

กรีนไอซีที เพื่อการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ Green ICT for Electronic Waste Management

ประทีป เลิศชัยประเสริฐ

บทนำ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่ส่งสมมานานและได้รับความสนใจมาโดยตลอด โดยเฉพาะภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากผลของปฏิกิริยาเรือนกระจก (Greenhouse Effects) ที่เกิดจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานของมนุษยชาติอันเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศของโลกและกลายเป็นฉนวนกักเก็บรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศของโลกสูงขึ้นซึ่งที่ผ่านมา แหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลกระทบต่อเนื่องในรูปแบบต่างๆ เช่น อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น ระดับน้ำในมหาสมุทรที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากการละลายตัวของน้ำแข็งที่ขั้วโลก สภาพอากาศไม่เป็นไปตามฤดูกาลที่ควรจะเป็น เป็นต้น

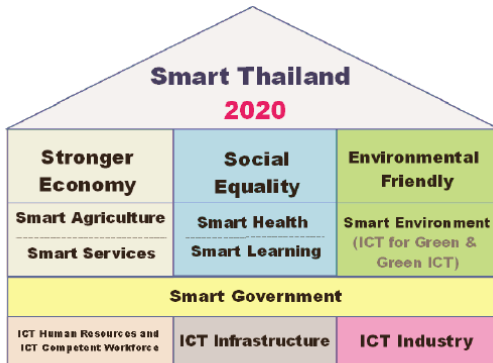
ขยะอิเล็กทรอนิกส์ หรือ อีเวสต์ (E-Waste) เป็นของเสียที่เกิดจากการใช้งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสียหรือไม่มีคนต้องการแล้ว [2] ขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นประเด็นวิตกกังวล เนื่องจากชิ้นส่วนหลายชิ้นในอุปกรณ์เหล่านั้น ถือว่าเป็นพิษและไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ หลายประเทศ โดยเฉพาะแถบยุโรปตะวันตกถึงกับออกกฎหมายออกมารองรับกรณีดังกล่าวนี้ โดยให้บริษัทผู้ผลิตที่จะวางตลาดในผลิตภัณฑ์ด้านคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ต้องจัดเก็บขยะอิเล็กทรอนิกส์ไปกำจัดก่อนถึงจะวาง

ใหม่ได้ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งมาตรการสำคัญที่ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นขยะพิษขณะเดียวกันด้วยพฤติกรรมบริโภคที่มีลักษณะใช้แล้วทิ้งที่เกิดขึ้นทั่วโลก ส่งผลกระทบต่อไม่เพียงแต่ในละแวกของขยะอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น บรรจุภัณฑ์อื่นๆ ก็ถูกทิ้งลงถังขยะมากมายจนล้นเกิน หลายๆ ประเทศต้องสูญเสียงบประมาณเพื่อทำการจัดเก็บและทำลายขยะแต่ละปีเป็นมูลค่ามหาศาล ซึ่งพฤติกรรมการใช้แล้วทิ้งที่เกิดขึ้นทั่วโลกนี้ หากยังไม่สามารถพัฒนาวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย หรือประเภทใช้แล้วสามารถนำมารีไซเคิลใหม่ได้ อาจก่อให้เกิดปัญหาขยะล้นโลกได้

ความเป็นมา ความสำคัญ และแรงผลักดัน

ในประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการสนับสนุนให้ผู้ประกอบการวิสาหกิจอุตสาหกรรม SMEs ภายในประเทศนำเอาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เข้ามาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในองค์กรอย่างจริงจัง ดังจะเห็นได้จากการที่กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีการกำหนดกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย หรือเรียกโดยย่อว่า กรอบนโยบาย ICT2020 [1] ขึ้นอย่างชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการสนับสนุนและผลักดันพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการ SMEs ไทย และเป็นการสร้างโอกาสทางการตลาดและโอกาสในการแข่งขันสำหรับ

ผู้ประกอบการไทย ทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศ โดยมีการกำหนดรายละเอียดไว้ในแผนยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนา 7 ยุทธศาสตร์ตั้งแผนภาพที่ปรากฏ และรายละเอียดดังนี้ [1]



ICT 2020 Framework

ที่มา: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, [1]

ยุทธศาสตร์ที่ 1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ICT ที่เป็นอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงหรือการสื่อสารรูปแบบอื่นที่เป็น Broadband ให้มีความทันสมัย มีการกระจายอย่างทั่วถึง และมีความมั่นคงปลอดภัย สามารถรองรับความต้องการของภาคส่วนต่างๆ ได้

ยุทธศาสตร์ที่ 2 พัฒนาทุนมนุษย์ที่มีความสามารถในการสร้างสรรค์และใช้สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ มีวิจยารณญาณและรู้เท่าทัน รวมถึงพัฒนาบุคลากร ICT ที่มีความรู้ความสามารถและความเชี่ยวชาญระดับมาตรฐานสากล

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรม ICT เพื่อสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและนารายได้เข้าประเทศ โดยใช้โอกาสจากการรวมกลุ่มเศรษฐกิจ การเปิดการค้าเสรี และประชาคมอาเซียน

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ใช้ ICT เพื่อสร้างนวัตกรรมบริการของภาครัฐที่สามารถให้บริการประชาชนและธุรกิจทุกภาคส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความมั่นคงปลอดภัย และมีธรรมาภิบาล

ยุทธศาสตร์ที่ 5 พัฒนาและประยุกต์ใช้ ICT เพื่อสร้างความเข้มแข็งของภาคการผลิต ให้สามารถพึ่งตนเองและแข่งขันได้ในระดับโลก โดยเฉพาะภาค

การเกษตร ภาคบริการ และเศรษฐกิจสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มสัดส่วนภาคบริการในโครงสร้างเศรษฐกิจโดยรวม

ยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนาและประยุกต์ ICT เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม โดยสร้างความเสมอภาคของโอกาสในการเข้าถึงทรัพยากรและบริการสาธารณะสำหรับประชาชนทุกกลุ่ม โดยเฉพาะบริการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างมีสุขภาวะที่ดี ได้แก่ บริการด้านการศึกษาและบริการสาธารณสุข

ยุทธศาสตร์ที่ 7 พัฒนาและประยุกต์ ICT เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากกรอบนโยบาย ICT2020 ดังกล่าว จึงเป็นแนวทางการผลักดันให้วิสาหกิจอุตสาหกรรม SMEs ได้ตระหนักและเห็นความสำคัญในการที่จะนำเอา ICT มาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในองค์กรเพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการภายในองค์กรให้ได้ประสิทธิภาพและผลิตภาพสูงสุด (Best Productivity) โดยมุ่งหวังที่จะเป็นวิสาหกิจอุตสาหกรรม SMEs ที่ดี มีความสามารถในการสร้างสรรค์และใช้สารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ มีวิจยารณญาณและรู้เท่าทัน เป็นองค์กรธรรมาภิบาล สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและนารายได้เข้าประเทศ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อสิ่งแวดล้อม: Green ICT

ขณะนี้ไม่ใช่เรื่องแปลกที่หลายคน จะเห็นว่า มีหลายภาคองค์กรธุรกิจนิยมใช้คำว่า "Green" เป็นส่วนหนึ่งของสินค้าและบริการของตน ซึ่งองค์กรธุรกิจเหล่านี้ต้องการสื่อสารให้ภายนอก หรือ กลุ่มลูกค้าของบริษัท ได้รับรู้ความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม การปรับปรุงแก้ไข และลดปัญหาของสินค้าและบริการที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงเป็นการแสดงออกในความรับผิดชอบต่อสังคมที่องค์กรธุรกิจนั้นมี และ Green ICT ก็เป็นแนวทางปฏิบัติแนวทางหนึ่ง ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อจัดการการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงอายุการใช้งาน

เนื่องมาจากการตื่นตัวกับปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งสมมานานหลายปี และได้รับความสนใจมาโดยตลอด ภาวะโลกร้อนเกิดจากผลของปฏิกิริยาเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งเป็นผลพวงจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil fuel) ที่เกิดการขยายตัวของอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานของมนุษยชาติ อันเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศของโลก และกลายเป็นฉนวนกักเก็บรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศของโลกสูงขึ้น ซึ่งที่ผ่านมา แหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ มักถูกมองความสนใจไปที่ผลพวงจากการใช้ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า ในฐานะผู้ก่อความเสียหายหลัก แต่การใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นจากครัวเรือนและจากการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) ที่ขยายตัวอย่างก้าวกระโดด ทั้งในระดับส่วนบุคคล ธุรกิจ และอุตสาหกรรม ยังคงถูกมองว่าเป็นเรื่องไกลตัว [5], [6]

ความหมายของ Green ICT

Green ICT หรือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อสิ่งแวดล้อม คือ แนวคิดในการบริหารจัดการและเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการใช้พลังงาน ลดการใช้พลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการสร้างขยะ รวมถึงการนำขยะอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ใหม่อีกด้วย

เป้าหมายสูงสุด คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือขยะอิเล็กทรอนิกส์ต้องถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมด และไม่มีส่วนประกอบที่ทำจากสารพิษ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องใช้พลังงานน้อยลง แต่มีความสามารถในการทำงานมากขึ้น ตามแนวคิดที่ว่า "Maximum Megabytes for Minimum Kilowatts" ซึ่ง Green Computing ก็ถือเป็นแนวทางการปฏิบัติหนึ่งที่นิยมใช้กันในองค์กรอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน [4]

ระบบประมวลผลรักษ์สิ่งแวดล้อม (Green Computing)

Green Computing เป็นการศึกษาถึงแนวทางการปฏิบัติ เพื่อให้มีการใช้งานทรัพยากรของระบบประมวลผลให้ได้ประสิทธิภาพอย่างคุ้มค่าที่สุด เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้า และวัสดุต่างๆ ที่ต้องใช้งานไป โดยแนวทางในการใช้งานเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ทางด้านการประมวลผลที่ดำเนินการไปตามแนวทางของ Green Computing นั้นจะยึดหลัก 3 ประการด้วยกันที่เรียกว่า "Triple Bottom Line" ประกอบด้วย

1. การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic viability)
2. การรับผิดชอบต่อสังคม (Social responsibility)
3. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact)

ซึ่งอาจจะแตกต่างออกไปจากการดำเนินธุรกิจทั่วๆ ไปบ้าง ที่มีจุดมุ่งหมายอยู่เฉพาะที่หัวข้อทางด้านการเจริญเติบโตของธุรกิจเท่านั้น เมื่อได้มีการนำโซลูชันทางด้านระบบประมวลผลเข้ามาใช้งาน

หลัก 3 ประการข้างต้นที่แนวทางของ Green Computing เริ่มต้นนำมาใช้งาน มีความหมายในทิศทางเดียวกัน กับการรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในการดำเนินธุรกิจด้านอื่นๆ เช่น ด้านวัตถุดิบที่มีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมสูงอย่างตะกั่ว เป็นต้น รวมไปถึงการเพิ่มประสิทธิภาพจากการใช้พลังงานให้สูงมากขึ้น กับการนำวัตถุดิบกลับมาใช้งานใหม่ได้ (Recycle) ของทั้งตัวผลิตภัณฑ์เองและสิ่งที่ปล่อยออกมาจากโรงงานจากการบวนการสร้าง ผลิตภัณฑ์นั้นๆ

การนำแนวทางของ Green Computing ไปใช้งานโดยทั่วๆ ไปนั้น เป็นการนำหลักการเบื้องต้นบางข้อหรือทั้งหมด ไปปรับให้สภาพแวดล้อมในการใช้งานระบบประมวลผลมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เช่น ผู้จัดการทางด้านระบบไอที เลือกที่จะเพิ่มอุปกรณ์แบบ Thin Client ที่ผ่านการรับรองจาก EPEAT (Electronics Products Environment Assessment Tool) เข้ามาใช้งานกับบางแผนกในองค์กร แทนที่จะเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ

desktop ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบทางด้านการใช้พลังงาน และการดูแลรักษาแล้ว ก็จะได้ระบบที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานและทรัพยากรมากกว่า เป็นต้น

แนวทางปฏิบัติในการนำ Green Computing มาใช้ในองค์กร

การนำแนวทางของ Green Computing เข้ามาใช้ร่วมกันในแต่ละองค์กรที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นทุกองค์กรที่มีการนำระบบ ICT เข้ามาใช้งาน จะต้องมีการประเมินระบบของตนเองใหม่ เพื่อนำแนวความคิดของ Green Computing เข้ามาปรับเปลี่ยนการใช้งาน ไม่ว่าจะ เป็นด้านของอุปกรณ์หรือด้านนโยบายการใช้งาน แนวทางปฏิบัติในการนำแนวคิด Green Computing เข้ามาใช้งานมีอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ

- **ปรับเพิ่มการใช้งานอย่างค่อยเป็นค่อยไป (Pilot Study):** กลุ่มนี้จะเน้นการคงไว้ซึ่งโครงสร้างของระบบไอที และนโยบายการใช้งานที่มีอยู่เดิมไว้ก่อนแล้วค่อยๆ เพิ่มเสริมโซลูชันทางด้านอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเข้ามาให้รวมเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันกับระบบเก่า เช่น การเลือกนโยบายในการจัดการด้านพลังงานสำหรับอุปกรณ์ประมวลผล การปรับเปลี่ยนทางด้านนี้เป็นเรื่องที่ไม่ยากมากนัก ไม่ต้องสร้างเป็นแผนงานที่เฉพาะเจาะจง และต้องการเพียงแค่การปรับเปลี่ยนนโยบายที่ละเล็กละน้อย

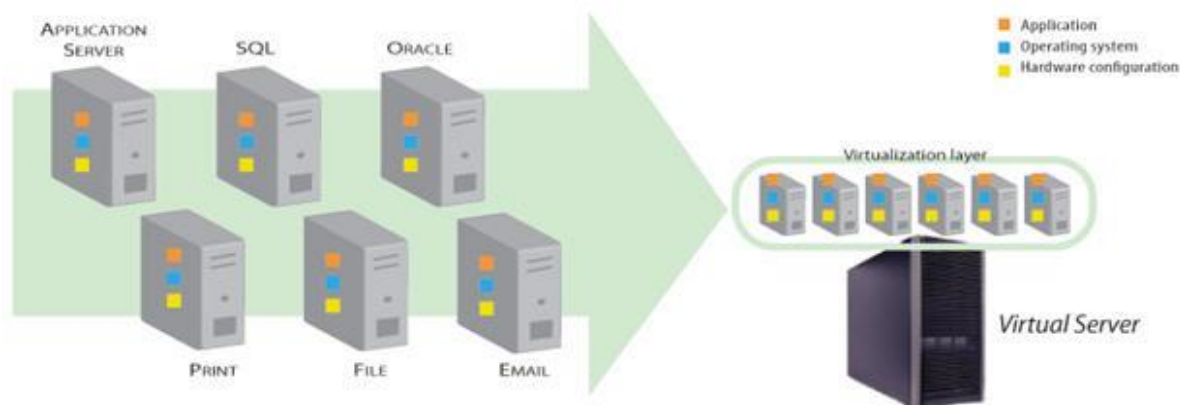
- **เพิ่มแผนการปรับเปลี่ยนเข้าไปในกลยุทธ์ขององค์กร (Parallel Strategy):** กลุ่มนี้จะมองว่า ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและการรับผิดชอบต่อสังคม เป็น

แนวทางหลักหนึ่งในกลยุทธ์ของการดำเนินธุรกิจ และมองเห็นว่าเป็นความเป็นไปได้ที่จะทำการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และนโยบายทางด้านระบบประมวลผลหรือไอทีในแบบเก่าออกไปเลย โดยอาศัยเหตุผลทางด้านความคุ้มค่าจากค่าใช้จ่ายที่ลงทุน (เปลี่ยนระบบ) ไป เช่น แผนกไอทีที่ตัดสินใจเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบเดสก์ทอปออกไปจากแผนกใดๆ เลย แล้วปรับเปลี่ยนมาใช้แพลตฟอร์มแบบ Thin Client แทน เป็นต้น

- **ปรับเปลี่ยนทั้งหมดในคราวเดียว (Direct Cut Over):** กลุ่มนี้จะมองว่าอุปกรณ์ระบบประมวลผลในองค์กรของตน ถึงเวลาแล้วที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด โดยเฉพาะในองค์กรที่มีการนำระบบไอทีมาใช้งานเป็นเวลานาน และอุปกรณ์ที่ใช้งานเหล่านั้นเป็นอุปกรณ์รุ่นเก่าที่ไร้ประสิทธิภาพทางด้านการใช้พลังงานโดยสิ้นเชิง จึงมีความคุ้มค่าที่จะลงทุนปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ทั้งหมด

แนวทางปฏิบัติของ Green ICT

Virtualization - เทคโนโลยีที่นำเอาคอมพิวเตอร์ Server ที่มีอยู่มารวมกันในทาง Logical เพื่อแบ่งเบาและกระจายภาระหน้าที่หรือ Load ใดๆ ของเครื่อง Server เครื่องใดเครื่องหนึ่งที่ทำงานหนักเกินไป โดยกระจายงานนั้นออกไปยังเครื่อง Server เครื่องใดๆ ที่ยังอยู่ในสถานะ Idle หรือ Load น้อยให้ช่วยทำงานนั้นๆ



ที่มา: Green IT เทคโนโลยีสารสนเทศกับการลดภาวะโลกร้อน, [4]

ซึ่งหลักการของการ Virtualization หรือการ Consolidate Server ถ้าอยู่ในแวดวงของการทำธุรกิจ แนวความคิดนี้ก็ไปตรงกับแนวคิดของผู้บริหารที่อยู่ในสภาวะเศรษฐกิจถดถอย อย่างในยุคปัจจุบันคือเรื่องของ Profit Maximize ซึ่งที่จริงมันก็คือการที่องค์กรจะต้องทำอย่างไรถึงจะได้สิ่งที่มีประโยชน์สูงสุด โดยลงทุนหรือลดต้นทุนให้น้อยที่สุดนั่นเอง

การจัดการพลังงาน (Power Management) - แนวคิดที่ว่า จะทำอย่างไรจึงสามารถประหยัดพลังงาน ประหยัดไฟฟ้า และลดการเกิดความร้อนที่เกิดจากการใช้งานเทคโนโลยีให้ได้มากที่สุด โดยแนวคิดนี้ก็คือ หลักการเดียวกันกับตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศที่มีเบอร์ 5 และอุปกรณ์ Power Supply ในเครื่องคอมพิวเตอร์ก็มีมาตรฐานนี้รับรองเช่นเดียวกันคือ 80 Plus ที่สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากถึง 20%

มาตรฐานทางด้านอุตสาหกรรมแบบเปิดที่เรียกว่า Advanced Configuration and Power Interface (ACPI) ได้เปิดช่องทางให้ระบบปฏิบัติการสามารถเข้าจัดการการใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยตรง ตามลักษณะการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยมาตรฐานนี้ช่วยให้ระบบสามารถปิดการทำงานของอุปกรณ์บางส่วน เช่น ฮาร์ดดิสก์ มอนิเตอร์ เป็นต้น ลงไปเมื่อไม่มีการทำงานช่วงเวลาหนึ่ง และยิ่งรวมไปถึงการปิดการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในระบบลง ไปแทบจะทั้งหมด แบบ Hibernate รวมถึงการปิดหน่วยประมวลผลและหน่วยความจำหลักของระบบลงไปด้วย ซึ่งจะช่วยลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลงไปได้อย่างมาก และเพื่อให้สามารถคืนการทำงานให้ระบบกลับมาเหมือนเดิม อุปกรณ์บางชิ้น เช่น คีย์บอร์ด เน็ตเวิร์คการ์ด หรืออุปกรณ์ USB เป็นต้น ต้องมีไฟฟ้เลี้ยงไว้ เพื่อก่อนการถอดจากผู้ใช้งานให้ระบบกลับคืนมาสู่สภาวะพร้อมทำงานอีกเหมือนเดิม อุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกบางชิ้นก็มีระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าอยู่ในตัวเอง อย่างเช่น เครื่องพิมพ์ จอแสดงผล สแกนเนอร์ ลำโพง และฮาร์ดดิสก์ภายนอก เป็นต้น สามารถปิดการทำงานของตัวเองลงไปได้ เมื่อผ่านระยะเวลาที่ไม่มีการใช้งานช่วงหนึ่งไป

Materials Recycling - ถึงแม้ว่าชิ้นส่วนและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถนำไป Recycle ได้ แต่การใช้งานอย่างคุ้มค่าตามความเหมาะสมกับงาน ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกครั้งเมื่อมีโปรแกรมใหม่ๆ เข้ามา การดูแลรักษาให้ใช้งานได้คืออยู่เสมอ ก็เป็นอีกส่วนหนึ่งในการรักษาโลกร้อนและใช้งานตามแนวทางของ Green computing ได้

Telecommuting - เทคโนโลยีการสื่อสารแบบทางไกล Telecommuting ที่ช่วยให้สามารถเปิดโลกของการสื่อสารได้หลายช่องทางและไร้พรมแดน ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกันง่ายขึ้นผ่านระบบที่เรียกว่า Teleconference โดยระบบนี้สามารถสื่อสารกันในลักษณะ Remote ที่ต่างฝ่ายต่างอยู่กันคนละที่ แต่พบปะ นัดหมายพูดคุย และประชุมงานร่วมกันได้แทนการออกไปเผาผลาญน้ำมันรถ และประหยัดเวลาการเดินทาง โดยอีกฝ่ายต่างเห็นหน้าของอีกฝ่ายผ่านจอทีวีหรือจอคอมพิวเตอร์แทนโดยใช้ อินเทอร์เน็ตเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ ซึ่งการประชุมแบบ Teleconference นี้จะเห็นภาพและเสียงของผู้เข้าร่วมประชุม อีกทั้งยังสามารถรับส่งไฟล์ได้ด้วย ทั้ง Video, Voice และ Data

แนวทางอื่นๆ - ยังมีแนวทางปฏิบัติอื่นๆ อีกหลายแนวทางของ Green Computing แนวทางปฏิบัติเหล่านี้เกี่ยวเนื่องมาจากการใช้งานระบบ ICT นั่นเอง นั่นคือ เช่น การประหยัดการใช้กระดาษ การกำจัดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์รุ่นเก่าๆ และแนวทางการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ชิ้นใหม่ เป็นต้น

มาตรฐานเพื่อระบบ ICT ที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ส่งผลให้เกิดความต้องการใช้อุปกรณ์สารสนเทศและคอมพิวเตอร์สูงขึ้น ก่อให้เกิดการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นและปริมาณขยะอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้นตาม มา อีกทั้งยังมีผลกระทบต่อสุขภาพ คุณภาพชีวิต และความเป็นอยู่ของประชากร ดังนั้นมาตรฐาน Energy Star 4.0 ที่เกี่ยวข้องกับความประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน และมาตรฐาน TCO ที่เน้นความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

และสิ่งแวดล้อมจึงถือกำเนิดขึ้น เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน Energy Star 4.0



ที่มา: Green IT เทคโนโลยีสารสนเทศกับการลดภาวะโลกร้อน, [4]

โครงการ Energy Star ก่อกำเนิดขึ้นในปี 1992 โดย United States Environmental Protection Agency (EPA) แห่งสหรัฐอเมริกา และมาตรฐาน Energy Star 4.0 ได้มีการกำหนดการประกาศใช้เป็นสองชั้น (Tier) ซึ่งในชั้นแรก (1st Tier) ได้ประกาศใช้แล้วเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2550 ที่ผ่านมาและในชั้นที่สอง (2nd Tier) ที่คาดว่าจะประกาศใช้ในเดือนมกราคม พ.ศ.2552 ซึ่ง EPA ตั้งเป้าหมายว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่วางจำหน่ายในตลาดสหรัฐฯ จะต้องมียระบบ Power Management ที่ 40% ภายในปีพ.ศ.2553 60% ภายในปี พ.ศ.2555 และมากกว่า 80% ภายในปี พ.ศ.2557

คอมพิวเตอร์ / อุปกรณ์ที่อยู่ภายใต้การครอบคลุมของมาตรฐาน Energy Star 4.0	คอมพิวเตอร์ / อุปกรณ์ที่ไม่อยู่ภายใต้การครอบคลุมของมาตรฐาน Energy Star 4.0
a) Desktop Computers	
b) Game Consoles	
c) Integrated Computer System	
d) Notebook Computers / Tablet PCs	
e) Desktop-Derived Servers	
f) Workstations	
	a) Mid-Range and Large Servers
	b) Thin-Clients / Blade PCs
	c) Handhelds and PDAs

ที่มา: Green IT เทคโนโลยีสารสนเทศกับการลดภาวะโลกร้อน, [4]

มาตรฐาน TCO: Ergonomics, Ecology และ Energy



ที่มา: Green IT เทคโนโลยีสารสนเทศกับการลดภาวะโลกร้อน, [4]

มาตรฐาน TCO เป็นมาตรฐานที่ถือกำเนิดจากภาคพื้นยุโรป โดย TCO Development ที่ก่อตั้งโดย Swedish Confederation of Professional Employees ประกาศใช้ครั้งแรกในปี 1992 (TCO'92) และมีหลาย Version แต่มาตรฐาน TCO'05 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อยอดมาจากมาตรฐาน TCO'99 ซึ่งเน้นที่ความสะดวกและปลอดภัยของผู้ใช้งาน (Workload Ergonomics) ระบบนิเวศวิทยา (Ecology) และการใช้พลังงาน (Energy) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งแบบ Desktop และ Notebook มาตรฐาน TCO นั้นจะมีหลายเวอร์ชันด้วยกัน โดยแต่ละเวอร์ชันจะเป็นข้อกำหนดของแต่ละอุปกรณ์ ดังนี้

- TCO'99 - มาตรฐาน TCO'99 เป็นมาตรฐานที่เน้นความสะดวกและปลอดภัยของผู้ใช้งาน (Workload Ergonomics) ระบบนิเวศวิทยา (Ecology) และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า (Energy) โดย TCO'99 จะครอบคลุมอุปกรณ์ 3 รายการ คือ จอภาพคอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Desktop และ คีย์บอร์ด

- TCO'01 - มาตรฐาน TCO'01 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

- TCO'03 - มาตรฐาน TCO'03 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเฉพาะจอภาพคอมพิวเตอร์ เป็นการพัฒนาต่อยอดมาจากมาตรฐาน TCO'99 โดยเน้นที่ความสะดวกและปลอดภัยของผู้ใช้งาน (Workload Ergonomics) ระบบนิเวศวิทยา (Ecology) และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า (Energy)

• TCO'04 - มาตรฐาน TCO'04 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับห้องเพอร์ซิเจอร์สำนักงาน

• TCO'05 - มาตรฐาน TCO'05 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Desktop และ Notebook เป็นการพัฒนาต่อยอดมาจากมาตรฐาน TCO'99 โดยเน้นที่ความสะดวกและปลอดภัยของผู้ใช้งาน (Workload Ergonomics) ระบบนิเวศวิทยา (Ecology) และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า (Energy) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งแบบ Desktop และ Notebook

• TCO'06 - มาตรฐาน TCO'06 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ Media Displays

• TCO'07 - มาตรฐาน TCO'07 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ Headsets

• Workload Ergonomics - ในส่วนของ Workload Ergonomics ของ มาตรฐาน TCO นั้น จะเป็นการกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีช่อง USB อยู่ข้างหน้าของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 1 ช่อง และสำหรับการตรวจวัดการแผ่รังสีที่เกิดจากการใช้งานไม่เกินค่าที่กำหนดไว้

• Ecology - ด้าน Ecology หรือ ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยานั้น มาตรฐาน TCO จะเป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับส่วนประกอบ/ส่วนผสมของแต่ละชิ้นส่วนที่ประกอบขึ้น เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ในเบื้องต้นว่า ทุกชิ้นส่วนอุปกรณ์จะต้องผลิตโดยปราศจากสารตะกั่ว แคดเมียมและปรอท

• Maximum Energy Consumption - ด้าน Maximum Energy Consumption ของมาตรฐาน TCO นั้น จะเป็นการกำหนดการใช้พลังงานสูงสุดสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องไม่เกิน 5 วัตต์ สำหรับ Sleep Mode และไม่เกิน 2 วัตต์ สำหรับ Standby Mode เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งแบบ Desktop และ Laptop ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน TCO'05 จะสามารถใช้เครื่องหมาย TCO'05 บนผลิตภัณฑ์ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

มาตรฐานเพื่อสิ่งแวดล้อม RoHS



ที่มา: Green IT เทคโนโลยีสารสนเทศกับการลดภาวะโลกร้อน, [4]

มาตรฐาน RoHS เป็นข้อกำหนดที่บังคับใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่ซื้อขายในสหภาพยุโรป ซึ่งเริ่มมีผลบังคับใช้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ปี 2006 ที่ผ่านมาสำหรับในประเทศอื่นๆ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน เกาหลี ในปัจจุบันก็เริ่มมีการกำหนดข้อบังคับในลักษณะนี้เช่นกัน

มาตรฐาน RoHS ย่อมาจาก Restriction of Hazardous Substances เป็นข้อกำหนดที่ 2002/95/EC ของสหภาพยุโรป (EU) ว่าด้วยเรื่องของการใช้สารที่เป็นอันตรายในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งหมายความรวมถึงเครื่องใช้ทุกชนิดที่ต้องอาศัยไฟฟ้าในการทำงาน เช่น โทรทัศน์ เตารอบ ไมโครเวฟ วิทยุ เป็นต้น ซึ่งหมายความว่า ชิ้นส่วนทุกอย่างที่ประกอบเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ตั้งแต่แผงวงจร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไปจนถึงสายไฟ จะต้องผ่านตามข้อกำหนดดังกล่าว โดยสารที่จำกัดปริมาณในปัจจุบันกำหนดไว้ 6 ชนิด ดังนี้

1. ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 0.1% โดยน้ำหนัก
2. ปรอท (Hg) ไม่เกิน 0.1% โดยน้ำหนัก
3. แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 0.01% โดยน้ำหนัก
4. เฮกซะวาเลนซ์ (Cr-VI) ไม่เกิน 0.1% โดยน้ำหนัก
5. โพลีโบรมิเนต ไบเฟนิลส์ (PBB) ไม่เกิน 0.1% โดยน้ำหนัก
6. โพลีโบรมิเนต ไตเฟนิล อีเธอร์ (PBDE) ไม่เกิน 0.1% โดยน้ำหนัก

อย่างไรก็ตามมาตรฐานต่างๆ ที่เน้นความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อมต่างก็ยังคงมีการพัฒนาการอย่างต่อเนื่องตามเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้งและสถานการณ์หรือ วิกฤติการณ์ด้าน

สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนทั้งในฐานะผู้ผลิตและผู้บริโภคจะต้องปรับตัวตาม สถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้ความเจริญรุดหน้าทางเทคโนโลยีสามารถอยู่รวมกันได้อย่างลงตัวที่สุด

ความหมายของขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-Waste)

การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดในปัจจุบัน ทำให้อุปกรณ์และสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ถูกผลิตขึ้นมามากมายเพื่ออำนวยความสะดวกสบาย การบริโภคสินค้าอิเล็กทรอนิกส์จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นเป็นจำนวนมาก ขยะอิเล็กทรอนิกส์ Electronic waste (e-waste) [7] เป็นขยะที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น จอมอนิเตอร์ ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ เครื่องเล่นซีดี ดีวีดี โทรศัพท์มือถือ รวมถึงแบตเตอรี่ เป็นต้น ด้วยความที่ทุกคนต้องการความทันสมัยของเทคโนโลยีทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ตกทุนและล้าสมัยถูกเลิกใช้งาน ทั้งที่ยังไม่หมดอายุการใช้งาน โดยในแต่ละปีจะมีขยะอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลกมากถึง 20-50 ล้านตัน โทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์ก่อให้เกิดปัญหาหนักที่สุด เพราะมีการเปลี่ยนเครื่องใหม่บ่อยที่สุด ในยุโรปขยะอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มจำนวนขึ้นร้อยละ 3-5 ต่อปี ซึ่งเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าขยะอย่างอื่นถึง 3 เท่า ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาขยะอิเล็กทรอนิกส์จะเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าภายใน 5 ปี ข้างหน้า ซึ่งปัญหาที่สำคัญของขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ คือ ประกอบไปด้วยสารเคมีที่มีพิษตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต (Persistent Bio-Accumulative and Toxic: PBTs) รวมทั้งโลหะหนัก (Heavy Metal) และสารอื่นๆ ที่เป็นอันตรายอีกหลายชนิด ถ้าไม่มีการจัดการที่ดีภายหลังเลิกใช้อาจส่งผลให้มีการรั่วไหลของสารพิษสู่สิ่งแวดล้อมได้ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรง [5]

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ หรือ E-Waste คือ "ซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เรียกกันว่า WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipments)" หมายถึง ซากเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ ซึ่ง

ใช้กระแสไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กในการทำงานที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน (off-spec) หรือหมดอายุการใช้งาน หรือล้าสมัย ซึ่งแบ่งเป็น 10 ประเภท ได้แก่ [3]

- เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดใหญ่ เช่น ตู้เย็น เครื่องทำความเย็น เครื่องซักผ้า เครื่องล้างจาน ฯลฯ
 - เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดเล็ก เช่น เครื่องดูดฝุ่น เตารีด เครื่องปั่นขนมปัง มัดโกนไฟฟ้า ฯลฯ
 - อุปกรณ์ IT เช่น คอมพิวเตอร์ เมนเฟรม โน้ตบุ๊ค เครื่องสแกนภาพ เครื่องโทรสาร โทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ
 - เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค เช่น วิทยุ โทรทัศน์ กล้อง และเครื่องบันทึกวีดีโอ เครื่องดนตรีที่ใช้ไฟฟ้า ฯลฯ
 - อุปกรณ์ให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หลอดโซเดียม ฯลฯ
 - ระบบอุปกรณ์เครื่องมือการแพทย์
 - เครื่องมือวัดหรือควบคุมต่างๆ เช่น เครื่องจับควีน เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ฯลฯ
 - ของเล่น เช่น เกมบอยส์ ของเล่นที่ใช้ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ
 - เครื่องมือไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สว่าน เลื่อยไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ
 - เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เช่น เครื่องจำหน่ายเครื่องดื่มอัตโนมัติ ฯลฯ
- ซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นอกจากจะมีประเด็นปัญหาในเชิงปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแล้ว ยังมีปัญหาที่เกิดจากส่วนประกอบที่เป็นสารอันตราย เช่น สารตะกั่ว แคดเมียม ปรอท ฯลฯ ซึ่งหากได้รับการจัดการที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม และมีความเสี่ยงที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและระบบนิเวศน์ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

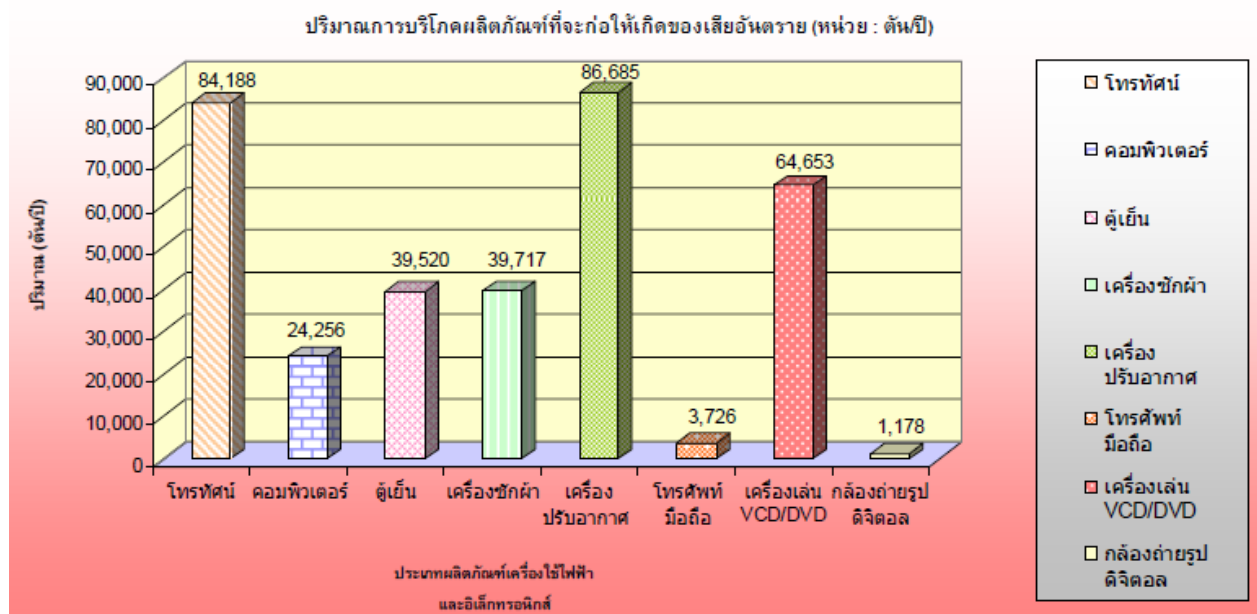
สถานการณ์ขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

จากการสำรวจข้อมูลภาคการผลิต การนำเข้า การส่งออก และการบริโภคในประเทศ เพื่อหาปริมาณการบริโภคผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดของเสียประเภทซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และของเสียอันตรายชุมชน ในภาพรวมของทั้งประเทศ พบว่าผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทโทรทัศน์มีปริมาณการบริโภคมากที่สุด รองลงมาคือเครื่องปรับอากาศ

ข้อมูลปริมาณการผลิต ปริมาณการนำเข้า ปริมาณการส่งออก ปริมาณการบริโภค ของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ปี 2549

ประเภทผลิตภัณฑ์	ปริมาณการผลิต		ปริมาณการนำเข้า		ปริมาณการส่งออก		ปริมาณการบริโภค	
	หน่วยปี	ตันปี	หน่วยปี	ตันปี	หน่วยปี	ตันปี	หน่วยปี	ตันปี
โทรทัศน์	5.2	168,376	5.5	178,090	3.0	97,140	2.6	84,183
คอมพิวเตอร์	1.2	8,904	0.476	3,532	0.012	89	3,269	24,256
ตู้เย็น	4.3	169,936	0.05	1,976	3.3	130,416	1.0	39,520
เครื่องซักผ้า	4.4	194,172	3.5	154,456	0.3	13,239	0.9	39,717
เครื่องปรับอากาศ	7.5	433,425	0.3	17,337	6.0	346,740	1.5	86,685
โทรศัพท์มือถือ	-	-	12.1	1,089	1.6	144	41.4	3,726
เครื่องเล่นวีซีดี/ดีวีดี	1.9	6,156	-	-	-	-	-	64,653 ^ก
กล้องถ่ายรูปดิจิทัล	-	-	-	-	-	-	-	1,178 ^ข

ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, [3]



ในปี 2546 กรมควบคุมมลพิษได้มีการสำรวจปริมาณซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดขึ้นมีประมาณ 1,700,000 เครื่อง หรือคิดเป็นปริมาณ 58,000 ตัน ซึ่งซากผลิตภัณฑ์ฯ ที่ดำเนินการสำรวจส่วนใหญ่มีศักยภาพในการรีไซเคิล (สามารถขายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์) แต่ก็ยังมีซากผลิตภัณฑ์ฯ อีกจำนวนมากที่คาดว่าจะถูกทิ้งรวมไปกับมูลฝอยทั่วไป

กรมควบคุมมลพิษ ได้คาดการณ์ว่า ขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย (อาทิ ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์) จะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 12 ต่อปี และจะมีมากถึง 128,220 ตันในปี 2553 แม้ว่าปริมาณดังกล่าวจะยัง

ไม่ได้รวมขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดขึ้นจากการลักลอบนำเข้า ซึ่งยังไม่ทราบปริมาณที่แน่ชัด แต่ก็มากเกือบจะเท่ากับปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดขึ้นในประเทศอินเดีย ซึ่งมีประมาณ 143,000 ตันปี

ตารางข้อมูลปริมาณซากผลิตภัณฑ์ที่สามารถรีไซเคิลได้และไม่สามารถรีไซเคิลได้

ชนิด	ซากผลิตภัณฑ์ฯ (ตัน)	มีศักยภาพในการรีไซเคิล (ตัน)	ไม่มีศักยภาพในการรีไซเคิล (ตัน)
โทรทัศน์	8,201	2,542	5,659
ตู้เย็น	17,763	16,342	1,421
เครื่องซักผ้า	11,370	8,073	3,297
เครื่องปรับอากาศ	17,407	17,407	-
คอมพิวเตอร์	2,105	2,105	-
รวม	57,934(100%)	47,577(82.1%)	10,377(17.9%)

ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, [3]

ระบบการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-Waste Management System)

ระบบเทคโนโลยีในการรีไซเคิล ประกอบด้วย กระบวนการหลักอยู่ 3 กระบวนการ คือ การแยกชิ้นส่วน กระบวนการทางเคมี และกระบวนการสิ่งแวดล้อม รายละเอียดมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

ทำการชั่งน้ำหนัก บันทึกและคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่รับ โดยชั่งน้ำหนักเพื่อตรวจสอบลักษณะของขยะอิเล็กทรอนิกส์ และทำการคัดแยกส่วนประกอบที่เป็นพลาสติก โลหะ และส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ออกจากกัน โดยจะทำการคัดแยกพลาสติกและโลหะที่ปนเปื้อนออกจากกันและทำการชั่งน้ำหนักขายในขั้นต่อไป สำหรับส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์จะถูกส่งเพื่อทำการแยกส่วนประกอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 2

ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับการคัดแยกจะถูกส่งไปยังระบบคัดแยกส่วนประกอบ ได้แก่

- กระบวนการแยกชิ้นส่วน: ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการคัดแยกจะถูกเข้าเครื่องบด เพื่อลดขนาดของชิ้นส่วนและแยกชิ้นส่วนที่ต้องการออกมา

- กระบวนการทุบ-บด: ชิ้นส่วนที่ผ่านการลดขนาดจะถูกทุบ-บดให้มีขนาดเล็ก โดยบดให้เป็นผงจนเป็นเนื้อเดียวกัน

- กระบวนการคัดแยกส่วนประกอบ: ระบบจะทำการคัดแยกส่วนประกอบที่สามารถมองเห็นได้ออกมา หรือส่วนประกอบที่เป็นโลหะเหล็ก

- กระบวนการย่อย: ชิ้นส่วนที่ผ่านการบดจะถูกบดย่อยให้เป็นผงอีกครั้ง เพื่อเข้าสู่กระบวนการทางเคมี

ภาพกระบวนการคัดแยกทางกายภาพ



ระบบทำให้ชิ้นส่วนขนาดเล็กลง



แยกส่วนประกอบที่มองเห็นออก



บดชิ้นส่วนให้เป็นผง

ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, [3]

ขั้นตอนที่ 3

ชิ้นส่วนที่ผ่านการคัดแยกโดยวิธีการกายภาพ ซึ่งจะถูกบดให้เป็นผง จะถูกส่งเข้าสู่ระบบการแยกส่วนโลหะมีค่าออก ได้แก่

- การสกัดขั้นตอนแรก: กระบวนการสกัดขั้นตอนแรกจะทำการสกัดโลหะที่มีค่าที่เคลือบผิวออกมา

- การสกัดขั้นที่สอง: หลังจากโลหะมีค่าที่ถูกสกัดออกจากชิ้นส่วนแล้วขั้นต่อไปจะทำการสกัดโลหะมีค่าที่ปนเปื้อนในสารละลายกรดที่ใช้ในการสกัดโลหะออกมา

- กระบวนการกลั่น: สารละลายที่ใช้ในการสกัดโลหะมีค่าจะถูกนำไปกลั่นให้บริสุทธิ์ เพื่อแยกโลหะที่ปนอยู่ออกมา และสารละลายกรดจะถูกนำไปใช้ใหม่

ภาพกระบวนการคัดแยกทางเคมี



ระบบควบคุมการสกัดโลหะมีค่า



กระบวนการสกัดโลหะมีค่าออก



กระบวนการกลั่นโลหะมีค่าออกจากสารละลาย

ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, [3]

จากกระบวนการทั้งหมดของการรีไซเคิลชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จะถูกควบคุมเรื่องมลพิษ ประกอบด้วยระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ระบบดักจับฝุ่น: ระบบจะทำการดักจับฝุ่นที่ฟุ้งกระจายในโรงงานโดยเครื่องดักจับ และนำไปบำบัดก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก

2. ระบบดักจับกรดที่ฟุ้งกระจาย: ระบบจะทำการดักจับกรดที่ฟุ้งกระจายในโรงงาน และทำให้บริสุทธิ์เพื่อใช้ในกระบวนการใหม่

3. ระบบบำบัดน้ำเสีย: น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจะถูกบำบัดให้ได้คุณภาพมาตรฐาน ตามที่กฎหมายกำหนด ก่อนปล่อยออกสู่ภายนอกโรงงาน



ระบบดักจับฝุ่น



ระบบบำบัดน้ำเสีย



ระบบดักจับกรดที่ฟุ้งกระจาย

ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, [3]

บทสรุป

ปัจจุบันขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยจะถูกรวบรวมและแยกชิ้นส่วนด้วยวิธีการที่ไม่ถูกหลักวิชาการก่อให้เกิดผลกระทบต่อทั้งสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานตลอดจนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการกำจัดที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่น การทิ้งซากปะปนไปกับขยะมูลฝอยทั่วไป การฝังกลบในพื้นที่ซึ่งไม่ได้ออกแบบไว้เพื่อรองรับของเสียอันตรายและการลักลอบทิ้งในที่สาธารณะ เป็นต้น อันจะก่อให้เกิด

ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมตามมา สิ่งสำคัญที่ประเทศไทยยังขาดความสมบูรณ์แบบอยู่ก็คือ ระบบการจัดการของเสียอันตรายเนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีระบบการคัดแยก การรีไซเคิล และการกำจัดที่เหมาะสม อีกทั้งยังขาดแคลนบุคลากรผู้ชำนาญการและองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีการจัดการที่เหมาะสม ทำให้ร้อยละ 90 ของปริมาณ E-Waste ทั้งหมด ถูกทิ้งรวมไปกับขยะมูลฝอยชุมชน ดังนั้นการกำหนดมาตรการการจัดการ รวบรวม และ

การกำจัดที่ถูกต้อง อาจเป็นทางออกที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ดีที่สุดและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ระบบการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และควรศึกษากันอย่างจริงจัง เพราะเทคโนโลยีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์จะสามารถช่วยให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน และสามารถพัฒนาไปเป็นความรับผิดชอบต่อสังคมได้ในที่สุด หากเริ่มต้นคิดและปฏิบัติ และเริ่มมีทัศนคติในการปรับเปลี่ยนและนำเอาระบบนี้เข้ามา ก็จะเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือต่อแรงกดดันจากต่างประเทศที่อาจจะมาเป็นอุปสรรคในการแข่งขันในอนาคต จึงควรเตรียมตัวเอาไว้ก่อน ดังนั้นสำหรับผู้ประกอบการของไทยควรเริ่มง่าย ๆ ก่อนแล้วค่อยพัฒนาต่อไป เพื่ออนาคตของการดำเนินภารกิจที่มั่นคง และเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมของ ไทย ให้ยั่งยืน (Sustainable Development) ต่อไป

รายการอ้างอิง

- [1] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2554). กรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย. ค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2554, จาก http://www.mict.go.th/download/ict2020_book_.pdf
- [2] ธนชิต พานแก้วชูวงศ์, สุวรรณ สมบุญสุขโข, และ ผ่องศรี เวสราวัช. (2554). การศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีต่อกรีนไอที (A Study of Information Technology Users' Towards the Green IT). ในการ *ประชุมวิชาการระดับชาติด้านอีเลิร์นนิ่ง โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย Open Learning - Open the World*. (น. 353-359). นนทบุรี: อาคาร 9 อิมแพค เมืองทองธานี.
- [3] พรรรัตน์ เพชรภักดี, และ กฤษฎา จันทระเสนา. (2551). เทคโนโลยีการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์. *สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรม*

แห่งประเทศไทย. ค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2554, จาก <http://eco-town.dpim.go.th/webdatas/articles/ArticleFile1351.pdf>

- [4] เศรษฐพงษ์ มะลิสุวรรณ. (2553). *Green IT เทคโนโลยีสารสนเทศกับการลดภาวะโลกร้อน*. ค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2554, จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/42045>
- [5] อรวรรณ พุทธิสิทธิ์ และศุภิพร แสงกระจ่าง. (2553). ความเป็นพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารพิษวิทยาไทย*, 25(1), 67-76.
- [6] Greenpeace Thailand. (2009). *GUIDE TO GREENER ELECTRONICS*. Retrieved October 8, 2011, from <http://www.greenpeace.org/seasia/th/Global/seasia/report/2009/7/guide-to-greener-electronics-12th-edition.pdf>
- [7] The Basel Action Network. (2002). *Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia*. Retrieved August 15, 2011, from <http://www.ban.org/E-waste/technotrash.pdf>