องทำให้น้อยที่สุด (สิรางค์ กลั่นคำสอน, ธีรันทา ฤทธิ์มณี, วิชัย รุ่งเรืองอนันต์, เจริญชัย โขมพัตรภรณ์, และยอดมณี เทพานนท์, 2554)

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงเส้นทางเดินของผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มต้นจากผู้ป้อนวัตถุดิบนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต กระจายสินค้า ไปยังผู้จัดจำหน่าย และกระจายสู่ผู้บริโภคคนสุดท้าย เมื่อสินค้าหมดอายุการใช้งานหรือไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้ต่อไปไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดก็ตาม รวมทั้งสินค้าที่ถูกส่งคืนร้านค้า สินค้าเหล่านี้จะได้รับการรวบรวม คัดเลือก และกระจายนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) ผลิตซ้ำ (Remanufacturing) เพื่อกระจายสินค้าซ้ำกลับไปจำหน่ายยังผู้บริโภคอีกรอบหนึ่ง ส่วนที่แปรกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) ดำเนินการโดยผ่านโลจิสติกส์ย้อนรอย (Reverse Logistics) เพื่อแปรกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบหรือปัจจัยการผลิตหรือการผลิตซ้ำต่อไป ส่วนที่ไม่ได้ผ่านเข้าไปใน

กระบวนการโลจิสติกส์ย้อนรอยจะกลายเป็นซากผลิตภัณฑ์ (Disposal) รอการกำจัดต่อไป (Kokkinaki, Dekker, Koster, & Pappis, 2001) (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)



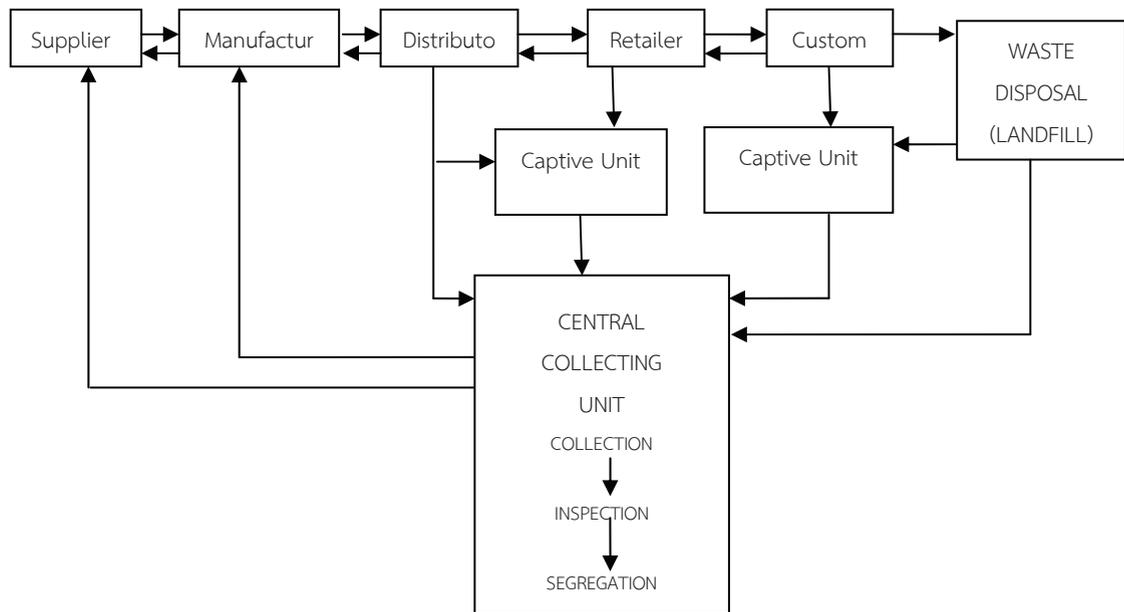
รูปที่ 1 ลักษณะของโลจิสติกส์ทางตรงและโลจิสติกส์ย้อนรอย

ที่มา : ปรับปรุงจาก Kokkinaki et al. (2001)

แนวคิดและแบบจำลองการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโลจิสติกส์ย้อนรอย

การศึกษาในสหรัฐอเมริกา เกี่ยวกับลำดับขั้นของกิจกรรมโลจิสติกส์ย้อนรอย ในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ และการวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหาในการนำซากคอมพิวเตอร์ย้อนรอย กลับคืน มีการแบ่งกิจกรรมโลจิสติกส์ย้อนรอย ออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ การลดการใช้ทรัพยากร การนำมาใช้ซ้ำ การปรับปรุงใหม่ การรีไซเคิล และการกำจัด ซึ่งพบว่า การแก้ปัญหาการจัดการซาก จำเป็นต้องแก้ปัญหาในระดับผู้บริโภค อุตสาหกรรมและกฎระเบียบ โดยผู้บริโภคจำเป็นต้องมีความกระตือรือร้นมากขึ้นในความรับผิดชอบต่อการรีไซเคิลและการซื้อผลิตภัณฑ์รีไซเคิล สำหรับ ผู้ผลิตจำเป็นต้องดำเนินการตามกฎหมายเรียกคืนซากและรับผิดชอบส่วนการนำผลิตภัณฑ์ของตนเอง กลับคืน ส่วนนักออกแบบมีบทบาทสำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการใช้งานยาว

ง่ายต่อการซ่อมแซม ง่ายต่อการนำกลับมาใช้ซ้ำ รีไซเคิลง่าย และถอดแยกชิ้นส่วนได้ง่าย ส่วนองค์กรที่ออกกฎหมาย มีบทบาทสำคัญในการให้สัตยาบันในอนุสัญญาบาเซล (Basel Convention) และการจัดวางระบบ เช่น การขยายความรับผิดชอบของผู้ผลิต (Extended Producer Responsibility, EPR) เพื่อเป็นการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม โดยทำงานร่วมกับภาคีที่เกี่ยวข้องทั้งหมด (Dhanda & Peters, 2005)



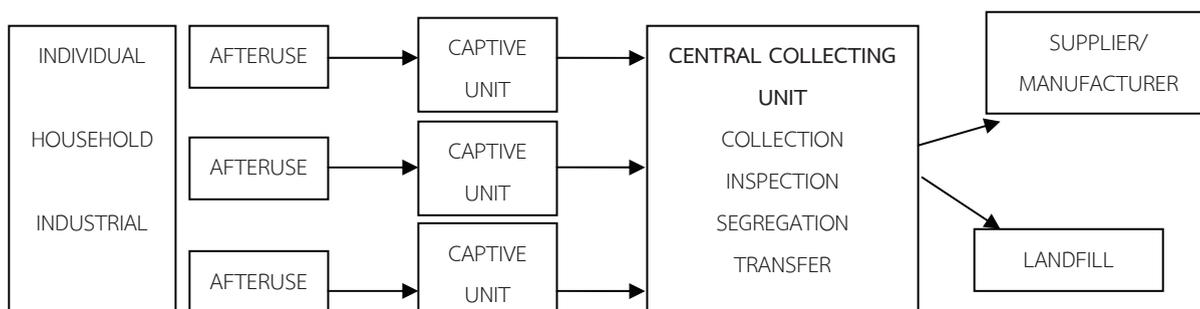
รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการจัดการปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ในโซ่อุปทาน

ที่มา : Tripahi, Agarwal and Agrawal (2012)

รูปที่ 2 ได้อธิบายกรอบแนวคิดการจัดการปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ในโซ่อุปทาน ซึ่งพบว่าโซ่อุปทานไปข้างหน้า (Forward Supply Chain) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ส่งถึงมือลูกค้าเพื่อการใช้และการอุปโภค แต่ภายหลังจากการใช้ของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะกลายเป็นซากผลิตภัณฑ์เพื่อไปสู่การทำลายฝังกลบในระบบเปิดของสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โลจิสติกส์ย้อนรอยสามารถทำหน้าที่ในการลดผลกระทบในโซ่อุปทานย้อนรอยได้ ด้วยการย้อนกลับในองค์ประกอบเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสมด้วยการรวบรวมหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ว่าจะในรูปแบบของวัตถุดิบเพื่อการผลิตหรือใช้ในอุตสาหกรรมที่คล้าย ๆ กันหรือเพื่อนำไปผลิตสินค้าอย่างอื่น และนั่นหมายถึง การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์เหล่านี้ย้อนรอย (Reverse Logistics) ในโซ่อุปทานช่วยลดจำนวนขยะอิเล็กทรอนิกส์ลงไปได้เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นผลพวงของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช้แล้ว อันเป็นส่วนเกินในระบบโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์นั่นเอง (Tripahi, Agarwal, & Agrawal, 2012)

ส่วนการศึกษาการปรับปรุงผลิตภาพของโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ พบว่าความตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุขั้นต้นของการริเริ่มการนำโลจิสติกส์ย้อนรอยมา

ดำเนินการในห่วงโซ่อุปทานของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ดังนั้น ผู้บริหารระดับสูงควรจะต้องให้ความสนใจเกี่ยวกับกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบของผู้บริหารระดับสูง การสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว การลดการใช้ทรัพยากร การลดซากผลิตภัณฑ์หลังจากไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลิตภาพและสมรรถนะของห่วงโซ่อุปทานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในขั้นตอนภายหลังการกระจายสินค้าสู่ผู้ใช้และเกิดขยะจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่หมดอายุและไม่ใช้แล้ว (Ravi, Shankar, & Tiwari, 2005)



รูปที่ 3 แบบจำลองการรวบรวมและจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์

ที่มา : Tripahi, Agarwal and Agrarwal (2012)

รูปที่ 3 อธิบายแบบจำลองการรวบรวมและจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยเมื่อสินค้าอิเล็กทรอนิกส์กลายเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมาจากครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้ว หรือถูกทิ้งผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้เหล่านี้สามารถย้อนรอยกลับมาได้โดยผู้ผลิตสินค้าหรืออุตสาหกรรม ผ่านหน่วยการจัดเก็บรวบรวมซึ่งเป็นหน่วยงานขนาดเล็ก มีบทบาทเป็นศูนย์กลางสำหรับการรวบรวมผลิตภัณฑ์ที่ไร้ประโยชน์เหล่านี้ ผู้ผลิตหรืออุตสาหกรรมสามารถพัฒนากระบวนการรวบรวมหรือศูนย์รวบรวมโดยอุตสาหกรรมเองหรือผ่านผู้ให้บริการ (The Third Party) และรวบรวมไปยังศูนย์กลางการรวบรวมซึ่งทำหน้าที่ในการกระบวนการรวบรวม การตรวจสอบ การแยกชิ้นส่วนและการขนย้ายไปฝังกลบหรือเข้าสู่กลไกการจัดการซากผลิตภัณฑ์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในกระบวนการการแยกชิ้นส่วนรวมถึงการคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตราย ไม่เป็นอันตราย ของเหลว สารประกอบและเจล การถอด การแยกชิ้นส่วนที่นำกลับมาใช้ได้ อีก หรือไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้

รูปที่ 4 แสดงที่มาของขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้ใน 3 กลุ่มในสามมิติ คือซากผลิตภัณฑ์ที่ถูกทิ้งหรือไม่ใช้แล้วจากผู้บริโภคในครัวเรือน ซากผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และการใช้เทคโนโลยีของอุตสาหกรรม ดังนั้นการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์จึงไม่ได้เพียงหมายถึงกระบวนการย้อนรอยแต่เพียงอย่างเดียวของสินค้าแต่ยังหมายถึงกระบวนการในการลดขยะหรือการลดผลกระทบจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดขึ้นด้วย กระบวนการลดขยะอิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถกำหนดได้ด้วย

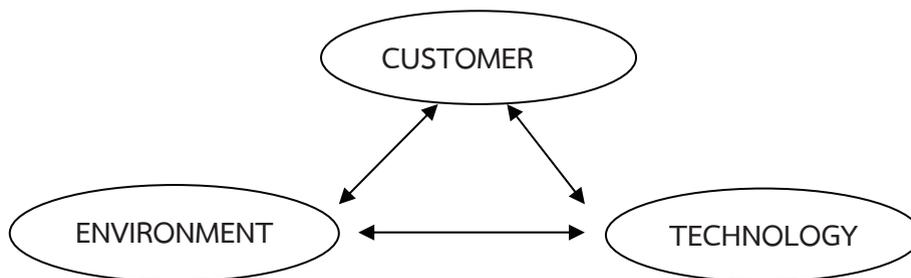
วิธีการเพียงหนึ่งหรือสองวิธีแต่ประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่แตกต่างกันอย่างเหมาะสม (Tripahi, Agarwal, & Agrarwal, 2012) เช่น

1. การลดแหล่งเพิ่มขยะอิเล็กทรอนิกส์ กล่าวคือ ผู้ผลิตควรลดขยะลงให้เหลือน้อยที่สุดมากเท่าที่เป็นไปได้ในระหว่างกระบวนการผลิตหรือการผลิต ด้วยการใช้เทคโนโลยีในการผลิตที่ดีกว่า การลดรังสี การใช้วัสดุดีบและกระบวนการจัดซื้อที่สามารถนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ที่สามารถลดขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้ในปลายน้ำ

2. การนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งทำให้อุตสาหกรรมลดต้นทุนในการซื้อวัตถุดิบและมีวัตถุดิบใช้อยู่ตลอดเวลาด้วยการทำให้ชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์สามารถถอดและนำมาประกอบใช้ใหม่ได้

3. การแปรกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันของอุตสาหกรรม หากหากผลิตภัณฑ์ที่ย้อนรอยกลับคืนมาเหล่านี้สามารถผ่านกระบวนการแปรกลับมาใช้ใหม่ได้ในอุตสาหกรรมอีกครั้งก็จะช่วยให้ลดต้นทุนในการผลิตลงได้

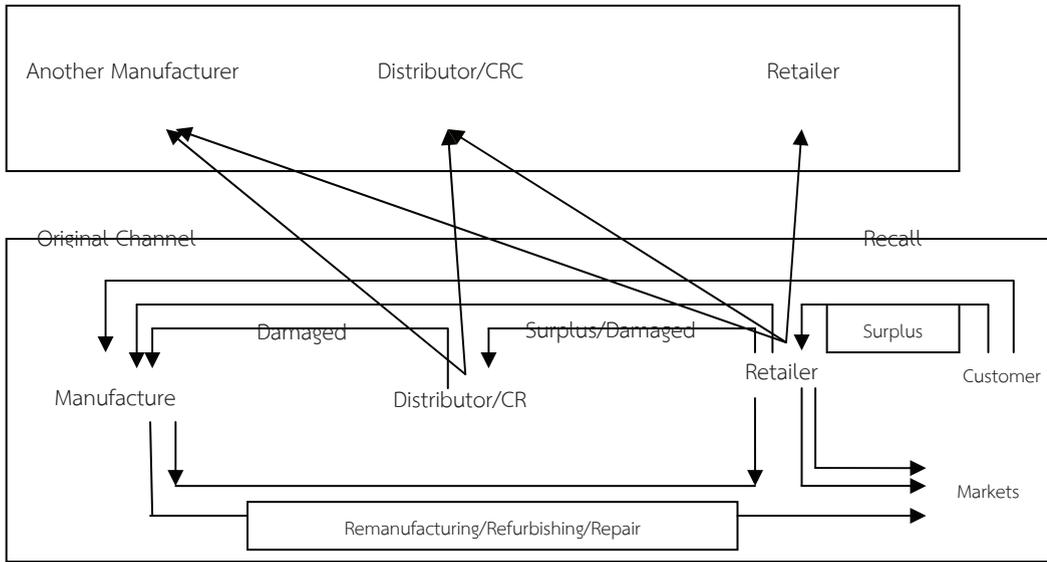
4. การเผาหรือการฝังกลบ หากผลิตภัณฑ์ที่เหลือในกระบวนการขั้นสุดท้ายที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์อะไรได้อีกไม่ว่าจะการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการแปรกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตก็จะนำไปสู่การเผาหรือการฝังกลบ



รูปที่ 4 ที่มาของการเกิดของขยะอิเล็กทรอนิกส์

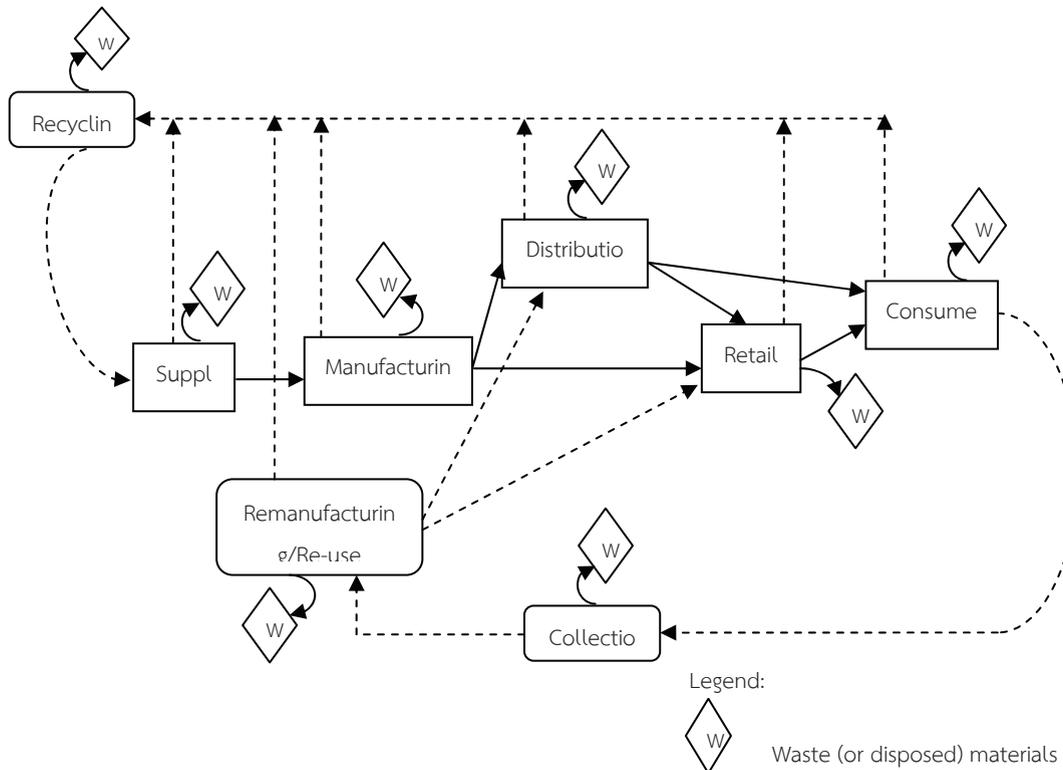
ที่มา : Tripahi, Agarwal and Agrarwal (2012)

Tripahi, Agarwal and Agrarwal (2012) ได้เสนอแบบจำลองกลไกช่องทางการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์มุ่งสู่การจัดการโลจิสติกส์ย้อนรอย แบบจำลองเสนอสองช่องทางที่แตกต่างกัน ช่องทางแรกเป็นช่องทางดั้งเดิม ซึ่งแสดงถึงโลจิสติกส์มุ่งไปข้างหน้ากับโลจิสติกส์ย้อนรอยในเงื่อนไขที่แตกต่างกัน และวิธีที่สองเป็นการใช้ช่องทางเลือกของผู้ผลิตที่แตกต่างกันหรือผู้กระจายสินค้าหรือผู้ค้าปลีกซึ่งอาจมีสมรรถนะในการใช้วิธีการทำลาย ส่วนที่เกิน หรือส่วนที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ของอุตสาหกรรมอื่น ๆ (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 แบบจำลองช่องทางการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ทางเลือก

ที่มา : Tripahi, Agarwal and Agrarwal (2012)

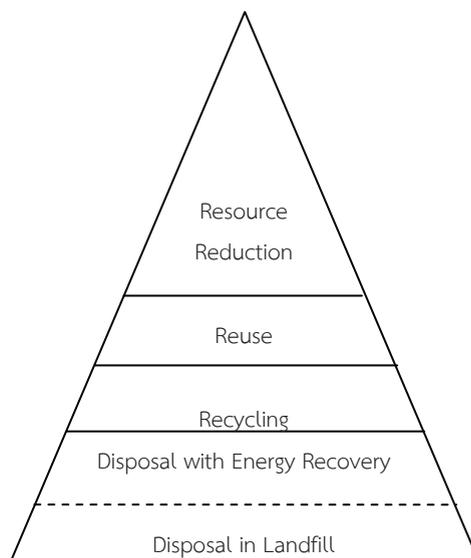


รูปที่ 6 แบบจำลองการปล่อยขยะอิเล็กทรอนิกส์และการส่งคืนสินค้าในโซ่อุปทาน

ที่มา : Beamon (1999)

รูปที่ 6 แสดงให้เห็นถึงแผนผังของรูปแบบโซ่อุปทานซึ่งแสดงถึงกระบวนการนำกลับคืนมาใช้
 อีกครั้งของผลิตภัณฑ์ เมื่อผลิตภัณฑ์ถูกทิ้งหรือไม่ใช้แล้วโดยลูกค้าซึ่งผลิตภัณฑ์จะถูกเคลื่อนย้ายไปสู่
 ตลาดสินค้าที่ใช้แล้วซึ่งถูกรวบรวมและทดสอบเพื่อเป็นทางเลือกผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการ
 โลจิสติกส์ย้อนรอยตั้งแต่ การแปรนำกลับมาใช้ใหม่ การถอดแยกชิ้นส่วนประกอบ การฟื้นฟูสภาพ
 ให้กลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง การนำไปผลิตใหม่ การทำความสะอาดและซ่อมแซมเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่
 กระบวนการดังกล่าวนี้ เรียกว่ากระบวนการนำกลับคืนมาใช้อีกครั้งของผลิตภัณฑ์

แบบจำลองการปล่อยขยะอิเล็กทรอนิกส์และการส่งคืนสินค้าในโซ่อุปทานของ Beamon (1999)
 ได้อธิบายถึงการที่ขยะอิเล็กทรอนิกส์ถูกปล่อยออกมาในขั้นตอนต่าง ๆ ในโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นการตอบ
 คำถามว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้วหรือขยะถูกส่งกลับคืนผ่านโซ่อุปทานได้อย่างไร ในรูปที่ 6 แสดงให้เห็น
 ตำแหน่งที่มีการปล่อยขยะออกมาตั้งแต่ต้นน้ำได้แก่วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต การผลิต
 การกระจายสินค้า ผู้ค้าส่ง และผู้บริโภคปลายน้ำ และเส้นทางการย้อนรอยกลับคืนของผลิตภัณฑ์
 ตั้งแต่ขั้นตอนการจัดเก็บและรวบรวม การนำกลับมาผลิตใหม่เพื่อการใช้ซ้ำ การแปรกลับมาใช้ใหม่
 โดยผ่านโลจิสติกส์ไปข้างหน้าผ่านผู้ผลิต ผู้ค้าปลีกและผู้บริโภคปลายทางอีกครั้งหนึ่ง เมื่อพิจารณา
 แล้วจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้ว หรือไม่ต้องการในรูปแบบขยะอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
 ถูกปลดปล่อยออกมาทั้งในกระบวนการโลจิสติกส์ไปข้างหน้า และโลจิสติกส์แบบย้อนรอย
 แบบจำลองดังกล่าวแสดงให้เห็นจำนวนขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสะสมในทุกขั้นตอนในโซ่อุปทาน
 รวมถึงแนวทางในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ย้อนรอยเพื่อลดจำนวนขยะอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
 ด้วยการนำกลับมาผลิตเพื่อใช้ใหม่ การแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ทั้งในลักษณะวัตถุดิบที่ใช้เป็น
 ปัจจัยการผลิตและผลิตภัณฑ์เดิม (รูปที่ 6)



รูปที่ 7 ลำดับชั้นของการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ (Hierarchy of Product Disposition)

ที่มา : Carter & Ellram (1998)

นอกจากนี้ ยังมีแนวคิดการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ที่คล้าย ๆ กัน แต่มุ่งเน้นที่กระบวนการต้นน้ำและกลางน้ำในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและกระบวนการผลิตที่ลดการใช้ทรัพยากรให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อลดจำนวนขยะอิเล็กทรอนิกส์ลง แนวคิดนี้เสนอโดย Carter & Ellram (1998) ได้เสนอแนวคิดลำดับการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ ซึ่งอธิบายว่าการลดการใช้วัสดุให้เหลือน้อยที่สุดในผลิตภัณฑ์ และการลดขยะและการใช้พลังงานผ่านวิธีการออกแบบของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการลดการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน ซึ่งผู้ผลิตควรถือเป็นเป้าหมายในกระบวนการโลจิสติกส์ย้อนรอย โดยสรุปว่าทั้งการไหลเวียนของโลจิสติกส์ที่ไปข้างหน้าและโลจิสติกส์ย้อนรอยจะทำให้มีการใช้ทรัพยากรที่ต่ำที่สุดและนำไปสู่การเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นแนวทางที่ทำให้มีการใช้วัสดุและสร้างปริมาณขยะลงให้น้อยที่สุด (รูปที่ 7)

ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

ปัญหาในการกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทย คือ การขาดสถานที่บำบัดและกำจัดที่ได้มาตรฐานและมีการดำเนินงานอย่างถูกต้องซึ่งต้องการการลงทุนและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง แม้ว่าประชาชนจะเริ่มตระหนักถึงอันตรายของขยะประเภทนี้ แต่ค่ากำจัดที่มักจะได้ยินจากผู้คนทั่วไป คือ “ไม่รู้ว่าจะไปที่ไหน” (สุจิตรา วาสนาดำรงดี และปเนต มโนมัยวิบูลย์, 2555) โดยเฉพาะสำหรับซากผลิตภัณฑ์ฯ ที่ไม่มีตลาดรีไซเคิล (ประเภทที่ร้านค้าของเก่าไม่รับซื้อ) เช่น ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์และถ่านไฟฉาย สำหรับประเทศไทย ในปัจจุบันยังไม่มีระบบการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างครบวงจร โดยมีปัญหาสำคัญอยู่ที่การเก็บรวบรวมซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อส่งต่อไปยังโรงงานที่มีกระบวนการรีไซเคิลที่ได้รับใบอนุญาตจากราชการ ซึ่งผลจากการวิจัยของสุจิตรา วาสนาดำรงดี และปเนต มโนมัยวิบูลย์ (2555) พบว่ามีอยู่เพียงยี่สิบแห่งทั่วประเทศ โดยส่วนใหญ่กระจุกตัวในภาคกลาง

นอกเหนือจากของเก่าที่ถูกเก็บไว้ในครัวเรือนและซากที่ถูกทิ้งปะปนไปกับขยะมูลฝอยทั่วไปแล้ว ขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากยังถูกเก็บรวบรวมผ่านร้านซ่อมและระบบค้าของเก่า รวมทั้งการบริจาคให้กับวัดหรือมูลนิธิซึ่งท้ายที่สุด ซากผลิตภัณฑ์ฯ ที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้ก็มักจะถูกขายต่อไปให้กับกลุ่มถอดรื้อและคัดแยกเหล่านี้ซึ่งจะแยกเอาเฉพาะชิ้นส่วนที่ขายได้ด้วยการถอดรื้อและเผาทำลาย แต่ไม่ได้มีการจัดการกับสารอันตรายหรือมลพิษที่เกิดจากกระบวนการคัดแยก ดังนั้นปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นประเด็นที่สังคมไทยที่ก้าวไปสู่ความทันสมัยไม่อาจจะละเลยได้และถึงเวลาแล้วที่ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาระบบการจัดการซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างเต็มรูปแบบ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้อุปกรณ์ไฮเทคเหล่านี้ โดยจำเป็นต้องผลักดันให้เกิดกฎหมายเพื่อให้มีการเก็บรวบรวม รีไซเคิล บำบัด และกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสุขลักษณะ

เป็นการทั่วไป ต่อยอดจากโครงการคัดแยกขยะอันตรายของท้องถิ่นบางแห่งและโครงการรับคืนซากผลิตภัณฑ์ฯ ของผู้ผลิตบางรายที่มีอยู่ในปัจจุบัน (สุจิตรา วาสนาดำรงดี และปเนต มโนมัยวิบูลย์, 2555)

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยเป็นอีกหนึ่งประเทศที่มีนโยบายของรัฐในการมุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ตามที่ได้ให้สัตยาบันรับรองปฏิญญาโจฮันเนสเบิร์ก เมื่อปี 2545 และปฏิญาณจะนิยามว่าด้วยอุตสาหกรรมสีเขียว กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อสิ่งแวดล้อมและสังคม โดยดำเนินการในเชิงรุกมุ่งเน้นในการส่งเสริมและพัฒนาภาคอุตสาหกรรมให้เติบโต และพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อให้เป็นรูปธรรม จึงได้เริ่มโครงการอุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry) ขึ้นเพื่อส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมให้มีการประกอบการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสังคม

มาตรการภายใต้กฎหมาย กฎ ระเบียบดังกล่าว ได้กลายมาเป็นความรับผิดชอบของผู้ผลิตและความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งได้แก่ กระบวนการเก็บรวบรวม การบำรุงรักษา การแปรกลับมาใช้ใหม่ และการนำกลับมาใช้ใหม่ภายใต้กฎระเบียบของการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมทั้งของสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา รวมถึงประเทศไทย เพื่อนำมาใช้เป็นกลยุทธ์ในการจัดการโลจิสติกส์เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังหรือลดซากของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ประกอบเหล่านั้นอย่างเหมาะสม ขอบเขตความรับผิดชอบของผู้ผลิตตามกฎระเบียบของสหภาพยุโรป มุ่งเป้าหมายไปที่อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จะต้องนำกลับคืนหรือย้อนรอยผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่แล้วหรือสิ้นสุดอายุผลิตภัณฑ์หรือการจ่ายเงินพิเศษเมื่อผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นมีการส่งออกไปยังนอกประเทศ รวมถึงที่ส่งไปจำหน่ายยังสหภาพยุโรป ขอบเขตความรับผิดชอบดังกล่าวทำให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต้องรับผิดชอบต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ผลิตออกไปสู่ผู้บริโภคตลอดช่วงวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ และรวมต้นทุนการกำจัดซากเข้าไปในราคาของผลิตภัณฑ์

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีระบบการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างครบวงจร โดยยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดเก็บและรวบรวมซากผลิตภัณฑ์ เพื่อส่งต่อไปยังโรงงานที่มีกระบวนการรีไซเคิลที่ได้รับใบอนุญาตจากทางราชการ นอกจากนี้ขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวนมากยังถูกเก็บรวบรวมผ่านร้านซ่อมและระบบค้าของเก่า รวมทั้งบริจาคให้กับมูลนิธิซึ่งท้ายที่สุด ซากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ซึ่งจะแยกเอาเฉพาะชิ้นส่วนที่ขายได้ ด้วยการถอดรื้อและเผาทำลาย แต่ไม่ได้มีการจัดการกับสารอันตรายหรือมลพิษที่เกิดจากกระบวนการคัดแยก

สรุป

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้กลายมาเป็นปัญหาด้านสภาพแวดล้อมในหลายประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย ภาครัฐและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต่างให้ความสนใจกับปัญหาเรื่องปริมาณขยะ

อิเล็กทรอนิกส์ที่มีปริมาณสูงเพิ่มมากขึ้น อันเนื่องมาจากคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการใช้งาน และเทคโนโลยี ที่ทำให้อายุของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์สั้นลง ขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้กลายมาเป็นหนึ่งในพันธกิจสำคัญที่สุดสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการบรรลุควมมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตลอดโซ่อุปทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงปลายน้ำของโซ่อุปทานดังกล่าว หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกได้ตื่นตัว และตระหนักเกี่ยวกับปัญหาของปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นผลมาจากการเติบโตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อย่างก้าวกระโดด ผลการทบทวนวรรณกรรมแนวคิดและแบบจำลองในการศึกษาเรื่องการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโลจิสติกส์ย้อนรอยมีข้อสรุป ดังนี้

1. อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยเริ่มต้นตั้งแต่ ผู้ผลิตที่ใช้ตราสินค้าของตนเองมีความจำเป็นที่จะต้องเข้ามากำกับอุตสาหกรรมผู้ผลิตอุปกรณ์ชิ้นต้น หรืออุตสาหกรรมออกแบบชิ้นต้นอย่างจริงจัง เพื่อนำผลิตภัณฑ์ย้อนรอยกลับคืน เช่น กิจกรรมในกระบวนการเก็บรวบรวม การบำรุงรักษา การแปรกลับมาใช้ใหม่ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ในโซ่อุปทานเพื่อสิ่งแวดล้อมและพิจารณาถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีซากชิ้นส่วนให้เหลือน้อยที่สุด มีต้นทุนการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ต่ำที่สุดเมื่อสิ้นสุดอายุผลิตภัณฑ์

2. แนวทางแก้ปัญหาในการนำซากคอมพิวเตอร์ย้อนรอยกลับคืน คือ การลดการใช้ทรัพยากร การนำมาใช้ซ้ำ การปรับปรุงใหม่ การรีไซเคิล และการกำจัด การแก้ปัญหาการจัดการซากผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องแก้ปัญหาในระดับผู้บริโภค อุตสาหกรรมและใช้กฎระเบียบ โดยผู้บริโภคจำเป็นต้องมีความกระตือรือร้นมากขึ้นในความรับผิดชอบต่อการรีไซเคิลและการซื้อผลิตภัณฑ์รีไซเคิลสำหรับผู้ผลิตจำเป็นต้องดำเนินการตามกฎหมายเรียกคืนซากและรับผิดชอบต่อส่วนการนำผลิตภัณฑ์ของตนเองกลับคืน ส่วนนักออกแบบมีบทบาทสำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการใช้งานยาวต่อการซ่อมแซม ง่ายต่อการนำกลับมาใช้ซ้ำ รีไซเคิลง่าย และถอดแยกชิ้นส่วนได้ง่าย ส่วนองค์กรที่ออกกฎหมาย มีบทบาทสำคัญในการให้สัตยาบันในอนุสัญญาบาเซล และการจัดวางระบบ การขยายความรับผิดชอบของผู้ผลิตเพื่อเป็นการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม โดยทำงานร่วมกับภาคีที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

3. โลจิสติกส์ย้อนรอยสามารถทำหน้าที่ในการลดผลกระทบในโซ่อุปทานย้อนรอยได้ด้วยการย้อนกลับในองค์ประกอบเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสมด้วยการรวบรวมหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของวัตถุดิบเพื่อการผลิตหรือใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อนำไปผลิตสินค้าอย่างอื่น ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์เหล่านี้ย้อนรอยในโซ่อุปทานเพื่อช่วยลดจำนวนขยะอิเล็กทรอนิกส์ให้น้อยลงให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

4. ขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมาจากครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้วหรือถูกทิ้ง ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้เหล่านี้ สามารถย้อนรอยกลับมาได้โดยผู้ผลิตสินค้าหรืออุตสาหกรรมผ่านหน่วยการจัดเก็บ

รวบรวมนซึ่งเป็นหน่วยงานขนาดเล็กมีบทบาทเป็นศูนย์กลางสำหรับการรวบรวมขยะอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ผลิตหรืออุตสาหกรรมสามารถพัฒนากระบวนการรวบรวมหรือศูนย์รวบรวมโดยอุตสาหกรรมเอง หรือผ่านผู้ให้บริการ และรวบรวมไปยังศูนย์กลางการรวบรวมซึ่งทำหน้าที่ในกระบวนการรวบรวม การตรวจสอบ การแยกชิ้นส่วนและการขนย้ายไปฝังกลบหรือเข้าสู่กลไกการจัดการซากผลิตภัณฑ์ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในกระบวนการการแยกชิ้นส่วนรวมถึงการคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตราย ไม่เป็นอันตราย ของเหลว สารประกอบและเจลา การถอด การแยกชิ้นส่วนที่นำกลับมาใช้ได้อีก หรือไม่ สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

5. การลดการใช้วัสดุให้เหลือน้อยที่สุดในผลิตภัณฑ์ และการลดขยะและการใช้พลังงาน ผ่านวิธีการออกแบบของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการลดการใช้ทรัพยากร อย่างยั่งยืน

6. สำหรับประเทศไทย ปัญหาสำคัญคือการขาดสถานที่บำบัดและกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยปัจจุบันประเทศไทยไม่มีระบบกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีกระบวนการที่ได้มาตรฐานและได้รับ ใบอนุญาตที่ถูกต้องตามกฎหมาย คงมีเพียงประมาณ 20 แห่งทั่วประเทศ ส่วนมากขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในประเทศไทยถูกเก็บรวบรวมผ่านร้านซ่อมและระบบค้าของเก่า การบริจาค รูปแบบการกำจัดขยะ ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ภาครัฐควรสนับสนุนการสร้างโรงงานกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับ มาตรฐานและกระจายอยู่ตามจังหวัดต่าง ๆ ทั่วทุกภูมิภาค ในส่วนผู้บริโภคจะต้องมีความรับผิดชอบ ต่อการรีไซเคิลและการซื้อผลิตภัณฑ์รีไซเคิล ส่วนผู้ผลิตต้องมีความรับผิดชอบตามกฎหมาย การเรียก คืนซากและการนำผลิตภัณฑ์ของตนเองกลับคืน นอกจากนี้กระบวนการออกแบบมีบทบาทสำคัญ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการใช้งานยาว ง่ายต่อการซ่อมแซม ง่ายต่อการนำกลับมาใช้ซ้ำ สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ และถอดแยกชิ้นส่วนได้ง่าย ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนควรมีการทำงาน ร่วมกันในรูปแบบภาคี ไม่ว่าจะเป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้มีส่วนได้เสีย ภาคเอกชนและรัฐบาล โดยจัดตั้ง หน่วยงานระดับกรมหรือรูปแบบองค์กรมหาชน ที่ทำหน้าที่และรับผิดชอบดูแลในเรื่องการกำจัดขยะ อิเล็กทรอนิกส์โดยตรงต่อไป เพื่อการออกนโยบาย แนวทางปฏิบัติ และกฎระเบียบของอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ ในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อลดปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นภาระ กับสังคมและสิ่งแวดล้อมให้เหลือน้อยที่สุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, และทศพล เกียรติเจริญผล. (2551). *การจัดการ Green Supply Chain และ Reverse Logistics ของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์*. สืบค้น 10 มกราคม 2558, จาก http://www.thaieei.com/eedownload/newiuceo_forum3/255104/green-supply-chainrevers-logistics.pdf
- สิรางค์ กลั่นคำสอน, อีรณันทา ฤทธิมณี, วิชัย รุ่งเรืองอนันต์, เจริญชัย โขมพัตรภรณ์, และยอดมณี เทพานนท์. (2554). *การจัดการระบบโลจิสติกส์แบบย้อนกลับและกรีนโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมแปรรูปโลหะ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- สุจิตรา วาสนาดำรงดี, และปเนต มโนมัยวิบูลย์. (2555). *ชุดความรู้เรื่อง การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-waste)*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Beamon, B. M. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management*, 12(4), 332-342.
- Carter, C. R., & Ellram, L. M. (1998). Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation. *Journal of Business Logistics*, 19(1), 85-102.
- Daugherty, P. J., Autry, C., & Ellinger, A. E. (2001). Reverse logistics: the relationship between resource commitment and programmer performance. *Journal of Business Logistics*, 22(1), 107-123.
- Dhanda, K. K., & Peters, A. A. (2005). Reverse logistic in the computer industry. *International Journal of Computers Systems and Signals*, 6(2), 57-67.
- Kokkinaki, A. I., Dekker, R., Koster, M. B. M. D., & Pappis, C. (2001). *From e-trash to e-treasure: how value can be created by the new e-business models for reverse logistics (No. EI 2000-32/A)*. Retrieved January 28, 2015, from <http://hdl.handle.net/1756/1662>
- Ninlawan Chumrit & Thosapol Kietcharoenphol. (2010). The implementation of green supply chain management practices in electronics industry. In *The International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2010 (IMECS 2010)*. Hong Kong: n.p.
- Nylund, Sabina. (2012). *Reverse logistics and green logistics a comparison between Wartsila and IKEA*. (Dissertation of Doctor Philosophy, University of Applied Sciences).

Ravi, V., Shankar, Rvai., & Tiwari, M. K. (2005). Selection of a reverse logistics project for end-of-life computers: ANP and goal programming. *International Journal of Production Research*, 1-22.

Tripathi, K. V., & Agarwal, V., & Agrawal, S. (2012). Reverse logistics an environment empathy in reference to the E-waste - a qualitative analysis. *International Journal of Entrepreneurship & Business Environment Perspectives*, 1(1), 32.