# ปัญหาในการจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ในประเทศไทย

วันที่รับบทความ: 27 พฤษภาคม 2565
วันแก้ไขบทความ: 12 ตุลาคม 2565
วันตอบรับบทความ: 14 ตุลาคม 2565

ศฤงคาร คล้ายแขก[1]

**บทคัดย่อ**

บทความวิชาการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานและไม่ได้ใช้งานในประเทศไทย ซึ่งมียอดสะสมจะหมดอายุการใช้งาน ประมาณ 6.2-7.9 แสนตัน เป็นการศึกษาตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ ด้วยมาตรการต่าง ๆ ทั้งทางด้านกฎระเบียบและกฎหมาย ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนใช้หลักแนวคิดโลจิสติกส์ย้อนกลับมาสนับสนุนการจัดการ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์ พบว่า ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ สอดคล้องไปกับแนวคิดโลจิสติกส์ย้อนกลับ ตั้งแต่การสกัดได้มาซึ่งวัตถุดิบ แปรรูป การขนส่ง การติดตั้ง การใช้งาน การซ่อมแซม การนำกลับมาใช้ใหม่ การรื้อถอน การรีไซเคิล การคืนสภาพ การบำบัด และการกำจัด ขณะที่ มาตรการทางด้านกฎระเบียบและกฎหมาย พบว่า ประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายจัดการซากผลิตภัณฑ์ฯ และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมดำเนินการด้วยความสมัครใจ แต่บางส่วนยังมีการดำเนินการที่ไม่เหมาะสม โรงงานรีไซเคิลยังขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการนำทรัพยากรที่มีค่านำกลับมาใช้ใหม่ บางส่วนมีการทิ้งปะปนกับขยะทั่วไป ไม่ทันต่อเวลา มีปริมาณเพิ่มขึ้น การกำจัดด้วยการฝังกลบเพียงอย่างเดียวยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ไม่เป็นการเชื่อม โยงกับเป้าหมายในการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม เพราะซากผลิตภัณฑ์ฯ ที่ผ่านกระบวนการโลจิสติกส์ย้อนกลับจะได้วัสดุที่มีค่า เช่น ทองคำ เหล็กทองแดง และอลูมิเนียม ซึ่งสร้างรายได้ สร้างงานและลดปัญหาทางสังคม ส่วนเศษซากที่เหลือก็จะนำไปบำบัดและกำจัด ด้วยการเผาในเตาเผาปูนซีเมนต์ที่มีอุณหภูมิสูงและต้องฝังกลบอย่างปลอดภัย เพื่อลดกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ แต่ก็มีข้อจำกัดด้านพื้นที่และปริมาณหลุมฝังกลบที่ได้มาตรฐาน

**คำสำคัญ:** พลังงานทดแทน; โลจิสติกส์ย้อนกลับ; แผงโซล่าเซลล์; เซลล์โฟโตวอลเทอิก
**ประเภทบทความ:** บทความวิชาการ

[1]ดร., สมาคมปรัชญาดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
282 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย, อีเมล์: saringkhan7@hotmail.com

# Problems on Solar Cells Equipment Waste Management in Thailand

Received: May 27, 2022
Revised: October 12, 2022
Accepted: October 14, 2022

Saringkhan Khlaikhaek[1]

**Abstract**

This academic paper aims to analyze the management of end-of-life and unused solar cells equipment in Thailand which has accumulated nearly expired amount up to about 6.2-7.9 hundred thousand tons. It was a study of entire life cycle of solar cells products with various measures both regulatory and legal, Corporate Social Responsibility as well as to apply the concept of Reverse Logistics to support the management for sustainable development in economic, social and environmental aspects.

The results of the analysis revealed that the life cycle of the solar cells products is consistent with the concept of Reverse Logistics, from the extraction of raw materials, processing, transportation, installation, useability, repair, reuse, demolition, recycling, recovery, treatment and disposal. In the regulatory and legal measures aspect, it was found that Thailand has not yet had law to manage the waste products, but the corporate social responsibility is carried out voluntarily but some still have inappropriate measures. Recycling plants lack modern technology to recycle valuable resources. Some wastes are littered with general waste and not in appropriate time. With the increased amount, disposal landfill alone is not effective enough. It is not linked to the sustainable development goals in economic, social and environmental aspects as the of product wastes that have passed the reverse logistics process will transform into valuable materials such as gold, iron, copper, and aluminum. This can generate income, create jobs and reduce social problems. The remaining debris would be treated and disposed by burning in a cement kiln with high temperatures. They must be buried safely to reduce the environmental and ecosystem impacts. However, there are limitations in terms of the area and quantity of standard landfills.

**Keywords:** Alternative Power; Reverse Logistics; Solar cells; Photovoltaic
**Type of Article:** Academic Article

[1]Dr., Doctor of Philosophy in Social Sciences Association Ramkhamhaeng University
2086 Ramkhamhaeng Road, Huamark, Bangkapi, Bangkok 10240, Thailand, E-mail: saringkhan7@hotmail.com

**บทนำ**

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่สุดที่ใช้ในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากเป็นพลังงานทดแทนในแหล่งพลังงานที่ไม่หมุนเวียน เช่น ฟอสซิล น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และนิวเคลียร์ นั้นก่อให้เกิดมลภาวะและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและทำให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ จากปัญหาดังกล่าวทำให้นานาประเทศเริ่มมีการปรับ เปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบอื่น ๆ มากยิ่งขึ้น ดังนั้น นักวิจัยพยายามปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านการประยุกต์ใช้หลาย ๆ วิธี (Khan, Ali, & Khan, 2019, p. 1) โดยอาศัยแผงโซล่าเซลล์เป็นพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า มีการให้เหตุผลว่าไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและกลายเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก มีการส่งเสริม สนับสนุนในการกำหนดนโยบาย กฎระเบียบ กฎหมาย ด้านการเงิน และการลงทุนในหลาย ๆ ประเทศ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเติบโตอย่างต่อเนื่องและแรงหนุนจากตลาดการผลิตแผงโซล่าเซลล์ ที่มีเทคโนโลยีในการผลิตและราคาที่ถูกลง จากการคาดการณ์ ในปี ค.ศ. 2017 ขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (International energy agency--IEA) กำลังการผลิตรวมทั่วโลกมากกว่า 740 จิกะวัตต์ ขณะที่กำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิรวมทั่วโลก ในปี ค.ศ. 2018 มากกว่า 505 จิกะวัตต์ (GW) นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 2018 ประเทศที่มีกำลังการผลิตมากที่สุด ได้แก่ จีนเพิ่มขึ้น 45 จิกะวัตต์ สะสมรวม 176.1 จิกะวัตต์ และสหรัฐอเมริกาเพิ่มขึ้น 10.6 จิกะวัตต์ สะสมรวม 62.2 จิกะวัตต์ และภายในปี ค.ศ. 2022 (IEA, 2019) โดยเฉพาะในทวีปยุโรป ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา มีการคาดการณ์ว่าจะหมดอายุการใช้งานในปี ค.ศ. 2030 ถึง 1.7-8 ล้านตัน และ 60-78 ล้านตัน ในปี ค.ศ. 2050 (Deng, Chang, Ouyang, & Chong, 2019, p. 532)

ในขณะที่ ประเทศไทยมีนโยบายเพิ่มกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ถึง 6,000 เมกะ-วัตต์ ในปี พ.ศ. 2575 ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ยังคงให้เหลืออีก 2,750 เมกะวัตต์ จากนโยบายทำปริมาณเพิ่มขึ้น อาทิ พื้นที่ลพบุรี จำนวน 640,000 แผง อยุธยา จำนวน 150,000 แผง และปราจีนบุรี จำนวน 86,668 แผง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562) จากสถาณการณ์ต่าง ๆ มีการคาดการณ์จากกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าในปี พ.ศ. 2565-2601 จะมีซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์จะหมดอายุการใช้งานสูงถึงประมาณ 6.2-7.9 แสนตัน หรือมากกว่า 18 ล้านแผง (ไทยรัฐออนไลน์, 2562) นอกจากนี้ อุปกรณ์ร่วม เช่น อินเวอร์เตอร์ หม้อแปลง แบตเตอร์รี่ สายไฟและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จะหมดอายุการใช้งานไปด้วย ในกระบวนการผลิตแผงโซล่าเซลล์ ประกอบไปด้วยสารเคมีและสารโลหะหนัก ได้แก่ กรดซัลฟิวริก ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ และก๊าซไฮไดร์ ในขณะที่ ปริมาณและประเภทของสารเคมีที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์และเทคโนโลยีที่ใช้ วัสดุสารกึ่งตัวนำ ทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะ เช่น ซิลิกอน แกลเลียมอาร์เซไนด์ อินเดียมฟอสไฟด์ แคดเมียมเทลลูไรด์ อลูมิเนียม โมลิบดีนั่ม สังกะสี เงิน และตะกั่ว เป็นต้น จากสารเคมีและสารโลหะหนักอาจเกิดการรั่วไหลจากกระบวนต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสุขภาพของมมุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมถึงสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป (Day, Senthilarasu, & Mallick, 2019)

นอกจากนี้ องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานหรือเสื่อมสภาพ มีวัสดุที่มีค่า ได้แก่ ทองคำ ทองแดง เงิน อลูมิเนียม แคดเมียม อินเดียม แกลเลี่ยม และตะกั่ว ซึ่งสร้างกำไรขั้นต้นอยู่ที่ประมาณ 36-42 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และการจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ โดยการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับแบบองค์รวม (Mahmoudi, Huda, & Behnia, 2021) โดยการประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์และการจัดการเศษซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพอนามัยของชุมชนและการ

ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ด้วยมาตรการทางด้านกฎระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายภาคส่วนและเป็นระบบ ตามกรอบกำกับดูแลระดับชาติต้องสอดคล้องไปกับระเบียบการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Waste Electrical and Electronic Equipment--WEEE) ในการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของสหภาพยุโรป ด้วยความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมของทุกฝ่าย โดยเฉพาะผู้ผลิตตลอดจนการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับมาสนับสนุนการจัดการ ได้แก่ การเก็บรวบรวม การคัดแยกการตรวจสอบ การคัดเลือก การขายซ้ำ การกลับมาใช้ซ้ำ การซ่อมแซม การตกแต่งใหม่ การผลิตซ้ำ การรีไซเคิล การคืนสภาพ และการกำจัด (De Brito & Dekker, 2004) เพื่อนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จากการใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานในอนาคตของโลก (Guaita-Pradas, Marques-Perez, Gallego, & Segura, 2019)

จากเหตุผลหลายประการดังกล่าวข้างต้น การจัดการผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ไม่ได้ใช้งานหรือเสื่อมสภาพ ยังเป็นปัญหาในระดับชาติที่ต้องได้รับการแก้ไข อีกทั้งปริมาณที่มีจำนวนมากขึ้นทั้งจากภายในประเทศและการนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อดำเนินการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจาก ผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์มีวัสดุที่มีค่า ในขณะเดียวกันมีวัสดุอันตรายและสารเคมีเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม หากมีการจัดการอย่างไม่ถูกต้องอย่างเหมาะสมตามหลักวิชาการ ต้องอาศัยการจัดการโครงข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับเป็นอีกแนวทางหนึ่งเพื่อให้บรรลุการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ หมุนเวียน สร้างรายได้ ใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่ ที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ จึงนำมาซึ่งความสนใจของผู้เขียนในการวิเคราะห์การจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ในประเทศไทย

## แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### ผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ (Solar Cells Equipment)

พลังงานทดแทนจากโซล่าเซลล์ (Solar Cells) หรือเรียกชื่อย่อว่า “PV” มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์โฟโตวอลเทอิก “Photovoltaic” ได้ชื่อมาจากกระบวนการแปลงแสง (Photons) เป็นไฟฟ้า (Voltage) ซึ่งเรียกว่า “ปรากฏการณ์ PV” เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่สามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1839 โดย Edmond Becquerel และในปี 1954 Bell Laboratories มีการประดิษฐ์โซล่าเซลล์ พบว่า ซิลิคอน จากองค์ประกอบที่พบในทรายนั้นสร้างประจุไฟฟ้าเมื่อสัมผัสกับแสงแดด นอกจากนี้ มีการวิจัยและพัฒนาแผงโซล่าเซลล์หลายรูปแบบอย่างต่อเนื่อง ขึ้นกับเทคโนโลยีและข้อกำหนดจำเพาะ โซล่าเซลล์ทำจากซิลิกอน แบ่งได้ 3 รูปแบบ คือ (1) แบบผลึกเดี่ยว (2) แบบผลึกรวม และ (3) แบบแผ่นริบบิ้น

ยุคที่สอง เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางหรืออะมอร์ฟัสซิลิคอน และยุคที่สาม โซล่าเซลล์แบบรวมแสงและเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง เซลล์แสงอาทิตย์อินทรีย์ และเซลล์ไฮบริดส์ (Jean, Brown, Jaffe, Buonassisi, & Bulović, 2015) จากกระบวนการผลิตเกี่ยวข้องกับสารเคมีและสารโลหะหนัก ปริมาณและประเภทของสารเคมีที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์และเทคโนโลยีที่ใช้ มีการพัฒนาการผลิต โดยพิจารณาจากต้นทุนต่อหน่วยพลังงานในการผลิต วัสดุสารกึ่งตัวนำที่มีราคาถูกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งที่เป็นโลหะและ

อโลหะ มีส่วนประกอบ เช่น โครงอลูมิเนียมชุบแข็ง กระจกนิรภัย สารเคลือบป้องกันความชื้นและฝุ่น เซลล์แสงอาทิตย์ แผ่นกันความร้อนด้านหลัง และกล่องต่อแยก (Domínguez & Geyer, 2017)

**การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment--LCA)**

การประเมินวัฏจักรชีวิต คือ กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ ตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการแปรรูปวัสดุ กระบวนการผลิตมีการใช้สารเคมีและโลหะหนัก การขนส่งและการแจกจ่าย การติดตั้ง การใช้งาน การซ่อมแซม การนำกลับมาใช้ใหม่ การรื้อถอน การรีไซเคิล การคืนสภาพ การบำบัด และการกำจัดเศษซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์หลังการใช้งาน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า พิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ ความคุ้มค่า รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมและการประเมินโอกาสที่จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขอนามัยของชุมชน เพื่อที่จะหาวิธีการในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดและมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Fthenakis, Kim, Frischknecht, Raugei, Sinha, & Stucki, 2011, p. 3)

**มาตรการ กฎระเบียบ และกฎหมาย**

ในการบริหารจัดการผลิตภัณฑ์และซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ ซึ่งเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้งานรายใหญ่ของโลกในหลาย ๆ ประเทศ รวมถึงกลุ่มสหภาพยุโรป จัดให้แผงโซล่าเซลล์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกระแส ไฟฟ้า จึงนิยามว่า “ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์” ตามระเบียบการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่อง ใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (WEEE Directive 2002/96/EC) และในปี ค.ศ. 2012 มีการปรับปรุงระเบียบที่เน้นหลักการจัดการซากผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานและแผงโซล่าเซลล์ เพื่อลดผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดการขยายความรับผิดชอบของผู้ผลิตและหลักการป้องกันล่วงหน้าเป็นฐาน มีการส่งเสริม และการกำหนดเป้าหมายขั้นต่ำการเก็บรวบรวมแบบคัดแยก การคืนสภาพ การกลับมาใช้ซ้ำและการนำมาใช้ใหม่ เพื่อนำกลับคืนวัสดุและโลหะที่มีค่า มีการปรับปรุงและกำหนดมาตรฐานในการบำบัดและกำจัด ด้วยการเผาและการฝังกลบอย่างปลอดภัย ที่ตราขึ้นในสหภาพยุโรปเพื่อบริหารจัดการในกลุ่มประเทศสมาชิก (European Union, 2002) และระเบียบว่าด้วยการจำกัดการใช้สารที่เป็นอันตรายบางประเภทในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (RoHs) (Directive 2002/95/EC) ที่เน้นการจำกัดที่แหล่งกำเนิดหรืองดใช้สารต้องห้ามในการผลิต ลดการเคลื่อนย้ายของเสียอันตรายข้ามแดน และเพื่อลดการก่อกำเนิดของเสียทั้งในเชิงปริมาณและความเป็นอันตราย (ปัญญ์ จันทร์ลออ, 2561)

นอกจากนี้ เยอรมนี มีระเบียบการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ The Elektro G สหรัฐอเมริกา รัฐแคลิฟอร์เนียได้ออกระเบียบ The Electronic Waste Recycling Act of 2003 (Act) Chapter 526, Statutes of 2003 ซึ่งห้ามจำหน่ายสินค้าที่มีโลหะหนักตามที่สหภาพยุโรปบังคับ กลุ่มประเทศเอเชียที่ออกกฎระเบียบ กฎหมายสอดคล้องไปในทำนองเดียวกัน ได้แก่ อินเดีย จีน เกาหลีใต้ และเวียดนาม ในขณะที่ญี่ปุ่นมีกฎหมายรีไซเคิลเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ซึ่งเป็นกฎหมายเกี่ยวกับการจัดการซากผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานและส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่ และกฎหมายความปลอดภัยของเครื่องใช้และวัสดุไฟฟ้า เช่นเดียวกัน (สุจิตรา วาสนาดำรงดี และปเนต มโนมัยวิบูลย์, 2555)

สำหรับประเทศไทย มีมาตรการ กฎระเบียบ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น พระราชบัญญัติรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 3) พ.ศ.

2551 และพระราชบัญญัติการสาธารณสุข (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ฯลฯ (ปัญญ์ จันทร์ลออ, 2561, หน้า 764-775) และจากประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน พ.ศ. 2557 ให้ผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิก ที่ติดตั้งบนพื้นและบนหลังคา ต้องได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า ปฏิบัติตามมาตรการการป้องกัน แก้ไขและติดตามตรวจสอบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามประมวลหลักการปฏิบัติ และมาตรการด้านการจัดการขยะและกากของเสีย ที่เข้าข่ายต้องรับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2557 และให้สอดคล้องตามแนวทางพระราชบัญญัติประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 โดยต้องจัดการแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ชำรุด หมดอายุการใช้งาน ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายแผงโซล่าเซลล์ ต้องพิจารณาตามเงื่อนไขและข้อกำหนดต่าง ๆ ดังนี้ (1) กรณีการนำออกไปกำจัดหรือนำกลับมาใช้ใหม่ ดำเนินการขออนุญาตส่งออกและปฏิบัติให้เป็นไปตามอนุสัญญาบาเซล (2) กรณีการจัดการภายในประเทศ ต้องดำเนินการฝังกลบในหลุมฝังกลบของเสียอันตราย หรือเผาทำลายด้วยเตาเผาเฉพาะของเสียอันตรายภายใต้การดำเนินการของศูนย์บริการหรือหน่วยงานกำจัดของเสีย ที่ได้รับอนุญาตและขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น โดยให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย และ (3) ให้คัดแยกของเสียที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เช่น เศษเหล็ก ลวด เศษโลหะต่าง ๆ เป็นต้น นำกลับมาใช้ใหม่ หรือจำหน่ายให้แก่ผู้รับซื้อชิ้นส่วนของเสียที่เหลือจากการคัดแยกจะทำการเก็บรวมกับขยะทั่วไป และประสานกับหน่วยงานท้องถิ่นเพื่อดำเนินการกำจัดขยะต่อไป (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

**ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (Corporation Social Responsibility--CSR)**

ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร ได้รับความสนใจจากทั่วโลก มีการเติบโตอย่างทวีคูณในทศวรรษที่ผ่านมาหลาย ๆ บริษัทมีการกำหนดเป็นนโยบายภายในองค์กรหรือกลยุทธ์ทางจริยธรรมขององค์กร และรวม CSR เข้ากับทุกด้านของธุรกิจ ส่งผลดีต่อเศรษฐกิจและผลการดำเนินงาน ซึ่งสะท้อนให้เห็นความซับซ้อนทางธุรกิจที่เพิ่มขึ้น ความต้องการเพิ่มความโปร่งใส เปิดเผย และความต้องการเป็นพลเมืองที่ดีขององค์กร (Elasrag, 2022) ในขณะที่ ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร ซึ่งคือการดำเนินกิจการภายใต้หลักจริยธรรมและการจัดการที่ดี ทั้งในระดับไกลและใกล้ อันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ถึงเป็นการกระทำด้วยความสมัครใจขององค์กรก็ตาม เป็นแนวทางที่ผู้ผลิตไม่มุ่งหวังผลกำไรจนมากเกินไป ปัจจุบันกลายเป็นประเด็นสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ โดยเฉพาะในองค์กรธุรกิจ เนื่องจากการดำเนินกิจการขององค์กรธุรกิจล้วนส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ทั้งทางตรงและทางอ้อม จึงกลายเป็นเรื่องจำเป็นที่ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกัน ไม่ใช่หวังเพียงเพื่อสร้างผลทางการตลาด หรือเพื่อใช้แก้ไขปัญหาทางธุรกิจให้ได้รับการยอมรับจากสังคมเท่านั้น แต่กำลังทวีความสำคัญและกลายเป็นแนวคิดและวิธีการบริหารจัดการทางธุรกิจที่มีผลกระทบเชิงบวกต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่าง ๆ (สถาบันธุรกิจเพื่อสังคม, 2556) ในขณะที่ Carroll (1991) ได้กล่าวถึง พีระมิดความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ (1) ความรับผิดชอบด้านเศรษฐกิจ (2) ความรับผิดชอบด้านกฎหมาย (3) ความรับผิดชอบด้านจริยธรรม และ (4) ความรับผิดชอบด้านการกุศล

**ทฤษฎีผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder Theory)**

Freeman (1984) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในความหมายเชิงกลยุทธ์อย่างกว้างว่าเป็น “กลุ่มหรือบุคคลใด ๆ ที่อาจส่งผลกระทบหรือได้รับผลกระทบจากความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ขององค์กรธุรกิจ” ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียถือเป็นตัวแทนที่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่สำคัญขององค์กรธุรกิจซึ่งการดำเนินงานนั้นมีผลกระทบ

หลายฝ่าย โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ (1) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก เช่น ลูกค้า คู่แข่ง ผู้ผลิตวัตถุดิบ พนักงาน และผู้ถือหุ้น และ (2) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียรอง เช่น รัฐบาล องค์กร ชุมชน สภาพแวดล้อม หรือนักเคลื่อนไหวต่าง ๆ ซึ่งมีมุมมองที่กว้างกว่าเดิม โดยองค์กรธุรกิจได้รับความคาดหวังให้ความรับผิดชอบต่อสังคม ดูแลผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมากขึ้น และในแนวทางวิชาการได้เติบโตขึ้นและกว้างขึ้นในหลายสาขา เช่น ทฤษฎีเชิงบรรทัดฐานของธุรกิจ บรรษัทภิบาล และทฤษฎีองค์กร ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ผลการดำเนินงานขององค์กร และการจัดการเชิงกลยุทธ์

**ทฤษฎีการกระทำที่มีเหตุผล (Theory of Reasoned Action--TRA)**

ทฤษฎีการกระทำที่มีเหตุผล นำเสนอโดย Fishbein and Ajzen (1975) ได้อธิบายว่าในการตัดสินใจเลือกโดยจะอาศัยหลักเหตุและผล ที่อิงมาจากเหตุผลส่วนตัวของผู้เลือกจากทัศนคติที่ผู้เลือกมีต่อทางเลือกหรือพฤติกรรมนั้น ๆ และเหตุผลจากการคล้อยตามพฤติกรรมของกลุ่มอ้างอิงของผู้เลือก ซึ่งจัดเป็นบรรทัดฐานทางสังคมของผู้เลือก แนวคิดนี้อธิบายถึงว่าพฤติกรรมการเลือกของมนุษย์นั้นมีผลมาจาก 2 สิ่งคือ ความเชื่อ และทัศนคติของแต่ละบุคคล โดยความเชื่อนั้นเกิดจากปัจจัยทางสังคมที่ได้รับอิทธิพลมาจากการครอบงำของสังคม ซึ่งความเชื่อนั้นเป็นความเชื่อตามกลุ่มอ้างอิง ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมที่คล้อยตามหรือเลียนแบบกลุ่มอ้างอิงรอบข้าง และในขณะที่ทัศนคติของบุคคลเป็นความเชื่อส่วนบุคคลเชิงพฤติกรรม จะเป็นตัวที่กำหนดทัศนคติทั้งทางบวกหรือทางลบต่อพฤติกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ อนุวัตร จุลินทร, ดุษฎี โยเหลา และเพ็ชรัตน์ ไสยสมบัติ (2563) ได้สรุป ทฤษฎีการกระทำที่มีเหตุผลเกี่ยวกับพฤติกรรมการตัดสินใจขององค์กรธุรกิจใน 3 ด้านใหญ่ ได้แก่ (1) พฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายนอกองค์กรธุรกิจ อาทิพฤติกรรมของลูกค้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการตลาดในการส่งเสริมให้มีการเลือกซื้อสินค้าหรือบริการมากขึ้น (2) พฤติกรรมของบุคลากรภายในองค์กรธุรกิจ อาทิผู้บริหารหรือพนักงาน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวางแผนพัฒนาบุคลากรขององค์กรธุรกิจ และ (3) พฤติกรรมขององค์กรธุรกิจโดยรวม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อภาคสาธารณะในการส่งเสริมหรือกระตุ้นให้องค์กรธุรกิจกระทำพฤติกรรมที่ต้องการ

**แนวคิดการจัดการโลจิสติกส์ย้อนกลับ (Reverse Logistics)**

แนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ที่ว่าเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่จำกัด มาทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยผลิตสินค้าและบริการขั้นสุดท้าย จำหน่ายจ่ายแจกไปยังบุคคลต่าง ๆ ของสังคมหนึ่ง เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่มีอยู่ไม่จำกัด ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากแนวคิดนี้ กระบวนการโลจิสติกส์ ย้อนกลับเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินการนำซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์กลับสู่กระบวนการอีกครั้ง ซึ่งเป็นการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์สูงสุด ลดการใช้วัตถุดิบ เพิ่มมูลค่าให้กับการกู้คืนวัสดุ ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีแนวคิดพื้นฐานจากความกังวลทางด้านสิ่งแวดล้อม การบังคับใช้กฎระเบียบและกฎหมาย ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (ศฤงคาร คล้ายแขก, ธัญปวีณ์ รัตน์พงศ์พร, เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ และวลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์, 2564) นอกจากนี้ แนวคิดการจัดการโลจิสติกส์ย้อนกลับผ่านการดำเนินการ ได้แก่ การเก็บรวบรวม การคัดแยก การตรวจสอบการคัดเลือก การขายซ้ำ การกลับมาใช้ซ้ำ การซ่อมแซม การตกแต่งใหม่ การผลิตซ้ำ การรีไซเคิล การคืนสภาพ และการกำจัด (Govindan, Soleimani, & Kannan, 2015) โดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการการวางแผน การดำเนินงาน และการควบคุมการจัดการจากจุดที่ทำการบริโภคมายังจุดเริ่มต้น เพื่อดึงมูลค่าและทำการกำจัดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้ขยายขอบเขตของแนวคิดออกไปทั้งวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ให้ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย ผู้ติดตั้ง ผู้ผลิตไฟฟ้าหรือบุคคลที่สาม นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการใช้งาน ชำรุด หมดประกัน หมดอายุ

การใช้งานและไม่ได้ใช้งาน มายังจุดเริ่มต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุ โดยทำการรื้อถอนหรือรวบรวมจากจุดรับคืน แล้วดำเนินการคัดแยก โดยระบุรายการ หมวดหมู่และวัสดุ ตามประเภทพร้อมแยกออกจากกัน ทำการตรวจสอบสภาพทั่วไป แล้วทำการคัดเลือกที่สมบูรณ์ ส่วนที่สามารถใช้งานได้แยกออกจากกัน เพื่อดำเนินการซ่อมแซมแก้ไขบางส่วนหรือส่วนประกอบ แล้วนำกลับมาใช้ซ้ำ โดยการขายซ้ำในตลาดมือสองสำหรับผู้ซื้อในประเทศ ที่มีข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรทางการเงิน ส่วนแผงที่ชำรุดหรือไม่สามารถซ่อมแซมได้ จะผ่านกระบวนการรีไซเคิล ถอดแยกชิ้นส่วนแยกตามวัสดุ บดหรือตัด สกัด แปรสภาพหรือเปลี่ยนรูปให้กลับมามีคุณภาพคุณสมบัติและสามารถใช้ประโยชน์ได้ การคืนสภาพแผงกลับคืนมาสู่กระบวนการคืนสภาพ เพื่อนำทรัพยากรกลับคืนในขั้นตอนสุดท้าย เศษเหลือจากการดำเนินการแล้วไม่มีวัสดุที่มีค่า ทำการกำจัดด้วยการเผาและฝังกลบอย่างปลอดภัย ลดผลกระทบจากการปล่อยของเสียสู่อากาศ น้ำ หรือดิน ด้วยการควบคุมอย่างเหมาะสม (Agrawal, Singh, & Murtaza, 2015) ในขณะที่ การศึกษาของ Mahmoudi, Huda, and Behnia (2019) พบว่า การกู้คืนและการรีไซเคิลแผงโซล่าเซลล์ มีสองประเด็นหลักในปัจจุบัน คือ การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์และโลจิสติกส์ย้อนกลับเป็นส่วนสำคัญของการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ซึ่งมีชิ้นส่วนที่สามารถสร้างคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจ ผลตอบแทนทางธุรกิจและเป็นทางเลือกของทรัพยากรจะเห็นได้ว่า “โลจิสติกส์ย้อนกลับ” (Reverse Logistics) เป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมของโซ่อุปทานซึ่งกำลังเป็นที่สนใจและแพร่หลายในการนำแนวคิดนี้มาใช้อย่างเป็นรูปธรรม และเป็นการผสมผสานของห่วงโซ่อุปทานเพื่อการจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ซึ่งจัดเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ตามระเบียบการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (WEEE Directive 2002/96/EC) เช่นเดียวกัน (European Union, 2012)

**การพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development)**

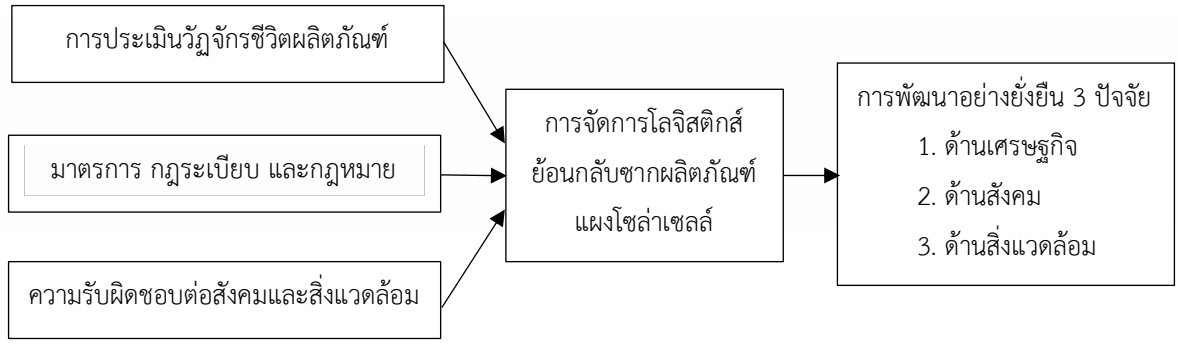
แนวคิดนี้ ในปี ค.ศ. 2015 มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals--SDGs) ถึง 17 เป้าหมายและ 169 เป้าประสงค์ แต่หัวใจที่สำคัญมองการพัฒนาเป็นมิติที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันในแต่ละด้าน 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านเศรษฐกิจ เป็นการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน เติบโตอย่างมีคุณภาพ มีเสถียรภาพ มีการจ้างงานที่มีคุณค่าด้วยความมั่งคั่ง นอกจากนี้ การใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิลส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พลังงานแสงอาทิตย์มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างพื้นฐานและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้มีแหล่งที่มาของพลังงานสะอาด ช่วยเหลือสิ่งแวดล้อมได้จากการจัดการที่เหมาะสม

2. ด้านสังคม เป็นการพัฒนาคนและสังคมให้เชื่อมโยงกับการพัฒนาเศรษฐกิจและทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล เตรียมพร้อมในการปรับตัว การเปลี่ยนแปลง การมีสุขภาพ และความเป็นอยู่ที่ดี

3. ด้านสิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรธรรมชาติร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน ปกป้อง ปรับปรุงดูแลระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับน้ำและให้ฟื้นกลับสู่สภาพเดิม ลดการปล่อยมลพิษ เพื่อการรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งเสริมให้มีการรีไซเคิลและลดขยะมูลฝอยในอุตสาหกรรม วิธีการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ที่เป็นพิษและมลพิษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษซากที่เหลือทำการบำบัดและกำจัดอย่างปลอดภัย โดยการนำนโยบาย กฎระเบียบ กฎหมาย แนวคิดต่าง ๆ นำไปปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพื่อบรรลุเป้าหมายสุดท้ายของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (United Nation, 2020)

**กรอบในการวิเคราะห์**




***ภาพ 1*** กรอบในการวิเคราะห์

**ผลการวิเคราะห์**

จากการวิเคราะห์ พบว่า การจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ที่ครบวงจรตามแนวคิดโลจิสติกส์ย้อนกลับ ตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการแปรรูปวัสดุ กระบวน การผลิต การขนส่ง การแจกจ่าย การติดตั้ง การใช้งาน การเก็บรวบรวม การคัดแยก การรีไซเคิล และการกำจัด โดยโรงงานประเภท 105 ซึ่งประกอบกิจการเกี่ยวกับการคัดแยกหรือฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีลักษณะและคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราช บัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 และโรงงานประเภท 106 ประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียจากโรงงานมาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยผ่านกรรมวิธีการผลิต เช่น สกัดแยกโลหะมีค่า ทำเชื้อเพลิงทดแทน ซ่อมแซม ปรับปรุง บดย่อยเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยังขาดด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี รวมถึงจำนวนโรงงานในการรีไซเคิลซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์โดยเฉพาะ ขาดพื้นที่มีศักยภาพและเหมาะสม ตลอดจนแนวทางการบริหารจัดการที่ยังไม่มีความชัดเจนมากนัก และไม่คุ้มค่าจากการลงทุนในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาแนวทางการจัดการซากแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ และพัฒนาโรงงานรีไซเคิลซากแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ต้นแบบของประเทศไทย ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า การรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ในประเทศไทยยังคงมีความท้าทายหลายด้าน ทั้งในด้านการเก็บรวบรวม ปริมาณ และความแตกต่างชนิดของซากฯ ที่จะส่งผลต่อเทคนิคในการรีไซเคิลและความคุ้มค่าการลงทุน ตลอดจนเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศ ทำให้การพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปในประเด็นต่าง ๆ ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบ และต้องติดตามเทคโนโลยีในการรีไซเคิลที่ทันสมัยอยู่เสมอ (กรุงเทพธุรกิจ, 2564) และจากการรายงานข่าวของ ไทยรัฐออนไลน์ (2562) พบอีกว่า ยังไม่มีการลงทุนสร้างโรงงานจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์โดยเฉพาะ แต่มีเพียงการลงทุนเพียง 1 แห่ง ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเป็นการนำแผงเก่าที่หมดอายุ ชำรุดมาเปลี่ยนแผ่นเซลล์เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ ส่วนแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุใช้งาน ใช้ไม่ได้ก็ใช้วิธีส่งคืนผู้ผลิตต่างประเทศ หรือนำมาบดย่อยแล้วฝังกลบในหลุมฝังกลบอุตสาหกรรม บางส่วนในจังหวัดสระแก้ว ขณะที่ พิชญ รัชฎาวงศ์, เดวิด บรรเจิดพงศ์ชัย, สมชัย รัตนธรรมพันธ์, ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์ และสันต์ สัมปัตวนิช (2559, หน้า 9) พบว่า มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ ในการนำทรัพยากรที่มีค่านำกลับมาใช้ใหม่หรือดึงมูลค่ากลับคืน ซึ่งสามารถแยกชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบโลหะที่มีค่า เช่น เงิน ทองแดง อลูมิเนียม แคดเมียมดีบุก แพลทินัม เทลลูเรียม เจอร์เมเนียม อินเดียม และวัสดุอื่น ๆ ที่มีค่า

ในขณะที่ ประชาชนทั่วไปและผู้ประกอบการ ยังมีการทิ้งซากผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีค่าปะปนกับขยะทั่วไปเป็นปัญหาในการจัดการขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ยังไม่มีสถานที่กำจัดที่ได้มาตรฐานและกำจัดอย่างเป็นระบบ หรือขายไปให้กับซาเล้งหรือร้านรับซื้อของเก่า แล้วไปดำเนินการอย่างไม่ถูกต้อง ทำให้มีความเสี่ยงที่สารอันตรายและโลหะหนักในซากผลิตภัณฑ์ ที่จะรั่วไหลและปนเปื้อนสู่สภาพแวดล้อม ระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหาร ที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อชุมชนและสุขภาพได้ เป็นที่ทราบว่า ส่วนประกอบของแผงโซล่าเซลล์ อาทิเช่น ตะกั่ว พิษของตะกั่วจะทำลายระบบประสาท ต่อมไร้ท่อ ไต ระบบเลือดและมีผลต่อการพัฒนาระบบสมองของเด็ก แคดเมียม หากสูดดมไอแคดเมียมทำให้เกิดโรคจากระบบทางเดินหายใจ กระดูกผุ โลหิตจางและไออย่างรุนแรง และสารปรอท หากสะสมในร่างกายเป็นเวลานาน ปวดศีรษะ ตาพร่ามัว ทำลายประสาทและส่งผลต่อไต เป็นต้น (สถาบันการวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2560) นอกจากนี้ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2565 ได้ลงนามความร่วมมือ “การไม่รับซื้อวัสดุที่มีการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์” ระหว่างกรมควบคุมมลพิษ และภาคีเครือข่ายทั้งภาคราชการ สมาคมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สมาคมและองค์กรเอกชนและผู้ประกอบการที่รับซื้อทองแดงหรือวัสดุที่มีค่าทั่วประเทศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2565) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบกิจการโรงงานและผู้ประกอบการแบบครัวเรือน ยังมีการจัดการซากผลิตภัณฑ์ฯ ที่ยังไม่ถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชาการ การดำเนินการเหล่านี้สอดคล้องไปกับ ทฤษฎีการกระทำที่มีเหตุผล ซึ่งเป็นความเชื่อส่วนบุคคลเชิงพฤติกรรม จะเป็นตัวที่กำหนดทัศคติทั้งทางบวกหรือทางลบต่อพฤติกรรมต่าง ๆ ในการจัดการซากผลิตภัณฑ์ฯ โดยความเชื่อนั้นเกิดจากปัจจัยทางสังคมที่ได้รับอิทธิพลมาจากการครอบงำของสังคม ซึ่งความเชื่อนั้นเป็นความเชื่อตามกลุ่มอ้างอิง ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมที่คล้อยตามหรือเลียนแบบกลุ่ม การดำเนินการเหล่านี้ ขาดความตระหนักในความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้บริหารหรือเจ้าของกิจการอาจยังเห็นว่าเป็นรายจ่าย สอดคล้องกับการศึกษาของ ศฤงคาร คล้ายแขก และคนอื่น ๆ (2564) ที่พบว่า ผู้ประกอบกิจการโรงงานรีไซเคิลขนาดกลางและขนาดเล็กอาจมีความตื่นตัวในกระแสความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมน้อย ด้วยความที่เป็นประเด็นใหม่อาจทำให้กลุ่มผู้ประกอบการ มีการรับรู้หรือยังไม่ได้ให้ความสำคัญมากนัก อาจละเลยและขาดการดำเนินกิจกรรมเหล่านั้น ซึ่งหน่วยงานในภาครัฐต้องมีการส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้ประกอบกิจการโรงงาน ผู้ประกอบกิจการแบบครัวเรือน หรือเจ้าขององค์กรธุรกิจ ให้มีความตระหนักในความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นส่วนที่สำคัญมากในการดำเนินธุรกิจ แม้ผลกำไรจะเป็นเป้าหมายที่สำคัญการสร้างผลกำไร แต่ต้องอยู่บนพื้นฐานที่สำคัญ ถึงแม้ในส่วนที่กฎหมายไม่ได้มีข้อบังคับไว้ก็ตาม ในขณะที่ Brundtland (1987) ได้กล่าวถึง แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ที่ให้ความสมดุลของการขับเคลื่อนสามมิติหลักของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการดำเนินธุรกิจที่มิได้มุ่งหวังสร้างผลตอบแทนหรือผลประกอบการที่ดีในทางเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากแนวคิดของ Freeman (1984) ที่ว่าการที่ธุรกิจดำเนินงานอย่างมีความรับผิดชอบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่าง ๆ ของธุรกิจที่ได้รับผลกระทบจากความสำเร็จจากการดำเนินธุรกิจตามวัตถุประสงค์ทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ

และพบอีกว่า ประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์โดยเฉพาะเพียงมีแต่กฎหมายบางฉบับที่สามารถนำมาเป็นแนวทางหรือมาตรการในการจัดการซากผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ครอบคลุมและเป็นกฎหมายทั่วไป ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้โดยเฉพาะกับแผงโซล่าเซลล์ มีร่างพระราช บัญญัติการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. .... โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่มีการเสนอต่อคณะรัฐมนตรีเห็นชอบในหลักการและมอบหมายให้คณะกรรมการกฤษฎีกาพิจารณา

ต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับการดำเนินการของกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้จัดทำแผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีวัตถุประสงค์ (1) รวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ปริมาณซากที่เกิดขึ้น วิธีการกำจัด สัดส่วนวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ และการนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบใหม่ (2) จัดทำแผนแม่บทมาตรการและกลไกการจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย (3) ส่งเสริมการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้องและเกิดประโยชน์สูงสุด และ (4) เพื่อให้ความรู้ในการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้องและปลอดภัย (เอกบุตร อุตมพงศ์, 2561)

ในขณะเดียวกัน การรีไซเคิลซากผลิตภัณฑ์ยังมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ ในการนำทรัพยากรที่มีค่านำกลับมาใช้ใหม่หรือดึงมูลค่ากลับคืน ซึ่งสามารถแยกชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบโลหะที่มีค่า เช่น เงิน ทองแดง อลูมิเนียม แคดเมียมดีบุก แพลทินัม เทลลูเรียม เจอร์เมเนียม อินเดียม และวัสดุอื่น ๆ ที่มีค่า (พิชญ รัชฎาวงศ์ และคนอื่น ๆ, 2559, หน้า 9) สอดคล้องไปกับทบวงการพลังงานหมุนเวียนระหว่างประเทศ (International Renewable Energy Agency--IRENA) กล่าวว่า นำไปสู่อุตสาหกรรมใหม่สามารถรองรับเศรษฐกิจจำนวนมาก ในการสร้างมูลค่าและสอดคล้องกับระดับโลก (IRENA, 2016) โดยคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2530 แผงโซล่าเซลล์เมื่อหมดอายุการใช้งานภายใต้สถานการณ์การสูญเสียปกติ จะมีวัตถุดิบในการกู้คืน ได้แก่ แก้วประมาณ 965,100 ตัน โพลิเมอร์ประมาณ 101,300 ตัน อลูมิเนียมประมาณ 75,000 ตัน ซิลิกอนประมาณ 29,500 ตัน ทองแดงประมาณ 7,200 ตัน เงินประมาณ 90 ตัน และโลหะอื่น ๆ สังกะสี นิกเกิล แคดเมียม แกลเลียม และเทลลูเรียม รวมกันประมาณ 390 ตัน เมื่อพิจารณาโอกาสทางธุรกิจในระดับสากล สามารถสร้างผลตอบแทนจากวัสดุที่สามารถสร้างมูลค่า ได้ถึง 450 ล้านเหรียญสหรัฐ

**บทสรุป**

จากการศึกษา พบว่า ประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์โดยเฉพาะแต่แผงโซล่าเซลล์จัดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า จึงอยู่ในนิยามของคำว่า “ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์” ตามร่างพระราชบัญญัติการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. .... แต่กำลังเข้าสู่ขั้นตอนการนำเสนอสภานิติบัญญัติแห่งชาติ และพบอีกว่า ยังไม่มีโรงงานรีไซเคิลแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานและไม่ได้ใช้งานโดยเฉพาะ มีเพียงนำเศษซากที่ชำรุดเสียหายจากการใช้งานหรือจากการติดตั้งไปฝังกลบ บางครั้งมีการดำเนินที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและกฎหมาย ขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการรีไซเคิล ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการนำทรัพยากรกลับคืน นอกจากนี้นโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทำให้จำนวนแผงโซล่าเซลล์ที่จะหมดอายุการใช้งานมีปริมาณเพิ่มขึ้นในอนาคต ยังไม่มีนโยบายและความชัดเจน ในเรื่องผู้ดำเนินการจัดการซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ ระหว่างหน่วยงานรัฐ ผู้ผลิต ตัวแทนจำหน่าย ผู้รับเหมาติดตั้ง ผู้ผลิตไฟฟ้า องค์กรผู้เก็บรวบรวม และโรงงานรีไซเคิล ที่จะดำเนินการในการจัดการภายในประเทศหรือส่งออกไปกำจัดนอกประเทศ โดยแนวทางต้องสอดคล้องไปกับแนวคิดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์และโลจิสติกส์ย้อนกลับ

**ข้อเสนอแนะ**

(1) บูรณาการร่วมกันทุกหน่วยงาน รัฐควรกำหนดนโยบาย กฎระเบียบและกฎหมาย แนวทางการปฏิบัติและวิธีการจัดการอย่างถูกต้อง (2) สร้างเครือข่ายหน่วยงานที่มีส่วนร่วมในโครงการบริหารจัดการ ส่งเสริมโรงงานประเภท 101, 105 และ 106 ให้มีศักย์ภาพในการพัฒนาและนำเทคโนโลยีในการจัดการแผง โซล่าเซลล์อย่างเป็นระบบอย่างเหมาะสม (3) ส่งเสริมแนวคิดด้านความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบในด้านต่าง ๆ (4) สร้างเครือข่ายนักวิชาการและเชื่อมโยงกับทุกภาคส่วน (5) เพิ่มศักย์ภาพองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดการที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาในพื้นที่ (6) จัดตั้งศูนย์รวบรวมและรับคืนซากผลิตภัณฑ์แผงโซล่าเซลล์ พัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบโครงข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับร่วมกัน และ (7) ร่วมกันปลูกฝังความรู้ ความเข้าใจ และสร้างจิตสำนึกให้กับประชาชนทั่วไป ด้านสิ่งแวดล้อมและป้องกันผลกระทบ จากการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเพื่อการนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

## เอกสารอ้างอิง


กรมควบคุมมลพิษ. (2564). *คพ. เปิดรับฟังความคิดเห็น ร่าง พ.ร.บ. การจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. .....* ค้นจาก https://www.pcd.go.th/pcd_news/13089

กรมควบคุมมลพิษ. (2565). *ลงนามความร่วมมือไม่ซื้อวัสดุมีค่าจากการเผาซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์*. ค้นจาก https://www.pcd.go.th/pcd_news/25794

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย*. ค้นจาก http://webkc.dede.go.th/testmax/node/4631

กรุงเทพธุรกิจ. (2564). *กรมโรงงานจับมือ กฟผ. รีไซเคิลโซล่าเซลล์-แบตเตอรี่*. ค้นจาก https://www.bangkokbiznews.com/business/931996

ไทยรัฐออนไลน์. (2562). *ผุดแผนโรงกำจัดซากโซล่าร์เซลล์*. ค้นจาก https://www.thairath.co.th/business/economics/1561915

ปัญญ์ จันทร์ลออ. (2561). มาตรการทางกฎหมายในการจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์. *วารสารบัณฑิตศึกษานิติศาสตร์, 11*(3), 762-776.

พิชญ รัชฎาวงศ์, เดวิด บรรเจิดพงศ์ชัย, สมชัย รัตนธรรมพันธ์, ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์ และสันต์ สัมปัตวนิช. (2559). *โครงการจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่หมดความคุ้มค่าในการผลิตไฟฟ้า*. ค้นจาก http://www.tei.or.th/tbcsd/event/171122-tbcsd-3.pdf

ศฤงคาร คล้ายแขก, ธัญปวีณ์ รัตน์พงศ์พร, เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ และวลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการในการดำเนินงานโครงข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย. *วารสารดุษฎีบัณฑิตทางสังคมศาสตร์, 11*(1), 175-186.

สถาบันการวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2560). *รายงานทีดีอาร์ไอ: การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย*. ค้นจาก https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2018/04/wb133.pdf

สถาบันธุรกิจเพื่อสังคม. (2556). *ความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน*. ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย.

สุจิตรา วาสนาดำรงดี และปเนต มโนมัยวิบูลย์. (2555). *การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-waste)*. ค้นจาก http://www.hsm.chula.ac.th/research/paper./e-wate_management/e-wate_management1.pdf

อนุวัตร จุลินทร, ดุษฎี โยเหลา และเพ็ชรัตน์ ไสยสมบัติ. (2562). ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผลและทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน: การนำไปประยุกต์ใช้ในด้านธุรกิจ. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Silpakorn University (มนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ), 12*(5), 128-145.

เอกบุตร อุตมพงศ์. (2561). *แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์: เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cells) และการจัดการซากเซลล์แสงอาทิตย์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม*. ค้นจาก http://www.tei.or.th/tbcsd/event/171122-tbcsd-1.pdf

Agrawal, S., Singh, R. K., & Murtaza, Q. (2015). A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, Conservation and Recycling, 97,* 76-92.

Brundtland, G. H. (1987). *Report of the World commission on environment and development: Our common future*. United Nation.

Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business Horizons, 34*(4), 39-48.

Day, J., Senthilarasu, S., & Mallick, T. K. (2019). Improving spectral modification for applications in solar cells: A review. *Renewable Energy, 132,* 186-205.

De Brito, M. P., & Dekker, R. (2004). A framework for reverse logistics. In *Reverse logistics* (pp. 3-27). Springer Berlin Heidelberg.

Deng, R., Chang, N. L., Ouyang, Z., & Chong, C. M. (2019). A techno-economic review of silicon photovoltaic module recycling. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 109,* 532-550.

Domínguez, A., & Geyer, R. (2017). Photovoltaic waste assessment in Mexico. *Resources, Conservation and Recycling, 127,* 29-41.

Elasrag, H. (2022). *Corporate social responsibility in Islam*. Hussein Elasrag.

European Union. (2002). Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the council of 27 January 20003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Official Journal of The European Union L, 37,* 24-38.

European Union. (2012). Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Official Journal of European Union L, 197,* 38-71.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intentions and behaviour: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley.

Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.

Fthenakis, V., Kim, H., Frischknecht, R., Raugei, M., Sinha, P., & Stucki, M. (2011). *Life cycle inventories and life cycle assessment of photovoltaic systems.* International Energy Agency (IEA) PVPS Task, 12.

Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, *240*(3), 603-626.

Guaita-Pradas, I., Marques-Perez, I., Gallego, A., & Segura, B. (2019). Analyzing territory for the sustainable development of solar photovoltaic power using GIS databases. *Environmental Monitoring and Assessment, 191*(12), 1-17.

IEA. (2019). *Renewables 2017: Solar leads the charge in another record year for renewables*. Retrieved from https://www.iea.org/renewables2017/#section-1-1

IRENA. (2016). *End-of-life management: Solar photovoltaic panels.* Retrieved from https://www .irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels

Jean, J., Brown, P. R., Jaffe, R. L., Buonassisi, T., & Bulović, V. (2015). Pathways for solar photovoltaics. *Energy & Environmental Science, 8*(4), 1200-1219.

Khan, M. F. N., Ali, G., & Khan, A. K. (2019). A Review of estimating solar photovoltaic cell parameters. In *2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)* (pp. 1-6). IEEE.

Mahmoudi, S., Huda, N., & Behnia, M. (2019). Photovoltaic waste assessment: Forecasting and screening of emerging waste in Australia. *Resources, Conservation and Recycling, 146,* 192-205.

Mahmoudi, S., Huda, N., & Behnia, M. (2021). Critical assessment of renewable energy waste generation in OECD countries: Decommissioned PV panels. *Resources, Conservation and Recycling, 164,* 105-145.

United Nation. (2020). *Sustainable development goals report 2020*. Retrieved from https://unstats .un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf