



Task 15 BIPV 개발을 위한 지원 체계

S
P
V
P

정보지

BIPV 설치의 다차원 평가

2024년 7월

저자: Eder, G. C., Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Babin, M.,
Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Jing Yang, R., Weerasinghe, N.,
Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., Frischknecht, R.

Task 15 관리자:

Helen Rose Wilson, Fraunhofer ISE, 독일
Francesco Frontini, SUPSI, 스위스



BIPV 설치의 다차원 평가

건물일체형 태양광 발전(BIPV)은 태양광 패널을 건축 구조물에 원활하게 통합하여 지속가능한 건축 설계를 실현하는 중요한 대표 기술입니다.

BIPV 설치를 위한 다차원 평가 방법론은 BIPV 보급 확대를 목적으로 교차 비교를 용이하게 하기 위해 설계되었습니다.



다차원 평가 도구 개발

명확한 연구 목표를 설정하고 네 가지 주요 성과 지표(PIs) 범주에 걸쳐 변수 및 매개변수를 정의함:

에너지 관련 PIs	경제적 PIs	환경적 PIs	시각적 PIs
BIPV 어레이 직류 전기 수확량	BIPV 건물 요소 비용 (전체 BIPV 시스템)	비재생 자원으로부터의 에너지 누적 수요	인식 가능성
최종 시스템 교류 전기 수확량	표준 균등화발전비용	기후 변화 (GWP)	색상 (균일성)
면적별 교류 최종 시스템 수확량	확장된 균등화발전비용	자원 사용, 광물 및 금속	눈부심 (위험)
연간 성능 비율	재료 교체 가치	미세먼지	BIPV 시스템의 PV 모듈
자립 지수	확장된 순 현재 가치 / 비용	산성화	건물 내 BIPV 시스템
	확장된 할인 회수 기간	물 사용	도시 환경의 BIPV 건물



각 카테고리별 여러 지표에 따라 다양한 BIPV 설치의 정량적 및 정성적 비교 분석을 가능하게 하기 위해 각 PIs에 대한 수치 평가 시스템을 개발합니다. 시각적 PIs의 경우 반정량적 접근 방식을 사용합니다.

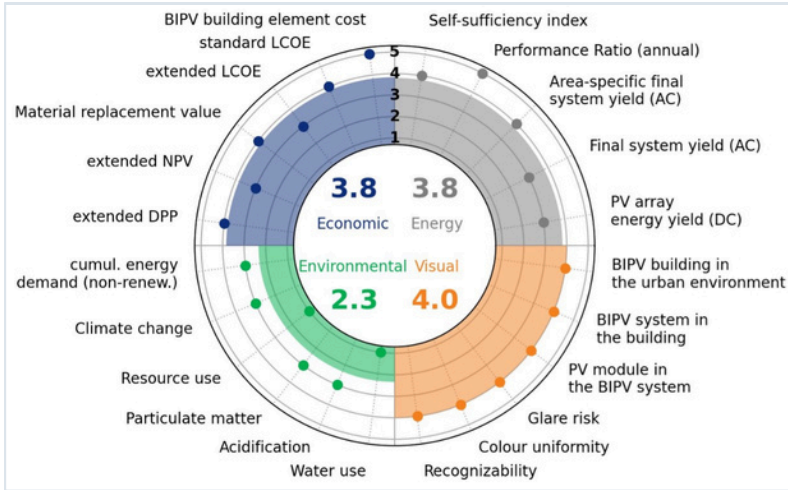


그림 1: 평가된 PIs의 수치 값을 나타내는 4개 카테고리의 시각화된 성능 평가 결과


다차원 성능 비교 평가의 목적은 기존 BIPV 프로젝트를 학습하고 새로운 BIPV 프로젝트 계획에 참여하는 건축가, 시스템 개발자 및 기타 이해 관계자들을 지원하는 것입니다.

BIPV 설치 유형에 대한 통일된 분류 체계를 개발합니다. 이 체계는 BIPV 건물 외피 기술 분류에 참조되는 최적의 접근 방식입니다.




¹ 적용 범주 A, B, C, D 및 E는 BIPV 표준 EN 50583 및 IEC 63092에서 사용되는 것입니다.

다차원 평가 도구의 적용

 다양한 건물 유형(예: 외벽, 지붕, 외부 장치)을 대표하는 다양한 BIPV 설치를 선택합니다. 각 설치는 비교 분석을 위한 사례 연구로 사용됩니다. 평가는 다음과 같이 수행할 수 있습니다:

- 계획된 프로젝트의 경우 데이터 시트, 표로 작성된 환경 데이터, 시뮬레이션 및 렌더링 데이터를 기반으로 합니다;
- 기존 BIPV 설치의 경우 측정된 성능 데이터, 실제 비용, 알려진 환경 데이터 및 시각적 및 광학적 성능의 현장 평가를 기반으로 합니다.

 정의된 PIs를 통해 각 설치의 성능을 정량화하고 평가하기 위해 다차원 방법론을 적용합니다. 이는 데이터 수집, 분석 및 표준화된 평가 방법을 사용한 해석을 포함합니다. 결과는 구조화된 형식으로 제시되어 상세한 비교 및 평가가 가능하게 합니다.



사례 연구

1 컬러 BIPV 모듈을 사용한 아파트 건물 개조 (스위스)



Foto: © Vividén + Partner AG

- 컬러 태양광 모듈을 외벽에 통합한 아파트 건물 개조 (약 35%의 성능 손실로 이어짐).
- 복잡한 건물 설계로 인해 심각한 차폐 조건이 발생합니다.
- 18가지 다른 크기의 모듈이 사용되었으며, 그 중 네 가지 유형만이 더미(비활성 패널)였습니다. 이론적으로 약 98%의 유리 외벽이 활성 상태입니다.
- 전력 최적화 장치의 상당 부분(7% 이상)이 처음 몇 년 안에 교체되어야 했으며, 이는 전기 생산 손실과 자원 사용 증가 및 에너지 수요 증가로 이어졌습니다.

2 BIPV 외벽과 지붕이 통합된 오피스 빌딩 (스웨덴 옘살라)



Foto: © Nils Lindstrand/ Nordiske Medier

- 외벽과 지붕에 BIPV가 설치된 LEED 플래티넘 인증 오피스 빌딩으로, 매우 효율적인 에너지 시스템과 혁신적인 솔루션 구현이 필요합니다.
- 전체 목재 프레임으로 건축되었으며, 건축 자재와 에너지 사용으로 인한 기후 영향을 최소화하기 위해 고에너지 관련 성능을 갖추도록 설계되었습니다.
- 태양광 패널은 지붕과 외벽에 통합되어 있으며, 나머지 외벽과 조화를 이루면서도 셀을 가리지 않도록 불투명하거나 무광 처리되었습니다.

3 표준화된 BIPV 지붕을 갖춘 테라스 하우스 (네덜란드 델프트)



Foto: Exasun © Jan-Jaap van Os;
<https://exasun.com/>

- Exasun은 전통적인 지붕 타일을 대체하기 위해 조립식 표준화된 제품을 사용합니다.
- X-Roof 시스템은 지붕창, 채광창 및 불규칙한 지붕과 조화롭게 통합됩니다.
- 최대 에너지 수확을 위해 지붕 전체가 태양광 패널로 구성되어 있습니다.

4 BIPV 창 발코니를 갖춘 아파트 건물 개조 (북부 이탈리아)



Foto: © Eurac Research

- BIPV 난간: Horizon 2020의 EnergyMatching R&D 프로젝트에서 개발된 다용도 클릭-&-고하부 구조를 사용하여 개조의 일환으로 설치되었습니다.
- BIPV 창 발코니: '솔라 윈도우 블록' 시스템 내에서 개발되었으며, 조립식이고 다기능적입니다. 창문 내 환풍기에 전력을 공급하기 위해 배터리와 통합된 BIPV 시스템을 포함하고 있습니다.
- BIPV 시스템의 크기와 배치는 시간별 전기 생산과 소비 간의 매칭을 향상시키기 위해 최적화되어 전체 시스템의 효율성을 극대화하는 것을 목표로 했습니다.



도전 과제 및 고려 사항

평가 도구는 여러 도전에 직면합니다:

- **데이터 가용성:** 데이터 사용에 대한 제한된 가용성과 권한은 포괄적인 평가를 방해할 수 있습니다.
- **표준화 문제:** 각 성과지표를 결정하기 위한 표준화된 정의가 부족하면 서로 다른 BIPV 응용분야의 성능을 비교할 때 큰 문제가 발생할 수 있습니다. 예를 들어, 경제적 이익을 계산할 때, 서로 다른 연구에서 서로 다른 비용 및 이익 요소를 사용한 경우가 이에 해당합니다.
- **환경 데이터 변동성:** 환경 데이터를 생성하는 다양한 방법은 환경 PIs를 계산하는 것을 복잡하게 만들 수 있습니다.
- **주관적 미학 평가:** 시각적 성능 평가는 본질적으로 주관적이므로 등급을 표준화하기 위해 반정량적 접근이 필요합니다.

전망

본 도구는 원래 다양한 BIPV 설치를 위한 교차 비교를 목적으로 설계되었으나, 아래와 같이 다른 유형의 평가에도 사용이 가능합니다.

- **계획 단계에서 특정 프로젝트를 위한 경쟁 옵션 평가:** 외부 경계 조건은 고정되어 있으며(위치, 건설, 운영 시간), 경제적 조건(이자율, 자본 제공)은 BIPV 변형 간에 일관될 수 있으며, 성과 지표(PIs)를 위한 사전 정의된 평가 방법이 일관되게 사용될 수 있습니다.
- **각 성과 지표의 개별 평가:** 이는 잠재적인 BIPV 고객에게 유용할 수 있으며, 고객이 자신에 맞는 관련 지표를 우선 시할 수 있게 도와줍니다.
- **선도적인 설치 사례 분석(예: 사례 연구 1):** 이를 통해 성과를 파악하고 개선할 부분을 식별하며, 시장 개발에 기여할 수 있습니다.
- BIPV 설치의 전체 수명에 걸친 종단적 분석은 Task 15의 3단계에 계획되어 있습니다.



진행 중인 연구는 BIPV 설치의 장기 성능 영향과 진화 추세를 탐구하여 건축 구조물에 대한 지속 가능한 PV 통합을 지원할 것입니다.



이 방법론은 BIPV 시스템 평가에서 중요한 발전을 의미하며, 다양한 건축적 맥락에서 태양광의 효과적이고 지속 가능한 통합을 촉진합니다.



IEA PVPS Task 15

Task 15는 BIPV 제품의 세계적 확산을 가속화하기 위한 프레임워크 구축을 목표로 합니다. 이를 통해 BAPV 및 전통적 건축자재와의 공정한 경쟁을 보장하고, BIPV를 전기 및 건축 기술에 통합하여 건물의 미관, 에너지 성능, 다기능성에 기여합니다. 본 Task는 신축 및 기존 건물, 다양한 태양광 기술 및 응용분야, 주거용 주택에서 상업 및 공공 건물의 대규모 BIPV 설치에 이르기까지 광범위한 범위를 다룹니다.

이 정보지는 IEA PVPS Task 15 전문가들이 Energy and Buildings에 게재한 논문에 기반한 것입니다. 자세한 설명은 해당 논문에서 확인하실 수 있습니다.

Wilson, H. R., Frontini, F., Bonomo, P., Eder, G. C., Babin, M., Thorsteinsson, S., Adami, J., Maturi, L., Yang, R. J., Weerasinghe, N., Martin-Chivelet, N., Boddaert, S., & Frischknecht, R. (2024). Multi-dimensional evaluation of BIPV installations: Development of a tool to assess the performance as building component and electricity generator. Energy and Buildings, 312.