แนวทางการจัดการซากแผงโซล่าร์ของภาคอุตสาหกรรม

ผศ. ดร. พิชญ รัชฎาวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Pichaya.r@chula.ac.th

โครงการจัดการแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่หมดความคุ้มค่าในการผลิตไฟฟ้า

สัญญาเลขที่ RDG58D0006

ผศ. ดร. พิชญ รัชฎาวงศ์

ศ. ดร. เดวิด บรรเจิดพงศ์ชัย

รศ. ดร. สมชย [illegible]

อ. ดร. ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์

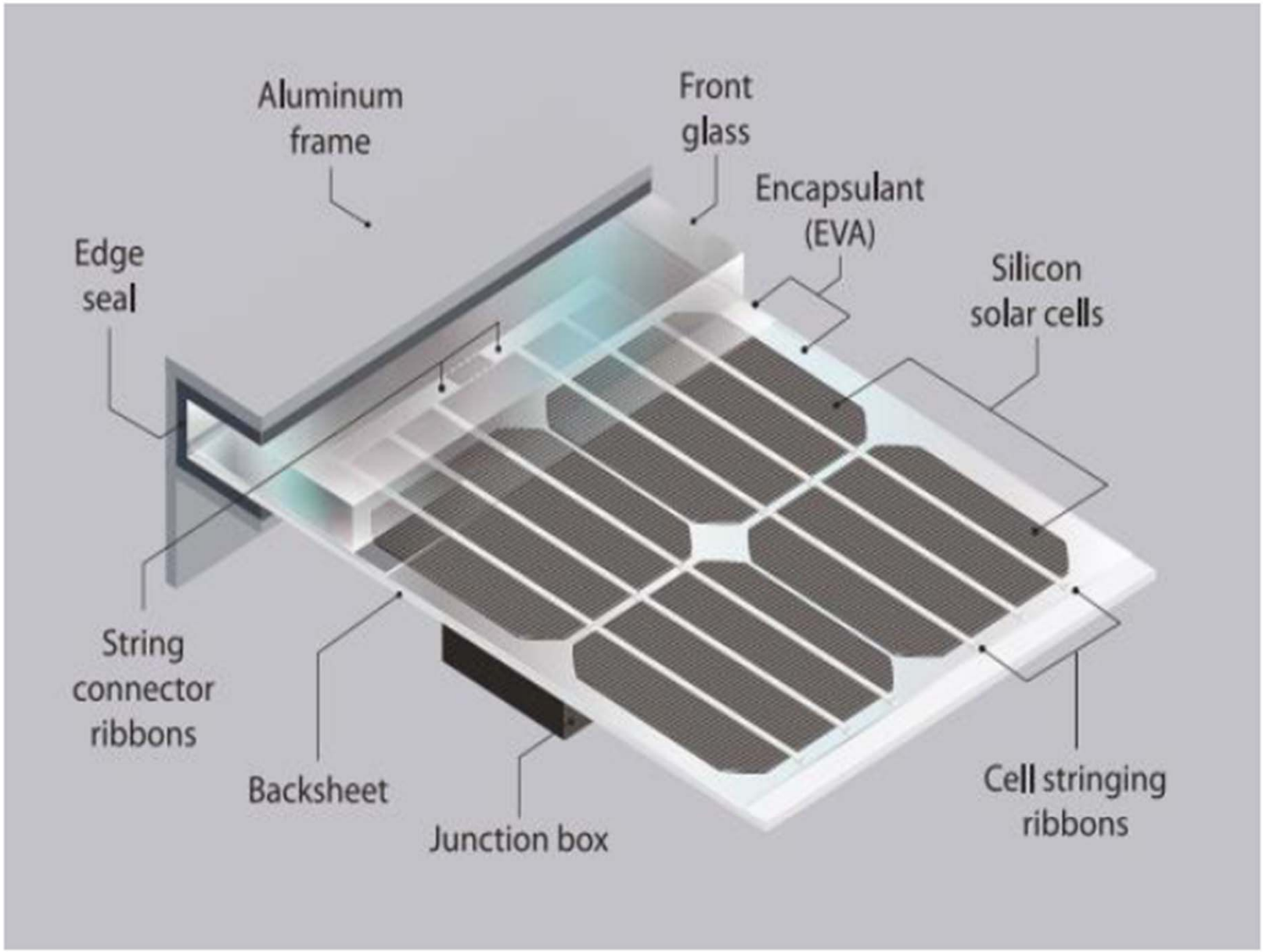
อ. ดร. สันต์ สัมปัตวนิช

ความเป็นมา

- ประเทศไทยได้มีการส่งเสริมการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนรวมถึง 6,000 MW ภายในปี 2579 (AEDP 2015)

- จากงานวิจัย พบว่าภายในยี่สิบปีจากปี 2579 จะมีโอกาสเกิดของเสียในช่วง 600,000-800,000 ตัน จะมากหรือน้อยขึ้นกับการบำรุงรักษาและติดตั้งทดแทน

- องค์ประกอบของแผงที่อาจจะเกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้ ได้แก่ สารจำพวกโลหะหนัก (แคดเมียม เทลลูเลียม อินเดียม แกลเลียม ตะกั่ว)
- แต่ถ้าจัดการดีจะมีแหล่งทรัพยากรที่น่าสนใจเช่น ซิลิกอน อลูมิเนียม กระจก พลาสติก ที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้

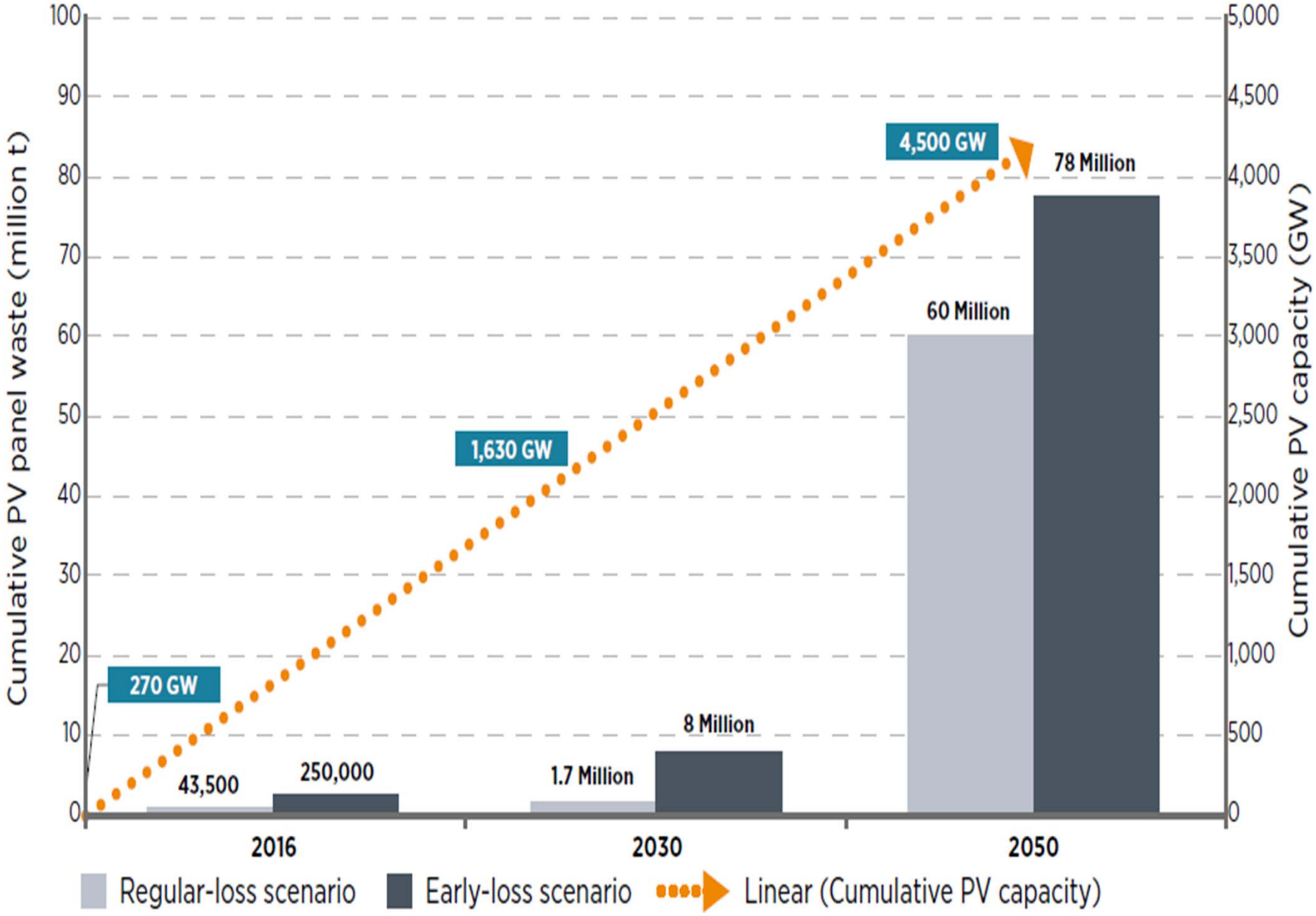


รูปที่ 5 – 1 องค์ประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีซิลิกอนเป็นส่วนประกอบ (IRENA, 2016)

ตารางที่ 5 - 2 สิบอันดับจังหวัดที่มีการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์สะสมสูงสุดในปี 2559

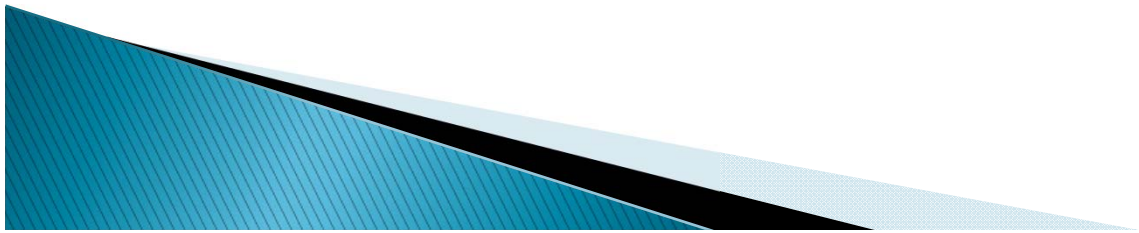
จังหวัด	จำนวนโรงไฟฟ้าแสงอาทิตย์	Generation capacity (MW)
สระแก้ว	42	253.134
ลพบุรี	23	221.097
เพชรบุรี	-	197.142
นครปฐม	20	171.409
นครสวรรค์	6	155.331
ลำปาง	3	136.515
พิษณุโลก	1	133.92
พระนครศรีอยุธยา	11	108.872
ปราจีนบุรี	13	92.245
นครราชสีมา	16	85.85

Overview of global PV panel waste projections, 2016-2050



ภาพรวมของโลก

- ในปี 2015 มีการติดตั้งกำลังการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์รวมถึงราว 222 GW โดยพบว่ากำลังการผลิตไฟฟ้าสะสมรวมส่วนใหญ่อยู่ในทวีปยุโรปถึง 98 GW (IRENA 2016)
- มีกำลังผลิตในทวีปเอเชียตามติดมา 88 GW ทั้งนี้อัตราการเติบโตที่สูงที่สุดมาจากกลุ่มประเทศในทวีปลาตินอเมริกาที่ 14.5% รองลงมาคือประเทศในทวีปเอเชียที่ 12.4%
- ที่ปลายปี 2016 ในโลกจะมีซากแผงพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในราว 43,500 – 250,000 ตัน
- จีน 5,000 – 15,000 ตัน เยอรมัน 3,500 – 70,000 ตัน ญี่ปุ่น 7,000 – 35,000 ตัน อเมริกา 6,500 – 24,000 ตัน



ลักษณะการเกิดเป็นของเสีย

- การผลิต
- การขนส่ง*
- การติดตั้ง*
- การใช้งาน
- การหมดอายุ

สาเหตุของของเสียจากช่วงการใช้งาน (IEA PVPS, 2014)

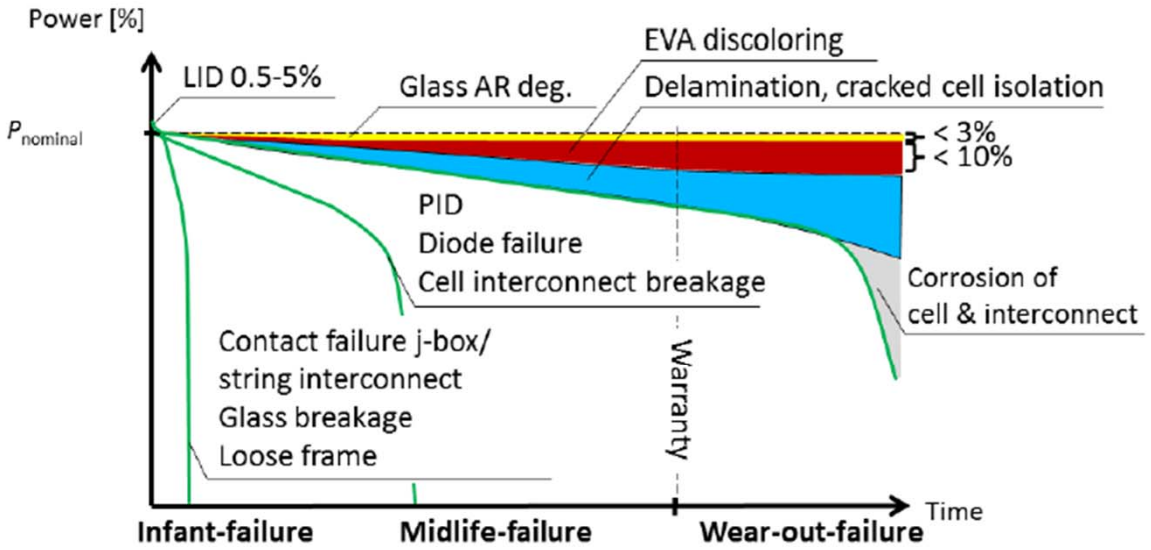
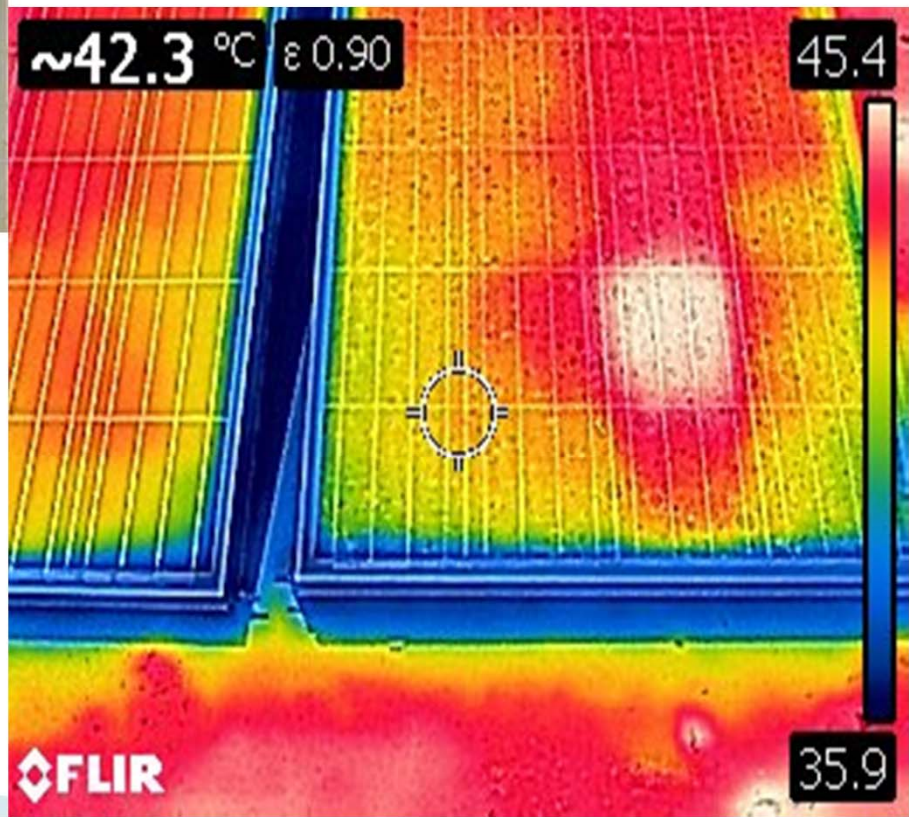


Fig. 3.1: Three typical failure scenarios for wafer-based crystalline photovoltaic modules are shown. Definition of the used abbreviations: LID – light-induced degradation, PID – potential induced degradation, EVA – ethylene vinyl acetate, j-box – junction box.


~42.3 °C
ε 0.90
45.4
35.9
FLIR

เยอรมัน

- ใช้กฎหมายการจัดการอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิคส์ที่เป็นรูปแบบเดียวกับ **WEEE Directive** ของ EU ชื่อ **ElektroG**
- ภาครัฐจะมีสำนักทะเบียนผู้ก่อเกิดขยะ E-waste คือผู้ผลิต โดยรวมถึงผู้นำเข้า ผู้จำหน่าย เป็นผู้รับผิดชอบ โดยผู้ผลิตนั้นจะมีหน้าที่เรียกคืน รวบรวม และนำอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ที่หมดอายุจากครัวเรือน ไปดำเนินการ ถอดแยก รีไซเคิล หรือส่งต่อไปยังโรงงานที่สามารถทำหน้าที่ดังกล่าว
- ภาคเอกชน ผู้ผลิตมีบทบาทสำคัญในการรวบรวม ถอด รีไซเคิลและกำจัด ซึ่งจะมีผลกระทบเรื่องการออกแบบอุปกรณ์ต่างๆ เพราะ ElektroG ระบุให้รีไซเคิลได้ถึง 80% by wt.
- ผู้ผลิตรวมตัวตั้งองค์กรเรียกว่า PV cycle เพื่อทำหน้าที่การรวบรวม ถอด รีไซเคิลและกำจัด แผงที่ใช้งานไม่ได้แล้วในปี 2007

กฎหมาย และระเบียบสำคัญใน EU

- WEEE directive (Directive 2002/96/EC) ซึ่งเป็นกฎหมายที่ตราขึ้นโดยสหภาพยุโรปเพื่อใช้ในการบริหารจัดการของเสียอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ในกลุ่มประเทศสมาชิก
- The recast WEEE directive (Directive 2012/19/EU) ให้ผู้ผลิตแผงมีหน้าที่ความรับผิดชอบโดยตรง โดยต้องจัดให้มีระบบการเรียกคืนและรีไซเคิล ทั้งนี้ครอบคลุมถึงการบริหารจัดการ การรายงาน และการเงินที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเทศสมาชิก ผู้ผลิตในกฎหมายนี้หมายรวมถึงโรงงาน ผู้จัดจำหน่าย ผู้นำเข้า และผู้ขายในระบบออนไลน์
- RoHS recast directive 2011/65/EC และมีผลบังคับใช้เมื่อ 3 มกราคม 2556 โดยวัตถุประสงค์เพื่อลดและเลิกการใช้สารอันตรายในการผลิตระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

ญี่ปุ่น

- ใช้กฎหมายไม่เจาะจงกับ PV มี 2 ฉบับคือ **Law for Promotion of Effective Utilization of Resources (LPUR)** และ **the Law for Recycling of Specified Home Appliance (LRHA)**
- เจ้าของขยะจ่ายค่าจัดการขยะให้กับตัวแทนจำหน่าย ณ จุดเก็บรวบรวม ในกรณีที่ตัวแทนจำหน่ายไม่สามารถจัดการได้ **AEHA-Association of Electric Home Appliance** จะเข้าไปดูแลการเก็บรวบรวมแทน
- ตัวแทนจำหน่ายจะทำการประสานการเก็บรวบรวมเพื่อทำการรีไซเคิลตามนโยบายประเทศ เพื่อป้องกันไม่ให้ไปหลุมฝังกลบ
- 8 ยูโรต่อแผง

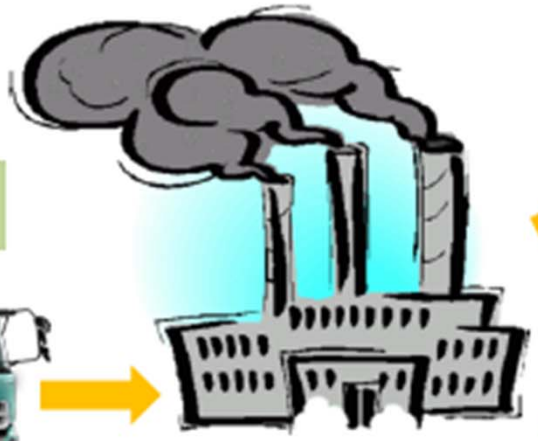
Life of expired solar panel

แหล่งกำเนิด | **การขนส่ง** | **การแยก** | **การใช้ประโยชน์/ส่งออก**

โรงไฟฟ้า

Rooftop

จุดรวบรวม ?



- เหล็ก
- Aluminum
- Plastics
- ทองแดง
- Cells : Rare & precious metals
  - ☞ Broken
  - ☞ Infect

ส่งออก

อุตสาหกรรมภายใน

- โรงหลอม Aluminum
- โรงหลอมทองแดง
- โรงหลอมเหล็ก
- พลังงาน
- Silicon – based industry

ตารางที่ 5 - 5 วัตถุดิบที่น่าสนใจจากซากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะเกิดขึ้นภายในปี 2588 (ตัน)

องค์ประกอบ	c-Si	a-Si	CdTe	CIGS
กระจก (Glass)	241,644	41,978	1,272	5,495
อลูมิเนียม (Aluminium)	33,562	17	4.69	785
EVA	21,342		47	196
ทองแดง (Copper : Cu)	1,857	439	13.89	52
เงิน (Silver : Ag)	13			
ดีบุก (Tin : Sn)	391	21		
สังกะสี (Zinc : Zn)	391		0.13	7.85
ซิลิกอน (Silicon : Si)	10,916	3		
ตะกั่ว (Lead : Pb)	195			3
แคดเมียม (Cadmium : Cd)			0.94	0.033
เทลลูเรียม (Tellurium : Te)			0.94	
อินเดียม (Indium : In)		244		1.3
เซเลเนียม (Selenium : Se)				0.03
แกลเลียม (Gallium : Ga)				0.65
เจอมาเนียม (Germanium : Ge)		244		

ข้อพิจารณา

- เจ้าของแผง: ปัจจุบันมีของเสียมากไหม แล้วทำอย่างไรอยู่
- ผู้ผลิต ผู้ขาย: อยากใช้โมเดลญี่ปุ่นหรือยุโรป อยากตั้งองค์กรมาทำแบบ PV cycle ไหม
- ผู้รวบรวม: ควรจะเป็นใคร ระหว่างผู้ผลิต ผู้ขาย หรือ ร้านขายของเก่า ถ้าต้องลงทุนเพิ่ม ทำอย่างไร การแยกชิ้นส่วนควรจะเกิดที่ใด
- ผู้รีไซเคิล/ผู้ผลิต: สามารถใช้หรือสกัดได้เองในประเทศหรือไม่
- ส่งออกได้ไหม
- ภาครัฐ: จะทำอย่างไรเพื่อให้เกิดการรีไซเคิลสูงสุด ถ้าเป็น rooftop จะรวบรวมยังไง จะควบคุมติดตามผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างไรดี โดยใคร

ขอบคุณมากครับ !!!