

PV-systemen voor industriële hallen

Citation for published version (APA):

Lee, B., Trcka, M., & Hensen, J. L. M. (2012). PV-systemen voor industriële hallen. *TVVL Magazine*, 41(5), 26-28.

Document status and date:

Published: 01/01/2012

Document Version:

Accepted manuscript including changes made at the peer-review stage

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Een kosten-batenanalyse

Pv-systemen voor industriële hallen

Het relatief grote dakoppervlak van veel industriële hallen biedt een kans om photovoltaïsche (pv) systemen te benutten. In verschillende landen wordt een zogenaamd 'Feed-in Tariff', FiT, beschikbaar gesteld om het hoge aankoopbedrag van pv-systemen te compenseren. Voor verschillende scenario's is met behulp van simulaties een kosten-batenanalyse van pv-systemen uitgevoerd. Daarnaast is de invloed van verschillende economische parameters onderzocht.

B. (Bruno) Lee, Materials innovation institute (M2i) en Technische Universiteit Eindhoven; dr.dipl.-ing. M. (Marija) Trcka, prof.dr.ir. J.L.M. (Jan) Hensen, Technische Universiteit Eindhoven

In 2009 was de industriële sector verantwoordelijk voor een kwart van het totale energiegebruik in Europa [1]. Het vaak relatief grote dakoppervlak van industriële gebouwen maakt het aantrekkelijk om pv-systemen te implementeren. Hier staan tegenover de betrekkelijk hoge investeringskosten voor pv-systemen die terugverdiend moeten worden met de besparing op elektriciteitskosten. Om hierin tegemoet te komen wordt een terugleververgoeding (TLV) afgesproken. De energieleverancier neemt tegen een afgesproken tarief de opgewekte energie af. Er zijn verschillende mogelijkheden voor TLV-afspraken. Bij de netto TLV-regeling wordt een afgesproken tarief betaald voor de energie die aan het net geleverd wordt indien er meer energie opgewekt wordt dan er voor eigen gebruik nodig is. (Bij salderen is de TLV feitelijk gelijk is aan het leveringstarief.) De bruto TLV-regeling is gebaseerd op het afnemen van alle geproduceerde energie tegen een afgesproken tarief. In dit artikel wordt een kosten-batenanalyse van de implementatie van pv-systemen besproken, gebaseerd op een computersimulatie van zowel de opwekking van energie door het pv-systeem als het energiegebruik van de industriële hal. Een belangrijk deel van dit

energiegebruik, de koellast, is sterk afhankelijk van het weer en de zoninstraling op de betreffende locatie. Dit is problematisch voor hallen waar veel warmte gegenereerd wordt tijdens bijvoorbeeld productieprocessen, omdat veel conventionele koelmethode sterk afhankelijk zijn van de directe omgeving. Een volledige kosten-batenanalyse is uitgevoerd, waarbij rekening gehouden wordt met besparingen op elektriciteitskosten, inkomsten via de TLV en jaarlijkse investeringskosten. Om hiervan een beeld te vormen, is er een case study uitgevoerd voor een typische industriële hal in Palermo, Italië; een droog subtropisch klimaat met een hoge zoninstraling gedurende het grootste deel van de dag

■ DE CASE STUDY

Italië streeft ernaar om 17% van zijn energie op een duurzame manier op te wekken in 2020, om zo te voldoen aan de Europese richtlijn [2]. Italië heeft een bruto TLV-regeling aangenomen, maar men is het niet eens over verschillen in effectiviteit tussen de netto en bruto regelingen [3]. In dat kader is, uitgaande van de netto regeling, uitgezocht wat de invloed is op de kosten en baten vanuit het perspectief van de eigenaar. Elektriciteitstarieven voor de

industriële sector liggen tussen de 0.1071 en 0.1327 €/kWh [4]. TLV's variëren van 0.351 tot 0.358 €/kWh [5], afhankelijk van de capaciteit van het pv-systeem.

De investeringskosten van een pv-systeem (uitgaande van monokristallijne zonnecellen met een efficiëntie van 14%), worden geschat op €3.500 per kW_p, [6]. De netto contante waarde van de investeringskosten is bepaald op basis van een disconteringsvoet van 2,49% [7] en een levensduur van 20 jaar. Er is uitgegaan van een typische industriehal met een stalen constructie van 80m x 136m. R-waarden van 2,3 en 3,3 zijn vereist voor de wanden en het dak [8]. Voor infiltratie is uitgegaan van een ventilatievoud van 0,1/uur [9]. Voor de gewenste binnentemperatuur is uitgegaan van maximaal 30 graden en minimaal 18 graden wanneer de hal in gebruik is [10]. Vier hypothetische scenario's worden onderzocht: industriële processen die resp. 100, 50, 30 of 5 W/m² vloeroppervlak verbruiken aan elektriciteit, om een fabriek met hoge, gemiddelde of lage interne warmtelast c.q. een opslagloods te representeren. De hallen worden mechanisch afgezogen en de buitenlucht wordt gebruikt voor koeling. De hierna genoemde getallen zijn inclusief het verbruik voor de ventilatoren.

De capaciteit van de pv-systemen is onderzocht voor een minimum van 100 kW_p tot een maximum van 1.5 MW_p, die ruwweg het gehele dak bedekken.

RESULTATEN EN DISCUSSIE

Figuur 1 laat de jaarlijkse opbrengst zien, op basis van de minder voordelige netto TLV-regeling. Een opslagloods met pv-systemen met een capaciteit groter dan 1,100 kW_p blijkt economisch aantrekkelijk te zijn; door het lage energiegebruik van de opslagloods is er een overschot aan elektriciteitsproductie dat tegen de hoge TLV verkocht kan worden.

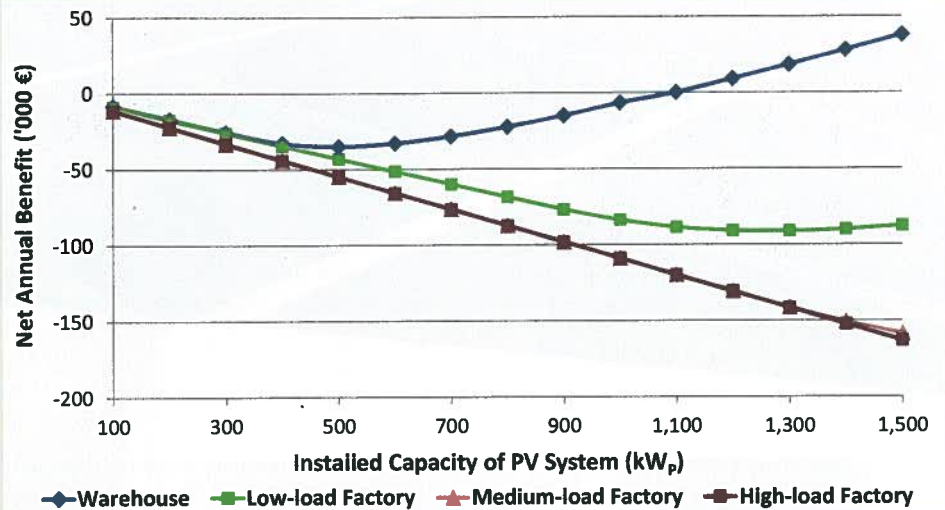
De invloed van enkele economische parameters is weergegeven in tabel 1.

De invloed van bovenstaande variaties zijn weergegeven in figuur 2. De jaarlijkse opbrengst is uitgedrukt per kW_p geïnstalleerde capaciteit. Bij toenemende TLV, neemt de opbrengst voor systemen met een capaciteit boven de 400 kW_p drastisch toe aangezien het overschot aan geproduceerde energie ook toeneemt. Een langere levensduur van het systeem of een lagere disconteringsvoet hebben min of meer dezelfde invloed op het netto voordeel. Een reductie van de aanschafkosten voor pv-systemen heeft de grootste invloed, ongeacht de geïnstalleerde capaciteit. In de vroege ochtend, wanneer er geen processen gaande zijn en dus geen elektriciteit verbruikt wordt, is alle elektriciteit die opgewekt wordt pure winst. Deze winst staat direct in verhouding met de capaciteit van het systeem. Wanneer deze capaciteit lager is dan 400 kW_p wordt er geen overschot aan elektriciteit opgewekt gedurende de dag. Dit betekent dat er, ongeacht de capaciteit van het systeem, ofwel winst verkregen wordt uit de TLV-regeling ('s ochtends) ofwel een besparing op de energierekening (gedurende de dag) behaald wordt. Wanneer er slechts een tarief voor elektriciteit beschikbaar is, is het voordeel bij een netto TLV-regeling constant.

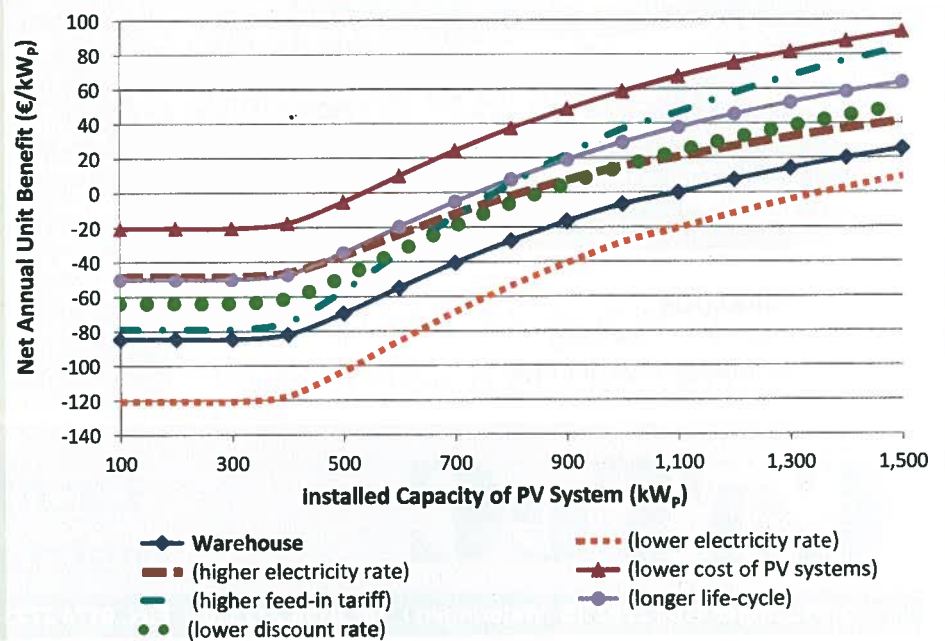
CONCLUSIE

Het implementeren van pv-systemen is pas economisch aantrekkelijk in combinatie met een gunstige TLV-regeling, uitgaande van de huidige kosten voor pv-systemen en de relatief lage energietarieven. Hierbij dient opgemerkt te worden dat technologische ontwikkelingen zullen leiden tot efficiëntere systemen, en dus een grotere opwekcapaciteit bij dezelfde investeringen.

Bij de bruto TLV-regeling wordt er slechts één teruglevertarief gehanteerd. Het is daarmee niet nodig om simulaties uit te voeren om een kosten-batenanalyse uit te voeren. De economische haalbaarheid kan berekend worden met economische parameters zoals elektrici-



-Figuur 1- Jaarlijkse winst bij de netto TLV-regeling



-Figuur 2- Jaarlijkse opbrengst (per kW_p) van pv-systemen bij variaties in economische parameters voor een opslagloods in Palermo met de netto TLV-regeling

Parameters	Variatie
Elektriciteitstarieven	verlaagd met 30% verhoogd met 30%
TLV's	verhoogd met 30%
Investering	omlaag gebracht tot €2.500 per kW _p
Levensduur	verlengd tot 25 jaren
Disconteringsvoet	verlaagd met 1%

-Tabel 1- Variaties in economische parameters om de invloed op het potentiële voordeel te onderzoeken



Zijn pv-systemen economisch aantrekkelijk?

teitstarieven, investeringskosten, kortingen en levensduur. Bij de netto regeling daarentegen, is het tarief afhankelijk van de balans tussen productie en consumptie. Een computersimulatie is nodig om de kosten- batenanalyse uit te voeren.

Dit artikel beschrijft enkele resultaten van een lopend promotieonderzoek, uitgevoerd onder projectnummer M81.1.08318 in het kader van het onderzoeksprogramma van het Materials innovation institute M2i (www.m2i.nl).

LITERATUUR

1. Eurostat. (2011) — Final Energy Consumption, by Sector, <http://epp>.

eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables, accessed May 11, 2011.

2. REN. (2010) — Renewables 2010 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
3. Zahedi A. (2010) — A Review on Feed-in Tariff in Australia, What it is Now and What it should be. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 14, Issue 9, 3252-3255.
4. EEP. (2011) — Europe's Energy Portal: End-user prices for EU Industrial consumers, <http://www.energy.eu/>, accessed April 14, 2011.
5. Focus. (2011) — Italy Revises Renewable Energy Feed-in Tariff <http://www.renewableenergyfocus.com/view/10908/updated-italy-revises-renewable-energy-feedin-tariff>, accessed April 15, 2011
6. Poullikkas A. (2009) — Parametric Cost-benefit Analysis for the Installation of Photovoltaic Parks in the Island of Cyprus, Energy Policy, Volume 37, 3673-3680.
7. EU. (2011) — Reference and discount rates, http://ec.europa.eu/competition/state_aid/legislation/reference_rates.html, accessed April 15, 2011.
8. Ashrae. (2007) — Standard 90.1 — Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
9. ISSO. (2002) — Handboek Installatietechniek, Instituut voor Studie en Stimulering van Onderzoek op het gebied van gebouwinstallaties
10. ARAB. (2006) — Artikel 148, Titel II - Algemene bepalingen betreffende de arbeidshygiëne alsmede de veiligheid en de gezondheid van de arbeiders, Algemeen Reglement voor de arbeidsbescherming.

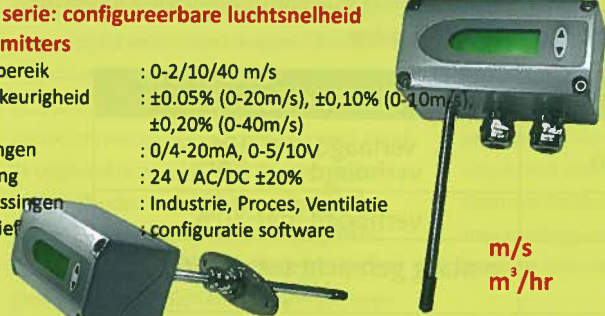
CaTec

Luchtsnelheid Instrumentatie !

Turfschipper 114 | 2292 JB Wateringen | Tel. 0174 272330 | Fax. 0174 272340 | info@catec.nl | www.catec.nl

EE75 serie: configureerbare luchtsnelheid transmitters

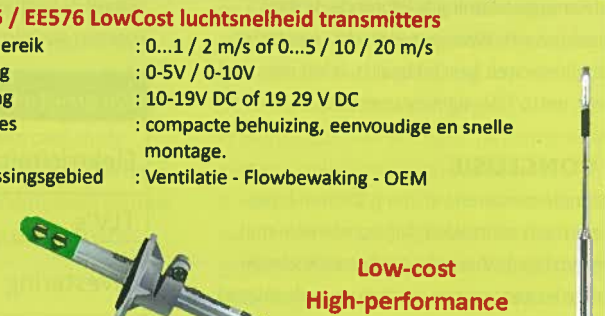
Meetbereik	: 0-2/10/40 m/s
Nauwkeurigheid	: ±0.05% (0-20m/s), ±0.10% (0-10m/s), ±0.20% (0-40m/s)
Uitgangen	: 0/4-20mA, 0-5/10V
Voeding	: 24 V AC/DC ±20%
Toepassingen	: Industrie, Proces, Ventilatie
Inclusief	: configuratie software



**m/s
m³/hr**

EE575 / EE576 LowCost luchtsnelheid transmitters

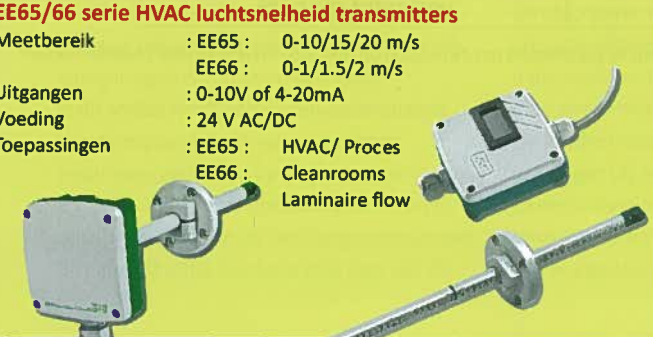
Meetbereik	: 0...1 / 2 m/s of 0...5 / 10 / 20 m/s
Uitgang	: 0-5V / 0-10V
Voeding	: 10-19V DC of 19 29 V DC
Features	: compacte behuizing, eenvoudige en snelle montage.
Toepassingsgebied	: Ventilatie - Flowbewaking - OEM



**Low-cost
High-performance**

EE65/66 serie HVAC luchtsnelheid transmitters

Meetbereik	: EE65 : 0-10/15/20 m/s EE66 : 0-1/1.5/2 m/s
Uitgangen	: 0-10V of 4-20mA
Voeding	: 24 V AC/DC
Toepassingen	: EE65 : HVAC/ Proces EE66 : Cleanrooms Laminaire flow



TSI9565 serie VelociCalc Plus Multifunctionele Ventilatie Meters

Luchtsnelheid / hoeveelheid	1,27 - 78,7 m/s	m/s
Temperatuur	5-60°C	°C
Relatieve Vochtigheid	0-95%RV	%RV
Druk	-3735 - +3735 Pa	ΔP
CO ₂ (optioneel)		CO₂
Vleugelrad (optioneel)		m³/hr
Bluetooth printen		VOC (nieuw)
Dataopslag		
Groot grafisch display		

