

การประเมินอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในอุตสาหกรรมรีไซเคิล

ญาณิศา ชุ่มใจรักษ์¹, ลักษณะ เหล่าเกียรติ²

^{1, 2}คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Email: laksana.laokiat@gmail.com²

Received: May 04, 2026

Revised: May 28, 2026

Accepted: May 29, 2026

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางย้อนหลังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ชั่งอันตรายและ 2) ประเมินระดับความเป็นอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงานของการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยดำเนินการศึกษาผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงานจากข้อมูลทุติยภูมิ จำนวน 2 รอบ การตรวจวัดระหว่าง พ.ศ.2562 และ พ.ศ. 2565 ร่วมกับการเดินสำรวจกระบวนการทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงานเทียบค่ามาตรฐานตามกฎหมายในแต่ละด้านที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่า 1) สำรวจพบอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงาน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเคมี และด้านกายภาพ โดยด้านเคมีพบว่าค่าเฉลี่ยของฝุ่นรวม ($\leq 100 \mu\text{m}$) และฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ ($\leq 10 \mu\text{m}$) มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดในปี พ.ศ. 2562 โดยค่าฝุ่นรวมเพิ่มจาก $0.39 \pm 0.02 \text{ mg/m}^3$ เป็น $0.46 \pm 0.06 \text{ mg/m}^3$ และค่าฝุ่นขนาดเล็กเพิ่มจาก 0.25 mg/m^3 เป็น 0.33 mg/m^3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ค่าที่ตรวจวัดได้ทั้งหมดอยู่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานทางอาชีวอนามัย ขณะที่ฝุ่นทองแดงและฝุ่นตะกั่วตรวจพบในระดับต่ำมาก ส่วนด้านกายภาพพบว่าระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดในปี พ.ศ. 2562 โดยลดจาก $67.40 \pm 0.85 \text{ dBA}$ เป็น $64.27 \pm 0.46 \text{ dBA}$ ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 2) ประเมินระดับความเป็นอันตรายพบว่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง การศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์นั้นมีอยู่หลายด้านในแต่ละพื้นที่การทำงาน ซึ่งทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสสัมผัสสิ่งคุกคามสุขภาพในสภาพแวดล้อมการทำงานหลายด้านร่วมกัน โดยเฉพาะเมื่อมีการทำงานแบบหมุนเวียนในแต่ละพื้นที่

คำสำคัญ: ขยะอิเล็กทรอนิกส์, การคัดแยก, การประเมินอันตราย, อุตสาหกรรมรีไซเคิล

Hazard Assessment in the Working Environment of Electronic Waste Sorting in a Recycling Industry

Yanisa Chumchairak¹, Laksana Laokiat²

^{1, 2}Faculty of Public Health, Thammasat University

Email: laksana.laokiat@gmail.com²

Received: May 04, 2026

Revised: May 28, 2026

Accepted: May 29, 2026

Abstract

This retrospective cross-sectional analytical study aimed to 1) identify hazards and 2) assess hazard levels in the working environment of electronic waste (e-waste) sorting. The study utilized secondary data from two monitoring periods between 2019 and 2022 to analyze the working environment, combined with a walk-through survey. Data were analyzed using descriptive statistics, including maximum and minimum values, means, and standard deviations. The working environment was evaluated against legal standards in each relevant aspect. The study revealed that 1) hazards in the working environment of sorting were found to fall into two categories chemical and physical. The average levels of total dust ($\leq 100 \mu\text{m}$) and respirable dust ($\leq 10 \mu\text{m}$) have increased since 2019. Total dust increased from 0.39 ± 0.02 to $0.46 \pm 0.06 \text{ mg/m}^3$, and respirable dust increased from 0.25 to 0.33 mg/m^3 . However, the measured values are still below the occupational health standards. Copper and lead dust levels were very low, while the average noise level over 8 hours has decreased since 2019, from $67.40 \pm 0.85 \text{ dBA}$ to $64.27 \pm 0.46 \text{ dBA}$, and remained within the standard limits. 2) The level of hazards was found to be moderate to high. This study indicates that hazards in the working environment of the e-waste sorting are multifaceted across different work areas, exposing workers to multiple health hazards if work is rotated between areas.

Keywords: E-waste, Hazard assessment, Recycling industry, Sorting

บทนำ

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลกถูกคาดการณ์ว่าจะมีปริมาณเพิ่มเป็น 82 ล้านตัน ในปี 2030 [1] สะท้อนให้เห็นว่าปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในระดับโลก ซึ่งประเทศไทยเผชิญปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับแนวโน้มโลก โดยปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์จากครัวเรือนไทยในปี 2019 มีปริมาณ 421,335 ตัน โดยคาดการณ์ว่าอาจเพิ่มมากกว่าร้อยละ 40 ในอีก 10 ปี ข้างหน้า หรือราว 590,000 ตัน ในปี 2029 [2] เมื่อปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยก การรวบรวม การรีไซเคิล และการรีไซเคิลชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขยายตัวตามไปด้วย ในบริบทของประเทศไทย โรงงานที่เป็นกลไกสำคัญในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ โรงงานประเภท 105 และโรงงานประเภท 106 โดยโรงงานประเภท 105 คือโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการคัดแยกหรือฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามที่กฎหมายกำหนด ส่วนโรงงานประเภท 106 คือโรงงานที่นำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียจากโรงงานกลับมาเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม [3]

ประเทศไทยมีโรงงานประเภท 105 และ 106 กระจายอยู่ในหลายจังหวัด สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมจัดการของเสียและรีไซเคิลเป็นภาคอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่และมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมของประเทศ เนื่องจากช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ลดต้นทุนวัตถุดิบ และลดปริมาณของ

เสียที่ต้องกำจัด [4] อุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ เป็นกิจการเกี่ยวกับการกำจัดสิ่งปฏิกูลและหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว รวมทั้งการคัดแยกและบดย่อยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท กระบวนการดังกล่าวก่อให้เกิดสิ่งคุกคามสุขภาพหลายประการ โดยเฉพาะฝุ่นและอนุภาคนาโนเล็กที่อาจปนเปื้อนโลหะหนักและสารอันตรายจากชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตะกั่วปรอท แคดเมียม และทองแดง รวมทั้งสารมลพิษตกค้างยาวนานบางชนิด เช่น โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: PAHs) และโพลีคลอริเนตเตดไบฟีนิล (Polychlorinated Biphenyls: PCBs) ซึ่งสามารถปนเปื้อนอยู่บนพื้นผิว วัสดุ อุปกรณ์ และในฝุ่นที่พบในสภาพแวดล้อมการทำงานได้ [5], [6] สารอันตรายดังกล่าวเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางการสูดดม การรับประทาน และการสัมผัสทางผิวหนัง [7] ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบประสาท ระบบทางเดินหายใจ ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบไต [5]

กระบวนการทำงานของอุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยการรับวัสดุหรือซากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าสู่โรงงาน การคัดแยกตามประเภทวัสดุหรือชนิดของอุปกรณ์ การรื้อแยกชิ้นส่วนด้วยแรงงานหรือเครื่องมือ การตัดบด ย่อย หรือทำลายชิ้นส่วนให้มีขนาดเล็กลง และการแยกวัสดุที่มีมูลค่า เช่น โลหะ พลาสติก หรือแผงวงจร ออกจากกันด้วยวิธีทางกายภาพหรือเครื่องจักรเฉพาะ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนอาจก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นและอนุภาคนาโนเล็ดลอดโดยเฉพาะในขั้นตอนการรื้อถอน การตัด และการบดย่อยชิ้นส่วน [6]

จากการวิเคราะห์แนวโน้มข้อมูลทุติยภูมิ ระหว่างปี พ.ศ. 2562 และปี พ.ศ. 2565 ของ อุตสาหกรรมรีไซเคิลแห่งนี้ พบว่าฝุ่นรวม ($\leq 100 \mu\text{m}$) และฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ ($\leq 10 \mu\text{m}$) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกเหนือจาก อันตรายด้านเคมีดังกล่าวข้างต้น ยังพบอันตราย ด้านกายภาพ ได้แก่ เสียงดังจากเครื่องจักรบด หรือย่อย จึงกล่าวได้ว่ากระบวนการรีไซเคิลขยะ อิเล็กทรอนิกส์เป็นแหล่งของการสัมผัสอันตราย ต่อสุขภาพที่สำคัญของผู้ปฏิบัติงาน [5] จากงานวิจัยที่ ผ่านมา ส่วนใหญ่มักศึกษาแยกแต่ละปัจจัย โดย ยังขาดการศึกษาที่บูรณาการอันตรายหลายด้าน ร่วมกันในพื้นที่คัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ การ ประเมินอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงานคัด แยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นขั้นตอนแรกของ กระบวนการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จึงมี ความสำคัญในการสร้างองค์ความรู้สำหรับการ ชี้ บ่งอันตราย ป้องกัน และควบคุมความเสี่ยงทาง อาชีวอนามัย ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการ กำหนดมาตรการเพื่อคุ้มครองสุขภาพของแรงงาน ในอุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่าง เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อชี้ บ่งอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรมรีไซเคิล
2. เพื่อประเมินระดับความเป็นอันตรายใน สภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในอุตสาหกรรมรีไซเคิล

ระเบียบวิธีวิจัย

1. รูปแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบ ภาควัดขวางย้อนหลัง (Retrospective Analytical Cross-Sectional Study) โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ จากผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงาน 2 รอบการตรวจวัดระหว่าง พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2565 ซึ่งเป็นข้อมูลตามรอบการตรวจรับรอง ระบบ ครอบคลุมอันตรายสภาพแวดล้อมการ ทำงานด้านเคมีและกายภาพของอุตสาหกรรม รีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ร่วมกับการ walk-through survey กระบวนการคัดแยกขยะ อิเล็กทรอนิกส์ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้ มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- 2.1 แบบบันทึกข้อมูล (Data record form) ผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงาน ประกอบด้วยข้อมูล ฝุ่นรวม (Total Dust), ฝุ่น ขนาดเล็กที่หายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable Dust), ฝุ่นทองแดง, ฝุ่นตะกั่ว และ ระดับเสียง (TWA) โดยดึงข้อมูลจากผลการ ตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดำเนินการ โดยบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งที่ได้รับการขึ้นทะเบียน ห้างปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน โดยรับการว่าจ้าง จากอุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์แห่งนี้
- 2.2 แบบสำรวจกระบวนการคัดแยกขยะ อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยข้อมูล แผนผังพื้นที่

การทำงาน การไหลของขยะอิเล็กทรอนิกส์ และ
อันตรายที่พบในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน
ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยทำหนังสือผ่านคณะกรรมการสุขภาพ
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถึงผู้จัดการ
โรงงานเพื่อขออนุญาตเข้าศึกษากระบวนการคัด
แยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ และใช้ข้อมูลผลการ
ตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงาน

3.2 เมื่อได้รับอนุญาต ผู้วิจัยเข้าทำการ walk-
through survey กระบวนการคัดแยกขยะ
อิเล็กทรอนิกส์ ครอบคลุม 7 พื้นที่การทำงาน
และสังเกตอันตรายที่พบในแต่ละขั้นตอนของการ
ทำงานและจดบันทึกข้อมูล

3.3 ผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลผลการตรวจวัด
สภาพแวดล้อมการทำงานลงใน Worksheet

3.4 ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของชุด
ข้อมูลและทำการลงรหัส (Coding)

3.5 การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาข้อมูล
สภาพแวดล้อมในการทำงานไม่มีการเก็บข้อมูลที่
เกี่ยวข้องกับคนหรือมนุษย์ จึงไม่เข้าข่ายต้องขอ
การรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการ
ทำงานที่ได้ลงรหัสและทำการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว
นำไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่
ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด (Maximum-Minimum) ค่าเฉลี่ย
(Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard

Deviation) และประเมินผลเทียบค่ามาตรฐาน
ตามกฎหมายในแต่ละด้านที่เกี่ยวข้องและ
ประเมินระดับอันตรายใช้แนวทางตามประกาศ
กระทรวงแรงงาน เรื่อง การประเมินอันตราย และ
การศึกษาผลกระทบของสภาพแวดล้อมในการ
ทำงานและการจัดทำแผนควบคุมดูแลถูกจ้างใน
สถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2567 (ประกาศ ณ
วันที่ 14 พฤศจิกายน 2567) [8]

ผลการวิจัย

อุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์
ตัวอย่างที่ศึกษาครั้งนี้ ตั้งอยู่ที่ อำเภอekinบุรี
จังหวัดปราจีนบุรี ได้รับใบอนุญาตประกอบ
กิจการโรงงาน ลำดับที่ 105 และ 106 ตาม
พระราชบัญญัติการประกอบกิจการโรงงาน ว่า
ด้วยการกำจัดสิ่งปฏิกูลและหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว
รวมทั้งคัดแยก/บดย่อยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทุก
ประเภท รวมถึงแบตเตอรี่เก่าที่ใช้แล้วทุกประเภท
อีกทั้งได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015, ISO
14001:2015, ISO 27001:2022 และได้รับการ
รับรองเป็นอุตสาหกรรมสีเขียวระดับที่ 3 จาก
กระทรวงอุตสาหกรรม จากการ walk-through
survey พบว่ามีการแบ่งพื้นที่การทำงานตาม
ประเภทขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่รับเข้ามา ทั้งหมด 7
พื้นที่ ได้แก่ 1) พื้นที่คัดแยกเครื่องปรับอากาศ
(Air Conditioner) 2) พื้นที่คัดแยกอุปกรณ์
เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Equipment) 3) พื้นที่
คัดแยกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Device)
4) พื้นที่คัดแยกเครื่องใช้ไฟฟ้า (Electronic
Appliance) 5) พื้นที่คัดแยกตู้เย็น (Refrigerator)
6) พื้นที่คัดแยกคอยล์ทองแดงและอะลูมิเนียมใน

เครื่องปรับอากาศ (Radiator Separator Air Conditioner) และ 7) พื้นที่จัดเก็บแบตเตอรี่ลิเทียม และตะกั่ว (Lithium Lead Battery Storage) และสังเกตพบอันตรายในพื้นที่ต่าง ๆ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังพื้นที่การทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์และอันตรายที่สำรวจพบ

การสำรวจกระบวนการทำงานพบว่า เริ่มจากการรับขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เข้าสู่พื้นที่ตามประเภทที่กำหนดไว้ จากนั้นขยะอิเล็กทรอนิกส์จะเข้าสู่ขั้นตอนคัดแยก รื้อแยกชิ้นส่วน แยกส่วนประกอบ หากวัสดุรีไซเคิลได้จะนำไปเก็บในจุดเก็บเพื่อรวบรวมส่งรีไซเคิลต่อไป ส่วนเศษซากที่เหลือจะถูกส่งไปกำจัดยังแหล่งรับกำจัดที่ได้รับอนุญาต สำหรับแบตเตอรี่เมื่อรับเข้ามาแล้ว จะเก็บรวบรวม ตามมาตรการ ESA (Environmental Safety Assessment) และส่งไปกำจัดยังแหล่งรับกำจัดที่ได้รับอนุญาตต่อไป ทั้งนี้ จากการเดินสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงาน (walk-through survey) พบอันตรายหลักหรือสิ่งคุกคามสุขภาพ ได้แก่ เสียงดังจากการใช้สว่านและเครื่องดัดสายทองแดง และฝุ่น

จากข้อมูลผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ตารางที่ 1 พบว่า ค่าฝุ่นรวม (Total dust) ซึ่งตรวจวัดแบบพื้นที่ใน พ.ศ.2565 มีค่าเฉลี่ย $0.46 \pm 0.06 \text{ mg/m}^3$ สูงกว่า พ.ศ.2562 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $0.39 \pm 0.02 \text{ mg/m}^3$ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ OSHA ที่กำหนดให้ค่าฝุ่นรวมไม่เกิน 15 mg/m^3 พบว่าค่าที่ตรวจวัดได้ทั้งสองปียังต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ค่าฝุ่นขนาดเล็กที่หายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ตรวจวัดแบบติดตัวบุคคลใน พ.ศ.2565 มีค่าเฉลี่ย 0.330 mg/m^3 สูงกว่า พ.ศ.2562 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.25 mg/m^3 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของ OSHA กำหนดไม่เกิน 5 mg/m^3 พบว่าค่าที่ตรวจวัดได้ยังต่ำกว่าเกณฑ์อยู่มาก แสดงว่าระดับฝุ่นใน

สภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทางอาชีวอนามัย

ฝุ่นทองแดง และฝุ่นตะกั่ว ค่าความเข้มข้นของโลหะทั้งสองชนิดในตัวอย่างฝุ่น ที่วิเคราะห์ได้พบว่ามีความค่าที่เท่ากันทั้งสองปี โดยทองแดงมีค่า 0.0001 และตะกั่ว เท่ากับ 0.0008 mg/m³ ตามลำดับ สะท้อนว่าระดับการปนเปื้อนของโลหะทั้งสองชนิดในบรรยากาศการทำงานอยู่ในระดับต่ำมากและต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ NIOSH กำหนดไว้ไม่เกิน 1 mg/m³ สำหรับทองแดง และต่ำกว่าค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ชีตจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย (ประกาศ ณ วันที่ 28 มิถุนายน

2560) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.05 mg/m³ สำหรับตะกั่ว

ระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงาน ในขั้นตอนการคัดแยกชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยสว่านมือและเครื่องดัดเส้นทองแดง พบว่าระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ลดลงจาก 67.40 ± 0.85 เป็น 64.27 ± 0.46 dBA ในปี 2562 และ 2565 ตามลำดับ ซึ่งยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน พ.ศ.2561 (ประกาศ ณ วันที่ 13 ธันวาคม 2560) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 85 dBA

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์

ตัวแปร	n	พ.ศ. 2562		พ.ศ. 2565	
		ค่าเฉลี่ย ± SD	Min-Max	ค่าเฉลี่ย ± SD	Min-Max
ฝุ่นรวม (≤100 µm) (mg/m ³)	4	0.39 ± 0.02	0.37-0.40	0.46 ± 0.06	0.42-0.50
ฝุ่นขนาดเล็ก (≤10 µm) (mg/m ³)	4	0.25	0.25-0.25	0.33	0.33-0.33
ฝุ่นทองแดง (mg/m ³)	4	0.0001	0.0001-0.0001	0.0001	0.0001-0.0001
ฝุ่นตะกั่ว (mg/m ³)	4	0.0008	0.0008-0.0008	0.0008	0.0008-0.0008
ระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (dBA)	4	67.40 ± 0.85	66.80-68.00	64.27 ± 0.46	64.00-64.80

การจัดระดับความเป็นอันตรายสภาพแวดล้อมในการทำงานคัดแยกขยะ ดังตารางที่ 2 พิจารณาโอกาสเกิดโดยแบ่งโอกาสที่จะเกิดอันตรายและ

ความรุนแรงของอันตราย เป็น 3 ระดับ ได้แก่ น้อย ปานกลาง มาก พบว่า ความถี่และระยะเวลาที่สัมผัสสิ่งที่เป็นอันตรายทั้งฝุ่น และเสียง เกิดขึ้น

ได้ง่ายอย่างต่อเนื่องหรือซ้ำ ๆ ตลอดการคัดแยก จึงได้คะแนนโอกาสที่จะเกิดอันตราย เท่ากับ 3 ส่วนฝุ่นตะกั่ว เกิดขึ้นเฉพาะกับชิ้นงานที่มีตะกั่ว เป็นส่วนประกอบ โอกาสจึงลดลงเท่ากับ 2 ด้าน

ความรุนแรงของอันตราย พบว่า การสัมผัสฝุ่น เสียง และฝุ่นตะกั่วอาจก่อให้เกิดการเจ็บป่วยที่ต้องได้รับการรักษาทางการแพทย์ จึงให้คะแนนความรุนแรงเท่ากับ 2

ตารางที่ 2 ระดับความเป็นอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะ

อันตรายที่พบใน สภาพแวดล้อมการทำงาน	คะแนน ¹		คะแนนความเป็นอันตราย ² (ระดับความเป็นอันตราย)
	โอกาส	ความรุนแรง	
ฝุ่น	3	2	6 (ระดับสูง ต้องมีการดำเนินงาน เพื่อลดระดับอันตราย)
เสียง	3	2	6 (ระดับสูง ต้องมีการดำเนินงาน เพื่อลดระดับอันตราย)
ฝุ่นตะกั่ว	2	2	4 (ระดับปานกลาง ต้องมีการทบทวนมาตรการควบคุม)

¹ คะแนน = ระดับน้อย, 2 คะแนน = ระดับปานกลาง, 3 คะแนน = ระดับมาก

² 1 คะแนน = ระดับต่ำมาก, 2 คะแนน = ระดับต่ำ, 3-4 คะแนน = ระดับปานกลาง,

6 คะแนน = ระดับสูง, 9 คะแนน = ระดับสูงมาก

อภิปรายผล

อุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสำรวจนี้ มีกระบวนการทำงานที่เน้นการคัดแยก รื้อแยกชิ้นส่วน แยกส่วนประกอบ และส่งวัสดุที่คัดแยกได้ไปยังสถานประกอบการที่ได้รับอนุญาตเพื่อการรีไซเคิลหรือกำจัดอย่างเหมาะสมยังแหล่งรับกำจัดที่ได้รับอนุญาต ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวในอุตสาหกรรมแห่งนี้ไม่ครอบคลุมกระบวนการทั้งหมดในระดับสากลที่มองการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นกระบวนการต่อเนื่องตั้งแต่การรวบรวม (collection) การคัดแยกและรื้อถอน (sorting and dismantling) การบดย่อยหรือแยกวัสดุ (shredding and separation) การสกัด การหลอม หรือการรีไฟน์ วัสดุที่มีมูลค่า (recovery, smelting, or refining)

ไปจนถึงการกำจัดกากตกค้างที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ [9] รวมถึงกรอบการจัดการของสหภาพยุโรปที่ให้ความสำคัญกับการจัดเก็บแยก การบำบัดอย่างเหมาะสม และการนำทรัพยากรกลับคืนเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [10] ดังนั้นโรงงานแห่งนี้จึงสะท้อนบทบาทด้านการรวบรวม คัดแยก และจัดการเบื้องต้น เท่านั้น แม้ว่าอุตสาหกรรมแห่งนี้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ลำดับที่ 105 และ 106 ตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการโรงงานก็ตาม

อันตรายจากสภาพแวดล้อมในการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ของอุตสาหกรรมรีไซเคิลแห่งนี้ พบ 2 ด้านหลักสำคัญ ได้แก่ ด้านเคมี และด้านกายภาพ โดยด้านเคมีพบฝุ่นตะกั่วและ

ทองแดงในบรรยากาศการทำงานซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละปี บ่งชี้ได้ว่าชนิดของวัสดุที่คัดแยกมีองค์ประกอบของสารตะกั่วและทองแดงน้อยหรือแหล่งกำเนิดโลหะหนักในพื้นที่การทำงานค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งแตกต่างจากโรงงานในแคนาดา ที่ผู้ปฏิบัติงานมีการคัดแยกจ่อภาพชนิดหลอดรังสีแคโทด มีการตรวจพบตะกั่วในตัวอย่างอากาศทุกตัวอย่าง โดยมีค่าสูงสุดคือ $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [11] ซึ่งมากกว่าค่าฝุ่นตะกั่วที่ตรวจพบในอุตสาหกรรมรีไซเคิลอิเล็กทรอนิกส์แห่งนี้ถึง 60 เท่า ในส่วนของทองแดงไม่ได้มีรายงานค่าตัวเลขโดยตรง จึงไม่สามารถเปรียบเทียบเชิงปริมาณได้อย่างสมบูรณ์ แต่ผลของงานดังกล่าวสนับสนุนว่าทองแดงเป็นหนึ่งในโลหะที่ตรวจพบได้ในบรรยากาศของสภาพแวดล้อมการทำงาน

นอกจากนี้ มีงานวิจัยที่สนับสนุนให้เห็นว่ามีโลหะหนักจากขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะในพื้นที่ที่คัดแยกที่พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีความผิดปกติของหลายระบบ เช่น ระบบทางเดินหายใจ ผิวหนัง ระบบประสาท รวมถึงการเพิ่มความเสียหายบางชนิด [7] อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาในกลุ่มแรงงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ของ Decharat และ Kiddee (2022) รายงานอาการผิดปกติ เช่น ระบายเคืองตา ผื่นคันหรือผิวหนังอักเสบ ระบายเคืองจมูก ไอหรือจาม หายใจติดขัด ผิวดลอก และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ โดยแต่ละอาการพบในช่วงร้อยละ 60-70 ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงถึงผลกระทบทางสุขภาพที่สัมพันธ์กับอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงานค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ปฏิบัติงานในกระบวนการต่าง ๆ พบว่าบางกระบวนการมี

ความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติหลายรายการอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสะท้อนว่าลักษณะงานย่อย ๆ ภายในอุตสาหกรรมเดียวกันมีอันตรายจากสภาพแวดล้อมในการทำงานแตกต่างกันอย่างชัดเจน

การศึกษานี้พบอันตรายด้านกายภาพเพียงเรื่องเสียงดัง แม้ว่าจะไม่เกินค่ามาตรฐาน และไม่สอดคล้องกับสิ่งที่พบระหว่างการ walk-through survey ที่พบว่ามีความเสี่ยงดังต่อเนื่องเกิดขึ้น ซึ่งอาจเนื่องจากปริมาณงานมีมากในช่วงดังกล่าว จึงจัดได้ว่ามีความเป็นอันตรายในระดับสูงเพราะการสัมผัสเสียงต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานที่ศึกษาในเมือง Agbogbloshie ประเทศกานา ณ สถานที่ทิ้งขยะที่ใหญ่ที่สุดในแอฟริกา ที่เป็นประเภทการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่เป็นทางการ พบว่าแรงงานร้อยละ 60 มี audiometric notches ที่สัมพันธ์กับภาวะสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง [12] นอกจากนี้ยังพบว่าแรงงาน e-waste มีการสัมผัสเสียงดัง ซึ่งอาจส่งผลให้มีอัตราความบกพร่องทางการได้ยินประมาณร้อยละ 20-32 [13] และการศึกษาในภาครีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์แบบไม่เป็นทางการมีลักษณะการทำงานกลางแจ้ง ใช้การทุบรื้อ และเผาแบบหยาบ พบว่า มากกว่าร้อยละ 40 ของคนงานมีการสัมผัสเสียงเกินเกณฑ์แนะนำทั้งระดับอาชีวอนามัย 85 dBA และระดับชุมชน 70 dBA [14] แสดงให้เห็นว่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะและปริมาณงาน

ระดับความเป็นอันตรายจาก เสียง ฝุ่น และ ฝุ่นที่ปนเปื้อนโลหะหนัก เปลี่ยนแปลงไปตาม ปริมาณงาน และมาตรการควบคุม ซึ่งอันตรายใน สภาพแวดล้อมการทำงานข้างต้นอาจส่งผล กระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ โดยงานวิจัย ที่ผ่านมามีในประเทศไทยและต่างประเทศส่วนใหญ่ มักศึกษาปัจจัยคุกคามสุขภาพหรืออันตรายใน สภาพแวดล้อมการทำงานเฉพาะด้านแยกจากกัน เช่น ศึกษาเฉพาะโลหะหนัก การประเมินความ เสี่ยงจากการสัมผัสทางผิวหนัง หรือระดับตะกั่ว ในเลือด โดยยังขาดการศึกษาที่บูรณาการทั้งสิ่ง คุกคามทางเคมีและกายภาพร่วมกับผลกระทบต่อ สุขภาพของพนักงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งข้อค้นพบ จากการศึกษารังนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าอันตรายใน สภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะ อิเล็กทรอนิกส์ในอุตสาหกรรมรีไซเคิลนั้นมีอยู่ รวมกันหลายด้านในแต่ละพื้นที่ของการทำงาน และหากว่าผู้ปฏิบัติงานทำงานแบบหมุนเวียนและ สามารถปฏิบัติงานได้ในทุกพื้นที่ของการคัดแยก ขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภท ก็จะทำให้มี โอกาสสัมผัสสิ่งคุกคามหรืออันตรายจากการทำงาน หลายด้านซ้ำ ๆ ร่วมกัน และอาจส่งผลกระทบต่อ สุขภาพในระยะยาว อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ ยังมีข้อจำกัดจากการใช้ข้อมูลทุติยภูมิและการศึกษา ในอุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพียงแห่งเดียว จึงไม่อาจสะท้อนภาพรวมของ อุตสาหกรรมรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดได้ และการ walk-through survey ดำเนินการใน ช่วงเวลาที่แตกต่างกับช่วงเวลาการตรวจวัด สภาพแวดล้อมในการทำงาน ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนหรือไม่สอดคล้องกันบาง

ประการในการนำข้อมูลมาใช้ประกอบการ วิเคราะห์และแปลผล

สรุปผล

ขั้นตอนการคัดแยกเป็นขั้นตอนที่สำคัญของ การรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ อันตรายใน สภาพแวดล้อมการทำงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ที่พบ ได้แก่ เสียง ฝุ่น และฝุ่นที่มีการปนเปื้อน โลหะหนักบางชนิดตามแต่ลักษณะของขยะ อิเล็กทรอนิกส์ ระดับความเป็นอันตรายที่พบใน สภาพแวดล้อมการทำงานขึ้นอยู่กับปริมาณขยะ อิเล็กทรอนิกส์ที่รับเข้าสู่โรงงาน และแม้ว่า อันตรายต่าง ๆ ที่พบในสภาพแวดล้อมการทำงาน นั้นยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาชีวอนามัย และยังไม่พบผลกระทบที่ชัดเจนแต่ควรมีการทบทวน มาตรการลดระดับอันตราย เพราะหากผู้ปฏิบัติงาน ได้รับสัมผัสสะสมติดต่อกันเป็นระยะเวลาหนึ่งอาจ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ โดยเฉพาะเมื่อ มีการสัมผัสอันตรายหลายด้านพร้อมกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัทรีไซเคิลขยะ อิเล็กทรอนิกส์ตัวอย่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้า ศึกษาในพื้นที่ และการเผยแพร่ผลการศึกษานี้ ได้รับการสนับสนุนจากหลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

References

- [1] United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), International Telecommunication Union (ITU), and International Solid Waste Association (ISWA), *The Global E-waste Monitor 2024*, 2024. [Online]. Available: <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>. [Accessed: Oct. 15, 2025].
- [2] A. Panyagometh, “The household e-waste management in Thailand: Challenges and opportunities towards circular economy,” *NIDA Development Journal*, vol. 64, no. 2, pp. 24–48, 2024.
- [3] Department of Industrial Works, “Main factory categories,” n.d. [Online]. Available: <https://www.diw.go.th/datahawk/factype.php>. [Accessed: Nov. 1, 2025].
- [4] A. Tita, “Electronic Waste Segregation System,” *The Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University*, vol. 11, no. 1, pp. 24–33, Jan.–Jun. 2023.
- [5] World Health Organization, *Electrical/ electronic waste and children’s health: Training for health care providers*, 2nd ed., Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2023.
- [6] M. López-Rodríguez, C. Reche, E. Pérez-Albaladejo, C. Porte, A. Balasch, E. Monfort, E. Eljarrat, and M. Viana, “E-waste dismantling as a source of personal exposure and environmental release of fine and ultrafine particles,” *Science of the Total Environment*, vol. 833, Art. no. 154871, 2022.
- [7] S. Samtichartsak, M. Jankaew, N. Tokhun, C. Khumtong, and N. Chotklang, “Impacts of electronic waste on environment and health,” *Journal of Medicine and Public Health, Ubon Ratchathani University*, vol. 7, no. 1, pp. 62–74, 2024.
- [8] Ministry of Labor, Thailand, “Notification of the Ministry of Labor regarding Hazard Assessment, Study of Workplace Environmental Impacts, and Preparation of Employee and Business Establishment Control Plans B.E. 2567 (2024),” *Royal Gazette*, vol. 141, Special Issue 321 Ng, Nov. 22, 2024.
- [9] Basel Convention, “E-waste amendments to the Basel Convention,” 2022. [Online]. Available: <https://www.basel.int/Implementation/Ewaste/EwasteAmendments/Overview/tabid/9266/Default.aspx>. [Accessed: Apr. 11, 2026].

- [10] European Commission, “Waste from electrical and electronic equipment (WEEE),” 2025. [Online]. Available: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee_en. [Accessed: Apr. 12, 2026].
- [11] S. Gravel, B. Bakhiyi, F. Labrèche, P. E. Rasmussen, M. Bouchard, M. Boudia, H. Yetis, D. Ceballos, and J. Zayed, “Occupational health and safety, metal exposures and multi-metals health risk assessment among workers in the formal electronic recycling industry in Canada,” *Waste Management*, vol. 165, pp. 15–27, 2023.
- [12] K. Carlson, N. Basu, J. N. Fobil, and R. L. Neitzel, “Metal exposures, noise exposures, and audiometry from e-waste workers in Agbogbloshie, Ghana,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 18, Art. no. 9639, 2021.
- [13] J. O. Okeme and V. H. Arrandale, “Electronic waste recycling: Occupational exposures and work-related health effects,” *Current Environmental Health Reports*, vol. 6, no. 4, pp. 256–268, 2019.
- [14] K. N. Burns, K. Sun, J. N. Fobil, and R. L. Neitzel, “Heart rate, stress, and occupational noise exposure among electronic waste recycling workers,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 13, no. 1, Art. no. 140, 2016.