

Task 12 태양광 지속가능성

PVPS

## 자료 요약

# 태양광 시스템 전력의 환경 전과정 영향 평가

2023 년 데이터 업데이트

저자: Stucki, M., Götz, M., de Wild-Scholten, M., Frischknecht, R.

Task 12 관리자 :

Garvin Heath, NREL, 미국

Etienne Drahi, TotalEnergies, 프랑스

## 전과정 영향 평가

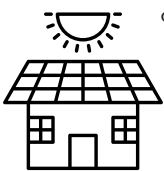
태양광 전과정 영향 평가는 다음과 같은 단계에서 재료 및 에너지 흐름과 관련 배출량을 정량화하고 평가하는 구조적이고 포괄적인 방법입니다:

- 01 제조 - 자원 추출, 원자재 생산, 웨이퍼, 셀 및 패널 생산
- 02 운송 - 배포 및 저장
- 03 설치 - 지붕 설치 및 배선
- 04 사용 - 30년 이상 사용 및 유지 보수
- 05 폐기 - 해체, 재활용, 폐기물 관리

## 태양광 범위

이 연구의 범위는 일반적인 주거용 태양광 시스템을 나타냅니다:

- 유럽에서 3 kWp 지붕에 설치된 태양광 시스템으로 생산된 1kWh 교류 전기
- 범위에는 태양광 패널, 배선, 장착 구조물, 인버터 및 시스템 설치 포함
- 연간 생산량 976 kWh/kWp, 면내 일사량 1,331 kWh/m<sup>2</sup>
- 선형 감쇠: 0.7 %/년
- 서비스 수명: 패널 30년, 인버터 15년



이 연구는 다음의 효율을 갖는 네 가지 태양광 모듈 기술을 포함합니다:

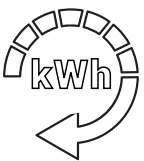
1. 카드뮴-텔루라이드 (CdTe) 18.4%
2. 구리-인듐-갈륨-셀레나이드 (CIS/CIGS) 17.0%
3. 다결정 실리콘 (multi-Si, BSF) 18.0%
4. 단결정 실리콘 (mono-Si, PERC/TOPCon) 20.9%

1 As per current Task 12 LCA methodology (IEA-PVPS T12-18:2020), results can be adjusted by assuming a linear relationship with the degradation rate dependent yield. For a degradation rate of 0.5 %/a simply multiply results by a factor of 0.968; while for a degradation rate of 0.9 %/a multiply results by a factor of 1.053.

2 For multi-Si and CIS/CIGS, no new technology-specific data was available for this update due to the currently very low market shares.

3 Electricity, heat, and silicon demand for mono-Si production have been updated based on current production data from multiple manufacturers.

## 회수 기간



비재생에너지 회수 기간은 재생에너지 시스템이 시스템 자체를 생산하는 데 사용한 것과 동일한 양의 에너지를 생성하는 데 필요한 기간으로 정의됩니다.

	UNIT	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
NREPBT	year	1.0	1.2	1.2	0.8



## 환경적 영향

태양광 시스템에서 1 kWh의 태양광 전기를 생성하는 데 따른 탄소 배출량은 화석 연료 발전기가 배출하는 최대 1kg CO<sub>2</sub>/kWh보다 훨씬 낮습니다.

	UNIT	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Greenhouse gas emissions	g CO <sub>2</sub> eq	35.8 <sup>4</sup>	43.6	35.5	25.2
Resource use, fossil fuels	MJ	0.44	0.52	0.51	0.35
Resource use, minerals and metals	mg Sb eq	5.04	5.30	4.64	5.22
Particulate matter	10 <sup>-9</sup> disease incidences	2.87	3.97	1.34	1.04
Acidification	mmol H <sup>+</sup> eq	0.29	0.36	0.21	0.18
Module efficiency	%	20.9	18.0	17.0	18.4
Data	reference period	2020 - 2023	2019 - 2021	2010 / 2020	2020 - 2022

<sup>4</sup> Contributions of PV modules: 20.2 g CO<sub>2</sub>-eq (56 %); inverter: 9.9 g CO<sub>2</sub>-eq (28 %); rest: 5.8 g CO<sub>2</sub>-eq (16 %)

## 환경적 영향 변화

2021년 시스템 대비 환경적 영향의 변화는 아래 표에 나와 있습니다. 100% 이상의 비율은 환경적 영향이 증가한 것을 나타내며, 100% 이하의 비율은 이전 데이터에 비해 영향이 감소한 것을 나타냅니다.

	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Greenhouse gas emissions	83 %	99 %	100 %	99 %
Resource use, fossil fuels	87 %	99 %	100 %	99 %
Resource use, minerals and metals	97 %	100 %	100 %	100 %
Particulate matter	74 %	102 %	109 %	108 %
Acidification	80 %	99 %	100 %	99 %
Reference period	2020 - 2023 (2019 - 2021)	2019 - 2021 (2019 - 2021)	2010 / 2020 (2010 / 2020)	2020 - 2022 (2019 - 2020)



# 2021년 데이터 대비 주요 변화

## 단결정 실리콘 태양광 패널 :

- 패널 효율 증가(전과정 환경 영향 감소)
- kerf 손실 감소 / 폴리실리콘 수요 감소(전과정 영향 감소)
- 태양광용 실리콘, 웨이퍼, 셀 및 패널 제조를 위한 전기 및 열에너지 수요 감소(전과정 영향 감소)

## CdTe 태양광 패널 :

- 패널 효율 증가(영향 감소)

## 모든 기술 :

- 전과정 영향평가 방법의 새로운 버전(영향의 경미한 변화)

# 전과정 영향평가 방법의 새로운 버전 (영향의 경미한 변화)

스위스에서 단결정 모듈 기술을 사용하여 주거용 지붕 태양광 시스템으로 생산한 전기의 온실가스 배출량 변화를 보여줍니다. 배출량 감소는 효율 증가와 제조 공정의 개선에 기인합니다.

	UNIT	1996	2003	2007	2014	2016	2020	2021	2023
Greenhouse gas emissions	g CO2 eq/kWh	121	72	76	80	107	43	43	36
Module efficiency	%	13.6	14.8	14.0	14.0	15.1	19.5	20.0	20.9
Annual yield	kWh/kWp	862	882	922	922	882	976	976	976

# Task 12 목표

- 다른 에너지 기술 대비 태양광 기술의 환경 프로파일을 정량화합니다.
- 시장 성장에 중요한 환경 건강, 안전 및 지속가능성 문제를 정의하고 해결합니다.

## Task 12 하위 과제 :



1. 순환경제 (CE)
2. 전과정 영향 평가 (LCA)
3. 생태계 통합 태양광 (ecoPV)
4. 광범위한 지속가능성 측면 (BSA)

Task 12는 미국 국립재생에너지연구소(NREL)와 TotalEnergies OneTech이 공동 운영합니다. DOE와 TotalEnergies의 지원에 감사드립니다.

For more details, see the accompanying slide deck.  
 Download 2020 full LCI report [here](#).  
 Download previous fact sheet version [here](#).  
 추가 정보 필요 시 연락처:  
 Emily Mitchell, secretary@iea-pvps.org

