

การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในระบบนิเวศโดยธุรกิจรับซื้อของเก่า
กรณีศึกษา : การจัดการขยะซีพียูของ สหพันธ์การค้า จังหวัดปราจีนบุรี

ELECTRONIC WASTE MANAGEMENT IN ECOSYSTEM BY JUNK SHOPS

CASE STUDY: CPU WASTE MANAGEMENT OF SAHAPHANKARNKHA, PRACHINBURI PROVINCE

พัชนีจ เนาวพันธุ์* และ อนุสรุ ชาวดร

Patchanit Naovapun* and Anusara Chaodorn

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

Faculty of Management Sciences Kasetsart University Sriracha Campus, Chonburi 20230, Thailand

*Corresponding author email: moderate2550@gmail.com

รับบทความ 25 ตุลาคม 2562 แก้ไขบทความ 2 มีนาคม 2563 ตอรับบทความ 12 มีนาคม 2563 เผยแพร่บทความ เมษายน 2563

บทคัดย่อ

ความนิยมใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้วิถีชีวิตเป็นไปโดยสะดวก ประกอบกับการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ยอดขายสินค้าอิเล็กทรอนิกส์พุ่งสูงขึ้น ขณะเดียวกันก็ส่งผลให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีขยะอิเล็กทรอนิกส์สูงถึง 414,000 ตัน (ไม่นับรวมขยะต่างประเทศที่นำเข้าอย่างผิดกฎหมาย) ได้รับการจัดการอย่างถูกต้องเพียง 83,600 ตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในระบบนิเวศ ปัญหาร้ายแรงจากขยะอิเล็กทรอนิกส์คือ ส่วนประกอบพลาสติกที่ไม่ย่อยสลาย และสารประกอบอันตราย เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ฯลฯ โดยที่ประเทศไทยไม่มีกฎหมายจัดการปัญหานี้โดยเฉพาะ อย่างไรก็ตาม มีกลุ่มอาชีพค้าของเก่าเข้ามาช่วยจัดการขยะเหล่านี้ออกจากระบบนิเวศได้ในระดับหนึ่ง จากกรณีศึกษาธุรกิจสหพันธ์การค้า จัดซื้อซีพียูคอมพิวเตอร์เก่ามาทำการคัดแยก พบว่า สามารถแยกชิ้นส่วนส่งขายได้ทั้งหมดโดยไม่มีขยะเหลือเลย (zero wastes) สามารถทำกำไรเฉลี่ยเดือนละ 9,963.53 บาท คิดเป็น 41.72% ต่อยอดรายได้ ซึ่งเป็นอัตราการทำกำไรที่ดีมาก โดยที่การค้าซีพียูเป็นเพียงแค่ 3% ของการค้าทั้งหมด ดังนั้น ประเทศไทยในปัจจุบันพึ่งพากระบวนการรับซื้อของเก่าเป็นกลไกสำคัญในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ออกจากระบบนิเวศ

คำสำคัญ: ขยะอิเล็กทรอนิกส์, ธุรกิจรับซื้อของเก่า

ABSTRACT

The extensive utilization of electronic devices as of making convenient life and effective work have led to rapidly increasing sales of new electronic devices. Increasingly use of these devices has resulted in a deluge of electronic waste (e-waste). According to Pollution Control Department, in 2018, Thailand has produced 414,000 tons of e-waste (not including unlawful imported e-waste from foreign countries). Among this, only 83,600 tons are managed properly (Pollution Control Department, 2019). The rest of these improper disposal electronic wastes go directly into the ecosystem. In addition, the presence of e-waste elements from non-decay plastics and hazardous substances, like lead, cadmium and so on, are not strictly controlled under hazardous waste regulations in Thailand. Fortunately, the recyclable waste collecting and buying business groups have been successful in helping pinpoint the waste reduction from the ecosystem at a somewhat level. In a case study of Sahaphankarnkha, a computer recycling business, has involved conducting the purchases of old CPUs' computers for segregation and accelerated zero waste efforts with additional monetary incentive of approximately 9,963.53 Baht per month or 41.72% of income, which is at a very good rate of return, despite only 3% from the whole selling of CPUs' computer. Therefore, recently Thailand relies on the recycling and collecting businesses as an essential process to deal with the management of electronic waste from the ecosystem.

Keywords: Electronic Wastes, Recycling and Collecting Business

บทนำ

พ.ศ. 2561 ปริมาณซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นของเสียอันตรายจากชุมชนเกิดขึ้น 414,600 ตัน และได้รับการจัดการอย่างถูกต้องเพียง 83,600 ตัน ซึ่งยังได้รับการจัดการไม่เพียงพอ เนื่องจากยังไม่มีกฎระเบียบที่จะคัดแยกของเสียอันตรายออกจากขยะทั่วไป และกฎหมายกำกับดูแลให้ภาคเอกชนรับผิดชอบในการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ปัญหาที่สำคัญของขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ คือ องค์ประกอบของสารเคมีที่มีพิษตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะโลหะหนัก เช่น โปรท ตะกั่ว สารหนู นิกเกิล โครเมียม และแคดเมียม เป็นต้น หากไม่มีการจัดการที่ถูกต้องอาจส่งผลให้มีการรั่วไหลของสารพิษสู่สิ่งแวดล้อมได้ (พริไล วัฒนสงัด, รัชชดา จันทร์ทรงและลำไย นิรัตน์พันธุ์, 2561, หน้า 174) อาทิ ไมโครพลาสติกในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ เฟอร์นิเจอร์ และอื่น ๆ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2549) การรวมตัวกันของอนุภาคไมโครพลาสติกและมลสารที่เป็นพิษส่งผลต่อคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำ และห่วงโซ่อาหาร ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคที่สัมผัสมลสารเหล่านั้น (สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ และคณะ, 2562)

ประชาชนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการทิ้งขยะอิเล็กทรอนิกส์เมื่อไม่ใช้งานแล้ว คือ ทิ้งรวมกับขยะทั่วไป ขยายให้ธุรกิจรับซื้อของเก่าให้ผู้อื่น และเก็บไว้ จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่นำมาขายให้ธุรกิจรับซื้อของเก่ามากที่สุด ร้อยละ 51.27 (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ธุรกิจรับซื้อของเก่าจึงเปรียบเสมือนตัวกลางในการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ซึ่งถือเป็นกระบวนการที่สำคัญในการดำเนินงานขั้นต้น โดยระบบเทคโนโลยีรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก คือ การแยกชิ้นส่วน กระบวนการทางเคมี และกระบวนการสิ่งแวดล้อม (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ), 2560)

กรณีศึกษา สหพันธ์การค้า มีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพและทำให้ขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียูเหลือศูนย์ (zero waste) ด้วยกระบวนการคัดแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ทำให้ชิ้นส่วนที่ได้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น สามารถจำหน่ายให้กับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อรีไซเคิลและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ

ขยะอิเล็กทรอนิกส์

European Commission (2003, อ้างถึงใน สุจิตรา วาสนาดำรงดี 2558, หน้า 1) ได้ให้ความหมายว่า ขยะอิเล็กทรอนิกส์ คือ ของเสียจากพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสื่อมสภาพไม่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้งาน ประเทศไทยยังไม่ได้มีการบัญญัติ คำศัพท์อย่างเป็นทางการจึงใช้คำที่ต่างประเทศนิยมใช้กัน คือคำว่า “ขยะอิเล็กทรอนิกส์” (electronic waste) หรือ “อีเวสต์” (e-waste)

ประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์

กรมควบคุมมลพิษ (2562) ขยะอิเล็กทรอนิกส์ตามความหมายของ Waste from Electronic and Electronic Equipment : WEEE มีการแบ่งขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็น 10 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดใหญ่ เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดเล็ก เช่น เครื่องดูดฝุ่น เตาหีต
3. อุปกรณ์ไอที เช่น คอมพิวเตอร์ เมนเฟรม โน้ตบุ๊ก โทรศัพท์/โทรศัพท์มือถือ
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค เช่น วิทยุ โทรทัศน์ กล้อง
5. อุปกรณ์ให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หลอดโซเดียม
6. ระบบอุปกรณ์เครื่องมือการแพทย์
7. เครื่องมือวัดหรือควบคุมต่าง ๆ เช่น เครื่องจับวัน เครื่องควบคุมอุณหภูมิ
8. ของเล่น เช่น เกมสื่อบอยส์ของเล่นที่ใช้ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์
9. เครื่องมือไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สว่าน เลื่อยไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์
10. เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เช่น เครื่องจำหน่ายเครื่องดื่มอัตโนมัติ

ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์

วีระยุทธ สุโขะชัย (2561, หน้า 16 - 17) ได้กล่าวว่า ขยะอิเล็กทรอนิกส์บางส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ หากไม่กำจัดให้ถูกวิธีจะทำให้สารเคมีรั่วไหลออกมา ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาด้านมลพิษ จึงต้องมีหน่วยงานที่กำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยนำไปผ่านกระบวนการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ และสามารถกำจัดสารเคมีที่เป็นอันตรายออกไปได้

สมบัติของโลหะหนักที่อยู่ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นสารที่ก่อให้เกิดผลกระทบในระยะยาว เมื่อปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดตามลำดับชั้นในห่วงโซ่อาหาร (Ha, N.N., et al., 2009, อ้างถึงใน พรภิไล ถนอมสงัด; รัชชดา จันทรทรง และลำไย ณีรัตนพันธุ์, 2561, หน้า 174) นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อกระบวนการทำงานของร่างกาย ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรมได้ (Patra M., et al., 2004 อ้างถึงใน พรภิไล ถนอมสงัด; รัชชดา จันทรทรง และลำไย ณีรัตนพันธุ์, 2561)

นอกจากนี้ขยะอิเล็กทรอนิกส์ยังกลายเป็นปัญหามลพิษข้ามพรมแดนโดยการส่งออกขยะอิเล็กทรอนิกส์จากประเทศที่พัฒนาแล้วไปยังประเทศกำลังพัฒนา และให้เหตุผลว่าเป็นการส่งออกเพื่อนำไปใช้ซ้ำหรือเป็นการลักลอบส่งออกเพื่อรีไซเคิล (สุจิตรา วาสนาดำรงดี, 2558, หน้า 4)

ประเทศไทยมีความเสี่ยงสูงที่จะประสบปัญหาการนำเข้าขยะอิเล็กทรอนิกส์และของเสียอันตรายเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากข้อตกลงทางการค้าเสรีที่ไทยได้ทำไว้กับหลายประเทศทำให้ต้องยกเว้นอากรขาเข้าแก่สินค้าหลายรายการ รวมถึงขยะอิเล็กทรอนิกส์และของเสียอันตราย โดยระบบควบคุมทางศุลกากรจะคัดกรองสุ่มตรวจเฉพาะกรณีที่มีข้อสงสัยจากประวัติของบริษัท จึงไม่มีการตรวจสอบทางกายภาพกับสินค้าส่วนใหญ่ที่นำเข้า (กอบกุล ราชะนาคร, 2561)

แนวทางการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์

กรมควบคุมมลพิษ (2562) ได้กล่าวถึง แนวทางการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกวิธีโดยใช้หลัก 3R ได้แก่

1. การลดการใช้ให้น้อยลง (reduce) หมายถึง ลดการบริโภคตั้งแต่แรก ไม่ซื้อของฟุ่มเฟือย หากจำเป็นต้องซื้อให้เลือกพิจารณาสินค้าที่มีราคาถูก มอก. หรือฉลากสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
2. การใช้ซ้ำ (reuse) เป็นการยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์โดยการซ่อมแซมหรือปรับปรุง
3. การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ควรพิจารณาขายขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีผู้รับซื้อคืนให้ผู้ประกอบการที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หากเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่มีการรับซื้อคืน ควรแยกทิ้งออกจากขยะทั่วไปเพื่อให้หน่วยงานท้องถิ่นนำไปกำจัดหรือรีไซเคิลอย่างถูกต้องต่อไป

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์

หลายประเทศในแถบยุโรปตะวันตกมีการออกกฎหมายเพื่อแก้ไขปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนในแถบเอเชียมีประเทศญี่ปุ่น สาธารณรัฐเกาหลีใต้ และสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) ที่ได้ดำเนินการเรื่องนี้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 ในกลุ่มประเทศอาเซียนมีเพียงสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามและราชอาณาจักรกัมพูชาเท่านั้นที่มีกฎหมายด้านการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์บังคับใช้ (สุวิทย์ นิ่มน้อย; ปภาดา ประมาณพล และเรืองโร สุวรรณดำรงชัย, 2562, หน้า 111, 116)

ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายเกี่ยวกับระบบการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยตรง โดยเฉพาะในเรื่องการกำหนดประเภทของขยะ การจัดเก็บ การขนส่ง รวมไปถึงการกำจัดขยะอย่างถูกต้องและเหมาะสม ประกอบกับการใช้กฎหมายเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ได้บัญญัติถึงหลักเกณฑ์การดำเนินการและการตรวจสอบ ทำให้การบังคับใช้กฎหมายขาดประสิทธิภาพในภาพรวม (วีระยุทธ สุโขะชัย, 2561, หน้า 19)

ธุรกิจรับซื้อของเก่า

ธุรกิจรับซื้อของเก่าเป็นศูนย์กลางในการรวบรวมวัสดุเหลือใช้จากการอุปโภคบริโภคแต่ยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาปรับใช้ให้เกิดความเหมาะสมในการผลิต เรียนรู้ และสร้างตลาด จนกลายเป็นโมเดลธุรกิจใหม่ที่ได้มาตรฐานระดับสากล คำนึงถึงสังคมและสิ่งแวดล้อม (พรพิพัฒน์ เพชรพรไพศาล; อารมย์ ตัดตะวะศาสตร์ และศักดิ์ชัย เจริญศิริพรกุล, 2559, หน้า 262)

ประเภทของธุรกิจรับซื้อของเก่า

รังสรรค์ ปิ่นทอง (2531 อ้างถึงใน ญาณัญญา ศิริภักธธาดา 2553, หน้า 57 - 58) ได้กล่าวถึง การแบ่งแยกกลุ่มผู้ประกอบการธุรกิจการรับซื้อของเก่าหรือธุรกิจการซื้อขายขยะมูลฝอยประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. กลุ่มผู้คัดแยกวัสดุมีค่า เป็นกลุ่มบุคคลที่คัดแยกขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด ซึ่งประกอบด้วยผู้ค้าขยะ และพนักงานเก็บขยะมูลฝอยของหน่วยงานท้องถิ่น

2. กลุ่มพ่อค้าคนกลางรับซื้อวัสดุมีค่า เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญโดยเป็นสื่อกลางการรับซื้อวัสดุมีค่าจากการคัดแยกของประชาชนในชุมชนกลับไปสู่โรงงานอุตสาหกรรมหรือแหล่งผลิต เพื่อนำไปแปรรูปหรือผลิตเป็นสินค้าใหม่ ซึ่งประกอบด้วยรถสามล้อรับซื้อของเก่า (ชาเล้ง) รถรับซื้อของเก่า ร้านรับซื้อของเก่ารายย่อย และร้านรับซื้อของเก่ารายใหญ่

3. โรงงานอุตสาหกรรม เป็นกลุ่มที่ใช้วัสดุรีไซเคิลเพื่อผลิตสินค้า และจะนำของเสียจากกระบวนการผลิตมาใช้ประโยชน์ใหม่ในโรงงานหรือขายต่อไปยังโรงงานอุตสาหกรรมอื่น

บทบาทของธุรกิจรับซื้อของเก่าต่อการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มธุรกิจรับซื้อของเก่าเป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญมากที่สุดในภาคการคัดแยกขยะทุกประเภทออกมาเป็นหมวดหมู่เพื่อรอจำหน่ายไปยังโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ และยังเป็นตัวเชื่อมระหว่างวัสดุรีไซเคิลจากแหล่งกำเนิดโดยตรงกับโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการจ้างงาน ทำให้คนในชุมชนมีรายได้ (ฐิติชัย อธิคมกุลชัย, 2558, หน้า 2098 - 2102)

ธุรกิจรับซื้อของเก่าเป็นธุรกิจในการหมุนเวียนวัสดุกลับมาใช้ใหม่ โดยเป็นตัวกลางเชื่อมโยงระหว่างผู้บริโภคที่เป็นผู้สร้างขยะกับเจ้าของโรงงานที่จะนำวัสดุมีค่าจากขยะหรือวัสดุเหลือใช้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าใหม่ และมีการซื้อขายวัสดุเหลือใช้ผ่านร้านรับซื้อของเก่า ซึ่งนำไปส่งต่อที่โรงงานแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป (ชนัญชิตา พรหมแสน, 2550, หน้า 2)

การประกอบอาชีพรับซื้อของเก่าทำให้คนจำนวนหนึ่งมีรายได้ที่สามารถเลี้ยงดูครอบครัวได้ ส่งผลให้สังคมในภาพรวมมีรายได้มากขึ้น และยังมีส่วนช่วยในการลดต้นทุนการผลิต และการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์มากที่สุดอีกทางหนึ่ง (ชนัญชิตา พรหมแสน, 2550, หน้า 2)

กรณีศึกษา การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียูในระบบนิเวศ

กรณีศึกษา สหพันธ์การค้า ตั้งอยู่ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี จัดทะเบียนเป็นนิติบุคคล รวมถึงได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการค้าของเก่า ใบอนุญาตเลขที่ 00000128 ซึ่งเป็นแหล่งจัดซื้อขยะหลากหลายประเภท เช่น ขยะทั่วไป ขยะอันตรายและขยะรีไซเคิล เป็นต้น ขยะทั้งหมดที่กิจการรับมาจะทำการคัดแยกและส่งขายตามโรงงานต่าง ๆ ตามประเภทของขยะนั้น ๆ จากกรณีศึกษา คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียู เนื่องจากเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีจำนวนมาก โดยสหพันธ์การค้า มีกระบวนการดำเนินงานในการรับซื้อของเก่า ดังนี้

1. การรับซื้อขยะจากหน้าร้าน โดยลูกค้าจะนำของเก่ามาขายที่ร้านโดยตรง ได้แก่ ชาเล้ง ประชาชนหรือร้านค้าในพื้นที่ใกล้เคียง และกิจการจะมีบริการรถขนของเก่าไปรับซื้อถึงที่ในกรณีที่ขยะมีปริมาณมาก

2. การจัดการเบื้องต้น โดยทำการแยกขยะแต่ละประเภทและใช้เครื่องมือชั่ง การจดบันทึกปริมาณขยะที่ชั่งได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจ่ายเงินซื้อเปรียบเทียบกับราคากลางของวงษ์พาณิชย์ วางแผนการดำเนินงาน จากนั้นเก็บไว้ในคลังสินค้าเพื่อรอการคัดแยกในขั้นตอนต่อไป

3. การคัดแยกตามประเภทต่าง ๆ โดยขยะที่ทำการชั่งและรวบรวมแต่ละประเภทแล้วนั้นจะถูกนำมาคัดแยกชิ้นส่วนประกอบตามประเภทและชนิด

4. การขนส่งขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการคัดแยกแล้วไปยังโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อรีไซเคิล

คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษา ต้นทุนในการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียู เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยกิจการมีการแบ่งแยกแผนออกเป็น 4 แผนก ได้แก่ แผนกจัดซื้อ แผนกคลังสินค้า แผนกคัดแยก และแผนกขนส่ง โดยมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. วัตถุดิบตรง เกิดขึ้นในกิจกรรมจัดซื้อ การคิดราคาซื้ออ้างอิงจากราคาหลักของวงษ์พาณิชย์ เนื่องจากหลักเป็นส่วนประกอบหลักของซีพียู โดยอ้างอิงราคาโดยเฉลี่ยกิโลกรัมละ 6.25 บาท และบวกกำไรส่วนเพิ่มประมาณ 50% นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาราคาคู่แข่ง เนื่องจาก ในจังหวัดปราจีนบุรี มีธุรกิจรับซื้อของเก่าเกิดขึ้นหลายแห่ง จึงต้องควบคุมราคาการรับซื้อของเก่าให้สูงหรือเท่ากับคู่แข่ง จากการคิดราคาซื้อโดยเฉลี่ย สามารถประมาณราคาซื้อต่อกิโลกรัม คิดเป็น กิโลกรัมละ 9 บาท น้ำหนักซีพียูแต่ละเครื่องโดยเฉลี่ยเครื่องละ 12 กิโลกรัม ดังนั้นราคาซื้อซีพียูสุทธิ จะคิดราคา เครื่องละ 108 บาท และได้ประมาณปริมาณการรับซื้อต่อเดือน จำนวน 50 เครื่อง คิดเป็นต้นทุนวัตถุดิบตรงทั้งสิ้น 5,400 บาท

2. ต้นทุนแปรรูป ประกอบด้วย ค่าแรงและค่าใช้จ่ายการผลิต จากกรณีศึกษา ได้ศึกษาเฉพาะขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียู ซึ่งมีอัตราการรับซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ 3% ของขยะทั้งหมดที่รับซื้อ โดยแสดงข้อมูลส่วนของต้นทุนของซีพียูดังนี้

2.1 ค่าแรง

การวิเคราะห์ต้นทุนค่าแรงสำหรับการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียู จำแนกค่าแรงในแผนกจัดซื้อ คัดแยก และขนส่ง แต่ไม่รวมถึงแผนกคลังสินค้า เนื่องจากไม่มีการแบ่งแยกหน้าที่ในแผนกนี้อย่างชัดเจน บางครั้งอาจนำพนักงานในแผนกจัดซื้อ คัดแยกหรือขนส่งมาทำหน้าที่ในแผนกนี้ อัตราค่าแรงของกิจการมีการคิดค่าแรงรายวัน วันละ 318 บาท เท่ากันทุกแผนก รวมถึง ค่าจ้างพนักงานทำความสะอาด โดยบุคคลภายนอกเดือนละ 2 ครั้ง ครั้งละ 318 บาท คิดเป็น 19.08 บาท รวมทั้งสิ้น 4,025.88 บาท

2.2 ค่าใช้จ่ายการผลิต

2.2.1 ค่าเบี้ยประกันสังคมจ่ายสมทบ จำแนกเป็น แผนกจัดซื้อ 66.78 บาท แผนกคัดแยก 106.85 บาท และแผนกขนส่ง 26.71 บาท รวมทั้งสิ้น 200.34 บาท

2.2.2 ค่าเสื่อมราคาอาคาร อุปกรณ์ และยานพาหนะ จำแนกเป็น ค่าเสื่อมราคา - อาคาร 125 บาท ค่าเสื่อมราคา - ยานพาหนะ 1,265 บาท และค่าเสื่อมราคา - อุปกรณ์ 300 บาท รวมทั้งสิ้น 2,050 บาท

2.2.3 ค่าสาธารณูปโภค จำแนกเป็น ค่าน้ำประปา 33.60 บาท ค่าไฟฟ้า 225 บาท และค่าโทรศัพท์ 25.65 บาท รวมทั้งสิ้น 284.25 บาท

2.2.4 ค่าวัสดุสำนักงาน 15 บาท

2.2.5 ค่าน้ำมัน 1,500 บาท

2.2.6 ค่าซ่อมแซมและบำรุงยานพาหนะ 300 บาท

2.2.7 ค่าซ่อมแซมและบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ 75 บาท

2.2.8 ค่าเบี้ยประกันโรงงาน 45 บาท

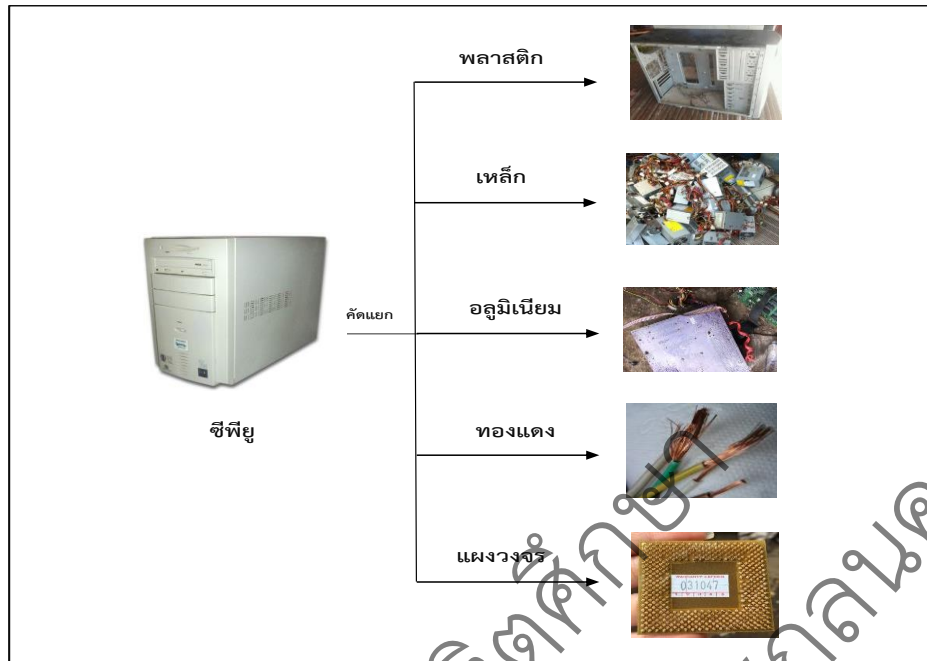
2.2.9 ภาษีโรงงาน 21 บาท

ตาราง 1 สรุปวัตถุดิบและต้นทุนแปรสภาพของซีพียู

วัตถุดิบและต้นทุนแปรสภาพ	จำนวน (บาท)
วัตถุดิบ	5,400.00
ต้นทุนแปรสภาพ	
ค่าแรง	4,025.88
ค่าเบี้ยประกันสังคมจ่ายสมทบ	200.34
ค่าเสื่อมราคา-อาคาร	125.00
ค่าเสื่อมราคา-อุปกรณ์	300.00
ค่าเสื่อมราคา-ยานพาหนะ	1,625.00
ต้นทุนแปรสภาพ	
ค่าน้ำประปา	33.60
ค่าไฟฟ้า	225.00
ค่าโทรศัพท์	25.65
ค่าวัสดุสำนักงาน	15.00
ค่าน้ำมัน	1,500.00
ค่าซ่อมแซมและบำรุงยานพาหนะ	300.00
ค่าซ่อมแซมและบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์	75.00
ค่าเบี้ยประกันโรงงาน	45.00
ภาษีโรงงาน	<u>21.00</u>
ต้นทุนแปรสภาพรวม	<u>8,516.47</u>
วัตถุดิบและต้นทุนแปรสภาพรวม	<u>13,916.47</u>

ที่มา: คณะผู้จัดทำ (2562)

ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากการคัดแยกซีพียู ซึ่งสามารถแยกชิ้นส่วนได้ 5 ประเภท ได้แก่ พลาสติก เหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง และแผงวงจร ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ชิ้นส่วนจากการคัดแยกซีพียู
ที่มา: คณะผู้จัดทำ (2562)

ชิ้นส่วนแต่ละประเภทมีวิธีการคัดแยกที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. พลาสติก มีวิธีการคัดแยกโดยการงัดและการไขน็อตด้วยสว่าน
2. เหล็ก มีวิธีการคัดแยกโดยการใช้แม่เหล็กดูด ซึ่งอาศัยสมบัติของแม่เหล็กเพื่อแยกแต่ละวัสดุ
3. อลูมิเนียม มีวิธีการคัดแยกโดยการคัดแยกชิ้นส่วนที่เหลือจากการคัดแยกเหล็ก
4. ทองแดง มีวิธีการคัดแยกโดยการแกะเส้นทองแดงออกจากวัสดุที่ติดมา
5. แผงวงจร มีวิธีการคัดแยกโดยการถอดแยกชิ้นส่วนประกอบจากตัวซ็อกเก็ต

ราคาขายของชิ้นส่วนแต่ละประเภทถูกกำหนดโดยโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำการรีไซเคิล เมื่อคิดรายได้ต่อเดือนของชิ้นส่วนที่จำแนกได้แต่ละประเภท ดังนี้

ตาราง 2 รายได้ต่อเดือน

รายการ	ปริมาณที่แยกได้ (กก.)	ราคาขายต่อหน่วย (บาท: กก.)	รายได้ต่อเดือน จำนวน 50 เครื่อง
พลาสติก	5.00	12.00	3,000.00
เหล็ก	6.00	9.00	2,700.00
อลูมิเนียม	0.60	28.00	840.00
ทองแดง	0.30	156.00	2,340.00
แผงวงจร	0.10	3,000.00	15,000.00
รวม	12.00	3,205.00	23,880.00

ที่มา: คณะผู้จัดทำ (2562)

ค่าใช้จ่ายการผลิตเป็นต้นทุนทางอ้อมที่ก่อให้เกิดประโยชน์โดยภาพรวม และค่อนข้างจะยากต่อการติดตาม หรือระบุปริมาณที่ชัดเจนของค่าใช้จ่ายการผลิตเข้าสู่งานใดงานหนึ่งได้ ดังนั้น ค่าใช้จ่ายการผลิตที่จะโอนเข้าสู่งานใด ๆ สามารถแสดงโดยใช้วิธีการปันส่วน

ตาราง 3 การปันส่วนต้นทุนด้วยหน่วยกายภาพ

รายการ	น้ำหนักเครื่อง (กก.)	น้ำหนัก 50 เครื่อง (กก.)	ต้นทุน (บาท)	ราคา (บาท/กก.)	รายได้ (บาท)	กำไรขั้นต้น (บาท)
พลาสติก	5.00	250.00	5,798.53	12.00	3,000.00	2,798.53
เหล็ก	6.00	300.00	6,958.23	9.00	2,700.00	4,258.23
อลูมิเนียม	0.60	30.00	695.82	28.00	840.00	14,418.00
ทองแดง	0.30	15.00	347.92	156.00	2,340.00	1,992.09
แผงวงจร	0.10	5.00	115.97	3,000.00	15,000.00	14,884.03
รวม	12.00	6,000.00	13,916.47		23,880.00	24,237.36

ที่มา: คณะผู้จัดทำ (2562)

จากตาราง 3 แสดงการปันส่วนต้นทุนด้วยหน่วยกายภาพมีผลขาดทุน เนื่องจากปริมาณที่ได้จากการคัดแยกมีคุณภาพที่ทำให้มูลค่าของแต่ละผลิตภัณฑ์แตกต่างกันมาก

จากเหตุผลข้างต้น การปันส่วนต้นทุนด้วยหน่วยกายภาพจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาคิดการปันส่วนในกรณีศึกษา การปันส่วนต้นทุนด้วยสัดส่วนรายได้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจาก ชิ้นส่วนที่คัดแยกได้มีมูลค่าที่แตกต่างกันค่อนข้างสูง ควรที่จะได้รับการจัดสรรต้นทุนรวมในจำนวนที่สูงด้วย ซึ่งทำให้การปันส่วนต้นทุนมีความเที่ยงธรรมมากกว่าที่จะใช้เกณฑ์หน่วยกายภาพ เนื่องจากชิ้นส่วนบางประเภทอาจมีจำนวนน้อย แต่สามารถขายได้มูลค่าสูง

ตาราง 4 การปันส่วนต้นทุนด้วยสัดส่วนรายได้

รายการ	น้ำหนัก ต่อเครื่อง (กก.)	น้ำหนัก 50 เครื่อง (กก.)	ต้นทุน (บาท)	ราคา (บาท/กก.)	รายได้ (บาท)	กำไรขั้นต้น (บาท)
พลาสติก	5.00	250.00	5,798.53	12.00	3,000.00	1,251.70
เหล็ก	6.00	300.00	6,958.23	9.00	2,700.00	1,126.53
อลูมิเนียม	0.60	30.00	695.82	28.00	840.00	350.48
ทองแดง	0.30	15.00	347.92	156.00	2,340.00	976.33
แผงวงจร	0.10	5.00	115.97	3,000.00	15,000.00	6,258.50
รวม	12.00	6,000.00	13,916.47		23,880.00	9,963.54

ที่มา: คณะผู้จัดทำ (2562)

ตาราง 5 ความสามารถในการทำกำไรแต่ละสายผลิตภัณฑ์

รายการ	รายได้จากการขาย		ต้นทุนขาย		กำไรขั้นต้น	
	(บาท)	สัดส่วน	(บาท)	สัดส่วน	(บาท)	สัดส่วน
พลาสติก	3,000.00	100.00%	1,748.30	58.28%	1,251.70	41.72%
เหล็ก	2,700.00	100.00%	1,573.47	58.28%	1,126.53	41.72%
อลูมิเนียม	840.00	100.00%	489.52	58.28%	350.48	41.72%
ทองแดง	2,340.00	100.00%	1,363.67	58.28%	976.33	41.72%
แผงวงจร	15,000.00	100.00%	8,741.51	58.28%	6,258.50	41.72%
รวม	23,880.00	100.00%	13,916.47	58.28%	9,963.53	41.72%

ที่มา: คณะผู้จัดทำ (2562)

การปันส่วนต้นทุนข้างต้น สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถในการทำกำไรได้ดังตารางที่ 5 ซึ่งจากตาราง 5 พบว่าความสามารถในการทำกำไรเท่ากันทุกสายผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการใช้อัตราปันส่วนตามสัดส่วนรายได้ จึงทำให้ทุกสายผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการทำกำไรเท่ากัน โดยในภาพรวมสามารถสรุปได้ดังนี้ รายได้ เท่ากับ 23,880 บาท ต้นทุนขาย เท่ากับ 13,916.47 บาท คิดเป็น 58.28% ของรายได้ กำไรขั้นต้น เท่ากับ 9,963.53 บาท คิดเป็น 41.72% ของรายได้

จากกรณีศึกษา การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียูในระบบนิเวศ กรณีศึกษา สหพันธ์การค้า พบว่า สามารถคัดแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ของซีพียูได้ คือ พลาสติก เหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง และแผงวงจร และสร้างมูลค่าจากการจำหน่ายชิ้นส่วนต่าง ๆ คิดเป็นกำไรเท่ากับ 9,963.53 บาท คิดเป็น 41.72% ของรายได้ ซึ่งผลประกอบการระหว่างงวดมีอัตราการกำไรที่น่าพอใจ ชิ้นส่วนเหล่านี้ จะจำหน่ายให้โรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการรีไซเคิลต่อไป ทำให้สหพันธ์การค้ามีส่วนช่วยเป็นตัวกลาง ในการจัดการให้ขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียูในระบบนิเวศเหลือศูนย์ โดยชิ้นส่วนต่าง ๆ จะถูกส่งไปยังโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ตามประเภทของชิ้นส่วนที่คัดแยกได้

บทสรุป

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ถือเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันที่โลกกำลังเผชิญ การอุปโภคบริโภคสินค้าอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ล้วนเป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันทั้งสิ้น เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ แบตเตอรี่ หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อหมดอายุการใช้งานหรือผู้บริโภคต้องการใช้แล้ว ทำให้เกิดเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์พร้อมที่จะกลายเป็นของเสียอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพของประชาชนโดยตรง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันแนวทางสำคัญที่ใช้ในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้คือ การจัดการด้วยระบบ 3Rs (Reduce Reuse and Recycle: 3Rs) โดยเริ่มต้นที่การใช้ให้น้อยลง ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดขยะ เพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (Reduce) การนำผลิตภัณฑ์ที่ยังสามารถใช้งานได้ กลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมาแปรรูป เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ หรือรีไซเคิล (Recycle)

ธุรกิจรับซื้อของเก่ามีบทบาทอย่างมากเกี่ยวกับการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีบทบาทในการจัดการเบื้องต้นที่นำไปสู่การจัดการในระบบ 3Rs ซึ่งมีกระบวนการในการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดที่แตกต่างกันตามลักษณะของชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ จากกรณีศึกษา สหพันธ์การค้า ซึ่งเป็นธุรกิจรับซื้อของเก่าประเภทรับซื้อของเก่าที่คัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์กลับไปสู่โรงงานอุตสาหกรรมเพื่อนำไปแปรรูปหรือผลิตเป็นสินค้าใหม่ มีการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่รับซื้อจากชาวบ้าน จากตัวอย่างการคัดแยกชิ้นส่วนของซีพียู สามารถคัดแยกชิ้นส่วนที่ได้คือ 1) พลาสติก คัดแยกโดยการจัด และการไขน็อตด้วยสว่าน 2) เหล็ก คัดแยกโดยการใช้แม่เหล็กดูด ซึ่งอาศัยสมบัติทางแม่เหล็กเพื่อแยกแต่ละวัสดุ 3) อลูมิเนียม คัดแยกชิ้นส่วนที่เหลือจากการคัดแยกเหล็ก 4) ทองแดง คัดแยกโดยการแกะเส้นทองแดงออกจากวัสดุที่ติดมา และ 5) แผงวงจร คัดแยกโดยการถอดแยกชิ้นส่วนประกอบจากตัวซ็อกเก็ต ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่คัดแยกได้จะถูกจำหน่ายให้กับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการรีไซเคิลและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยการใช้วัตถุดิบการผลิตจากชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้กลับมาแปรรูป ทำให้ลดปริมาณของเสียที่จะทิ้งให้เหลือน้อยที่สุด เช่น ชิ้นส่วนเหล็ก โรงงานรีไซเคิลจะนำไปหลอมเพื่อแปรรูปเป็นเหล็กรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้น ระบบธุรกิจรับซื้อของเก่าจึงเป็นกลไกสำคัญในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ออกจากระบบนิเวศให้เหลือศูนย์ได้ โดยมีการจัดการที่เน้นการลด การใช้ซ้ำ และการคัดแยก เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ตามหลัก 3Rs สามารถช่วยลดปัญหามลพิษต่อระบบนิเวศ

ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามรายงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาเฉพาะการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ประเภทซีพียูของสหพันธ์การค้าเท่านั้น ซึ่งอาจไม่ใช่ว่าการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด และผลประกอบการทางการค้าของสหพันธ์การค้าเป็นไปตามรูปแบบการบริหารจัดการของสหพันธ์การค้าโดยเฉพาะเท่านั้น หากผู้ประกอบการรายอื่นที่มีแนวทางในการบริหารจัดการที่แตกต่างกัน ก็อาจจะมีผลประกอบการที่แตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นหากมีการนำเอารายงานผลการวิจัยฉบับนี้ไปใช้ต่อเนื่องก็จะต้องเข้าใจขอบเขตและข้อจำกัด เนื้อหาการศึกษา รายงานฉบับนี้ ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อเนื่องต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2562). *ซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์*. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_battery.htm#s2. 31 ธันวาคม 2562.

- กรมควบคุมมลพิษ. (2562). ยุทธศาสตร์การจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เชิงบูรณาการ ปี พ.ศ. 2557-2564. เข้าถึงได้จาก http://infofile.pcd.go.th/haz/WEEE%20_Strategy58.pdf?CFID=117413&CFTOKEN=85898214. 31 ธันวาคม 2562.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2562). สถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2561. เข้าถึงได้จาก <http://www.pcd.go.th/Public/News/GetNewsThai.cfm?task=lt2019&id=18551>. 18 สิงหาคม 2562.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2549). เทคโนโลยีการผลิตชิ้นงานไมโครพลาสติก (Micro Molding Technology). เข้าถึงได้จาก <https://www.ryt9.com/s/ryt9/79929>. 18 สิงหาคม 2562.
- กอบกุล รายนคร. (2561). การนำเข้าขยะอิเล็กทรอนิกส์: ถึงเวลาปฏิรูปกฎหมายการจัดการขยะพิษอุตสาหกรรมหรือยัง?, เข้าถึงได้จาก <https://prachatai.com/journal/2018/06/77343>. 18 สิงหาคม 2562.
- ชนัญชิตา พรหมแสน. (2550). ธุรกิจรับซื้อของเก่าในจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ญาณัญญา ศิริภัทรธาดา. (2553). ยุทธศาสตร์การสร้างมูลค่าเพิ่มของการคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิลเชิงธุรกิจสำหรับผู้ประกอบการและชุมชนในเขตจังหวัดภาคกลางของประเทศไทย. รายงานวิจัย คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ฐิติชัย อธิคมกุลชัย. (2558). การสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันของธุรกิจรับซื้อขยะรีไซเคิลในจังหวัดนครปฐม. *Veridian E-Journal*, 8(2). 2098 - 2102.
- พรพิพัฒน์ เพชรพรไพศาล อารมย์ ตัตตะวะศาสตร์ และศักดิ์ชัย เจริญศิริพรกุล. (2559). การวางแผนกลยุทธ์เพื่อเพิ่มยอดขายของ หสน. พรไพศาล อำเภอเมือง จังหวัดเลย. *วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 9(1), 260 - 280.
- พรภิไล ถนอมสงัด, รัชชดา จันทรทรง และลำไย ณีรัตนพันธุ์. (2561). การประเมินความเป็นพิษของโลหะหนักระดับเซลล์ในกบนา (*Hoplobatrachus rugulosa*) บริเวณรอบพื้นที่ฝังกลบขยะอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(1), 174 - 175.
- วีระยุทธ สุโขะชัย. (2561). มาตรการทางกฎหมายเกี่ยวกับการบริหารจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. *วารสารศึกษบัณฑิตทางสังคมศาสตร์*, 8(ฉบับพิเศษ), 14 - 26.
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ). (2560). การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก <https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2018/04/wb133.pdf>. 18 สิงหาคม 2562.
- สุจิตรา วาสนาดำรงดี. (2558). สถานการณ์ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์. เข้าถึงได้จาก http://www.eric.chula.ac.th/download/ew58/ew_pocd.pdf. 18 สิงหาคม 2562.
- สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ และคณะ. (2562). มลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำเสียดิบและระบบบำบัดน้ำเสีย. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 23(1). 1 - 10.
- สุวิทย์ นิ่มน้อย, ปภาดา ประมาณพล และเรืองโร สุวรรณดำรงชัย. (2562). มาตรการทางกฎหมายเพื่อการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทย. *วารสารวิจัยร่วมไพพรรณี*, 13(2), 111 - 116.