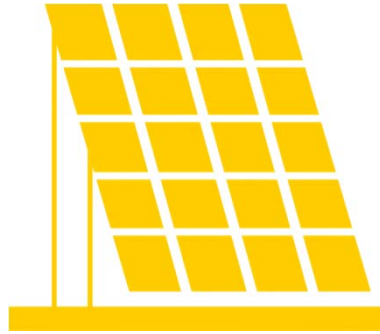
แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์
: เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)
และการจัดการซากเซลล์แสงอาทิตย์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

โดย

นายเอกบุตร อุตมพงศ์

กองบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม



แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

1. แผนการจัดการกากอุตสาหกรรม พ.ศ.2558-2562

- ยุทธศาสตร์ ที่ 2 การสร้างความร่วมมือและแรงจูงใจกับผู้ประกอบการและประชาชน

- กิจกรรมที่ 5 จัดทำแผนแม่บทการจัดการซากเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) เพื่อเตรียมรองรับแผงโซล่าเซลล์ที่จะหมดอายุไม่น้อยกว่า 2 แสนตัน

2. การประชุมคณะหัวหน้าส่วนราชการระดับกระทรวงหรือเทียบเท่า ครั้งที่ ๔/๒๕๕๘ เมื่อวันพุธที่ ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๘ ณ กระทรวงอุตสาหกรรม

“ให้ดำเนินการเร่งรัดการแก้ไขปัญหาเรื่องขยะอุตสาหกรรม ขยะสารพิษ ขยะพลังงาน ซึ่งควรมีกฎหมายรองรับ และมีความชัดเจนในการปฏิบัติ เช่น การลงทุนโรงไฟฟ้าโซล่าเซลล์ บริษัทเอกชนต้องกำหนดไว้ในข้อเสนอการลงทุนให้ครบทั้งระบบและรับผิดชอบการกำจัดแผงโซล่าเซลล์ที่หมดอายุด้วย เป็นต้น”

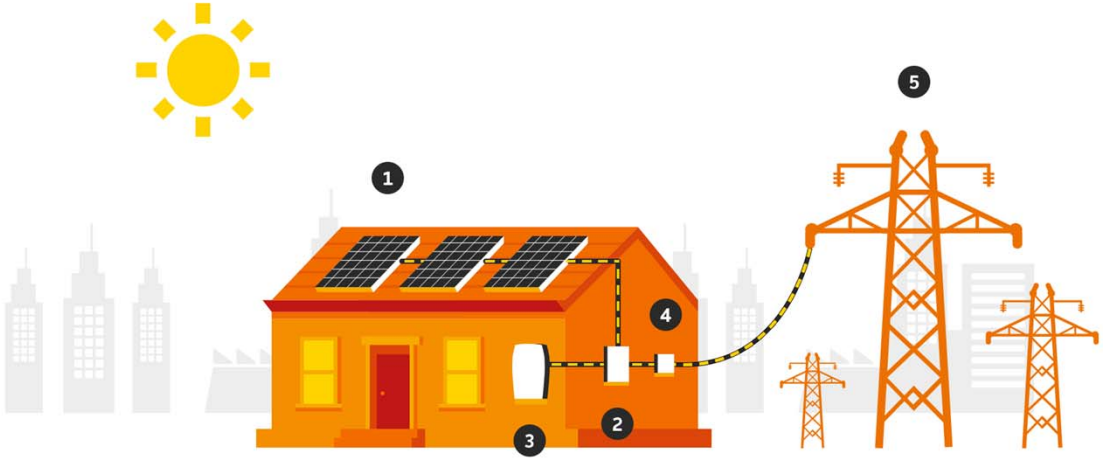
แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

- ประเมินกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 วัตต์สูงสุดต่อน้ำหนักแผง 0.102 กิโลกรัม หรือ 100 ตันต่อเมกะวัตต์
- อายุการใช้งานประมาณ 25 ปี
- ประเมินปีที่ติดตั้ง พ.ศ. 2545 – 2579 จะเกิดซากเซลล์สะสมประมาณ 7.5 แสนตัน (ปีที่เกิดซาก พ.ศ. 2560 – 2604)
- ปัจจุบันจัดการด้วยวิธีการฝังกลบ

แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

สถานการณ์ปัจจุบันของแหล่งกำเนิดที่เป็นโรงงาน

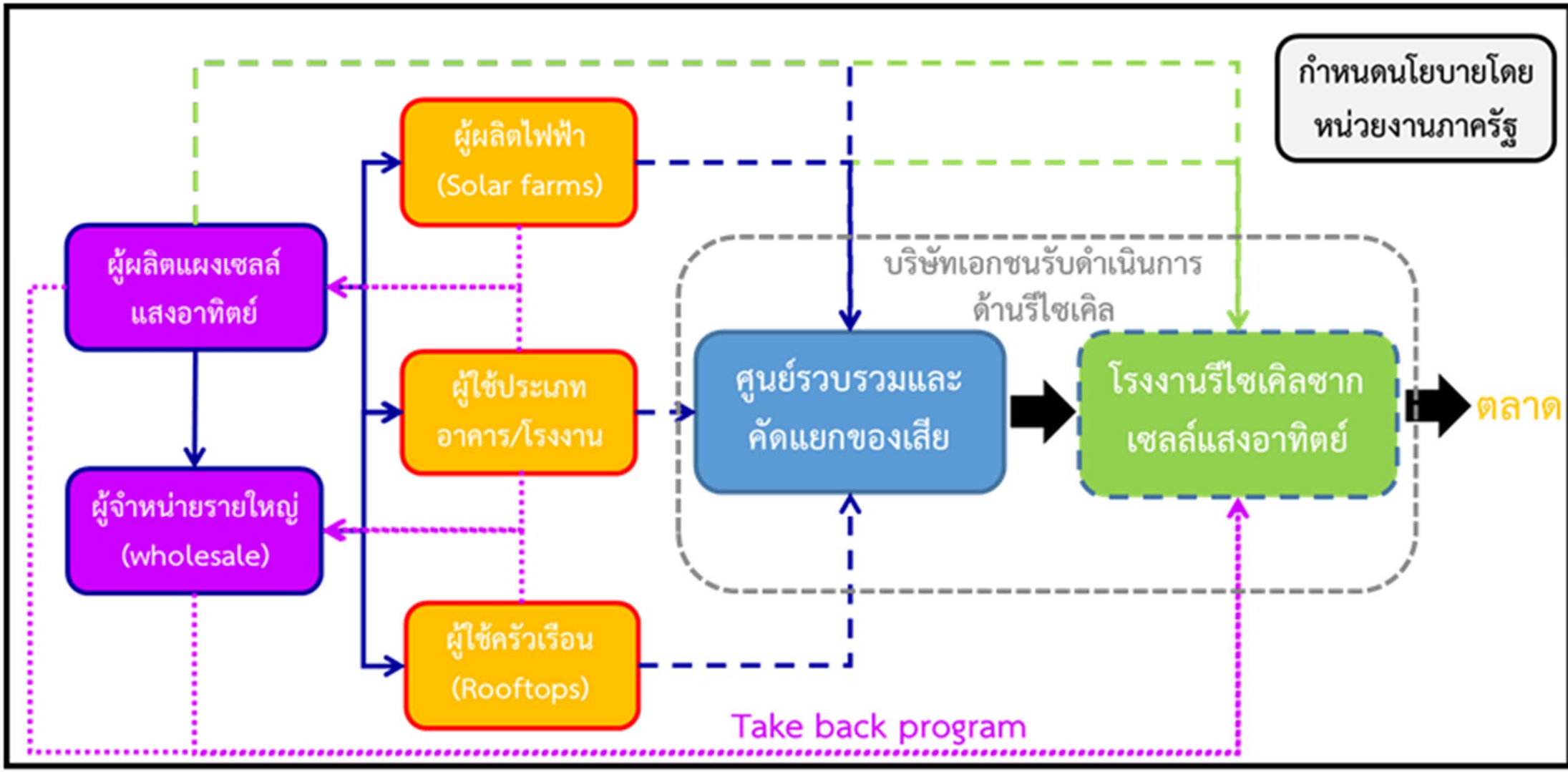
- เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) ที่ชำรุดขออนุญาตส่งไปฝังกลบปริมาณ 246 ตัน
- เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) ที่ชำรุดขออนุญาตเก็บในโรงงานปริมาณ 0.25 ตัน



แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

รูปที่ 4. การวิเคราะห์ SWOT ประกอบการจัดทำ (ร่าง) แผนแม่บทการจัดการซากเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย

แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)



แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

แผนแม่บท
การบริหารจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์: ซากเซลล์แสงอาทิตย์

วิสัยทัศน์: ประเทศไทยมีมาตรการและระบบบริหารจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้แล้วที่มีประสิทธิภาพและครบวงจร มีการส่งเสริมการนำเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ด้วยเทคโนโลยีรีไซเคิลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อันจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญด้านการเติบโตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Growth) เพื่อสร้างฐานเศรษฐกิจที่มั่นคงและการพัฒนาประเทศไปสู่วิถีเศรษฐกิจพอเพียงและสังคมคาร์บอนต่ำได้อย่างยั่งยืน

เป้าหมาย: ประเทศไทยสามารถบริหารจัดการให้ขยะของเสียอิเล็กทรอนิกส์และซากเซลล์แสงอาทิตย์อย่างบูรณาการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิลที่เป็นนมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ต่าง ๆ

1. ยุทธศาสตร์ด้านการบริหารจัดการการรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์	2. ยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์	3. ยุทธศาสตร์ด้านการบริหารจัดการมลพิษและสิ่งแวดล้อม	4. ยุทธศาสตร์ด้านการจัดการสังคมชุมชนและอุตสาหกรรม
1.1) สร้างเครือข่ายหน่วยงานที่มีส่วนร่วมในโครงการบริหารจัดการรีไซเคิลเซลล์แสงอาทิตย์ 1.2) บูรณาการหน่วยงานเพื่อกำหนดนโยบาย ระเบียบข้อบังคับ มาตรการทางกฎหมาย 1.3) จัดตั้งศูนย์รวบรวมซากของเสียเซลล์แสงอาทิตย์ในพื้นที่เป้าหมาย 1.4) สร้างฐานข้อมูลชนิดและปริมาณซากเซลล์แสงอาทิตย์ กำหนดอัตราค่าบริการมูลค่าของเสียและผลิตภัณฑ์ 1.5) ส่งเสริมส่งเสริมการบ่มเพาะธุรกิจทางด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม 1.6) ติดตามการดำเนินงาน ประเมินผลการบริหารจัดการการรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์	2.1) พัฒนาความร่วมมือระหว่างภาคเอกชน สถาบันการศึกษาหรือศูนย์วิจัยภาครัฐ เพื่อร่วมทุนพัฒนาเทคโนโลยีรีไซเคิลภายในประเทศ 2.2) จัดตั้งโรงงานต้นแบบการรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์และถ่ายทอดองค์ความรู้ในแต่ละพื้นที่เป้าหมาย 2.3) พัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ด้านการบริหารจัดการและทางด้านเทคโนโลยีรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์ 2.4) เพิ่มประสิทธิภาพด้านการรวบรวมและรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์	3.1) พัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงาน ระเบียบข้อบังคับทางกฎหมายในการกำกับดูแลควบคุมมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นในศูนย์รวบรวมขยะอิเล็กทรอนิกส์และซากเซลล์แสงอาทิตย์ในชุมชน 3.2) พัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงาน ระเบียบข้อบังคับทางกฎหมายในการกำกับดูแลมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อบุคลากรภาคอุตสาหกรรมและการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นในโรงงานรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์ 3.3 กำหนดมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม พัฒนาระบบการตรวจสอบการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อและยกระดับให้ใกล้เคียงมาตรฐานสากล	4.1) ให้ความรู้และสร้างความเข้าใจอันดีระหว่างชุมชนและหน่วยงานองค์กรในพื้นที่เพื่อจัดตั้งศูนย์รวบรวมของเสียอิเล็กทรอนิกส์และซากเซลล์แสงอาทิตย์ 4.2) ให้ความรู้และสร้างความเข้าใจอันดีในการดำเนินงานร่วมกันโดยใช้หลัก 3R ระหว่างชุมชนและอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาไปสู่การเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศน์ในกลุ่มพื้นที่เป้าหมาย 4.3) ส่งเสริมนโยบาย Take Back Program โดยผู้ก่อกำเนิดของเสียเป็นผู้รับผิดชอบในการรวบรวม เพื่อกำจัดและรีไซเคิลของเสีย (Extended Producer Responsibility)

ผลลัมฤทธิ์: 1) สามารถกำหนดนโยบาย บทบาทหน้าที่ มาตรการและแนวทางปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับการบริหารจัดการซากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการดำเนินการ 2) สามารถสร้างกลไกในการพัฒนานวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีในการรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์ภายในประเทศ 3) สามารถนำซากของเสียเซลล์แสงอาทิตย์กลับเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

แผนการดำเนินงาน ระยะสั้น (5 ปี)

- หน่วยงานรัฐบูรณาการความร่วมมือเพื่อวางนโยบาย กฎระเบียบ มาตรการในการร่วมกับหน่วยงานท้องถิ่นในการกำกับดูแลบริหารจัดการและการรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์
- สร้างความตระหนักรู้ให้กับชุมชนและภาคอุตสาหกรรมถึงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการรีไซเคิล

แผนการดำเนินงาน ระยะกลาง (10 ปี)

- บริหารจัดการศูนย์รวบรวมและพัฒนาฐานข้อมูลซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และเซลล์แสงอาทิตย์
- บริหารจัดการโรงงานต้นแบบการรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์
- ส่งเสริมการบ่มเพาะธุรกิจทางด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ให้เกิดการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนอย่างคุ้มค่า
- พัฒนามาตรฐานการจัดการมลพิษและสิ่งแวดล้อมในศูนย์รวบรวม คัดแยกและโรงงานรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์

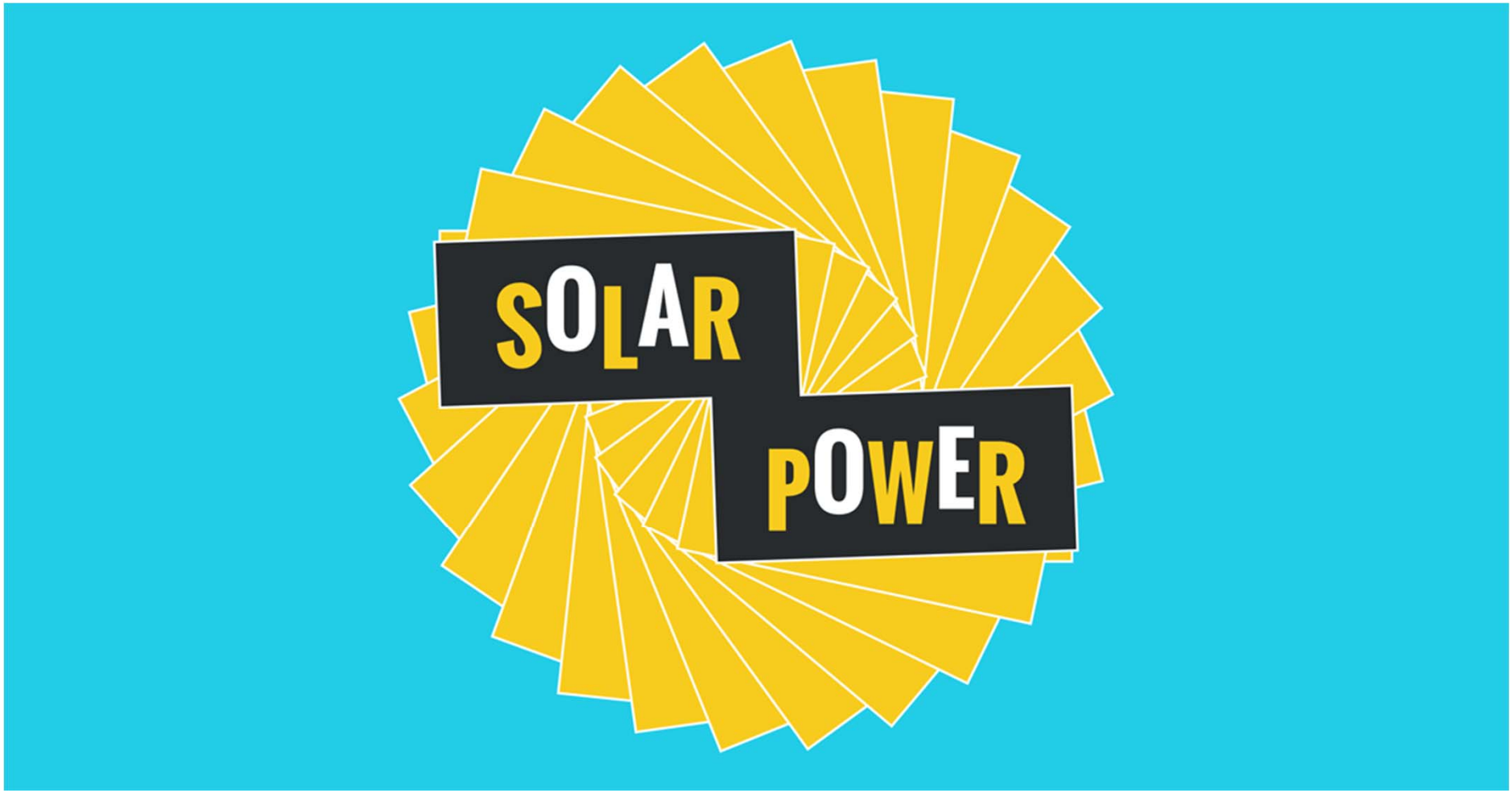
แผนการดำเนินงาน ระยะยาว (10 ปี)

- เพิ่มศักยภาพการบริหารจัดการรวบรวมและรีไซเคิลซากเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งด้านประสิทธิภาพและมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม
- ดำเนินการรีไซเคิลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระดับอุตสาหกรรมเต็มรูปแบบ
- กำหนดนโยบายส่งเสริมการติดตั้งชนิดเซลล์แสงอาทิตย์ภายในประเทศที่สามารถนำเข้าสู่ระบบจัดการของเสียที่เหมาะสมภายในประเทศ

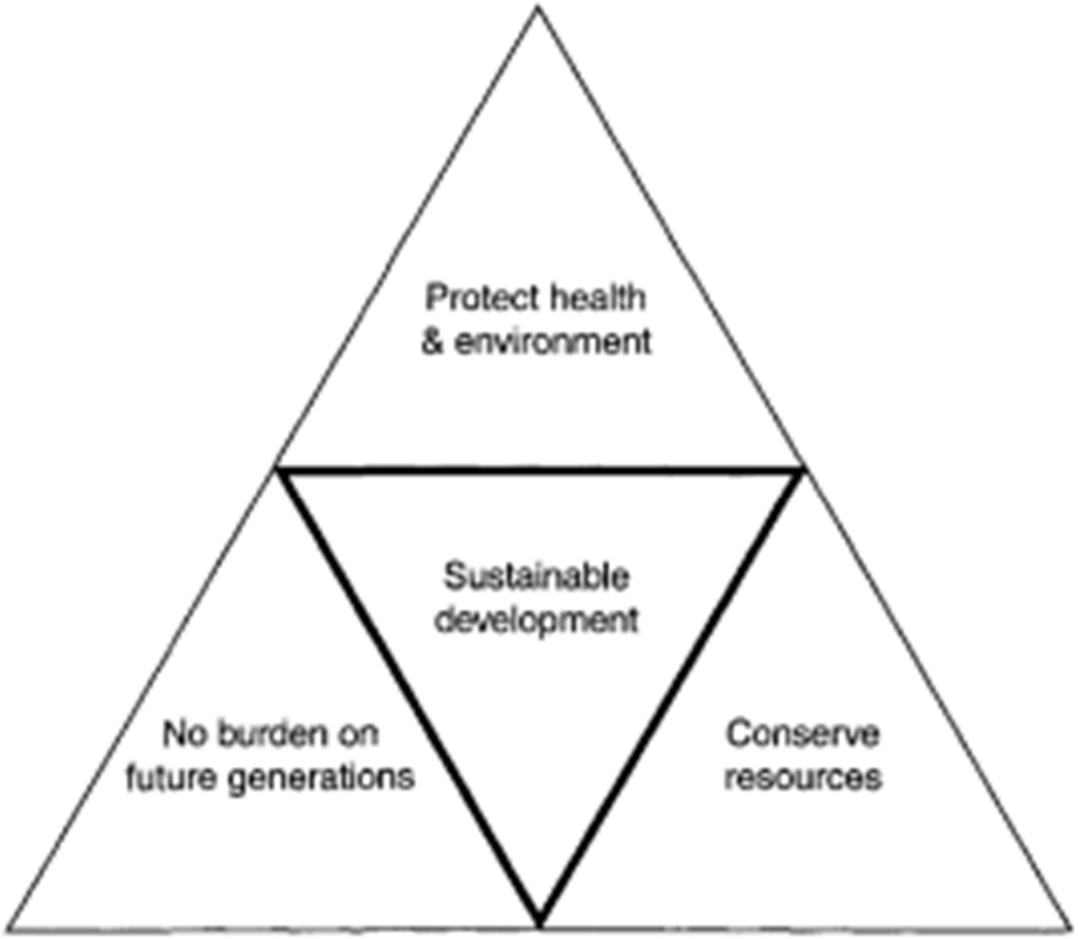
แผนแม่บทการจัดการซากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ : เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

รูปที่ 14. สรุปเป้าหมายและตัวชี้วัดความสำเร็จตามตามกลยุทธ์ภายใต้ยุทธศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน (25 ปี)

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



2.1 Sustainable development and the waste management principles.

Table 13 World production of mineral commodities used in PV panels, 2015

	World production 2015 (thousand t)
Aluminium	58,300
Cadmium	24,200
Copper	18,700
Gallium	435
Indium	755
Lead	4,710
Lithium	32,500
Molybdenum	267,000
Nickel	2,530,000
Selenium	> 2,340
Silicon[20]	8,100
Silver	27,300
Tellurium	> 120
Tin	294,000
Sum	**3,268,460**

Based on US Geological Survey, 2016

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ชนิดเซลล์	Wp	Kg	Kg/Wp
c-Si	215	22	0.102
a-Si	60	17	0.284
CIS/CIGS	70	13	0.185
CdTe	59	12	0.202

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเภทวัสดุ	ร้อยละขององค์ประกอบของเซลล์ชนิดต่าง ๆ			
	c-Si	a-Si	CCIGS/CIS	CdTe
แก้ว	74.16	86.00	95.00	84.00
อะลูมิเนียม	10.30	0.035	0.35	12.00
อีวีเอ	6.55		3.50	3.00
เทดล่าร์	3.60			
กาวเชื่อมประสาน	1.16	0.02		
เอ็มดีไอ		12.00		
ทองแดง	0.57	0.90	1.00	0.80
เงิน	0.005			
ดีบุก	0.12	0.04		
สังกะสี	0.12		0.01	0.12
ซิลิกอน	3.35	0.0064		
ตะกั่ว	0.06			0.05
แคดเมียม			0.07	0.0005
เทลลูเลียม			0.07	
อินเดียม		0.50		0.02
เซเลเนียม				0.03
แกลเลียม				0.01
เจอมาเนียม		0.50		
รวม	100.00	100.00	100.00	100.03

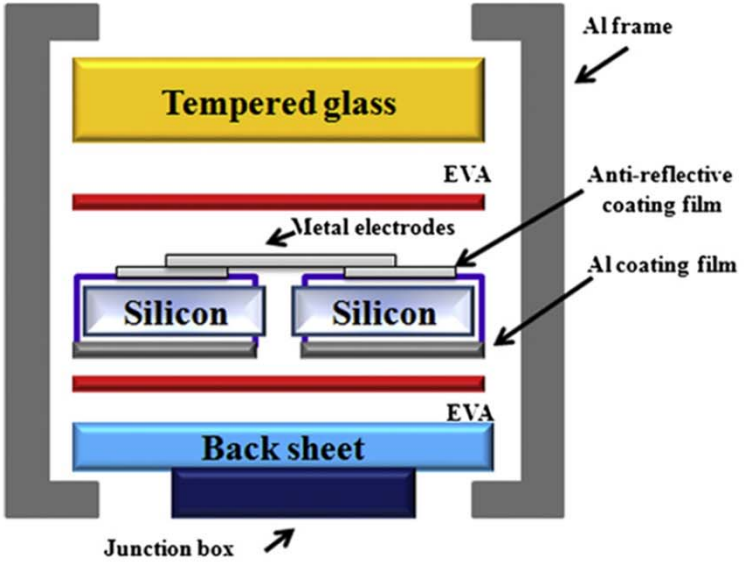
การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

กระบวนการ	เทคนิคและวิธีการ
กระบวนการทางกายภาพ (Physical treatment)	การแยกด้วยมือ (Manual separation) การแยกด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ (Automatic separation)
กระบวนการทางกล (Mechanical treatment)	การย่อยขนาดด้วยแรงเฉือน เช่น Blade crusher) การย่อยขนาดด้วยแรงกด เช่น Hammer mill การย่อยขนาดด้วยการสั่น เช่น Vibrating disk mill, oscillating disk mill)
กระบวนการทางความร้อน (Thermal treatment)	การเผาที่อุณหภูมิสูง (Pyrolysis, incineration) การเผาในเตาปฏิกิริยา Fluidized bed reactor
กระบวนการทางเคมี (Chemical treatment)	การชะละลายด้วยสารเคมี (Chemical leaching) เช่น การชะละลายด้วยกรด การชะละลายด้วยอัลคาไลน์ เป็นต้น การนำกลับคืน (Recovery)
กระบวนการกำจัดทิ้ง (Disposal treatment)	การนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycling to the same product) การนำไปใช้เป็นวัตถุดิบรอง (Secondary raw materials) การนำพลังงานที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไปใช้ในกระบวนการอื่นๆ เช่น พลังงานความร้อน การนำไปใช้เป็นสารเติม (Fillers) ในการผลิตวัสดุอื่น การฝังกลบ (Landfill cover)

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ด้านหน้า

ด้านหลัง



[S. Kang et al., Renewable Energy 47 (2012) 152-159.]

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การคัดแยกเบื้องต้น

(Physical Conditioning/Separation)

PV module ที่ชำรุดเสียหาย หรือไม่ใช้งานแล้ว

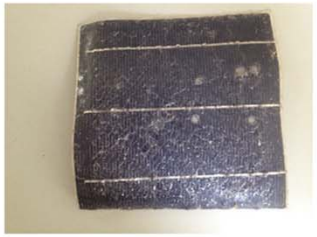
แยกกรอบอลูมิเนียมและ back sheet จาก PV module

โลหะอลูมิเนียม และ back sheet

แยก Tempered glass จาก PV module

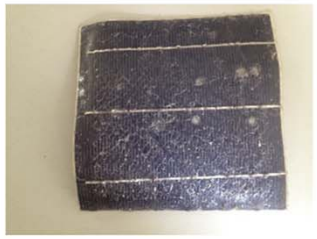
Tempered glass

PV cell ที่มีสารประกอบเงินเคลือบอยู่ (Metal Electrode)



การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การสกัดเอาโลหะเงินจาก PV cell
(Metallurgical Process)



PV cell ที่มีสารประกอบเงินเคลือบอยู่ (Metal Electrode)

ชะละลายสารประกอบเงินจาก PV cell ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น
(Leaching)

กรองแยกเอาสารละลายที่มีเงินละลายอยู่ออกจาก PV cell

Silicon wafer
(Pure silicon)

สกัดเอาโลหะเงินจากสารละลายโดยทำให้ตกตะกอนด้วยการใช้โลหะสังกะสี
(Cementation)

โลหะเงิน

วัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซิเมนต์ /วัตถุดิบในการถลุงและหลอมแร่ควอตซ์เพื่อผลิตซิลิคอนเมททอล / วัตถุดิบในการผลิตแผงโซลาร์เซลล์

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

- โรงงานถอดแยกและรีไซเคิลซากแผงโซลาร์เซลล์เข้าข่ายเป็นโรงงานลำดับที่ 106 (โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียจากโรงงานมาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม)

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

- กฎหมายโรงงานกำหนดหน้าที่ของโรงงานเมื่อมีกากอุตสาหกรรมก่อนนำออกไปจัดการนอกโรงงานต้องได้รับอนุญาตก่อน (สก.2)
- กรอ. มีหลักเกณฑ์ประกอบการพิจารณานำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุไม่ใช้แล้ว (กากอุตสาหกรรม) ออกนอกบริเวณโรงงาน (สก.2)

<u>ตัวอย่าง</u> ห้ามนำแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ไปทำการฝังกลบ (Landfill Ban) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์กับการจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์ในอนาคตได้หากมีแหล่งรองรับที่พอเพียง

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การจัดรหัสแผงโซลาร์เซลล์ของสหภาพยุโรป (ตามกฎหมายโรงงานไม่มีหมวดที่ 20)

Table 10 Examples of waste codes relevant to PV panels from the EU List of Wastes

Type	Waste code	Remark
all types	160214	Industrial waste from electrical and electronic equipment
	160213*	Discarded equipment containing hazardous components
	200136	Municipal waste, used electrical and electronic equipment
	200135*	Discarded electrical and electronic equipment containing hazardous components
In special cases also: *e.g.* amorphous-silicon (a-Si) panels	170202	Construction and demolition waste – glass

** Classified as hazardous waste, depending on the concentration of hazardous substances. Table 10 portrays leaching test methods commonly used for hazardous waste characterisation.*
Based on European Commission, (2000)

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

16 02		***ของเสียจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอีเล็กโทรนิกส์ (wastes from electrical and electronic equipment)***
16 02 09	HA	หม้อแปลงไฟฟ้าและตัวเก็บประจุที่มีสารโพลีคลอริเนทเต็ดไบฟีนิล (transformers and capacitors containing PCBs)
16 02 10	HA	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ใช้งานแล้ว ที่มีหรือปนเปื้อนด้วยสารโพลีคลอริเนทเต็ดไบฟีนิล ที่ไม่ใช่ 16 02 09 (discarded equipment containing or contaminated by PCBs other than those mentioned in 16 02 09)
16 02 11	HM	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ใช้งานแล้ว ที่มีหรือปนเปื้อนด้วยสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน หรือสาร HCFC หรือสาร HFC (discarded equipment containing chlorofluorocarbons, HCFC, HFC)
16 02 12	HM	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ใช้งานแล้ว ที่มีแร่ใยหินอิสระ (discarded equipment containing free asbestos)
16 02 13	HM	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ใช้งานแล้ว ที่มีชิ้นส่วนที่เป็นอันตราย ที่ไม่ใช่ 16 02 09 ถึง 16 02 12 เช่น จอภาพ ตัวสะสมประจุ สวิทช์บรรจุปรอท (discarded equipment containing hazardous components (Hazardous components from electrical and electronic equipment may include accumulators and batteries mentioned in 16 06 and marked as hazardous; mercury switches, glass from cathode ray tubes and other activated glass, etc.) other than those mentioned in 16 02 09 to 16 02 12) เป็นต้น
16 02 14		อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ใช้งานแล้ว ที่ไม่ใช่ 16 02 09 ถึง 16 02 13 (discarded equipment other than those mentioned in 16 02 09 to 16 02 13)

การจัดการซากแผงโซลาเซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

17 02		***ไม้ แก้ว พลาสติก (wood, glass and plastic)***
17 02 01		ไม้ (wood)
17 02 02		แก้ว (glass)

การจัดการซากแผงโซลาร์เซลล์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ความเป็นอันตรายตาม EU	
H1 ‘การระเบิด’ (**'Explosive`)**	**H2** ‘การอ๊อกซิไดซ์’ **('Oxidizing`)**
H3-A ‘ไวไฟสูงมาก’ **('Highly flammable`)** **H3-B** ‘ไวไฟ’ **('Flammable`)**	**H4** ‘ระคายเคือง’ **('Irritant`)**
H5 ‘อันตราย’ **('harmful`)**	**H6** ‘เป็นพิษ’ **('Toxic`)**
H7 ‘ก่อมะเร็ง’ **('Carcinogenic`)**	**H8** ‘กัดกร่อน’ **('Corrosive`)**
H9 ‘ติดเชื้อ’ **('Infectious`)**	**H10** ‘เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์และทำให้เกิดความผิดปกติในทารก’ **(Toxic for reproduction and 'Teratogenic`)**
H11 ‘ก่อการกลายพันธุ์’ **('Mutagenic`)**	**H12** สารเดี่ยวหรือสารผสมที่ปล่อยก๊าซพิษออกมาเมื่อสัมผัสกับน้ำ อากาศ หรือกรด
H13 สารเดี่ยวหรือสารผสมที่เก็บรวบรวมได้จากการบำบัด หรือทำปฏิกิริยาให้สารอื่นไปแล้ว	**H14** ‘เป็นพิษต่อระบบนิเวศน์’ **('Ecotoxic`)**

Q & S