การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน: กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี

Management of Expired Solar Cells: A case study of Ubon Ratchathani Province

มนัสนันท์ พิบาลวงค์[1*] และ วิสาขา ภู่จินดา[2]

Manutsanan Pibanwong[1*] and Wisakha Phoochinda[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานในจังหวัดอุบลราชธานี ทำการศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 376 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา สถิติเชิงอนุมาน และวิเคราะห์กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้วย SWOT Analysis ผลการศึกษาพบว่า แผงโซล่าเซลล์ทั้งหมดเป็นแบบติดตั้งบนหลังคาบ้าน ใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในครัวเรือน ร้อยละ 55.85 และเป็นชนิดสารกึ่งตัวนำที่มิใช่ทำจากซิลิคอนผลึกเดี่ยว และอะมอร์ฟัสซิลิคอนร้อยละ 93.36 อายุการใช้งานเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 ปี ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความรู้และทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ระดับมาก (ร้อยละ 94.14) และระดับมากที่สุด (ร้อยละ 47.88) ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ไม่เหมาะสม (ร้อยละ 55.86) และพบว่าความรู้และทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ต่างกันจะมีการจัดการแผงโซล่าเซลล์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 และจากการวิเคราะห์ ด้วย SWOT Analysis พบว่า การจัดการแผงโซล่าเซลล์ต้องอาศัยความร่วมมือกันทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐและเอกชนควรมีการเผยแพร่ความรู้แก่ผู้ที่ใช้งาน และมีการทำแผนการจัดการแผงโซล่าเซลล์ตามกฎหมายและมาตรฐานอย่างชัดเจน

คำสำคัญ : การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้, ความรู้, ทัศนคติ

[1] นักศึกษาปริญญาโท คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[2] รองศาสตราจารย์ คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

*Corresponding author, E-mail: Manutsanan@buu.ac.th

Abstract

The objective of this study was to study the management of expired solar cell in Ubon Ratchathani province. This study collected data using the questionnaires for interviewing the sampling group with 376 households. Data was analyzed using descriptive statistics. In addition, concerned laws and regulations for the management of expired solar cell were analyzed by SWOT. Results revealed that households in Ubon Ratchathani province have solar cell panels on the roof top. 55.85 % of them are used panels to generate electricity in their households. The which types of solar cell panels used are mainly made from semiconductors that are not single crystalline silicon and non-amorphous types. Average lifetime of solar cell is 4.6 years old. Most of households had high level of knowledge (94.14%) and about half of them have highest level of attitude (47.88%) on expired solar cell management. More than half of households studied had inappropriate expired solar cell management about 55.86%. Besides, different knowledge and attitude had different management in expired solar cell at .05 level of statistical significance. Appropriate guidelines for expired solar cell management by using SWOT Analysis are that expired solar cell management should be cooperated by government and private sectors. There should be an agency to provide information expired solar cell management to users and there should be a clear plan of expired solar cell management following relevant lows and standards.

Keywords: Expired Solar Sell Management, Knowledge, Attitude

1. บทนำ

โซล่าเซลล์เข้ามามีบทบาทในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 จนถึงปัจจุบัน ภาครัฐได้มีนโยบายสนับสนุนเห็นชอบให้มีการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาสำหรับอาคารประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารประเภทธุรกิจ และโรงงาน จึงทำให้ผู้ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์มีตั้งแต่ระดับครัวเรือน ชุมชน จนถึงอุตสาหกรรม พื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ในปี พ.ศ. 2558 พบว่า มีผู้สนใจติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนหลังคาสูงถึง 406 รายซึ่งเป็นผู้สนใจขายไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งเป็นเทศไทยจำนวน 196 ราย (การไฟฟ้านครหลวง, 2556) และผู้ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนหลังคาไว้สำหรับใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน จำนวน 210 ราย (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษ เพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.), 2553) การผลิต

ไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์เป็นการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์นับว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะใดต่อสิ่งแวดล้อม (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2558) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อแผงโซล่าเซลล์เกิดการชำรุดเสื่อมสภาพ และหมดอายุการใช้งาน แผงโซล่าเซลล์เหล่านั้นจะกลายเป็นขยะจำนวนมหาศาล ซึ่งแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานถูกกำหนดให้เป็นของเสียอิเล็กทรอนิกส์ หรือของเสียกลุ่ม E (E-waste) ซึ่งของเสียกลุ่ม E นี้อยู่ในกลุ่มของเสียอันตรายแบบ HA (Hazardous Waste-Absolutely Entry) หรือของเสียอันตรายแบบ HM (Hazardous Waste-Mirror Entry) ซึ่งจะต้องคำนึงถึงแนวทางในการจัดการตามที่กฎหมายกำหนด (ศูนย์บริการข้อมูล (PIC) สิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม, 2550) นอกจากนี้ ยังพบว่าแผงโซล่าเซลล์มีสารเคมีอันตรายที่เคลือบอยู่บนแผง รวมทั้งโลหะหนักและส่วนประกอบที่เป็นอันตรายอาจก่อให้เกิดกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น แผงโซล่าเซลล์ประเภทที่ทำจากซิลิคอน มีสารอันตราย คือ ซิลิกอนเตตระคลอไรด์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับน้ำ ทำให้ผิวหนังไหม้ ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ ผิวหนังและตา แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบาง เมื่อเกิดการเผาไหม้หรืออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงจะสามารถปล่อยแคดเมียม ก๊าซซีลีเนียมสู่สิ่งแวดล้อมได้ (สำนักควบคุมอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2557) นอกจากนี้ แบตเตอรี่ที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของแผงโซล่าเซลล์มีส่วนประกอบที่เป็นอันตราย ได้แก่ ตะกั่ว แมงกานีส แคดเมียม ปรอท นิเกิล และสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา เช่น กรดซัลฟูริก เป็นต้น หากสารพิษต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับการจัดการที่ไม่เหมาะสมจะเกิดการปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำ ผิวดิน พื้นดิน และบรรยากาศแล้วแพร่ไปสู่คน พืช และสัตว์ (ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, มปป.)

ดังนั้น การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานจึงมีความสำคัญและจำเป็นต้องมีแนวทางในการจัดการอย่างเหมาะสมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของประชาชน สิ่งแวดล้อม และเป็นประโยชน์ในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุในอนาคต นอกจากนี้ การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานในประเทศไทยควรมีการศึกษาอย่างเป็นรูปธรรม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่ชำรุด เสื่อมสภาพ และหมดอายุการใช้งาน ตั้งแต่การคัดแยก การเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัด และการกำจัด ในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานในประเทศไทยต่อไป

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และการศึกษาเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพื่อศึกษาการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ซึ่งทำการศึกษากับผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่ติดตั้ง

บนหลังคาในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ทั้งหมด 376 คน ซึ่งเป็นการศึกษากับประชากรทั้งหมดที่มีการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนหลังคา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) แบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน มี 4 ส่วน ดังนี้

(1) เป็นแบบสอบถามแบบปลายปิดและปลายเปิด ข้อคำถามเกี่ยวกับลักษณะทั่วไป ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ประเภทสถานประกอบการ ลักษณะการใช้ประโยชน์ อายุการใช้งาน ชนิดและปริมาณของแผงโซล่าเซลล์

(2) เป็นการวัดความรู้เกี่ยวกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

(3) เป็นการวัดทัศนคติที่มีต่อการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

(4) การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการของเสียอันตรายและสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 คน เพื่อหาว่าข้อคำถามได้ครอบคลุมตรงตามเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา โดยผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency หรือ IOC) และนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน หาค่าความเชื่อมั่นด้านความรู้โดยใช้สูตรหาค่าเชื่อมั่นของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน และหาค่าความเชื่อมั่นของการวัดทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่า มีค่าเท่ากับ 0.60 และนำแบบสอบถามใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับประชากรที่ต้องการศึกษาในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 376 คน โดยใช้แบบถามประกอบการสัมภาษณ์ และนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลด้วยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายเชิงพรรณนาข้อมูลทั่วไป การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ความรู้ ทัศนคติ และการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน และวิเคราะห์ผลด้วยสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การเปรียบเทียบความรู้ของผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ การเปรียบเทียบทัศคนติของผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ ด้วย t-test การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานกับความรู้ด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ด้วย Pearson’s Correlation

2) SWOT Analysis เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน โดยใช้ SWOT Analysis ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะนำไปสู่แนวทางการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

3. ผลการศึกษา

การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานเป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยผู้ศึกษาได้ใช้แบบสอบถามกับผู้งานใช้แผงโซล่าเซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคาจังหวัดอุบลราชธานี ทำการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่เหลือจากการทำ Pretest ทั้งหมด จำนวนทั้งสิ้น 376 คน ทำการศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษานำเสนอเป็น 3 ส่วน ดังนี้

3.1 ผลการศึกษาที่ได้จากแบบสัมภาษณ์

3.1.1 ข้อมูลทั่วไป

สถานที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ทั้งหมด เป็นการติดตั้งที่หลังคาบ้าน (ร้อยละ 100) ซึ่งลักษณะการใช้ประโยชน์จากแผงโซล่าเซลล์เกินกว่ากึ่งหนึ่งเป็นการใช้ประโยชน์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในครัวเรือน จำนวน 210 ราย (ร้อยละ 55.85) รองลงมาเป็นการใช้ประโยชน์เพื่อการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 166 ราย (ร้อยละ 44.14 ราย) ทั้งนี้ชนิดของแผงโซล่าเซลล์ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้งาน ได้แก่ แผงโซล่าเซลล์ชนิดสารกึ่งตัวนำอื่นที่มิใช่แผงโซล่าเซลล์ที่ทำจากซิลิคอนผลึกเดี่ยวและแผงโซล่าเซลล์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน จำนวน 351 ราย (ร้อยละ 93.36) รองลงมา เป็นแผงโซล่าเซลล์ที่ทำจากซิลิคอนผลึกเดี่ยว จำนวน 25 ราย คิดเป็น ร้อยละ 6.64

3.1.2 ความรู้ความเข้าใจด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 376 คน มีความรู้ในระดับมาก จำนวน 354 คน คิดเป็นร้อยละ 94.14 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ข้อมูลระดับความรู้

ระดับความรู้	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความรู้ในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ย 0.68-1.00)	354	94.14
ความรู้ในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 0.34-0.67)	21	5.59
ความรู้ในระดับน้อย (คะแนนเฉลี่ย 0.00-0.33)	1	0.27
รวม	376	100.00

3.1.3 ทัศนคติของผู้ใช้แผงโซล่าเซลล์ด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

ผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ จำนวน 376 คน มีระดับทัศนคติในระดับมากที่สุด จำนวน 180 คน คิดเป็นร้อยละ 47.88 ดังตารางที่ 2

3.1.4 ข้อมูลด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

การจัดการแผงโซล่าเซลล์ ประกอบด้วย การคัดแยก การเก็บรวบรวม การขนส่งและการกำจัด ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ 376 คน มีจำนวน 166 คน มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์อย่างเหมาะสม (ร้อยละ 44.14) ซึ่งการคัดแยก การเก็บรวบรวม การขนส่งและ

การกำจัดแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานจะถูกจัดการโดยส่งคืนบริษัทที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ส่วนผู้ใช้แผงโซล่าเซลล์ที่จัดการไม่เหมาะสม (ร้อยละ 55.86) พบว่า ไม่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์ประกอบแผงที่หมดอายุด้วยตนเอง และไม่มีการคัดแยกแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์ประกอบแผง สำหรับการเก็บรวบรวมแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์แผงที่หมดอายุการใช้งานก่อนส่งไปกำจัดพบว่า ส่วนใหญ่ดำเนินการเก็บรวบรวมโดยกองทิ้งไว้เฉย ๆ บนหลังคา เป็นร้อยละ 99.52 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2

ข้อมูลระดับทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

ระดับทัศนคติ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ทัศนคติในระดับมากที่สุด (ระดับคะแนน 5.00-4.21)	180	47.88
ทัศนคติในระดับมาก (ระดับคะแนน 4.20-3.41)	98	26.06
ทัศนคติในระดับที่ปานกลาง (ระดับคะแนน 3.40-2.61)	98	26.06
มีทัศนคติในระดับน้อย (ระดับคะแนน 2.60-1.81)	-	-
ทัศนคติในระดับน้อยที่สุด (ระดับคะแนน 1.80-1.00)	-	-
รวม	376	100.00

ตารางที่ 3

ข้อมูลแสดงการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
1. การจัดการที่เหมาะสม ดำเนินการโดยมีบริษัทที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์	166	44.14
2. การจัดการที่ไม่เหมาะสม	210	55.86
2.1 การคัดแยก: ไม่มีการคัดแยก		
2.2 การเก็บรวบรวม	210	100
- ทิ้งไว้เฉยๆ บริเวณนั้น (ทิ้งไว้เฉย ๆ บนหลังคา) (n=210)	209	99.52
- กองรวมไว้ในอาคารที่อากาศไม่ถ่ายเท และไม่มีภาชนะรองรับ (n=210)	1	0.48
2.3 การขนส่ง:ไม่มีการขนส่ง	210	100
2.4 การกำจัด		
- ฝังกลบลงดิน	1	0.48
- ไม่มีการกำจัด	209	99.52

3.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน

ผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 2 กลุ่ม มีความรู้ด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานของมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.05$) โดยคะแนนความรู้เฉลี่ยของผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่มีการจัดการไม่เหมาะสมมีคะแนนมากกว่าผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่เหมาะสม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4

การเปรียบเทียบความรู้ด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่ของผู้ใช้งานที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานไม่เหมาะสม ผู้ใช้งานที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างเหมาะสม

คะแนนความรู้	n	$\bar{x}$	S.D.	t	p-Value
เหมาะสม	166	10.70	1.41	-11.75	0.0001
ไม่เหมาะสม	210	12.39	1.35		

คะแนนทัศนคติของผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ($p<0.05$) โดยผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์อย่างไม่เหมาะสม มีคะแนนทัศนะติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานสูงกว่าผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่เหมาะสม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5

การเปรียบเทียบทัศนคติของผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ไม่เหมาะสมกับผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่เหมาะสม

คะแนนทัศนะคติ	n	$\bar{x}$	S.D.	t	p-Value
เหมาะสม	166	34.71	5.45	-17.73	0.0001
ไม่เหมาะสม	210	44.79	5.48		

ระดับความรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.52 จัดอยู่ระดับปานกลาง กล่าวคือ หากผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์มีความรู้ในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานในระดับมาก จะมีทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานระดับมากเช่นกัน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6

ความสัมพันธ์ของความรู้กับทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานของผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์

ตัวแปรต้น	**ตัวแปรตาม**	**r**	**Sig.**
ความรู้ด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน	ทัศนคติด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน	0.52	0.0001

3.3 การศึกษานโยบายและกฎหมายด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

การศึกษาข้อมูลกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้ด้วย SWOT Analysis ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สภาพโดยรวมของกฎหมาย ระเบียบ นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ผลการศึกษาพบว่า กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานบังคับใช้กับผู้ที่ผลิตและผู้ประกอบการเท่านั้นซึ่งบทลงโทษไม่ได้กำหนดไว้ชัดเจน ทั้งนี้กระบวนการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานไม่ได้ระบุขั้นตอนที่ชัดเจน แสดงการวิเคราะห์กฎหมายด้วย SWOT Analysis ดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8

ตารางที่ 7

ข้อมูลการวิเคราะห์ SWOT Analysis ในภาพรวมของระเบียบ ระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

(S) วิเคราะห์จุดแข็ง /จุดเด่น (Strength)	(W) วิเคราะห์จุดอ่อน (Weakness)
- S1. เป็นระเบียบข้อตกลงกฎหมาย ที่มีความครอบคลุมการจัดการของขยะอิเล็กทรอนิคส์ - S2. มีระเบียบข้อบังคับสามารถปรับใช้ได้กับทุกประเทศ - S3. มีระเบียบ ข้อบังคับกฎหมาย มีความเป็นสากล - S4. มีระเบียบ ข้อบังคับกฎหมายที่มีความเชื่อมั่นเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนในพื้นที่ใกล้เคียง - S5. เน้นกระบวนการรีไซเคิลเป็นสำคัญ - S6. ครอบคลุมการจัดการของเสียตั้งแต่ต้นกำเนิดไปจนถึงจุดสุดท้ายของของเสีย - S7. ช่องทางในการเผยแพร่ตัวระเบียบ ข้อบังคับกฎหมาย มีได้หลายช่องทาง - S8. มีเครือข่ายการทำงานด้านกฎระเบียบข้อบังคับกฎหมายที่ครอบคลุมทั่วโลก	- W1. ระเบียบข้อตกลงกฎหมายมุ่งเน้นการจัดการของเสียที่เป็นขยะอิเล็กทรอนิคส์เท่านั้น - W2. บังคับใช้กับผู้ผลิตผู้ประกอบการเท่านั้น - W3. มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องหลายฉบับ ซึ่งยากแก่การทำความเข้าใจ - W4. ระเบียบไม่ได้ระบุขั้นตอนการจัดการไว้ชัดเจน เป็นเพียงการตีความจาก ระเบียบข้อตกลง กฎหมายเท่านั้น - W5. การประชาสัมพันธ์ของตัวระเบียบ ข้อตกลงกฎหมาย ยังไม่ทั่วถึงเข้าถึงยากในพื้นที่ห่างไกลหรือในเขตชนบท - W6. ไม่มีบทลงโทษที่ชัดเจน - W7. ไม่มีการระบุหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในขั้นตอนการจัดการ

ตารางที่ 7 (ต่อ)

(O) โอกาส (Opportunity)	(T) อุปสรรค์ (Threat)
- O3. เกิดภาพลักษณ์ที่ดีแก่ประเทศที่ใช้ระเบียบข้อบังคับ กฎหมาย - O4. ข้อบังคับสามารถปรับเป็นกฎหมายบังคับใช้ในอนาคต - O5. สามารถนำระเบียบข้อบังคับ กฎหมายไปปรับเป็นนโยบายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้ - O6. เป็นตัวอย่างที่ดีในการจัดการของเสียอิเล็กทรอนิคส์ให้กับประเทศอื่น ๆ ได้	-T4. ขาดการสนับสนุนของภาครัฐในการเป็นสื่อกลางในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับระเบียบ - T5. ไม่ได้รับความร่วมมือในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง -T6. ค่าดำเนินการในการจัดการแต่ละขั้นตอนค่อนข้างสูง จึงเกิดการลักลอบทิ้งและกำจัดไม่ถูกวิธี -T7. มีบทลงโทษไม่ชัดเจน

ตารางที่ 8

ข้อมูลวิเคราะห์ SWOT Matrix ของระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานในภาพรวม

	Strength	Weakness
	- S1. มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการลดการเกิดมลพิษที่ต้นเหตุ	- W1. การบังคับใช้กับผู้ผลิตและผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์เป็นหลัก
Opportunity	SO Strategies	WO Strategies
- O1. ระเบียบข้อบังคับ กฎหมาย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทำให้ได้รับความสนใจไปทั่วโลก	- SO1. ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมให้ใช้ระเบียบและกฎหมายจากรัฐบาลซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน	- WO1. เพิ่มกลุ่มผู้รับผิดชอบการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานให้ครอบคลุมถึงกลุ่มผู้ใช้งานด้วย

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Threat	ST Strategies	WT Strategies
- T1. ขาดการสนับสนุนจากรัฐบาลในการเผยแพร่ให้ความรู้ระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมาย แก่ชุมชนและหน่วยงานต่าง ๆ	- ST1. ควรได้รับการส่งเสริมในการให้ความรู้เรื่องระเบียบข้อบังคับกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานจากภาครัฐให้แก่ ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ที่สนใจ	- WT1. ควรมีการสนับสนุนการสร้างแรงจูงใจให้แก่ประชาชนหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เล็งเห็นความสำคัญของการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างเหมาะสม
	Strength	Weakness
	- S2. มีการจัดการกับซากผลิต-ภัณฑ์ที่หมด อายุการใช้งานต้องคำนึงถึงวิธีการรีไซเคิลเป็นอันดับแรกเพื่อป้องกันให้เกิดของเสียน้อยที่สุด	- W2. มีกระบวน-การในแต่ละขั้นตอนของการจัดการกับซากผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานค่อนข้างยุ่งยาก
Opportunity	SO Strategies	WO Strategies
- O2. สร้างความเชื่อมั่นให้แก่ ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้ระเบียบข้อบังคับกฎหมาย และประเทศที่ไม่ได้อยู่ภายใต้ระเบียบข้อข้อบังคับกฎหมายนี้ในการทำธุรกิจ	- SO2. ขอความร่วมมือในการหาข้อตกลงในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานกับกลุ่มผู้ใช้ระเบียบและกฎหมาย	- WO2. มีการสนับสนุนและส่งเสริมในการอำนวยความสะดวกในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานจากภาครัฐ

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Threat	ST Strategies	WT Strategies
- T2. ขาดบุคลากรที่มีความรู้ในระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมาย	- ST2. ควรมีการส่งเสริมในเรื่องการให้ความรู้เกี่ยวกับระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน เช่น การฝึกอบรม การแจกแผ่นพับ การทำสื่อโฆษณาทางสื่อ	- WT2. ควรมีการขอความร่วมมือผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ให้มีส่วนร่วมในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานเบื้องต้นจากภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
	Strength	Weakness
Opportunity	SO Strategies	WO Strategies
	-SO3. นำเสนอระเบียบข้อบังคับกฎหมาย ให้เครือข่ายทั่วโลกได้รับรู้เพื่อเป็นการกระจายข้อมูลของระเบียบข้อบังคับกฎหมายต่อไป	-WO3. ควรมีการระบุหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในเรื่องการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน และส่งเสริมให้เป็นสื่อกลางในการประชาสัมพันธ์ระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Threat	ST Strategies	WT Strategies
	- ST3. ควรมีการสนับสนุนและส่งเสริมการประชาสัมพันธ์ระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานในพื้นที่ห่างไกล เพื่อให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานได้จากภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	- WT3. ควรมีการส่งเสริมกิจกรรมที่สามารถสร้างความตระหนักในการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างเหมาะสมให้แก่ ผู้ผลิตแผงโซล่าเซลล์ ผู้ประกอบการรวมไปถึงผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์จากภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานที่จังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2559 พบว่าผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ร้อยละ 55.86 มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างไม่เหมาะสม คือ ไม่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์ประกอบแผงที่หมดอายุด้วยตนเอง และไม่มีการคัดแยกแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์ประกอบแผง สำหรับการเก็บรวบรวมแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์แผงที่หมดอายุการใช้งานก่อนส่งไปกำจัด ส่วนใหญ่ดำเนินการเก็บรวบรวมโดยกองทิ้งไว้บนหลังคา ร้อยละ 99.52 และผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ ร้อยละ 44.14 มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์อย่างเหมาะสม ซึ่งการคัดแยก การเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัดแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานจะถูกจัดการโดยส่งคืนบริษัทที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา Fthenakis (2000) คือ การจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานสามารถทำได้โดยการส่งแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานกลับสู่บริษัทผู้ผลิตเพื่อทำการรีไซเคิลเป็นอันดับแรก หากไม่สามารถรีไซเคิลได้ให้ใช้วิธีกำจัดด้วยการฝังกลบในหลุมฝังกลบขยะอันตรายหรือวิธีอื่น ๆ ตามที่กฎหมายกำหนด

ทั้งนี้ยังพบว่าสถานที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ คือ บ้านเรือน ส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์จากแผงโซล่าเซลล์ คือ ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองในครัวเรือน และผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์อีกเกือบครึ่งหนึ่งใช้ประโยชน์จากแผงโซล่าเซลล์โดยการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตส่วนภูมิภาค อายุการใช้งานเฉลี่ยของแผงโซล่าเซลล์อยู่ที่ 4.6 ปี โดยอายุการใช้งานเฉลี่ยนี้มีทั้งแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานแล้วและแผงโซล่าเซลล์ที่ยังไม่หมดอายุการใช้งาน ซึ่งผู้ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บางรายติดตั้งโซล่าเซลล์เพียง 1 สัปดาห์ แผงโซล่าเซลล์ก็เกิดชำรุด สาเหตุมาจากฟ้าผ่า นกมาจิกบนแผงโซล่าเซลล์ เป็นต้น แต่ผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์บางรายสามารถใช้งานแผงโซล่าเซลล์ได้ถึง 10 ปี ขึ้นอยู่กับคุณภาพแผงโซล่าเซลล์และราคาด้วย แผงโซล่าเซลล์ที่ผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์นิยม

ติดตั้งส่วนใหญ่ คือ แผงโซล่าเซลล์ที่ทำจากซิลิคอนผลึกเดี่ยว และแผงโซล่าเซลล์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน เนื่องจากมีราคาไม่แพงมาก และบริษัทผู้ขายแผงโซล่าเซลล์เสนอให้ติดแผงโซล่าเซลล์ชนิดดังกล่าว จึงเป็นที่นิยมมาก ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเป็นเพียงข้อมูลที่ลงพื้นที่ในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งไม่ได้ทำการศึกษาตลอดทั้งปี ดังนั้นข้อมูลอาจมีการคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริงอยู่บ้าง ทั้งนี้ พบว่ากลุ่มผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ส่วนใหญ่ไม่ทราบขั้นตอนและวิธีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน อีกทั้งผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล และมีปริมาณแผงโซล่าเซลล์ต่อครัวเรือนน้อยจึงไม่เห็นความสำคัญในการจัดการแผงโซล่าเซลล์อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ไม่ทราบว่าต้องทำการส่งแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานไปที่หน่วยงานใด และตอนติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ บริษัทที่จำหน่ายแผงโซล่าเซลล์ไม่ได้ให้ความรู้ในด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน และผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ไม่เคยรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และนโยบายของรัฐด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน มีเพียงคนเดียวเท่านั้นจากกลุ่มผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่ทำการศึกษาทั้งหมดในจังหวัดอุบลราชธานีที่เคยรับรู้เกี่ยวกับข้อมูลข่าวสารและนโยบายด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ส่วนกลุ่มผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ที่มีการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างเหมาะสม เนื่องจากผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์กลุ่มนี้จะถูกควบคุมโดยหน่วยงานของรัฐ เพราะทำการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์กลุ่มนี้จะต้องวางแผนการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานส่งให้กับภาครัฐมีระบบกำกับและติดตามอยู่เสมอ จึงมีการจัดการกับแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์ส่วนใหญ่มีความรู้ด้านการจัดการแผงโซล่าเซลล์เกี่ยวกับการคัดแยก การเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัด และการกำจัดแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอยู่ในระดับดี เนื่องจากเห็นว่าส่วนประกอบของแผงโซล่าเซลล์ที่เป็นแบตเตอรี่ ซึ่งมีผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์มีความรู้ด้านการจัดการของเสียอันตราย เช่น แบตเตอรี่ จึงทำให้มีความอยู่ในระดับดี และมีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน

ภาพรวมการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีส่วนใหญ่ยังมีการจัดการที่ไม่เหมาะสม ซึ่งถ้าหากหน่วยงานของภาครัฐให้การสนับสนุนโดยการให้ความรู้ กำกับติดตาม ดูแล และอำนวยความสะดวก ประชาสัมพันธ์ หรือกำหนดหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงให้กับกลุ่มตัวอย่าง อาจส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวสามารถจัดการกับแผงโซล่าเซลล์ได้อย่างเหมาะสม

เมื่อวิเคราะห์ระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุ

การใช้งานแล้วมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา จะพบว่าการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานนั้น ไม่ควรมุ่งเน้นแต่ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายหรือผู้ประกอบการ ควรระบุผู้ใช้งานแผงโซล่าเซลล์เข้าไปในข้อบังคับด้วย โดยมีหน่วยงานที่กำกับดูแลติดตามโดยตรง วิธีการจัดการต้องชัดเจน ไม่เป็นเพียงแค่การตีความจากระเบียบ ข้อบังคับ และกฎหมายเท่านั้น และรัฐควรให้การส่งเสริมสนับสนุนด้านการให้ความรู้ประชาสัมพันธ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน ซึ่งการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งานอย่างเหมาะสมจะประสบความสำเร็จได้ต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย ผู้ติดตั้ง และผู้ใช้งานโดยตรง โดยในแต่ละขั้นตอนจะต้องคำนึงถึงระเบียบ กฎหมาย ข้อบังคับ สิ่งแวดล้อม และสุขภาพประชาชน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาเรื่องการจัดการแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุการใช้งาน กรณีศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี ฉบับนี้ มีบุคคลหลายฝ่ายที่เป็นกำลังใจและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิสาขา ภู่จินดา อาจารย์ที่ปรึกษา ขอบพระคุณ ดร.รจฤดี โชติกาวินทร์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมพจน์ กรรณนุช ที่ได้ให้คำแนะนำ ดูแลเอาใจใส่พร้อมทั้งช่วยแก้ปัญหาให้คำปรึกษา และให้กำลังใจในการทำการศึกษานี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ช่วยในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ขอขอบคุณ นางสาวณัฐณิชาพสินีย์ พิบาลวงค์, นายธรณินทร์ ศรีอำนาจ และนางสาวสมฤทัย ลูกจันทร์ ในการเป็นผู้ช่วยวิจัยลงพื้นที่เก็บแบบสอบถาม ขอขอบพระคุณนางพสิษฐ์กชมน จันทร์ทรง ที่ช่วยสนับสนุนทุนการศึกษาตลอดจนคอยให้กำลังใจจนการศึกษาครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้านครหลวง. (2556). *ประกาศการไฟฟ้านครหลวง เรื่องประกาศรายชื่อผู้ที่ผ่านการคัดเลือกผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ครั้งที่ 1/2556*. สืบค้น 28 ธันวาคม 2558, จาก http://www.pea.co.th

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2558). *ความรู้เกี่ยวกับโซล่าเซลล์*. สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2559, จาก http://www.energyreform-solar.com/th/content/126/5610045.html.

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยากรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (ม.ป.ป.). *พิษภัยจากแบตเตอรี่*. สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2559, จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th

ศูนย์บริการข้อมูล (PIC) สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรม. (2550). *กฎหมายสิ่งแวดล้อม*

อุตสาหกรรม. สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2559, จาก http://www2.diw.go.th

สำนักควบคุมอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2557). *คำแนะนำสำหรับการพิจารณาวัตถุอันตราย ตามบัญชี 5.6 2557*. สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2559, จาก http://esi.diw.go.th/haz/pdf/haz5.6.pdf

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.). (2553). *โครงการพัฒนาคุณภาพชีวิตราษฎรบ้านโหง่นขาม-บ้านดงนา ปี 2553*. สืบค้น 2 กุมภาพันธ์ 2559, จาก http://www.rdpb.go.th

Fthenakis, V. M. (2000). End-of-life management and recycling of PV modules. *Energy Policy*, *28*(14), 1051-1058.