

คู่มือ

แนวทางป้องกันผลกระทบ
ทางสิ่งแวดล้อมและวิธีกำจัดกากขยะที่เกิดจาก
โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
สำหรับประเทศไทย





สารบัญ

1. บทนำ	2
2. วัตถุประสงค์ของคู่มือ	3
3. ความรู้ทั่วไปในการบริหารจัดการและกำจัดกากขยะที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	4
3.1 สถานการณ์การผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการคาดการณ์ปริมาณซากของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	5
3.2 หลักการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	7
3.3 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์และส่วนประกอบหลัก	10
3.4 ขยะที่เกิดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์	16
4. ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	18
5. แนวทางป้องกันและวิธีการกำจัดขยะที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	22
5.1 ลักษณะการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน	24
5.2 ขั้นตอนการจัดการกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่	24
5.3 แนวทางการจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน	29
5.4 แนวทางการจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์และชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์	30
6. แนะนำกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	34
7. แนะนำรายชื่อผู้ประกอบการที่รับจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์	42
เอกสารอ้างอิง	52



1 บทนำ

ตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนากำลังงานทดแทนของประเทศ ซึ่งกำหนดเป้าหมายให้เพิ่มการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579 (AEDP 2015) โดยได้กำหนดสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน ทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพภายใต้แผน AEDP2015 เป็นร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานในขั้นสุดท้ายปี พ.ศ. 2579 โดยมีเป้าหมายในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ตามแผนดังกล่าว 6,000 MWp

จากการส่งเสริมและการเติบโตด้านการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องในประเทศไทยพบว่า ยังมีอีกหนึ่งประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างยิ่งคือ “ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม” ที่อาจจะเกิดขึ้นจากกากขยะที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เช่น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่หมดอายุการใช้งานหรือเสื่อมสภาพ ดังนั้น การป้องกันผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและวิธีกำจัดกากขยะที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะถูกนำมาพิจารณาใช้เป็นแนวทางบริหารจัดการให้เกิดความเหมาะสมและไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต เพื่อให้การส่งเสริมด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยเกิดความยั่งยืนต่อไป

โดยการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการติดตั้งจำนวนมากนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นระบบที่เชื่อมต่อกับสายส่งซึ่งถ้าหากอุปกรณ์ของระบบเหล่านี้หมดอายุการใช้งานก็จะทำให้มีขยะจำนวนมาก คู่มือฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นโดยมุ่งเน้นเกี่ยวกับแนวทางป้องกันผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและวิธีกำจัดกากขยะที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับสายส่ง

2

วัตถุประสงค์ของคู่มือ

- 1) เพื่อเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจให้กับประชาชนในเรื่องแนวทางป้องกันผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและวิธีกำจัดกากขยะที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย
- 2) เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้เป็นแนวทางในการจัดการและกำจัดกากขยะของประชาชน



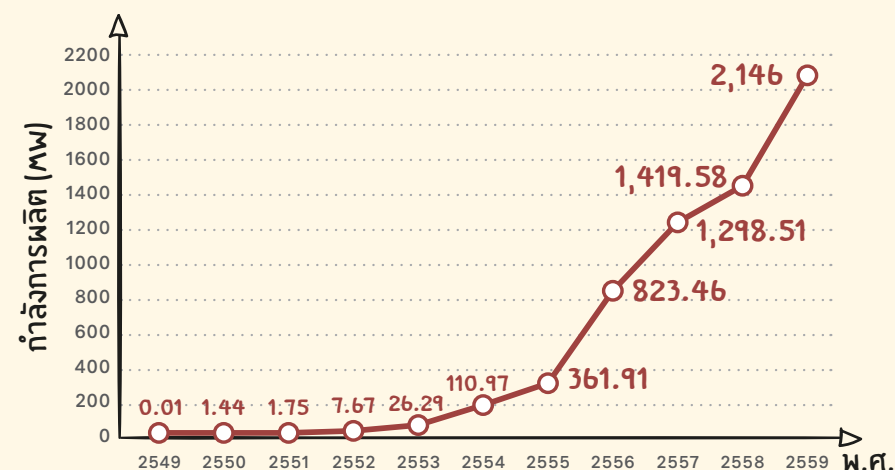
ความรู้ทั่วไปในการบริหารจัดการ และกำจัดการกักขะที่เกิดจาก โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน แสงอาทิตย์



3.1 สถานการณ์การผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการคาดการณ์ปริมาณซาก ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ตามที่กระทรวงพลังงานมีนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ผ่านมาตรการต่างๆ ทำให้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมีสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2550 มีสัดส่วนปริมาณไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่ผลิตได้รวมการผลิตไฟฟ้าจากระบบ (Including off grid power generation) ทั้งประเทศร้อยละ 4.3 และเพิ่มเป็นร้อยละ 9.87 ในปี พ.ศ. 2557 (ไม่รวมพลังงานน้ำขนาดใหญ่) และจากเป้าหมายการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนแต่ละประเภทเชื้อเพลิงตามแผน AEDP2015 มีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนในภาพรวมของทั้งประเทศ ที่ร้อยละ 20 ของปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมสุทธิ ซึ่งสอดคล้องตามกรอบการกำหนดสัดส่วนเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 (PDP2015) ที่ระบุว่าจะให้มีส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนอยู่ในช่วงร้อยละ 15 - 20 ภายในปี พ.ศ. 2579 โดยภาครัฐได้ตั้งเป้าหมายในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ปี พ.ศ. 2579 ที่ 6,000 MW

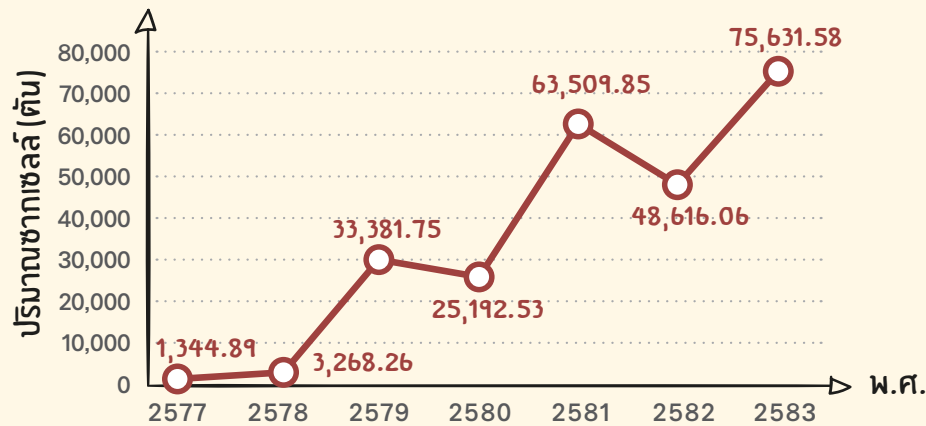
ในส่วนของพลังงานแสงอาทิตย์ภาครัฐได้มีมาตรการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการลงทุนในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ อาทิ มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (Adder) และ มาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนระบบ Feed-in Tariff เป็นต้น จากมาตรการจูงใจดังกล่าวทำให้ประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 ที่มีกำลังการผลิตเพียง 0.01 MW และได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่ง ณ เดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2559 มีกำลังการผลิตสะสมกว่า 2,146 MW ดังรูปที่ 3.1-1



รูปที่ 3.1-1 สถานการณ์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ที่มา : ผลการดำเนินงานด้านพลังงานทดแทน ม.ค. - ต.ค. 2559
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2559)

โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จะมีการรับประกันประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 25 ปี หากคิดอายุเฉลี่ยของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 25 ปี ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2579 จะเริ่มมีขยะที่เกิดจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เกิดขึ้น และมีปริมาณสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตามปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ดังแสดงการคาดการณ์ปริมาณซากของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สะสมในรูปที่ 3.1-2



ปีติดตั้ง	ปริมาณติดตั้ง (MW)	ปีที่เกิดของเสีย (พ.ศ.)	รวม (ตัน)	สะสม (ตัน)
2552	8.26	2577	1,344.89	1,344.89
2553	17.594	2578	3,268.26	4,613.14
2554	195.397	2579	33,381.75	37,994.90
2555	183.206	2580	25,192.53	63,187.43
2556	499.793	2581	63,509.85	126,697.28
2557	390.491	2582	48,616.06	175,313.34
2558	711.492	2583	75,631.58	250,944.92

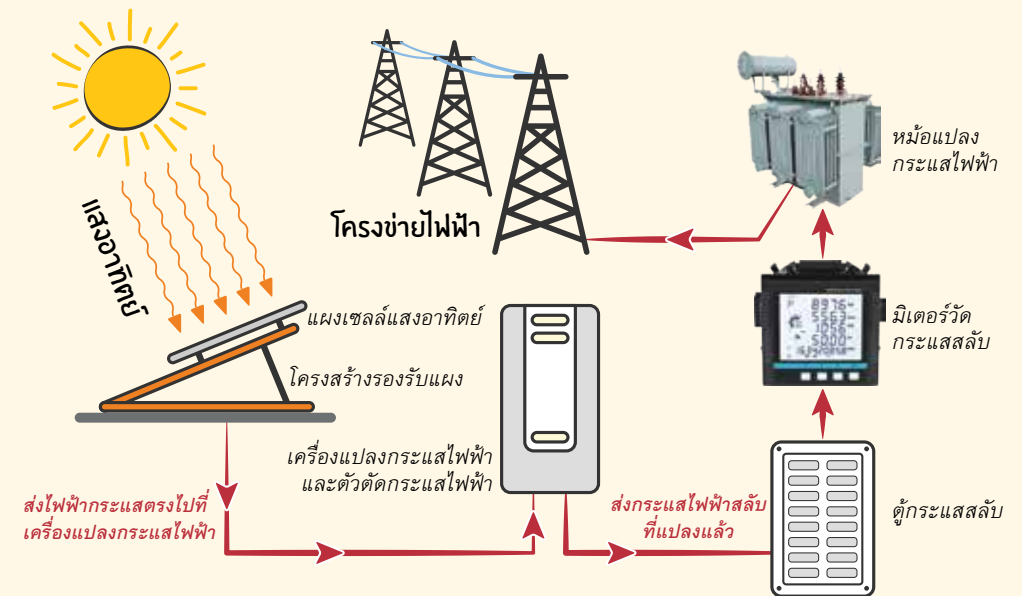
หมายเหตุ: ปริมาณน้ำหนักรวมของซากแผงเซลล์แสงอาทิตย์สะสมคิดที่ได้รับอนุญาตติดตั้งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 (คำคือ, 2559)

รูปที่ 3.1-2 การคาดการณ์ปริมาณซากของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สะสมระหว่างปี พ.ศ. 2577-2583

ขยะที่เกิดจากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับสายส่งประกอบด้วย ขยะที่เกิดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเหล็กโครงสร้างรองรับแผง รวมทั้งฐานรากแบบเข็มปูนหรือหล่อปูน ซึ่งขยะแต่ละประเภทจะมีวิธีการกำจัดที่แตกต่างกันไป อาทิ อินเวอร์เตอร์ หม้อแปลง ไฟฟ้า และสายไฟฟ้า จะถูกจัดการโดยกระบวนการกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ เหล็กโครงสร้างรองรับแผงจะถูกนำกลับเข้าสู่กระบวนการหลอมและกลับมาใช้ใหม่ ส่วนฐานรากแบบเข็มสามารถที่จะถูกฝังกลบได้ภายในพื้นที่ คงเหลือเฉพาะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีรูปแบบการจัดการที่แน่นอน เนื่องจากยังไม่มีขยะจำนวนมากเกิดขึ้น

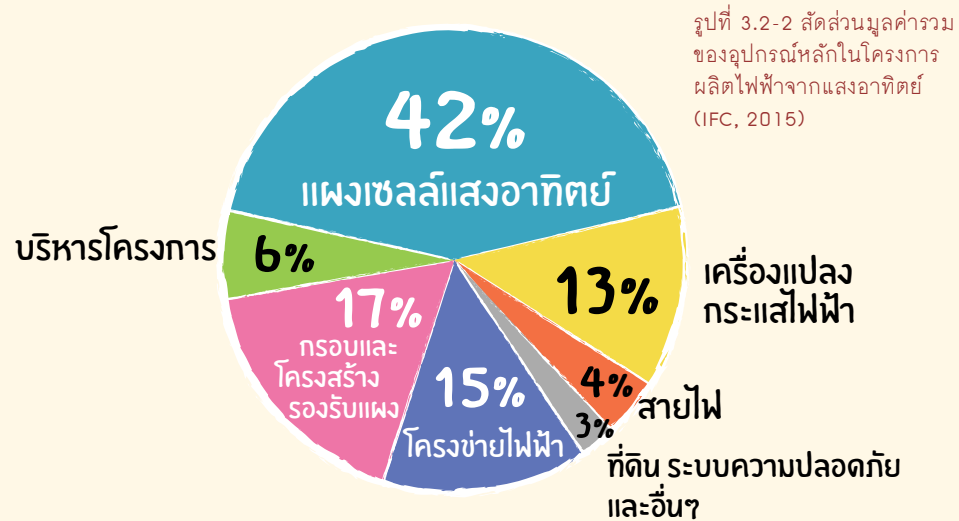
3.2 หลักการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับสายส่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักได้แก่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และหม้อแปลงไฟฟ้า โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำการเปลี่ยนแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง แล้วผ่านเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนกระแสตรงให้กลายเป็นกระแสสลับ จากนั้นกระแสสลับจะผ่านระบบป้องกันและมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า และผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเพิ่มแรงดันให้เข้ากับระบบสายส่ง ดังแสดงเป็นภาพรวมในรูปที่ 3.2-1



รูปที่ 3.2-1 ภาพรวมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

โดยเมื่อพิจารณาสัดส่วนของอุปกรณ์ตามมูลค่าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปแล้วจะเห็นว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกใช้ในปริมาณมากในการผลิตไฟฟ้า ทำให้มีแนวโน้มที่จะกลายเป็นขยะในปริมาณมากในอนาคตหากเทียบกับอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบผลิตไฟฟ้า ดังแสดงเป็นสัดส่วนมูลค่ารวมของอุปกรณ์หลักในการผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์ในรูปที่ 3.2-2 ดังนั้น คู่มือเล่มนี้จึงเน้นเกี่ยวกับแนวทางป้องกันสิ่งแวดล้อมและวิธีกำจัดกากขยะในส่วนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มากกว่าอุปกรณ์อื่น อย่างไรก็ตามแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุดเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่น ดังแสดงในตารางที่ 3.2-1

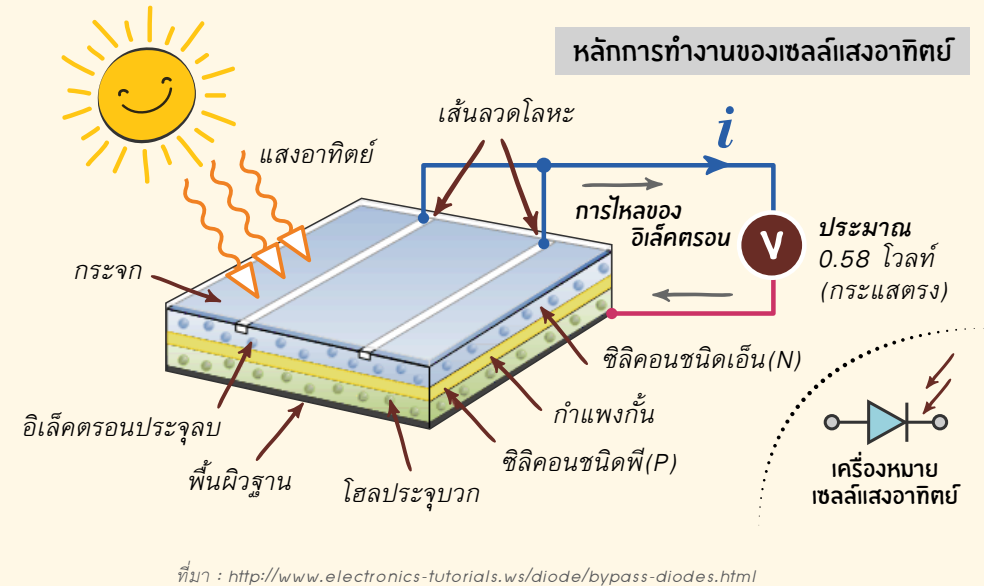


ตารางที่ 3.2-1 อายุใช้งานของอุปกรณ์หลักในระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

อุปกรณ์	อายุการรับประกัน (ปี)*	อายุการใช้งาน (ปี)
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV MODULE)	25	> 25
เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (INVERTER)	5-10	10
โครงสร้างรองรับแผง (MOUNTING)	10	25
หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)	3-5	10
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น (ELECTRONICS DEVICES)	2	5
*อ้างอิงตามระยะเวลาประกัน		

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar PV module)

แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงได้ โดยเมื่อแสงตกกระทบบนสารกึ่งตัวนำที่อยู่ในเซลล์แสงอาทิตย์แล้วจะทำปฏิกิริยาเกิดการเคลื่อนตัวของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าตรง (DC current)



เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ โดยจะรับกระแสไฟฟ้าตรงไม่มาจากการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์หรือไฟฟ้าตรงจากแบตเตอรี่ก็ตาม หลังจากนั้นกระแสก็จะผ่านวงจรไฟฟ้าภายในตัวอินเวอร์เตอร์ที่ประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงแรงดันให้สลับกันไปมาระหว่างความถี่ที่เป็นบวกและลบจนได้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่เป็นไฟกระแสสลับ โดยมีความถี่ 50-60 เฮิรตซ์ (Hz) 220 หรือ 380 โวลต์ (V) สำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในบ้าน ในระบบที่มีขนาดเล็ก ผู้ผลิตอาจจะรวมวงจรอินเวอร์เตอร์เข้าเป็นชุดเดียวกับวงจรควบคุมการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Charger and Inverter)





หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมโยงระหว่างระบบไฟฟ้าแรงต่ำและระบบไฟฟ้าแรงสูง โดยมีความจำเป็นคือกระแสไฟฟ้าตรงที่ออกจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะต้องไหลมาผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นตามแรงดันของโครงข่าย เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้าได้

3.3 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์และส่วนประกอบหลัก

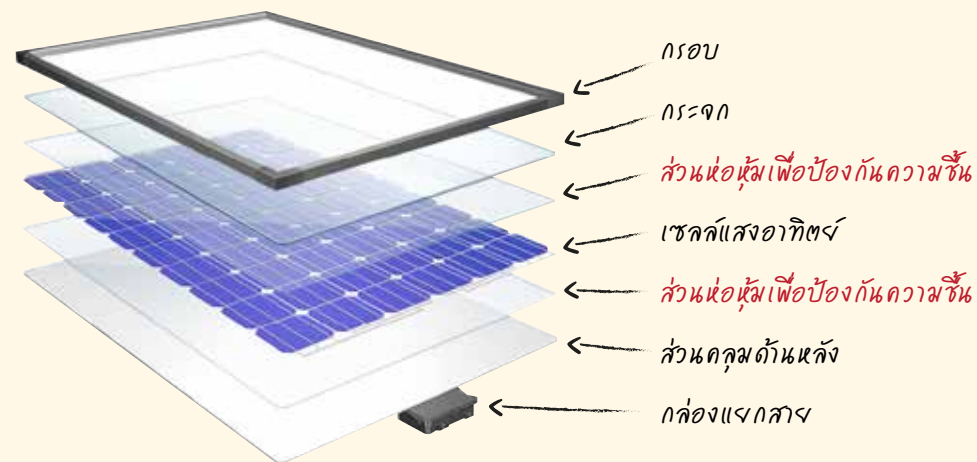
ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ ขึ้นหลายชนิด ซึ่งหากจำแนกตามเทคโนโลยีการผลิตจะสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

1. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึก (Crystalline Silicon Solar Cells)

ซึ่งปัจจุบันมีการติดตั้งใช้งานกันอย่างแพร่หลายประกอบไปด้วยชนิดผลึกเดี่ยว (Single/Mono-Crystalline Silicon) ชนิดผลึกรวม (Poly/Multi-Crystalline Silicon) ริปบอน (Ribbon-Crystalline Silicon) นอกจากนี้แล้วเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้นำเทคโนโลยีฟิล์มบางซิลิคอนมาผนวกกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนหรือที่เรียกว่า Heterojunction with Intrinsic Thin layer (HIT) ก็กำลังมีแนวโน้มที่จะมีการใช้งานมากขึ้นเช่นกัน

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากผลึกซิลิคอนทั้งแบบผลึกเดี่ยวและแบบผลึกรวม จะมีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนต่างๆ 4 ส่วนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.3-1 ได้แก่

- 1) ส่วนคลุมด้านหน้า (Front Cover) ซึ่งเป็นวัสดุโปร่งแสง โดยทั่วไปจะเป็นกระจกและอาจมีบางรุ่นที่เป็นพลาสติก
- 2) ส่วนห่อหุ้มเพื่อป้องกันความชื้น (Encapsulate) โดยทั่วไปจะใช้วัสดุ Ethylene-Vinyl Acetate (EVA) หรือ Polyvinyl Butyral (PVB)
- 3) ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์ (Silicon Solar Cells) และโลหะนำไฟฟ้า (Ribbon)
- 4) ส่วนคลุมด้านหลัง (Back Cover) โดยทั่วไปจะใช้วัสดุ Polyvinyl Fluoride หรือเรียกว่า Tedlar หรือใช้กระจกในบางโครงสร้าง



รูปที่ 3.3-1 ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน

ที่มา : <http://www.dupont.com>

หลังจากนั้นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านกระบวนการ Laminate แล้วก็จะถูกนำไปติดตั้งกรอบนอก (Frame) เพื่อความแข็งแรงและใช้สำหรับยึดกับโครงสร้างที่จะใช้ติดตั้ง ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้คืออะลูมิเนียม นอกจากนี้แล้วยังมีส่วนของกล่องสำหรับต่อขั้วไฟฟ้า (Junction-Box) ซึ่งภายในจะมีขั้วสำหรับยึดสกรูและมีการติดตั้งบายพาสไดโอด (Bypass Diode) อีกด้วย ตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่พร้อมใช้งานแล้วแสดงดังรูปที่ 3.3-2



รูปที่ 3.3-2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์พร้อมใช้งาน

ที่มา : www.98solar.com

2. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง

มีทั้งที่เป็นฟิล์มบางซิลิคอนหรืออะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon) และที่ไม่เป็นซิลิคอนได้แก่ ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์ (CdTe) และชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์ (CIGS) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอน เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการติดตั้งใช้งานตลอดจนมีส่วนแบ่งในการตลาดค่อนข้างสูงรองจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ใช้ปริมาณซิลิคอนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับชนิดผลึกซิลิคอน

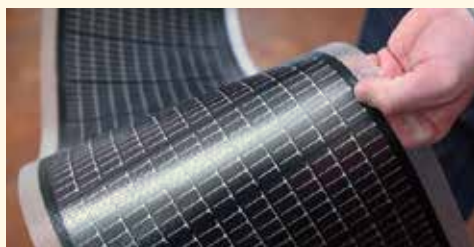
2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell : A-Si)

อย่างไรก็ตามเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอนยังมีปัญหาในด้านการเสื่อมสภาพของชั้นดัดกลืนแสง (Degradation) ส่งผลให้แนวโน้มการผลิตตลอดจนการนำมาใช้งานยังน้อยกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอื่น

ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน



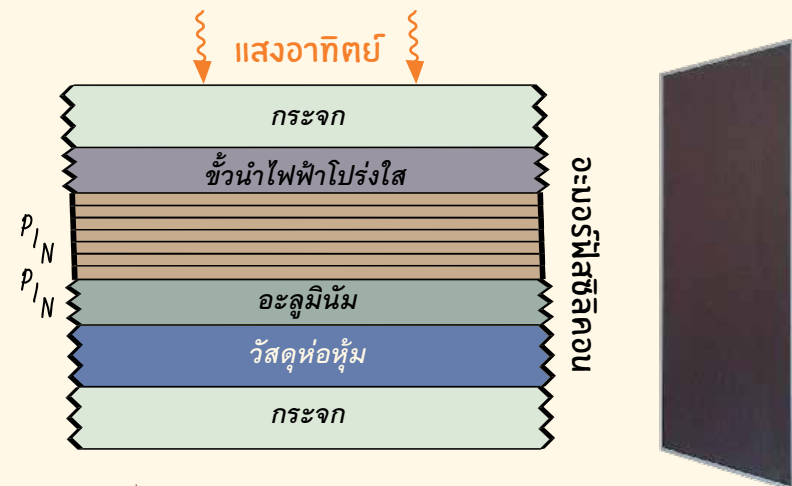
ชนิดฟิล์มบาง



ที่มา : <http://hq.prd.go.th>; <http://www.mysolargenerator.info>

เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอนถูกสร้างบนวัสดุฐานรองขนาดใหญ่โดยเคลือบสารหรือฟิล์มบนวัสดุ (Transparent Conductive Oxide : TCO) ทำให้เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตจะต้องทำการตัดแบ่งเซลล์ออกเป็นเซลล์เล็กๆ ที่เท่ากันด้วยแสงเลเซอร์ซึ่งจะใช้เทคนิคในการเลือกความยาวคลื่นของเลเซอร์ที่ต่างกันเพื่อตัดวัสดุที่แตกต่างกันก่อนนำมาต่อเข้าด้วยกันด้วยขั้วโลหะเพื่อนำไปสู่กระบวนการประกอบแผงเซลล์ต่อไป

ภายหลังจากสิ้นสุดกระบวนการตัดด้วยแสงเลเซอร์และทำการต่อวงจรด้วยโลหะแล้วแผงเซลล์จะถูกนำไปเคลือบ ซึ่งโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอนจะมีเพียงส่วนที่เป็น EVA และแผ่นกระจกปิดทับด้านหลังเท่านั้น อย่างไรก็ตามในการนำไปติดตั้งใช้งานนั้นอาจมีการเสริมกรอบอะลูมิเนียมเพื่อเสริมความแข็งแรงและใช้เป็นจุดยึดแผงกับโครงสร้างติดตั้ง ลักษณะโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ฟิล์มบางซิลิคอนดังแสดงในรูปที่ 3.3-3



รูปที่ 3.3-3 โครงสร้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอน

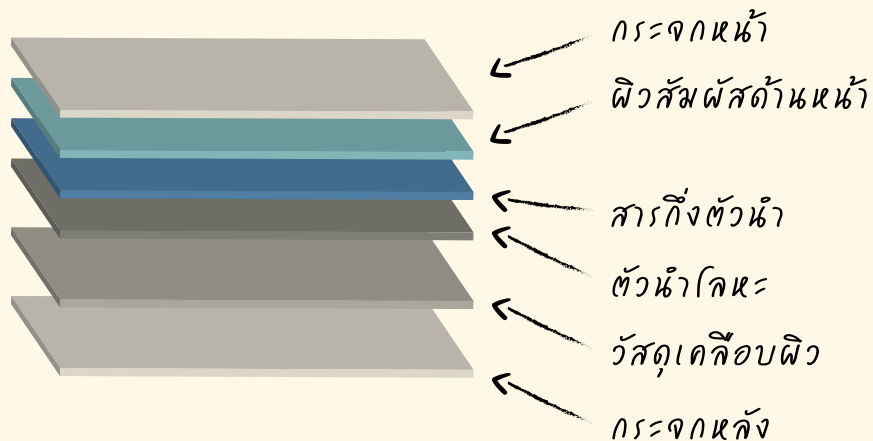
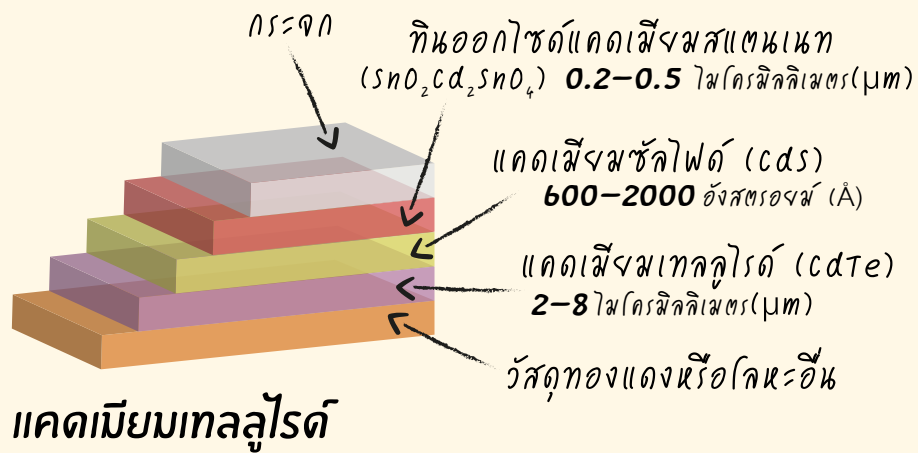
ที่มา : <http://ywang13.myweb.usf.edu>

2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์ (Cadmium Telluride : CdTe)

เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการใช้งานในปัจจุบันอีกชนิดหนึ่ง คือ ชนิดฟิล์มบางแคดเมียมเทลลูไรด์ (Cadmium Telluride : CdTe) เนื่องจากประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสูง (มากกว่า 15%) ซึ่งการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง CdTe นี้ จะมีโครงสร้าง วัสดุที่ใช้ ตลอดจนถึงขั้นตอนการผลิตที่ใกล้เคียงกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน จะแตกต่างกันในส่วนองวัสดุของเซลล์และสารที่ใช้เคลือบโดยโครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด CdTe แสดงดังรูปที่ 3.3-4

ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด CdTe จะมีการสร้างชั้น p-n แล้วผ่านกระบวนการเคลือบสารต่างๆ และประกอบเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์เช่นเดียวกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน แต่ละชั้นของวัสดุและโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด CdTe มีหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

- 1) กระจกนำไฟฟ้าด้านหน้า ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของแผงเซลล์โดยกระจกชนิดนี้จะเคลือบด้วยขั้วโลหะนำไฟฟ้าทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ออกมาจ่ายโหลด โดยขั้วโลหะนำไฟฟ้าที่นิยมใช้คือ ทินออกไซด์แคดเมียมสแตนเนท ($\text{SnO}_2\text{Cd}_2\text{SnO}_4$)
- 2) ชั้นบัฟเฟอร์ (Buffer-layer) เป็นชั้นที่ถูกสร้างทับชั้นกระจกโดยวัสดุที่ใช้คือ แคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) เพื่อให้เป็นชั้น n โดยความหนาที่ใช้จะอยู่ในช่วง 60-200 นาโนเมตร (nm)
- 3) ชั้นดูดกลืนแสง (Absorber-Layer) จะถูกสร้างทับชั้นบัฟเฟอร์ด้วยวัสดุชนิดฟิล์มบางแคดเมียมเทลลูไรด์ (CdTe) ที่ความหนาประมาณ 2-8 ไมโครเมตร (μm)
- 4) ขั้วโลหะด้านหลัง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโลหะทองแดง (Copper ; Cu) จะถูกสร้างเป็นชั้นสุดท้ายเพื่อเป็นขั้วต่อไฟฟ้าด้านหลัง



รูปที่ 3.3-4 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์แคดเมียมเทลลูไรด์

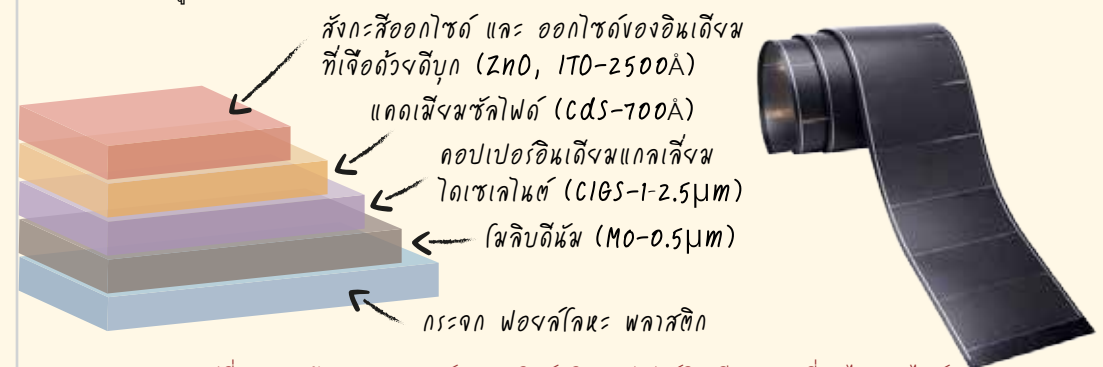
ที่มา : National Renewable Energy Laboratory, NREL: Photovoltaics Research - Polycrystalline Thin-Film Materials and Devices R and D. webpage, October 2011
http://www.firstsolar.com

ปัจจุบันผู้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด CdTe มีอยู่เพียงไม่กี่ราย เนื่องจากความนิยมในการใช้งานน้อยกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนแม้ว่าประสิทธิภาพจะสูงกว่าก็ตาม เพราะยังมีความกังวลเรื่องสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากสารแคดเมียมที่เป็นโลหะหนักอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งปัจจุบันเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องสำคัญที่ทั่วโลกต่างให้ความสนใจ รวมถึงประเทศไทยที่มีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ยังไม่แพร่หลายนัก

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์ (Copper Indium Gallium diSelenide: CIGS)

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์ ถือเป็นเซลล์แสงอาทิตย์อีกชนิดหนึ่งซึ่งได้รับการพัฒนาประสิทธิภาพตลอดจนมีส่วนแบ่งการตลาดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้จัดอยู่ในประเภทฟิล์มบางมีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์จะแตกต่างกันในส่วนของการเคลือบที่ใช้ สำหรับโครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

- 1) กระเจกนาไฟฟ้าด้านหลังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของแผงเซลล์โดยกระเจกชนิดนี้จะเคลือบด้วยชั้นโลหะนำไฟฟ้าทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ออกมาจ่ายโหลดโดยชั้นโลหะนำไฟฟ้าที่ใช้ คือ สังกะสีออกไซด์ (ZnO) และ ออกไซด์ของอินเดียมที่เจือด้วยดีบุก (ITO)
 - 2) ชั้นบัฟเฟอร์ (Buffer-layer) เป็นชั้นที่ถูกสร้างทับชั้นกระเจกโดยวัสดุที่ใช้คือ แคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) เพื่อให้เป็นชั้น n โดยความหนาที่ใช้จะอยู่ในช่วง 700 นาโนเมตร (nm)
 - 3) ชั้นดูดกลืนแสง (Absorber-Layer) จะถูกสร้างทับชั้นบัฟเฟอร์ด้วยวัสดุ CIGS ที่ความหนาประมาณ 1-2.5 ไมโครเมตร (μm)
 - 4) กระเจกเคลือบชั้นโลหะโมลิบดีนัม (Mo)
- ลักษณะโครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์แสดงดังรูปที่ 3.3-5



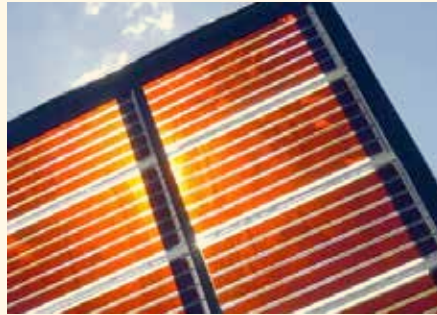
รูปที่ 3.3-5 ลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์

ที่มา : www.solarmade.com

3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

เซลล์แสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (Dye - Sensitized Solar Cells) และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดควอนตัมดอต (Quantum Dot Solar Cells) เป็นต้น อย่างไรก็ตามเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่พัฒนาใหม่นี้ยังไม่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลายจึงยังไม่มีการใช้ในเชิงพาณิชย์

ชนิดสีย้อมไวแสง



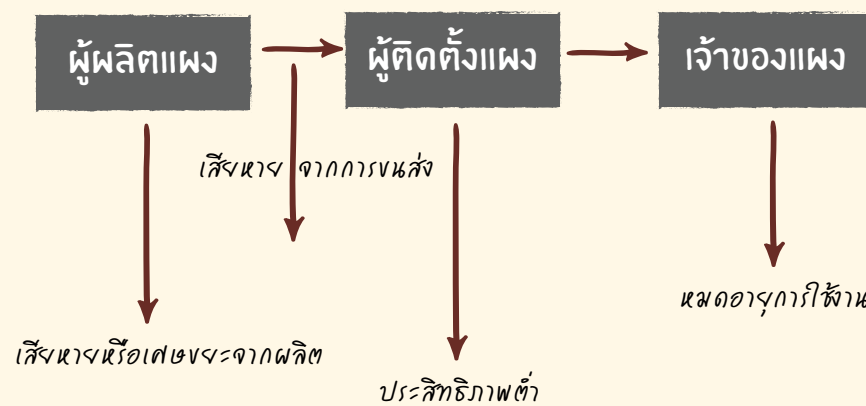
ชนิดควอนตัมดอต



ที่มา : assets.inhabitat.com; <https://th.wikipedia.org>

3.4 ขยะที่เกิดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ในการผลิต การติดตั้งและการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้นั้นย่อมมีเศษเสี้ยวหรือเศษขยะที่ถูกปล่อยออกมาระหว่างกระบวนการต่างๆ รวมถึงเมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์หมดอายุการใช้งานด้วย

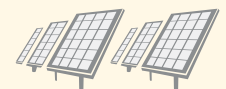


รูปที่ 3.4-1 แผงผังแสดงการเกิดขยะในกระบวนการตั้งแต่การผลิตติดตั้งจนถึงเมื่อแผงหมดอายุการใช้งาน

ซึ่งเมื่อพิจารณาตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลงไปรายละเอียดแล้ว พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันที่จะกลายเป็นขยะเมื่อมีการทิ้งออกมา ทั้งนี้ส่วนประกอบนั้นขึ้นอยู่กับผู้ผลิตว่าใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ หรือลดค่าใช้จ่ายอย่างไรบ้าง โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามลักษณะโครงสร้างและวัสดุที่ใช้ ซึ่งสามารถจำแนกองค์ประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนผลึกและชนิดฟิล์มบางดังตารางต่อไปนี้

	ชนิดผลึกซิลิคอน (Crystalline Silicon : C-Si)	ชนิดฟิล์มบางซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell : A-Si)	ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์ (Cadmium Telluride : CdTe)	ชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์ (Copper Indium Gallium diSelenide: CIGS)
ส่วนประกอบ (ร้อยละโดยประมาณ)				
กระจก	80	85	96	81
กรอบอลูมิเนียม	10	10	<0.01	12
ซิลิคอน	3	<0.1		
วัสดุห่อหุ้ม (EVA)	6.5	5	3.5	6
วัสดุ Tedlar	0.12	<0.1	0.01	0.12
กาวเชื่อมประสาน	<0.1	<0.1	<0.01	<0.1
เอ็มดีไอ				
ทองแดง (Copper)	0.6		1.0	0.85
ดีบุก				0.02
สังกะสี				0.03
ตะกั่ว			0.07	
แคดเมียม (Cadmium)			0.07	
โลหะเงิน (Silver)	<0.006		<0.01	

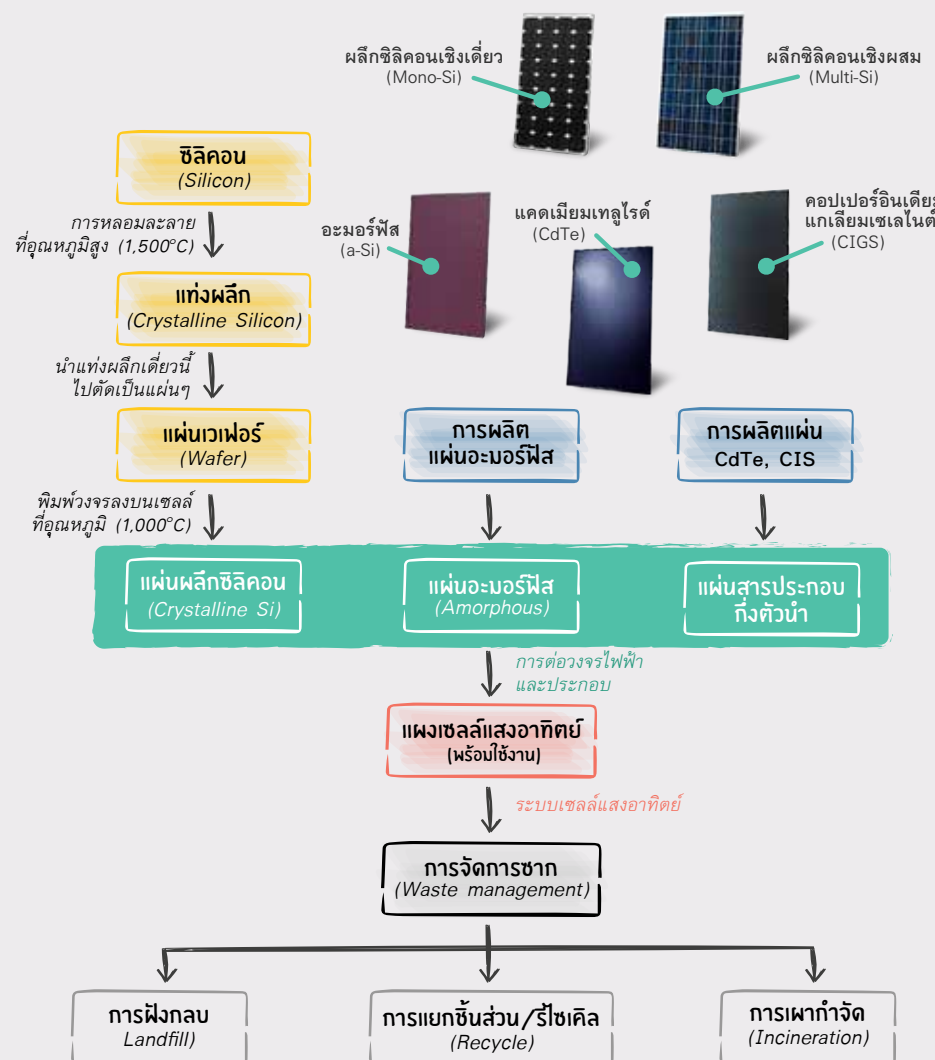
ที่มา : PV Cycle study, 2007



ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากขยะโครงการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์

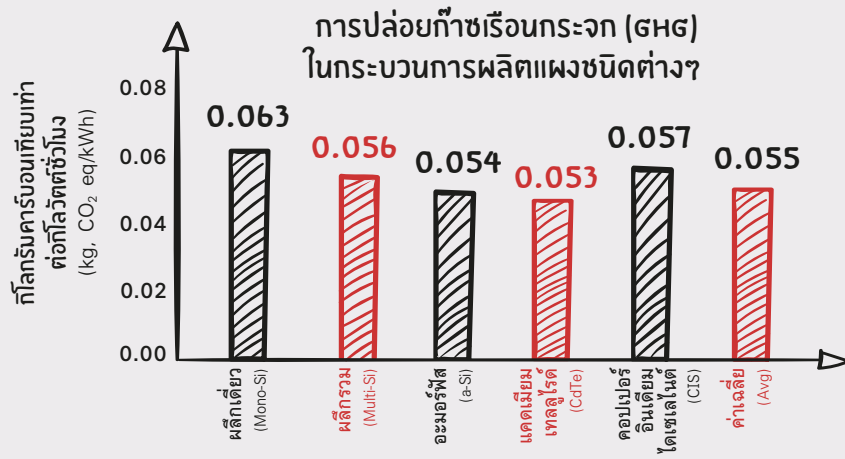


ในส่วนของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จะกล่าวถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA) เพื่อวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งพิจารณาตั้งแต่ การผลิตวัตถุดิบ การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ การผลิตแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ การประกอบ การต่อวงจรไฟฟ้า การใช้งาน จนกระทั่งการกำจัดซากหลังการใช้งาน แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 ขอบเขตการศึกษาของไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

โดยการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะทำการประเมินโดย SimaPro โดยใช้ ReCipe 1.07 เป็นวิธีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Impact Assessment: LCIA) โดยเน้นการประเมินในเรื่องของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ของแผงชนิดต่างๆ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ พบว่าวัฏจักรชีวิตของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีลำดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทอื่น คือ ซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (Mono-Crystalline Silicon) ดังแสดงในรูปที่ 4-2 แต่ทั้งนี้หากพิจารณาการเปรียบเทียบโรงไฟฟ้าแสงอาทิตย์กับโรงไฟฟ้าประเภทอื่น แล้วจะพบว่าการปล่อยมลพิษโดยตรงของโรงไฟฟ้าแสงอาทิตย์ไม่มีเลย ดังแสดงในรูปที่ 4-3



รูปที่ 4-2 : ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแผงชนิดต่างๆ (จากการประเมิน LCA)

นอกจากนี้ในแง่การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในหลายๆ ด้าน พบว่าการจัดการขยะ การจัดการซากแบบรีไซเคิลส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ น้อยกว่าการฝังกลบ เนื่องด้วยการรีไซเคิลมีการนำวัสดุประเภท อะลูมิเนียม แก้ว คอปเปอร์ และเหล็ก มารีไซเคิลทดแทนวัสดุที่ผลิตจากฟอสซิล

การพิจารณาทำการเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแหล่งผลิตต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4-3 และรูปที่ 4-3 ผลการศึกษาจะจำแนกผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน 3 ส่วน ได้แก่

- 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการก่อสร้างและผลิตอุปกรณ์ อาทิ การสร้างโรงไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้าจากพลังงานฟอสซิล การสร้างกังหันลมและเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับไฟฟ้าจากพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น
- 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตวัตถุดิบ (เชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า)
- 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากพลังงานฟอสซิล (การเผาไหม้ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันเตาในโรงไฟฟ้า)

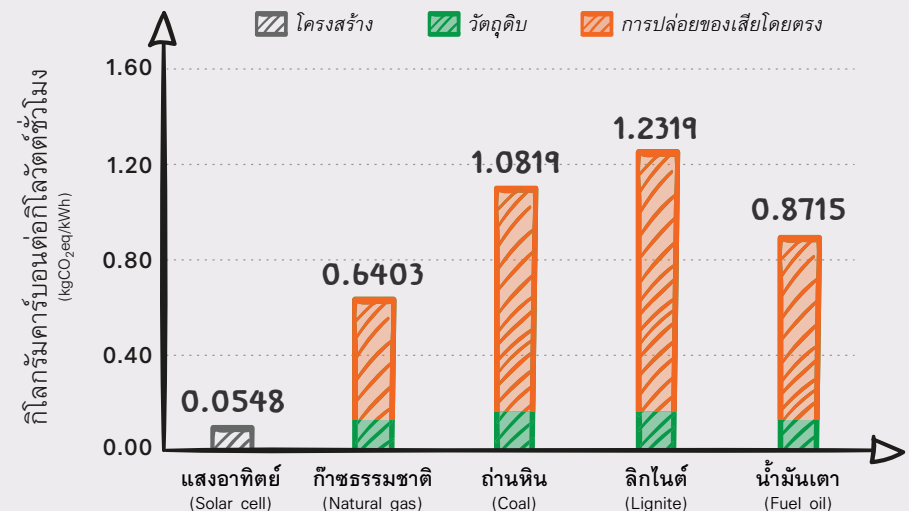
สำหรับไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่มี การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาของเชื้อเพลิงและการเผาไหม้เชื้อเพลิง จากรูปที่ 4-3 พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จึงส่งผลให้ไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าพลังงานแสงอาทิตย์

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กิโลกรัมคาร์บอนเทียบเท่าต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (kgCO₂eq/kWh)

แหล่งพลังงาน	การก่อสร้างและผลิตวัตถุดิบ	การได้มาของเชื้อเพลิง	การเผาไหม้เชื้อเพลิง	รวม
แสงอาทิตย์ (เฉลี่ย)	0.0548	—	—	0.0548
ก๊าซธรรมชาติ	0.0003	0.11	0.53	0.6403
ถ่านหิน	0.0019	0.15	0.93	1.0819
ลิกไนต์	0.0019	0.16	1.07	1.2319
น้ำมันเตา	0.0015	0.10	0.77	0.8715

ตารางที่ 4-3: ผลกระทบภาวะโลกร้อนของไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแหล่งพลังงานต่างๆ *



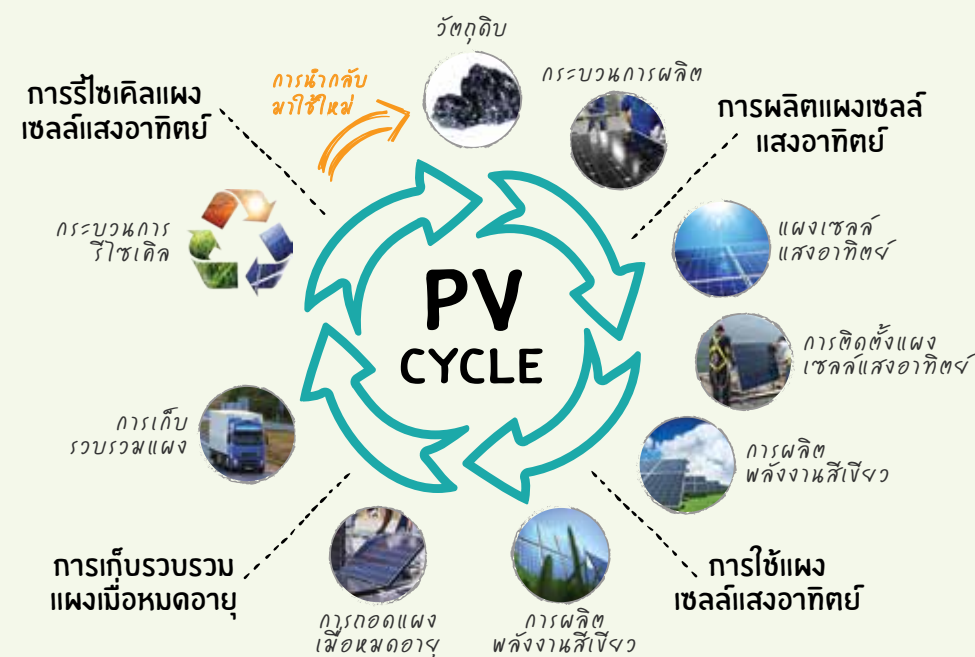
รูปที่ 4-3: ผลการศึกษาการเปรียบเทียบด้านภาวะโลกร้อนของไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแหล่งผลิตต่างๆ

*1) ฐานข้อมูล Ecoinvent 2.20 (ฐานข้อมูลการผลิตไฟฟ้าในกลุ่มประเทศ UCTE: Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity)

แนวทางป้องกันและวิธีการกำจัด ขยะที่เกิดจากโครงการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์

ปัจจุบันอุปกรณ์หลักที่จะเกิดเป็นขยะจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าและหม้อแปลงกระแสไฟฟ้านับเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะถูกส่งต่อไปให้กับผู้รับกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแยกชิ้นส่วนและส่งต่อไปกำจัดหรือรีไซเคิลต่อไปตามกระบวนการที่เหมาะสม แต่สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นในปริมาณมากนั้น ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดกระบวนการบริหารจัดการที่เหมาะสมและตั้งโรงกำจัดภายในประเทศ ดังนั้นในคู่มือฯ นี้จึงเน้นไปที่การบริหารจัดการขยะจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นส่วนใหญ่

เป็นที่ทราบกันดีว่าเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไปจะมีอายุการใช้งานประมาณ 20-25 ปี และภายหลังจากที่ผ่านการใช้งานเป็นเวลาดังกล่าวแล้ว จำเป็นที่จะต้องมีการจัดการกับขยะที่เกิดขึ้น โดยรูปที่ 5-1 แสดงวัฏจักรหมุนเวียนของการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานกระทั่งนำเข้าสู่กระบวนการนำมารีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ซึ่งข้อดีประการหนึ่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนนั้นคือสามารถนำวัตถุดิบหลักกลับมาเข้าสู่กระบวนการคัดแยกทำให้ได้ชิ้นส่วนต่างๆ ที่สามารถนำกลับมาผลิตเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อีก



รูปที่ 5-1 วัฏจักรของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน

5.1 ลักษณะการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 - 25 ปีภายหลังการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์จะมีอัตราการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ต่ำเกินกว่าการยอมรับได้ (อย่างไรก็ตามบางผู้ผลิตสามารถใช้งานได้ถึง 30 ปี) โดยลักษณะทางกายภาพของแผงเซลล์ก็จะเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่ยังใหม่อยู่ เช่น สีของกระจกด้านหน้า การหลุดร่อนของแผ่น Tedlar การเกิดฟองอากาศและความชื้นภายในจำนวนมาก Junction Box เกิดความเสียหาย ขั้วต่อไฟฟ้าภายในเกิดความเสียหาย เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสื่อมสภาพแล้วในรูปที่ 5.1-1

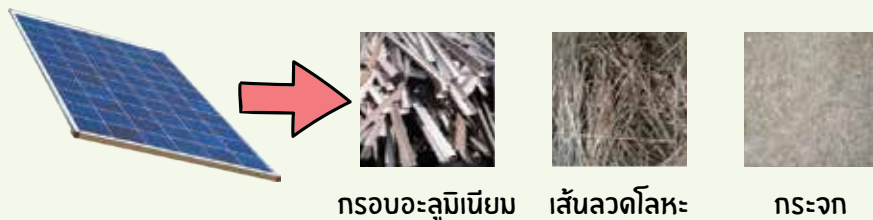


รูปที่ 5.1-1 ตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนที่เสื่อมสภาพ
ที่มา : <http://www.renewableenergyfocus.com>

5.2 ขั้นตอนการจัดการกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

กระบวนการจัดการกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่มีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การแยกวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ วัสดุที่เป็นโลหะซึ่งประกอบไปด้วย Aluminum Frame Ribbon และกระจก สามารถนำเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลของวัสดุเหล่านั้นได้เลย



รูปที่ 5.2-1 ส่วนประกอบต่างๆ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

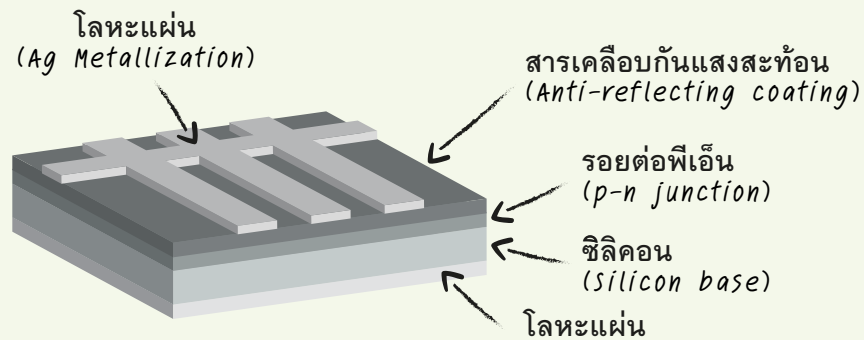
2) การแยกวัสดุอื่นๆ ด้วยความร้อน เป็นการให้ความร้อนหรือเผาเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยอุณหภูมิประมาณ 600 องศาเซลเซียสเพื่อแยกวัสดุต่างๆ ออกจากกัน วิธีการนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากรวดเร็วและประหยัด โดยเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการนี้ EVA และ Tedlar จะถูกเผาผลาญและอุปกรณ์อื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.2-2



รูปที่ 5.2-2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกนำไปเผาด้วยความร้อน 600 องศาเซลเซียส
ที่มา : <https://www.bnl.gov>

3) การแยกสารด้วยกระบวนการทางเคมี สำหรับตัวเซลล์แสงอาทิตย์นั้นเนื่องจากถูกเคลือบด้วยวัสดุบางชนิดเพื่อลดการสะท้อน จึงจำเป็นต้องทำการกัดเอาสารเคมีที่เคลือบด้วยกระบวนการทางเคมี ซึ่งโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนทั่วไปแสดงดังรูปที่ 5.2-3 โดยจะมีปัญหาที่สำคัญคือ การเลือกใช้สารเคมีให้ตรงกับประเภทของสารเคมีที่ใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารป้องกันการสะท้อนจากผิวโลหะด้านหลังซึ่งตัวอย่างวัสดุที่มีการนำมาใช้งาน ได้แก่

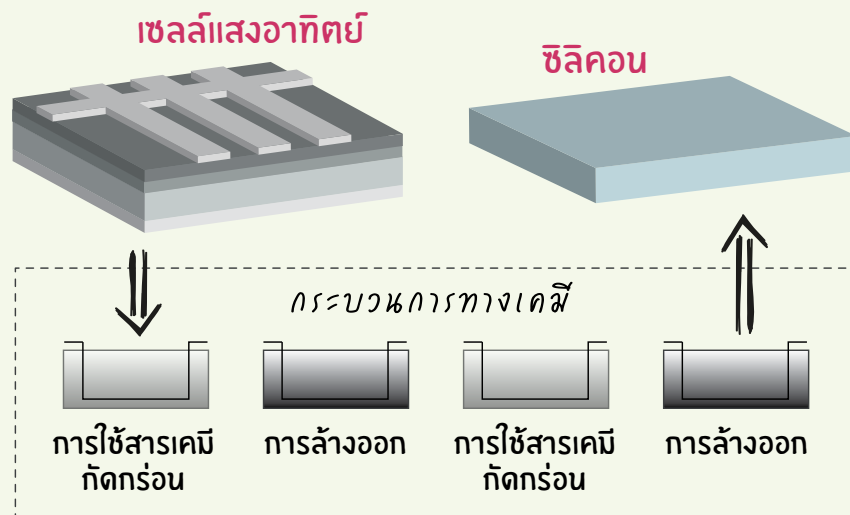
- แทนทาลัม เพนทอกไซด์ (Ta_2O_5)
- ไททาเนียม ไดออกไซด์ (TiO_2)
- ซิลิคอน โมโนออกไซด์ (SiO)
- ซิลิคอน ไดออกไซด์ (SiO_2)
- ซิลิคอน ไนไตรด์ (Si_3N_4)
- อะลูมิเนียม ออกไซด์ (Al_2O_3)
- อินเดียม ไทโรออกไซด์ (In_2O_3)



รูปที่ 5.2-3 ส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์แสงอาทิตย์

ที่มา : E. Klugmann-Radziemska, P. Ostrowski / Renewable Energy 35 (2010) 1751-1759

ตัวอย่างขั้นตอนการกัดและล้างชั้นป้องกันการสะท้อนของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน แสดงดังรูปที่ 5.2-4 และเมื่อผ่านกระบวนการกัดและล้างแล้วจะได้ผลึกซิลิคอน เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการหลอมต่อไป



รูปที่ 5.2-4 กระบวนการกัดและล้างชั้นป้องกันการสะท้อนแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน

ที่มา : E. Klugmann-Radziemska, P. Ostrowski / Renewable Energy 35 (2010) 1751-1759



รูปที่ 5.2-5 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการกัดชั้นป้องกันการสะท้อนแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน

ที่มา : <https://www.bnl.gov>

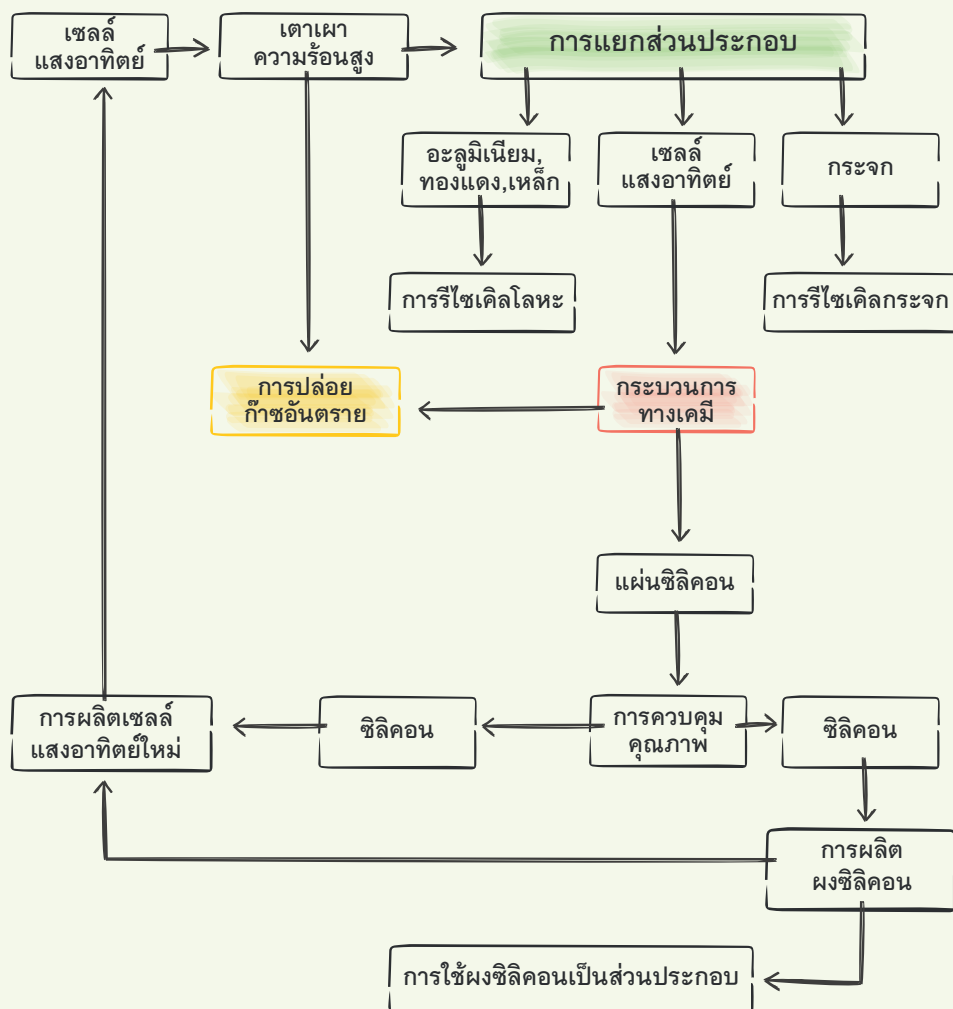
4) การหลอมซิลิคอน หลังจากที่ได้ผ่านการกัดชั้นป้องกันการสะท้อนแสงแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การหลอมชิ้นส่วนของผลึกซิลิคอนให้เป็นแท่งผลึกเพื่อใช้เป็นวัสดุตั้งต้นก่อนนำกลับมาสร้างแผ่นเวเฟอร์อีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 5.2-6



รูปที่ 5.2-6 ผลึกเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผ่านการกัดชั้นป้องกันการสะท้อนแสงแล้วถูกนำมาหลอมใหม่อีกครั้ง

ที่มา : <https://www.bnl.gov>

ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ดังแสดงในรูปที่ 5.2-7



รูปที่ 5.2-7 แผนผังกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน

ที่มา : E. Klugmann-Radziemska, P. Ostrowski / Renewable Energy 35 (2010) 1751-1759

เมื่อผ่านกระบวนการคัดแยกต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว จะได้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ดังตัวอย่างวัสดุต่างๆ ที่ได้จากการรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนแสดงในตารางที่ 5.2-1

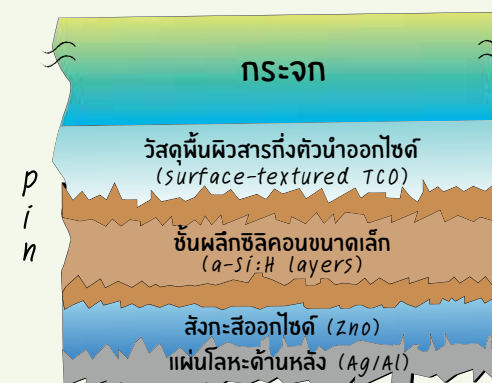
วัสดุ	น้ำหนักขาเข้า (กิโลกรัม)	ปริมาณสัมพัทธ์ (%)	น้ำหนักขาออก (กิโลกรัม)	ผลผลิต (%)
กระจก	5.93	65.82	5.75	96.96
พลาสติก	0.94	10.43	—	—
เซลล์ที่แตกหัก	0.26	2.89	0.22	84.62
เส้นลวดทองแดง	0.09	1.00	0.07	77.78
อะลูมิเนียม	1.58	17.54	1.58	100.00
กล่องแยกสาย	0.21	2.33	—	—
รวม	9.01	100.00	7.62	84.57

ตารางที่ 5.2-1 วัสดุต่างๆ ที่ได้จากการกระบวนการรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน

ที่มา : <https://www.bnl.gov>

5.3 แนวทางการจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน

การพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน เกิดขึ้นในช่วงที่มีการขาดแคลนวัสดุซิลิคอน ผู้ผลิตจึงได้พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ปริมาณซิลิคอนน้อยลง การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้เป็นการเคลือบสารหรือเคลือบฟิล์มซิลิคอนลงบนวัสดุตั้งต้นเท่านั้น โครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้จึงประกอบด้วยวัสดุตั้งต้นซึ่งอาจจะเป็นกระจก หรือ พลาสติกฟิล์ม เป็นต้น การจัดการกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้หลังจากครบอายุการใช้งานแล้ว จะต้องนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านกระบวนการทางความร้อนเพื่อแยกวัสดุและสารเคลือบผิวออกจากกัน เช่นเดียวกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอน



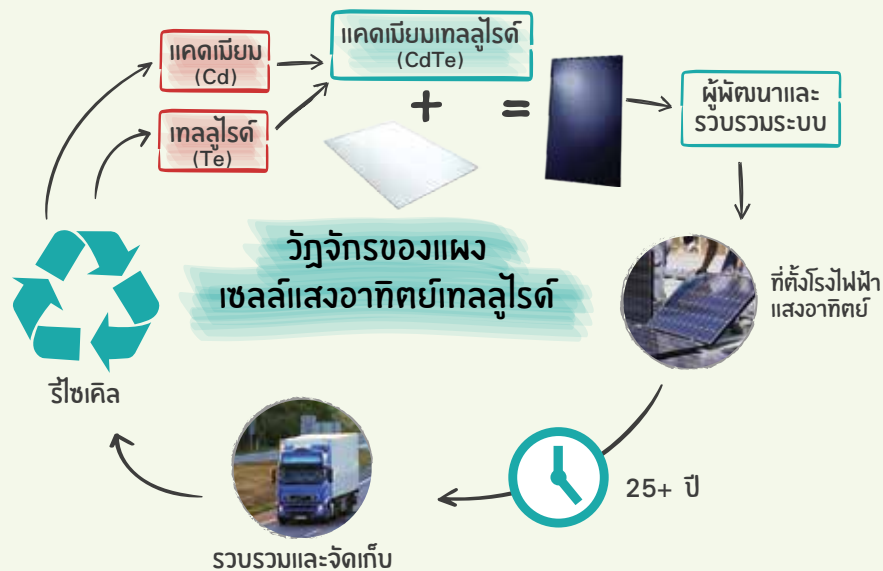
ปัจจุบันยังไม่มีมีการนำเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอนกลับมาใช้ใหม่ในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้เพิ่งเริ่มใช้ในการผลิตไฟฟ้าได้ไม่นานมานี้ ส่วนใหญ่จึงอยู่ในขั้นตอนการศึกษาและวิจัย จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอนนี้ จะขึ้นอยู่กับวัสดุฐานหรือวัสดุตั้งต้นที่นำมาใช้ด้วย



รูปที่ 5.3-1 ลักษณะโครงสร้างและรูปแบบการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน
ที่มา : Miro Zeman, 2012

5.4 แนวทางการจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์และชนิดคอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนต์

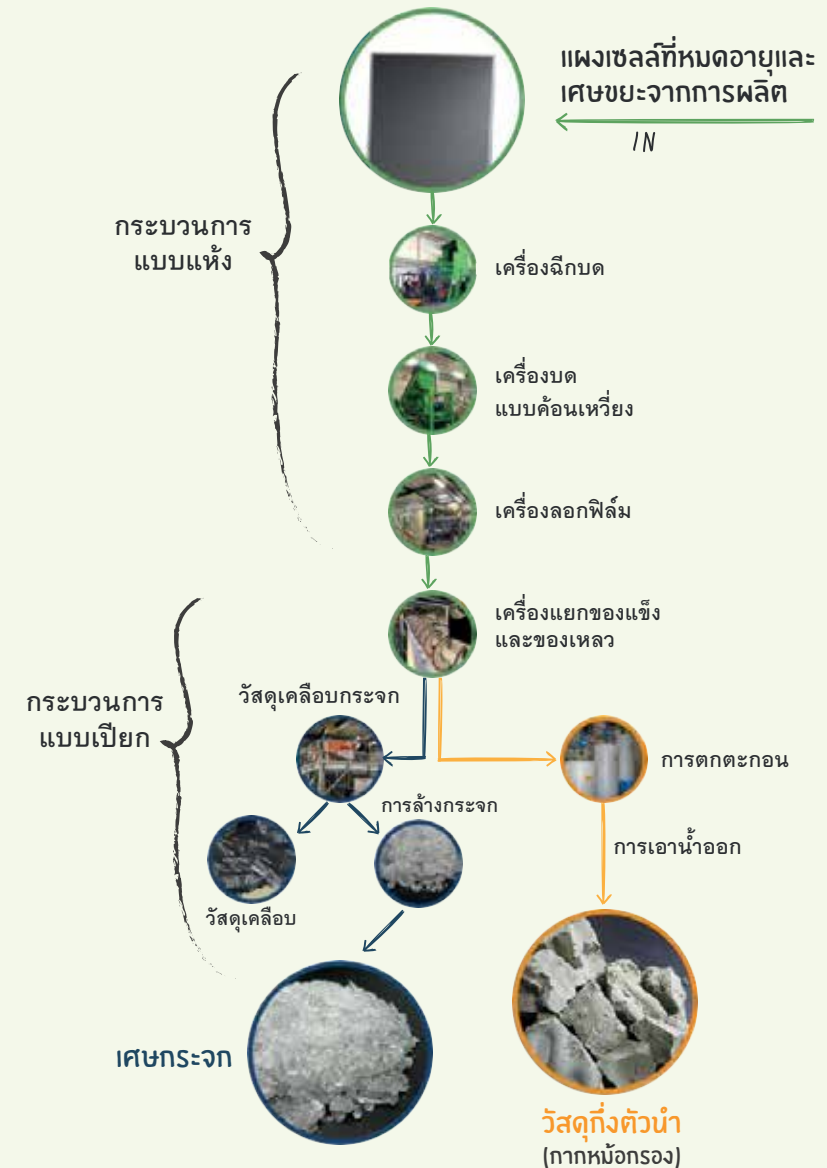
สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์นั้น บริษัทซึ่งถือว่าเป็นบทบาทสำคัญและเป็นผู้นำเทคโนโลยีนี้ คือ บริษัท First Solar โดยกระบวนการจัดการกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ซึ่งมีวัฏจักรของแผงเซลล์ดังรูปที่ 5.4-1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์จะมีช่วงเวลาในการใช้งานเช่นเดียวกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอื่นกล่าวคือ จะมีระยะเวลาใช้งานประมาณ 20 - 25 ปี ซึ่งหลังจากผ่านการใช้งานตามระยะเวลาแล้ว บริษัทผู้ผลิตจะทำการเรียกเก็บแผงกลับโรงงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่



รูปที่ 5.4-1 วัฏจักรของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เทลลูไรด์
ที่มา : <http://www.firstsolar.com>

ขั้นตอนการจัดการกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางแคดเมียมเทลลูไรด์เพื่อกลับมาใช้ใหม่

ในขั้นตอนการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์แคดเมียมเทลลูไรด์กลับมาใช้ใหม่ จะขออ้างอิงกระบวนการของบริษัท First Solar เป็นหลัก โดยมีขั้นตอนการดังรูปที่ 5.4-2



รูปที่ 5.4-2 ขั้นตอนการรีไซเคิลแผงเซลล์แสงอาทิตย์แคดเมียมเทลลูไรด์
ที่มา : <http://www.firstsolar.com>

ขั้นตอนในการจัดการกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางแคดเมียมเทลลูไรด์ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ มีกระบวนการดังต่อไปนี้

1) การบดหยาบ (Shredder) โดยจะนำแผงเซลล์ที่เรียกเก็บมาจากพื้นที่ติดตั้งทำการแยกกรอบอะลูมิเนียม และกล่องพักไฟฟ้า (Junction Box) ออกแล้วนำเข้าสู่กระบวนการบดหยาบ

2) การบดละเอียด (Hammer Mill) ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการบดหยาบแล้วกระบวนการต่อไปจะเป็นขั้นตอนการบดละเอียด โดยเมื่อเสร็จสิ้นการบดละเอียดแล้วจะทำให้ได้ชิ้นส่วนแผงเซลล์ขนาดเล็กประมาณ 4-5 มิลลิเมตร ก่อนจะเข้านำเข้าสู่กระบวนการต่อไป

3) การลอกฟิล์ม (Film Removal) เศษแผงเซลล์ที่ถูกบดละเอียดจะถูกลำเลียงเข้าสู่กระบวนการลอกฟิล์ม โดยเศษชิ้นส่วนของเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกกัดด้วยกรดภายในถังปฏิกิริยาที่จะมีการหมุนอย่างช้าๆ เพื่อให้เกิดการกัดอย่างทั่วถึง

4) การคัดแยกกระหว่างของแข็งและของเหลว (Solid-Liquid Separation) หลังจากที่ผ่านมาการกัดด้วยกรดแล้ว ส่วนผสมระหว่างกระจกและของเหลวที่ผ่านกระบวนการกัดจะถูกกรองและคัดแยกให้เป็นส่วนของเหลว ซึ่งจะมีส่วนประกอบของสารกึ่งตัวนำแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) และแคดเมียมเทลลูไรด์ (CdTe) จะละลายอยู่ในส่วนนี้ และในส่วนของกระจกและฟิล์มห่อหุ้มเซลล์แสงอาทิตย์ (EVA) นั้นจะถูกคัดแยกรวมกันเป็นส่วนของแข็งเพื่อเข้าสู่กระบวนการถัดไป

5) การกรองวัสดุสารกึ่งตัวนำ (Material-Rich Filter Cake) หลังจากสารละลายที่มีส่วนผสมของสารกึ่งตัวนำและตัวทำละลายถูกแยกจากกระจกและฟิล์มห่อหุ้มเซลล์แสงอาทิตย์ (EVA) แล้ว สารกึ่งตัวนำที่ปนอยู่กับของผสมระหว่างตัวทำละลายจะถูกกรองให้เหลือเฉพาะสารกึ่งตัวนำอีกครั้งซึ่ง เมื่อผ่านกระบวนการนี้แล้วพบว่าสามารถได้สารกึ่งตัวนำที่สามารถนำกลับมาใช้งานได้มากถึง 95%

6) การแยกของแข็ง (Glass – Laminate Screen) สำหรับส่วนของ กระจกที่ประกอบไปด้วยกระจกและฟิล์มห่อหุ้มเซลล์แสงอาทิตย์ (EVA) นั้นก็จะถูกคัดแยกอีกด้วยวิธีการคัดกรองด้วยการสั่นสะเทือน (Vibration Screen) อีกครั้ง จนในที่สุดเมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะทำให้ได้กระจกประมาณ 90% ของปริมาณตั้งต้น

ในส่วน of เซลล์คอปเปอร์อินเดียมแกลเลียมไดเซเลไนด์ จะมีขั้นตอนการนำกลับมาใช้ใหม่เช่นเดียวกับชนิดแคดเมียมเทลลูไรด์เนื่องจากเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางที่มีกระบวนการผลิตคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันเฉพาะสารเคมีที่ใช้เท่านั้น



แนะนำกฎหมายและระเบียบที่ เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะจาก โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน แสงอาทิตย์



ในปัจจุบันกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการขยะที่ใกล้เคียงกับขยะจากระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ นั้นมี

1) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 บัญญัติขึ้นเพื่อ “ประโยชน์ในการร่วมกันส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของชาติ... (มาตรา 6)” และเพื่อ “เป็นการป้องกันแก้ไข ระวังหรือบรรเทาเหตุฉุกเฉิน หรือเหตุ ภัยอันตรายจากภาวะมลพิษ... (มาตรา 10)” โดยพระราชบัญญัตินี้ มีการกำหนดสิทธิของประชาชนและอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และราชการส่วนท้องถิ่นให้ร่วมกันในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และกำหนดแนวทางปฏิบัติ ซึ่งพระราชบัญญัตินี้เป็นการวางกรอบนโยบายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม การวางแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม การประกาศเขตอนุรักษ์และพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม การกำหนดให้โครงการขนาดใหญ่ต้องทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นต้น แต่ไม่ได้มีบทบัญญัติเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมหรือการรีไซเคิลของเหลือทิ้งประเภทแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในส่วนของพระราชบัญญัติเพียงแต่ระบุในส่วนของ การควบคุมมลพิษเกี่ยวกับมลพิษอื่น และของเสียอันตรายไว้ว่า “...ในกรณีที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้โดยเฉพาะให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดและประเภทของของเสียอันตรายที่เกิดจากการผลิตการใช้สารเคมีหรือวัตถุดิบอันตรายในกระบวนการผลิต... (มาตรา 39)”

2) พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ถูกบัญญัติขึ้นเพื่อให้ควบคุมดูแลการประกอบกิจการโรงงานให้เหมาะสม โดยในบางส่วนกล่าวถึงเรื่องการให้โรงงานต้องปฏิบัติตามในเรื่อง “...มาตรฐานและวิธีควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษหรือสิ่งใดๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดขึ้นจากการประกอบกิจการโรงงาน... (มาตรา 8 (5))” และในมาตรา 8 (4) ได้ให้รัฐมนตรีมีอำนาจออกกฎกระทรวงเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ที่ต้องปฏิบัติ กรรมวิธีการผลิตและการจัดให้มีอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นใดเพื่อป้องกันหรือระงับหรือบรรเทาอันตรายความเสียหายหรือความเดือดร้อนที่อาจเกิดแก่บุคคลหรือทรัพย์สินที่อยู่ในโรงงานหรือที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงงาน ซึ่งในกรณีนี้รัฐมนตรีอาจใช้อำนาจดังกล่าวออกกฎกระทรวงเพื่อกำหนดให้โรงงานปฏิบัติตามเกี่ยวกับการรีไซเคิลวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต แต่จะไม่สามารถกำหนดให้ผู้ผลิตต้องเรียกคืนเศษทิ้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แล้วกลับมารีไซเคิลได้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนหลังการขายผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภคไปแล้ว

3) พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 เน้นในเรื่องการให้อำนาจรัฐมนตรีในการออกกฎกระทรวงเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการและมาตรการในการควบคุมหรือกำกับดูแลสำหรับกิจการหรือการดำเนินการในเรื่องต่างๆ ตามพระราชบัญญัติฯ และเรื่องการกำหนดมาตรฐานสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของประชาชน และวิธีการดำเนินการเพื่อตรวจสอบควบคุมหรือกำกับดูแล หรือแก้ไขสิ่งที่จะมีผลกระทบต่อสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของประชาชน โดยในเรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลและมูลฝอยในเขตราชการส่วนท้องถิ่นใดให้อำนาจหน้าที่ของราชการส่วนท้องถิ่นนั้น ซึ่งในมาตรา 20 ได้กำหนดไว้ว่า "...เพื่อประโยชน์ในการรักษาความสะอาดและการจัดระเบียบในการเก็บ ขน และกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอย ให้ราชการส่วนท้องถิ่นมีอำนาจออกข้อกำหนดของท้องถิ่นดังต่อไปนี้

- (1) ห้ามการถ่าย เท ทิ้ง หรือทำให้มีขึ้นในที่หรือทางสาธารณะซึ่งสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยนอกจากในที่ที่ราชการส่วนท้องถิ่นจัดไว้ให้
- (2) กำหนดให้มีที่รองรับสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยตามที่หรือทางสาธารณะและสถานที่เอกชน
- (3) กำหนดวิธีการเก็บ ขน และกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยหรือให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารหรือสถานที่ใดๆ ปฏิบัติให้ถูกต้องด้วยสุลักษณะตามสภาพหรือลักษณะการใช้อาคาร หรือสถานที่นั้นๆ
- (4) กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการใช้บริการของราชการส่วนท้องถิ่นในการเก็บและขนสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยไม่เกินอัตราตามที่กำหนดในกฎกระทรวง..."

ทำให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและเจ้าพนักงานสาธารณสุขมีอำนาจในการควบคุมดูแลและอนุญาตกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน และกำหนดการเก็บ ขน และกำจัดขยะมูลฝอย ดังนั้นจึงมีอำนาจจำกัดเฉพาะเรื่อง โดยไม่สามารถไปกำหนดหน้าที่ให้ผู้ประกอบการเรียกคืนเศษเหลือทิ้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จำหน่ายไปแล้วได้ ทั้งนี้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งจะทำได้แต่เพียงแค่ จัดเก็บและขนขยะดังกล่าวไปกำจัดตามหน้าที่ตามงบประมาณของตนเท่านั้น

4) พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 นี้เน้นเกี่ยวกับการรักษาความสะอาดในที่สาธารณะและสถานสาธารณะ โดยกำหนดให้ "...เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารหรือบริเวณของอาคารที่อยู่ติดกับทางเท้า มีหน้าที่ดูแลรักษาความสะอาดทางเท้าที่อยู่ติดกับอาคารหรือบริเวณของอาคาร... (มาตรา 6)" "...ในกรณีที่เป็นตลาด ไม่ว่าจะเป็นตลาดที่ขายอาหารหรือสินค้าประจำทุกวันหรือเฉพาะคราว ให้เจ้าของตลาดมีหน้าที่ดูแลรักษาความสะอาดทางเท้าที่อยู่ติดกับตลาด และให้ผู้ครอบครองส่วนหนึ่งส่วนใดของตลาดมีหน้าที่รักษาความสะอาดบริเวณตลาดที่ตนครอบครอง... (มาตรา 6)" นอกจากนี้พระราชบัญญัติฯ ยังมีข้อห้ามที่ห้ามจะครอบคลุมไปถึงการทิ้งขยะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อาทิเช่น "...ห้ามมิให้ผู้ใดทิ้ง วาง หรือกองวัตถุใดๆ บนถนนเว้นแต่เป็นการกระทำในบริเวณที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นหรือพนักงานเจ้าหน้าที่ประกาศกำหนดด้วยความเห็นชอบของเจ้าพนักงานจราจร... (มาตรา 19)" "...ห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยในสถานสาธารณะนอกภาชนะหรือที่ที่ราชการส่วนท้องถิ่นได้จัดไว้... (มาตรา 31 (2))" "...ห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยลงบนที่สาธารณะ... (มาตรา 32 (1))" ซึ่งในพระราชบัญญัติฯ มีการกำหนดอำนาจหน้าที่ของเจ้าพนักงานท้องถิ่นหรือพนักงานเจ้าหน้าที่ในการบริหารจัดการและควบคุมดูแล

5) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548

ในประกาศฯ นี้ สิ่งปฏิกูลที่ไม่ใช้แล้ว หมายความว่า "สิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการโรงงาน รวมถึงของเสียจากวัตถุดิบ ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ของเสียที่เป็นผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ และน้ำทิ้งที่มีองค์ประกอบหรือมีคุณลักษณะที่เป็นอันตราย" ซึ่งมีการกำหนดให้ผู้ก่อกำเนิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว "...ต้องไม่ครอบครองสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไว้ในโรงงานเกินระยะเวลา 90 วัน... (หมวด 2 ข้อ 6)" "...ต้องมีผู้ควบคุมดูแลระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมที่มีความรู้เฉพาะด้าน... (หมวด 2 ข้อ 7)" "...ต้องจัดทำแผนป้องกันอุบัติเหตุเพื่อรองรับเหตุฉุกเฉิน ในกรณีเกิดเหตุรั่วไหลอันตราย การระเบิดของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วหรือเหตุที่คาดไม่ถึง... (หมวด 2 ข้อ 8)" "...ห้ามมิให้นำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม... (หมวด 2 ข้อ 9)" "...ต้องส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตรายให้กับผู้รวบรวมและขนส่ง หรือผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเท่านั้น... (หมวด 2 ข้อ 10)" "...ต้องมีใบกำกับการณ์ขนส่ง เมื่อมีการนำของเสียอันตรายออกนอกบริเวณ

โรงงานทุกครั้ง... (หมวด 2 ข้อ 11)” “...ต้องทำการตรวจสอบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และต้องรับผิดชอบต่อภาระความรับผิด (liability) ในกรณีสูญหาย เกิดอุบัติเหตุ การทิ้งผิดที่ หรือการลักลอบทิ้ง และการรับคืน เนื่องจากข้อขัดแย้งที่ไม่เป็นไปตามสัญญาการให้บริการระหว่างผู้ก่อกำเนิดและผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว จนกว่าผู้บำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจะรับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้นไว้ในครอบครอง... (หมวด 2 ข้อ 12)”

โดยผู้รับบำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว “...ต้องปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด... (หมวด 4 ข้อ 17)” “...ต้องรับบำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเฉพาะที่ได้รับอนุญาตตามเงื่อนไขการประกอบกิจการโรงงานที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานและต้องแจ้งเป็นหนังสือให้ผู้ให้บริการทราบถึงประเภทของกิจการที่ได้รับอนุญาต ประเภทของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่สามารถรับดำเนินการได้ พร้อมแนบสำเนาใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน... (หมวด 4 ข้อ 18)” นอกจากนี้ในประกาศ ฉบับนี้มีการระบุรหัสของชนิดและประเภทของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งได้รวมของเสียจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้าและแบตเตอรี่ เอาไว้ด้วย อย่างไรก็ตามประกาศ ฉบับนี้ยังไม่ได้มีการระบุชัดเจนเกี่ยวกับรหัสของชนิดและประเภทของสิ่งปฏิกูลของขยะแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

ในประกาศฯ นี้เป็นบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายที่จัดทำไว้ โดยกำหนดให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครองวัตถุอันตรายตามที่ระบุ ที่ได้ดำเนินการโดยชอบด้วยกฎหมายอยู่ก่อนวันที่ประกาศฉบับนี้มีผลใช้บังคับ แจ้งการดำเนินการ หรือยื่นคำขออนุญาต หรือขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายชนิดตามที่กำหนดไว้

6) ร่างพระราชบัญญัติการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. ... (โดยกรมควบคุมมลพิษ)

มีการกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไข การจัดระบบรับคืนรวบรวม เก็บรักษา การขนส่ง การรีไซเคิล และการกำจัดซาก Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) และของเสียอันตรายจากชุมชนอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยใช้หลักการการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนควบคู่กับหลักการ “ความรับผิดชอบต่อที่เพิ่มขึ้นของผู้ผลิต” (Extended Producer Responsibility: EPR) หรือ Product Stewardship คือการกำหนดให้ผู้ผลิตและนำเข้าผลิตภัณฑ์เป็นผู้รับผิดชอบหลักในการนำซากผลิตภัณฑ์ฯ กลับมาจัดการอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีการกำหนดให้เจ้าหน้าที่ที่มีอำนาจสามารถเข้าตรวจสอบการดำเนินการได้ และยังมีการกำหนดบทลงโทษสำหรับผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามอย่างชัดเจนด้วย

ร่างพระราชบัญญัตินี้ได้มีมติคณะรัฐมนตรี อนุมัติหลักการร่างพระราชบัญญัติการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. ... ในวันที่ 19 พฤษภาคม 2558 และขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพิจารณาของคณะกรรมการกฤษฎีกาเสนอต่อสภานิติบัญญัติแห่งชาติต่อไป

*หมายเหตุ : เนื่องจากอยู่ในระหว่างจัดทำร่างฯ ดังนั้น เนื้อหาอาจมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

7) ประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

ตามประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานมีการแบ่งมาตรการออกเป็น 2 เรื่องคือ

- เรื่อง มาตรการป้องกัน แก๊ส และติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิกที่เข้าข่ายต้องได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2557 (≥ 1,000 kVA)
- เรื่อง มาตรการด้านการออกแบบติดตั้งและการจัดการขยะและกากของเสียสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิกที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2557 (< 1,000 kVA)

ในเรื่องมาตรการป้องกัน แก๊ส และติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิกที่เข้าข่ายต้องได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2557 ข้อที่ 4 ได้ระบุ “...ให้ผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิกที่ติดตั้งบนหลังคา ที่เข้าข่ายต้องได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า ปฏิบัติตามมาตรการป้องกันแก๊ส และติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice: CoP) ที่แนบท้ายประกาศ เฉพาะในหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) มาตรการด้านการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
- 2) มาตรการด้านการจัดการขยะและกากของเสีย...

ซึ่งผู้ขอรับใบอนุญาตผลิตไฟฟ้าจะต้องดำเนินการตาม CoP โดยเสนอรายการตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Checklist) พร้อมทั้งแสดงเอกสารและหลักฐานประกอบการยื่นคำขอรับใบอนุญาตฯ ที่ประกอบไปด้วยมาตรการทั้ง 11 ด้าน ให้ครอบคลุมตั้งแต่ระยะเตรียมการก่อสร้าง ระยะก่อสร้าง ระยะดำเนินการ รวมถึงขั้นตอนการรื้อถอนอาคาร เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ โดยในมาตรการทั้ง 11 ด้านนั้น มาตรการด้านการจัดการขยะและกากของเสียจะเป็นมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการและกำจัดกากขยะจากโรงไฟฟ้าแสงอาทิตย์มากที่สุด ที่ผู้ขอรับใบอนุญาตฯ จะต้องเสนอมาตรการว่ามีการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์รองรับขยะที่เกิดขึ้นในระยะก่อสร้าง และมีการจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ชำรุดหรือหมดอายุการใช้งานในระยะดำเนินการ และระยะรื้อถอนอาคาร เครื่องจักร หรืออุปกรณ์สอดคล้องกับแนวทางในกรณีดังต่อไปนี้

- กรณีส่งออกไปจัดการนอกประเทศ ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตรายและข้อกำหนดระหว่างประเทศ ทั้งนี้ เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จให้แจ้งสำนักงานทราบภายใน 30 วัน นับจากที่มีการส่งออกไปจัดการนอกประเทศ
- กรณีการจัดการภายในประเทศ ต้องดำเนินการฝังกลบในหลุมฝังกลบของเสียอันตราย (Secure Land Fill) หรือเผาทำลายด้วยเตาเผาเฉพาะของเสียอันตรายหรือจัดการโดยวิธีอื่นโดยให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน ทั้งนี้ ให้แจ้งสำนักงานทราบเป็นประจำทุกปี

สำหรับเรื่องมาตรการด้านการออกแบบติดตั้งและการจัดการขยะและกากของเสียสำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเทคโนโลยีแผงโฟโตโวลเทอิกที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2557 ในข้อที่ 4 ระบุให้ "...ผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ปฏิบัติตามประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice: CoP) ที่แนบท้ายประกาศนี้ ทั้งนี้ให้ผู้ประกอบกิจการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ยื่นเอกสารและหลักฐานที่แสดงว่าการออกแบบระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ของโครงการเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนด..." โดยจะเน้นแค่เพียงสองมาตรการคือ มาตรการด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และมาตรการด้านการจัดการขยะและกากของเสีย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการขยะและกากของเสียจากกิจกรรมการก่อสร้างโครงการ และเพื่อป้องกันการปนเปื้อนกากของเสียต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้เคียง

โดยผู้ได้รับการยกเว้นจะต้องเสนอมาตรการว่ามีการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์รองรับขยะที่เกิดขึ้นในระยะก่อสร้าง และมีการจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ชำรุดหรือหมดอายุการใช้งานในระยะดำเนินการ และระยะรื้อถอนอาคาร เครื่องจักร หรืออุปกรณ์สอดคล้องกับแนวทางในกรณีดังต่อไปนี้

- กรณีส่งออกไปจัดการนอกประเทศ ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตรายและข้อกำหนดระหว่างประเทศ ทั้งนี้ เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จให้แจ้งสำนักงานทราบภายใน 30 วัน นับจากที่มีการส่งออกไปจัดการนอกประเทศ
- กรณีการจัดการภายในประเทศ ต้องดำเนินการฝังกลบในหลุมฝังกลบของเสียอันตราย (Secure Land Fill) หรือเผาทำลายด้วยเตาเผาเฉพาะของเสียอันตรายหรือจัดการโดยวิธีอื่นโดยให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย ทั้งนี้ ให้แจ้งสำนักงานทราบเป็นประจำทุกปี

ผู้สนใจสามารถดาวน์โหลดเอกสารเพื่อประกอบการขอรับใบอนุญาตและตรวจสอบติดตามการดำเนินการได้ที่

เว็บไซต์ <http://www.erc.or.th>

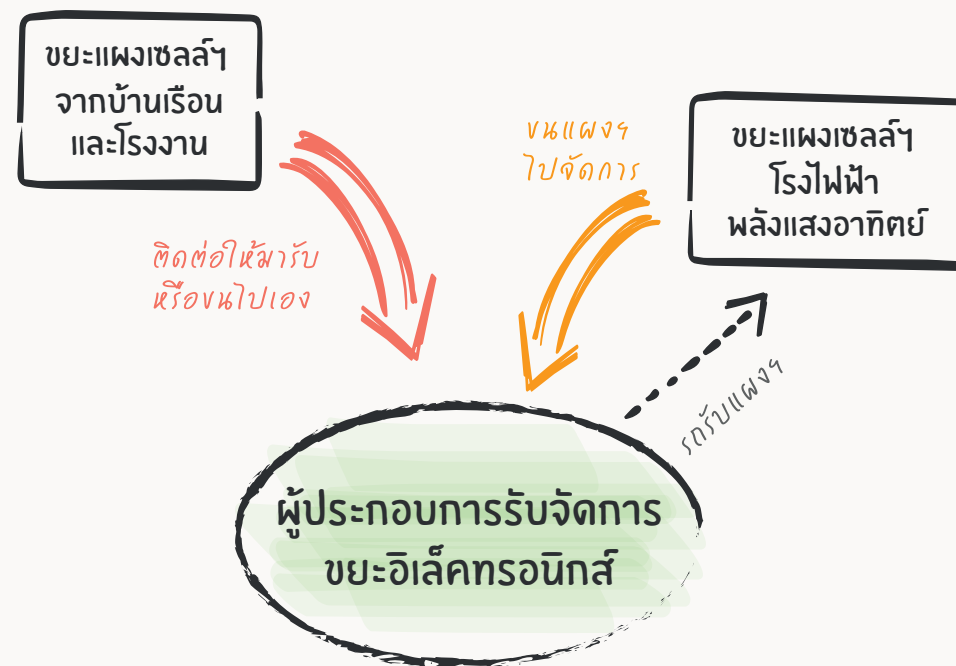
และค้นหาจากคำว่า **"ประมวลหลักการปฏิบัติ"**



แนะนำรายชื่อผู้ประกอบการ ที่บริหารจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์



ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการที่บริหารจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับใบอนุญาตอยู่ ดังแสดงรายชื่อในตาราง โดยผู้ทิ้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถนำไปส่งให้ผู้ประกอบการฯ หรือติดต่อให้ผู้ประกอบการฯ มารับไปได้ ดังแสดงแผนผังการจัดการในรูปที่ 7-1



ทุกขั้นตอนต้องปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบ หรือประกาศที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 7-1 แผนผังแสดงการจัดการของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในกรณีที่ส่งให้
ผู้ประกอบการรับจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์

หมายเหตุ:

ในอนาคตแนวทางการจัดการขยะแผงเซลล์แสงอาทิตย์อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
บริษัท บีจีเอ็ม เมทัลล์ สแควร์ จำกัด 3-64(11)-2/42 ประเภทโรงงาน 64(11), 105, 106 ISIC 2599 TSIC 25999	บัดยอยเศษและตะกรันโลหะผสม (Solder Dross) จากการบัดกรีและชุบขา วงจรอิเล็กทรอนิกส์	103-105 ช.บางนา-ตราด 19 ถ.บางนา-ตราด ต.บางนา อ.บางนา กรุงเทพมหานคร 10260 โทร. 02 748 9584
บริษัท โลหะ สยาม จำกัด น.106-1/2551-นนล. ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	- บัดยอยเศษและตะกรันโลหะบัดยอย ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และบัด ยอยโลหะปนเปื้อนน้ำมัน - คัดแยกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ ไม่เป็นของเสียอันตราย	66 ซ.ฉลองกรุง 31 ต.ลำปลายทิว อ.ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทร. 02 739 6388
บริษัท เอดิสัน เอ็กซ์พอร์ตเทชั่น จำกัด น.106-1/2553-นนล. ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3800 TSIC 38000	บัดยอยเศษและตะกรันโลหะ นำเครื่องใช้ ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช้ แล้วมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแปรสภาพเพื่อ นำกลับมาใช้ใหม่บัดยอยชิ้นส่วนอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์อัดเศษโลหะปนเปื้อนน้ำมัน นำกากตะกอนจากการชุบโลหะมาผ่าน กระบวนการอบแห้งและเก็บรวบรวม แบตเตอรี่ที่ใช้	66 ซ.ฉลองกรุง31 ถ.ฉลองกรุง ต.ลำปลายทิว อ.ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทร. 081 433 4212
บริษัท เมทัลลิก เคมีคอล อุตสาหกรรม (ไทยแลนด์) จำกัด น.42(1)-1/2548-นนป. ประเภทโรงงาน 42(1),106 ISIC 2011 TSIC 20113	ผลิตและแบ่งบรรจุสารเคมี การนำกลับมา ใช้ใหม่ของเคมีภัณฑ์ใช้แล้วจากการกัด แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาผ่าน กระบวนการทางอุตสาหกรรม	275 นิคมอุตสาหกรรม บางปู ม.4 ซ.4 บี ถ.สุขุมวิท ต.แพรกษา อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ 10280
อ.รุ่งเรืองพลาสติก 3-105-75/49สป ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	คัดแยกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่ เป็นของเสียอันตราย บัดยอยเศษตะกรัน โลหะ และดัดแปลง ซ่อมแซม หรือ ปรับปรุงเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์	94/1 ม.1 ถ.บางพลีน้อย-สีล้ง ต.บางพลีน้อย อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ 10560

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
บริษัท 106 สิ่งแวดล้อม จำกัด 3-105-55/49สป ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	คัดแยกวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นของเสีย อันตราย นำน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วและตัว ทำละลายที่ใช้แล้วมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง ทดแทน นำน้ำมันที่ใช้แล้ว ตัวทำละลายที่ ใช้แล้วและเศษผ้าปนเปื้อนน้ำมันมาผลิต เชื้อเพลิงผสม นำเศษวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ ปนเปื้อนและมีค่าความร้อนมาผลิต เชื้อเพลิงผสม (Blending) และรวบรวม แบตเตอรี่เก่าที่ใช้แล้ว โดยไม่มีการคัดแยก ผ้าหรือแกะ ซ่อมและล้างบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ แล้วด้วยตัวทำละลาย บัดยอยชิ้นส่วน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	104/12 ม.12 ช.รัตนะโชติ 12 ถ.เทพารักษ์ ต.บางปลา อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540 โทร. 02 174 6164-6
บริษัท จี.อี.เทรตติ้ง จำกัด 3-106-40/58สป ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บัดยอยชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ แผงวงจร อิเล็กทรอนิกส์ ฮาร์ดดิสก์	117/43 ม.9 ถ.เทพารักษ์ ต.บางปลา อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540 โทร. 02 706 3388
บริษัท ดี.พี.คลีนนิ่ง ซัพพลาย จำกัด 3-106-57/53สป ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3800 TSIC 38000	ทำเชื้อเพลิงทดแทนจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ แล้วและตัวทำละลายที่ใช้แล้ว ทำเชื้อเพลิง ผสม (Blending) จากเศษผ้าปนเปื้อน น้ำมัน วัสดุดูดซับ กากตะกอนน้ำมัน กากสี บัดยอยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ บัดยอยเศษและตะกรันโลหะ ซ่อมและล้าง บรรจุภัณฑ์ด้วยตัวทำละลาย คัดแยกสิ่ง ปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นของเสีย อันตราย	245/1 ม.2 ถ.พุทธรักษา ต.แพรกษาใหม่ อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ 10280 โทร. (032) 228 144-5
บริษัท ทีเอ็มซี เมทัลล์ (ไทยแลนด์) จำกัด น.106-1/2552-นนป. ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3800 TSIC 38000	คัดแยกวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นของเสีย อันตราย บัดยอยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ ไม่ใช้แล้ว	730 ม.4 ถ.สุขุมวิท ต.แพรกษา อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ 10280 โทร. 02 710 6580

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
บริษัท ธนาคุณโลหะ จำกัด 3-106-30/52สป ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บัดยอยเศษและตะกรันโลหะผสม (Solder Dross) จากการบัดกรีและชุบขางจอร์ อิเล็กทรอนิกส์ และอัดเศษโลหะปนเปื้อน น้ำมัน	ม.8 ต.ลำโรงใต้ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130 โทร. 034 833 836
บริษัท บางกอกแอสเสย์ออฟฟิส จำกัด 3-106-22/49สป ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	สกัดโลหะมีค่าจากวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เช่น ทอง เงิน ทองคำขาว ทองแดง ตัวเร่ง ปฏิกิริยา (Catalyst) ขอเพิ่มสกัดโลหะมี ค่าจากวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากสารละลาย ประเภทกรดหรือด่าง เช่น น้ำยาชุบหรือ ล้างจากอุตสาหกรรมเครื่องประดับ สุญญากาศอิเล็กทรอนิกส์	155 ม.15 ถ.เทพารักษ์ กม.22 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ 10540 โทร. 02 706 9799
บริษัท บี.ซี.แอล.ซัพพลาย จำกัด 3-106-32/54สป ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3800 TSIC 38000	ทำเชื้อเพลิงผสม (Blending) จากน้ำมัน หล่อเย็น วัสดุปนเปื้อนน้ำมันและตัวทำ ละลาย เก็บรวบรวมแบตเตอรี่โดยไม่มี การแปรสภาพ ทำเชื้อเพลิงทดแทน ล้างบรรจุภัณฑ์ด้วยตัวทำละลาย นำกาก ตะกอนจากอุตสาหกรรมชุบโลหะและ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีโลหะมีค่า มาผ่านกระบวนการอบแห้งเพื่อส่งออก บัดยอยเศษพลาสติกที่ชุบสีหรือเคลือบผิว บัดยอยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ทำเม็ด พลาสติกเกรดบี คัดแยกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุ ที่ไม่ใช้แล้ว	333/9 ม.4 ถ.แพรกษา ต.แพรกษา อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ 10280 โทร. 02 316 2415-7
บริษัท มาริทรานส์ รีไซเคิล (ประเทศไทย) จำกัด 3-106-10/55สป ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	นำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช้แล้วมา ผ่านกรรมวิธีทางอุตสาหกรรม ผลิตเป็น วัตถุดิบเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสกัด โลหะมีค่า (บัดยอยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์)	13/5 ม.8 ซ.สุขสวัสดิ์ 74 ถ.สุขสวัสดิ์ ต.บางครุ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130 โทร. 02 539 4352

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
บริษัท ยูนิคอร์ มาร์เก็ตติ้ง เซอร์วิสเชส (ประเทศไทย) จำกัด 3-106-1/59สป ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	นำของเสียหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มี องค์ประกอบของโลหะ มาผ่านกรรมวิธี ทางอุตสาหกรรมเพื่อนำกลับไปใช้ ประโยชน์ใหม่ และบัดยอยแผงวงจร อิเล็กทรอนิกส์	117/42 ม.9 ถ.เทพารักษ์ ต.บางปลา อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10120 โทร. 02 706 5217
บริษัท ไวโรกรีน (ไทยแลนด์) จำกัด 3-106-41/58สป ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	รีไซเคิลจอมอนิเตอร์แบบ LCD (Liquid Crystal Display) และบัดยอยชิ้นส่วน อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	888/8 ม.21 ต.บางพลีใหญ่ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10270
บริษัท เอส.เอส.อิมพอร์ต เอ็กพอร์ต อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ช3-106-37/58สป ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	รีไซเคิลจอมอนิเตอร์ แบบ LCD (Liquid Crystal Display) และบัดยอยชิ้นส่วน อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	88/108-9 ม.15 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ 10520
บริษัท ภูริชานด์ โพลีเมอร์ จำกัด 3-105-27/53ปท ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	คัดแยกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่ เป็นของเสียอันตราย บัดยอยชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ บัดยอยและขัดผิวพลาสติก ที่เคลือบสี เคลือบโครเมียม	4/9 ม.14 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
บริษัท สยามโพลี (ไทยแลนด์) จำกัด 3-105-2/46ปท ประเภทโรงงาน 53(5),53(9),105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	นำเศษโลหะ เศษชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นโลหะ ทองแดง ทองเหลือง เศษ พลาสติก ที่ปนเปื้อนคราบน้ำมันติดอยู่บน พื้นผิว มาผ่านกรรมวิธีทางอุตสาหกรรม โดยการอบให้แห้ง เพื่อนำกลับมาใช้ ประโยชน์ใหม่	48 ม.13 ต.คลองสอง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชินฟา 3-105-163/48ปท ประเภทโรงงาน 53(9),64(11),105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	คัดแยกวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเฉพาะที่กำหนดใน หมวด 1 ข้อ 1 ของภาคนวทที่ 1 บัญชี สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) และซ่อมแซม ดัดแปลง ปรับปรุง เครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ อัดเศษโลหะ อัดเศษกระดาษ และบัดยอยพลาสติก	16/2 ม.2 ถ.ธัญญบุรี-วังน้อย ต.คลองเจ็ด อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
นางพรฤดี พิรุณวัฒนา 3-106-19/58ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บดย่อยเศษและตะกั่ว โลหะผสม (Solder Dross) จากการบัดกรี และขางจรีอิเล็กทรอนิกส์ ซ่อมและล้างถัง ด้วยตัวทำลาย	10/14 ม.6 ต.คลองสี่ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12130
นายประสิทธิ์ พุสุทธิ์ 3-106-19/59ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บดย่อยเศษและตะกั่ว โลหะผสม (Solder Droos) จากการบัดกรีและขางจรีอิเล็กทรอนิกส์ ซ่อมและล้างถังด้วยตัวทำลาย และทำเชื้อเพลิงทดแทน	21/21 ม.6 ต.หลักหก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000
บริษัท โกลบอล ไวต์ เวสต์ จำกัด 3-106-45/53ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	ทำเชื้อเพลิงทดแทนจากน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว และตัวทำลายที่ใช้แล้ว บดย่อยเศษและตะกั่ว โลหะผสมจากการบัดกรี (Solder Dross) บดย่อยชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	32/8 ม.4 ต.ท้ายเกาะ อ.สามโคก จ.ปทุมธานี 12160
บริษัท เจดับบลิว เมทัล รีคัพเวอรี อินเตอร์กรุป จำกัด 3-106-20/58ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บดย่อยเศษและตะกั่ว โลหะผสม(Solder Dross)จากการบัดกรี และขางจรีอิเล็กทรอนิกส์ ซ่อมและล้างถัง ด้วยตัวทำลาย	39/25 ม.5 ต.คลองสี่ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
บริษัท ชัยปราการ เมทัล จำกัด 3-106-11/58ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บดย่อยเศษและตะกั่ว โลหะผสม (Solder Dross) จากการบัดกรีและขางจรีอิเล็กทรอนิกส์ เก็บรวบรวมแบตเตอรี่โดยไม่มีการแปรสภาพ	โฉนดที่ดินเลขที่ 9452 ม.1 ต.บ้านปทุม อ.สามโคก จ.ปทุมธานี 50320

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
บริษัท ทีอีเอส.เอเอ็มเอ็ม (ประเทศไทย) จำกัด 3-106-29/53ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	101/108 ม.20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
บริษัท วรินทร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด 3-106-15/57ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ สกัดโลหะมีค่าจากน้ำยาล้างฟิล์มและน้ำยาชุบโลหะ	9/9 ม.5 ถ.เลียบคลองสี่ ต.คลองสี่ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
บริษัท สยามควาวชิม่า จำกัด 3-106-12/53ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	1039 ม.13 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
บริษัท สวนอุตสาหกรรมบางกะดี จำกัด 3-106-36/58ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	สกัดโลหะมีค่าจากน้ำยาชุบโลหะ กากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย ที่มีโลหะมีค่าจากอุตสาหกรรมชุบโลหะและอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ นำสารละลายกรด-ด่างที่ใช้แล้วมาผ่านกรรมวิธีทางอุตสาหกรรมเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ล้างบรรจุภัณฑ์ด้วยตัวทำลาย ล้างบรรจุภัณฑ์ด้วยน้ำ	โฉนดที่ดินเลขที่ 23076 ม.5 ถ.ติวานนท์ ต.บางกะดี อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000
บริษัท สุริยันท์ รีไซเคิล จำกัด 3-106-34/58ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บดย่อยเศษและตะกั่ว โลหะผสม(Solder Dross) จากการบัดกรี และขางจรีอิเล็กทรอนิกส์ ซ่อมและล้างถัง ด้วยตัวทำลาย ทำเชื้อเพลิงทดแทน	โฉนดที่ดินเลขที่ 29863 ม.2 ถ.ปทุมทอง-พหลโยธิน ต.บ้านปทุม อ.สามโคก จ.ปทุมธานี 12000
บริษัท แอลซี แมนเนจเม้นท์ จำกัด 3-106-49/53ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดย่อยชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สกัดโลหะมีค่าจากเศษชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลอมหล่อเศษโลหะ เศษโลหะผสมและเศษโลหะที่มีค่า	ม.5 ถ.เลียบคลองคู ต.บ้านปทุม อ.สามโคก จ.ปทุมธานี 12160 โทร. 081 444 4335

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
บริษัท อินฟินิตี้เพเปอร์ จำกัด 3-106-43/52ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	บดและหลอมเพื่อทำเม็ดพลาสติกจาก เศษพลาสติกเก่า บดย่อยชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์และอัดเศษโลหะ	ม.4 ต.ลาดหลุมแก้ว อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี 12140
ห้างหุ้นส่วนจำกัด จรรยาไซเคิลเทรน 3-106-25/51ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	อบกากตะกอนที่มีโลหะมีค่าและสกัดโลหะ มีค่า จากกากตะกอนอุตสาหกรรมชุบ โลหะ อุตสาหกรรมกัดผิวโลหะและ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ บดย่อย ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	32/7 ม.4 ต.ท้ายเกาะ อ.สามโคก จ.ปทุมธานี 12160
ห้างหุ้นส่วนจำกัด นิวไลฟ์ เวิลด์ เมทัล 3-106-2/53ปท ประเภทโรงงาน 106 ISIC 3800 TSIC 38000	สกัดโลหะมีค่าจากกากตะกอนน้ำเสีย น้ำยาชุบโลหะ น้ำยากัดลายวงจร อิเล็กทรอนิกส์ และบดย่อยชิ้นส่วน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	32/11 ม.4 ถ.ปทุมธานี-สามโคก ต.ท้ายเกาะ อ.สามโคก จ.ปทุมธานี 12160
ห้างหุ้นส่วนจำกัด พัทธพล อาร์คิเทคเซอร์ จ3-53(9)-6/48อย ประเภทโรงงาน 53(5),53(9),105,106 ISIC 2229 TSIC 22299	ไม่ บด ย่อย และทำผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับ พลาสติก คัดแยกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้ แล้วที่ไม่เป็นของเสียอันตราย เฉพาะเศษ กระดาษ เศษพลาสติก เศษโลหะ และอัด เศษโลหะ อัดเศษกระดาษ บดเศษ พลาสติก และซ่อมแซม ดัดแปลง ปรับปรุงเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์	30/2 ต.คานหาม อ.อุทัย จ.พระนครศรีอยุธยา 13210
บริษัท 4 น. โซลพัฒนา จำกัด 3-105-22/48อย ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	นำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว ตัวทำละลาย ที่ใช้แล้วและเคมีภัณฑ์ที่ใช้แล้ว มาผ่าน กรรมวิธีทางอุตสาหกรรม เพื่อนำกลับมา ใช้ประโยชน์ใหม่ ซ่อมและล้างถังตัวทำ ละลายแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ซ่อมแซม ดัดแปลง ปรับปรุงเครื่องใช้ไฟฟ้าและ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ นำเศษผ้าปนเปื้อน กากตะกอนน้ำมัน และดินปนเปื้อนน้ำมัน มาทำเชื้อเพลิงผสม (BLENDING)	2 ม.12 ต.ธนู อ.อุทัย จ.พระนครศรีอยุธยา 13210

รายชื่อผู้ประกอบการ	ประกอบกิจการ	ที่อยู่
บริษัท คัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล วงษ์พาณิชย์ จำกัด 3-105-131/47อย ประเภทโรงงาน 105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	คัดแยกวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เฉพาะที่กำหนดใน หมวด 1 ข้อ 1 ของภาคนวทที่ 1 บัญชี สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) อัดเศษกระดาษและเศษโลหะ และ นำชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ ผ่านการใช้งานแล้วมาปรับปรุง ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนสภาพ เพื่อนำกลับมาใช้ ประโยชน์ใหม่	243 ม.3 ถ.สายเอเชีย ต.บ้านเลน อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา 13160
บริษัท ไทยเอเชีย 14001 จำกัด 3-105-1/48อย ประเภทโรงงาน 40(1),53(9),64(11),72,105,106 ISIC 3821 TSIC 38211	คัดแยกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เฉพาะที่กำหนดในหมวด 1 ข้อ 1 ของ ภาคนวทที่ 1 บัญชีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2541) บดย่อยพลาสติก อัดเศษกระดาษ อัดเศษ โลหะ นำเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว มาปรับปรุง ซ่อมแซม ผลิต ประกอบเป็น วัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่	36 ม.3 ต.อุทัย อ.อุทัย จ.พระนครศรีอยุธยา 13210

- ในกรณีต่างจังหวัด สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากเทศบาลท้องถิ่นที่ใกล้เคียงได้
- รายชื่อผู้ประกอบการอาจมีการอัปเดตเพิ่มเติม โดยสามารถอัปเดตรายชื่อได้ที่ www.diw.go.th ในหัวข้อบริการข้อมูล



เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2559)
ผลการดำเนินงานด้านพลังงานทดแทน : ม.ค.-ต.ค. 2559

ศ. ดร. ดุสิต เครืองาม (2542). สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร. สงบ คำค้อ (2559). ข้อมูลการใช้เซลล์แสงอาทิตย์และการคาดการณ์ปริมาณ
ซากเซลล์แสงอาทิตย์ภายในประเทศ.โครงการจัดทำแผนแม่บทการจัดการซาก
ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์: เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) (ภายใต้ค่าใช้จ่ายในการ
บริหารการจัดการขยะ) (บูรณาการ)

Bekkelund, K. (2013). A Comparative Life Cycle Assessment of PV
solar System, Norwegian University of Science and Technology,
Department of Energy and Process Engineering. Master Thesis.

International Finance Corporation (IFC) (2015). Utility-Scale Solar
Photovoltaic Power Plants: A project developer's guide.

PV Cycle study (2007). Recycling of solar modules – potential and
requirements of a future material flow.

Tao, J. and Yu, S. (2015). Review on feasible recycling pathways and
technologies of solar photovoltaic modules. Journal of Solar Energy
Materials & Solar Cells.

Vasilis F., Chul Kim, H., Frischknecht, R., Rauegi, M., Sinha, Parikhit,
Stucki, M. (2011). Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessments of
Photovoltaic Systems. IEA PVPS Task 12, Subtask 20, LCA Report
IEA-PVPS T12-02:2011.

Zeman, M. (2012). Advanced Thin-Film Silicon Solar Cells. Delft
University of Technology, The Netherlands.

คณะที่ปรึกษา

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์

นายธรรมยศ ศรีช่วย อธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)
นายกุลศัล ชีวากร รองอธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

คณะทำงานและผู้เกี่ยวข้อง

ประธานคณะทำงาน: นางกุลวรีย์ บุรณัสจจะวราพร ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ (พพ.)
รองประธานคณะทำงาน: นายสุริย์ จรุงศักดิ์ ผู้อำนวยการกลุ่มออกแบบมาตรฐานและทดสอบ สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ (พพ.)

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน
นายคมกฤษ ตันตระกูล

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
ผศ.ดร.นิพนธ์ เกตุจ้อย

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
นายวัฒนพงศ์ คุโรวาท
นางสาวจารุวรรณ พิมพ์สวัสดิ์

กรมการวิชาการ กว 1016
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ดร.วุฒิพงศ์ สุพนธนา

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
นายวิชัย นาคนาม

สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร.โสภิตสุดา ทองโสภิต

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นายศุภกร แสงศรีธรรม

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
นางสาววิศรา หุ่นธานี

การไฟฟ้านครหลวง
นายมนัส อรุณวัฒนาพร

สมาคมอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์ไทย
นายเมธี อนันตรัตน์

กรมโรงงานอุตสาหกรรม
นายเอกบุตร อุดมพงศ์

สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ (พพ.)
นางสาวปฐมภรณ์ พูลเกษม

กรมควบคุมมลพิษ
ดร. อนุพันธ์ อธิรัตน์
ดร. กนกวรรณ โกมลวีระเกตุ
คุณพรพิมล เจริญสง

นางสาวธัญลักษณ์ มีทรัพย์
นางสาวธิดารัตน์ ไสว
นายคมสันต์ มงคลสวัสดิ์
นายสุทธิศักดิ์ สิงห์กุล
นางสาวสุปราณี นาคติกล

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
นายขวัญชัย วรกุลยากุล
นางสาวพัชรดา นวกะวงษ์การ

บริษัท เอ็นโซล จำกัด
ดร.มนธิรา วัชรสุกาญจน์ (ที่ปรึกษาโครงการ)
นางสาว วันวิสา หลักหนองบุ (ที่ปรึกษาโครงการ)
นางสาวพิชาพัทธ์ กูทอง (ผู้ประสานงานโครงการ)

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นางสาวพรรัตน์ เพชรภักดี
นายธีระพล ตีรศิริน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. วิภาดา วรพันธ์บุรีวิทย์ (ที่ปรึกษาโครงการ)
นายวรยุทธ สายบัวตรง (ที่ปรึกษาโครงการ)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ดร. กอบศักดิ์ ศรีประภา (NECTEC)
ดร. สรพงศ์ อินทิสง (NECTEC)
นายอภิชาญ มูลละคร (NECTEC)
ดร. ไกรสร อัญชลีรัตน์ (PTEC)

ขอบคุณ
Mr. Keiichi KOMOTO จาก Mizuho Information & Research
Institute Inc.
Kitakyushu Science and Research Park
บริษัท Shinryo Corporation จำกัด
เทศบาลนครคิตะคิว ประเทศญี่ปุ่น
บริษัท โซลาร์ตรอน จำกัด (มหาชน)
บริษัท กรอนันต์อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

ศูนย์พัฒนามาตรฐานและทดสอบระบบ
เซลล์แสงอาทิตย์ (มจร.)
ดร.ธนากร เจริญวิทยา

คู่มือ

แนวทางป้องกันผลกระทบ
ทางสิ่งแวดล้อมและวิธีกำจัดกากขยะที่เกิดจาก
โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
สำหรับประเทศไทย



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน