

Certificatie en Normalisatie PV systemen vanuit NEC82

Vorbereidend normalisatiewerk (2000/2001)

P.J.M. Heskes
E. Molenbroek*
B. van Leeuwen**

*ECOFYS

**KEMA

Verantwoording

Dit project is uitgevoerd in opdracht van Novem onder overeenkomst nummer 146.240-015.1, ECN projectnummer 7.4561.

INHOUD

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. KORT OVERZICHT VAN DE ACTIVITEITEN	9
3. NEDERLANDSE ACTIVITEITEN IN HET INTERNATIONALE KADER	11
3.1 Bouwwijze en veiligheid van netgekoppelde PV systemen	11
3.1.1 De totstandkoming van een algemeen IEC-document t.b.v. inverter veiligheid	11
3.1.2 De totstandkoming van het nieuwe Nederlandse document voor de veiligheid van kleine netgekoppelde fotovoltaïsche-systemen, de K150.	12
3.1.3 De totstandkoming van veiligheids- en installatie-eisen	12
3.2 De richtlijn voor inverters	13
3.3 Harmonische emissie van inverters	13
NORMATIEVE REFERENTIES	15
BIJLAGE I	17
BIJLAGE II	25
BIJLAGE III	27
BIJLAGE IV	31
BIJLAGE V	33

SAMENVATTING

Doel van het project “Certificatie en Normalisatie PV systemen vanuit NEC82” is het uitvoeren van werkzaamheden op het gebied van certificatie en normalisatie van PV systemen en componenten, voortvloeiende uit taken die verricht worden vanuit de Nederlandse normalisatiecommissie NEC82.

ECN heeft gewerkt aan de algemene taken die verricht worden vanuit de NEC82, zoals:

- leesuren t.b.v. NEC 82 vergadering
- commentaar geven op draft normen
- deelname in werkgroepen
- commentaar verzamelen

KEMA heeft gewerkt aan het volgende:

- participeren in IEC TC82 WG3, Solar PV energy systems – Systems
- participeren in IEC TC82 WG6, Solar PV energy systems – Balance-of-System components
- updaten van KEMA norm K150.

Ecofys heeft gewerkt aan het volgende:

- standaard opleverprocedures
- elektrische eigenschappen van PV in bouwtests
- GRS-PV
- bijdrage aan IEC TC82 WG3, onderdeel netgekoppelde systemen (safety in PV buildings)

Inmiddels is de geupdate KEMA norm K150 omgezet in een Nederlands Technische Afspraak, NTA 8493.

Het is te verwachten dat het ECN-C--99-085 document voor het kwalificeren van PV-inverters "Dutch Guidelines" in de loop van 2003 gereed is om omgezet te worden in een NTA. Het ligt in de bedoeling om deze eisen op termijn op te nemen in de IEC 62093.

Het is te verwachten dat het Ecofys document "standaard opleverprocedures" in de loop van 2003 omgezet is in NTA 8013. Het ligt in de bedoeling om deze eisen op termijn op te nemen in de NEN 1010.

1. INLEIDING

Dit rapport geeft een overzicht van de werkzaamheden die door ECN, KEMA en Ecofys binnen het kader van het project “Certificatie en Normalisatie PV systemen vanuit NEC82” zijn uitgevoerd.

Doel van het project “Certificatie en Normalisatie PV systemen vanuit NEC82” is het uitvoeren van werkzaamheden op het gebied van certificatie en normalisatie van PV systemen en componenten, voortvloeiende uit taken die verricht worden vanuit de Nederlandse normalisatiecommissie NEC82.

Op het gebied van certificatie en normalisatie van PV systemen is gewerkt aan de algemene taken die verricht worden vanuit de NEC82, zoals:

- leeswerk ter ondersteuning van NEC 82
- commentaar geven op draft normen
- deelname in nationale en internationale werkgroepen
- Nederlands commentaar verzamelen op draft normen

Op het gebied van netgekoppelde PV systemen is gewerkt aan het updaten van de K150.

Op het gebied van inverters is gewerkt aan een normvoorstel voor een Nederlandse richtlijn voor certificeren van PV inverters.

2. KORT OVERZICHT VAN DE ACTIVITEITEN

1. ECN heeft gewerkt aan de algemene taken die verricht worden vanuit de NEC82, zoals:
 - leesuren t.b.v. NEC 82 vergadering
 - commentaar geven op draft normen
 - deelname in werkgroepen
 - commentaar verzamelen.
2. Er is door ECN Nederlands commentaar verzameld en gecompileerd voor de volgende standaards
 - IEC 61215 CD (82/269 CD) [1]
 - IEC 61836 CD (82/260 CD) [2]
 - IEC 61853 NWP (82/254 NP) [3]
 - prEN 50380 CD [4]
 - IEC 61727 CD (82/266 CD) [5]
 - NWP 82_263 mppt [6].
3. KEMA heeft gewerkt aan het volgende:
 - bijdrage aan IEC TC82 WG3, Solar PV energy systems – Systems
 - bijdrage aan IEC TC82 WG6, Solar PV energy systems – Balance-of-System components
 - updaten van de KEMA norm K150 [7].
4. Ecofys heeft gewerkt aan het volgende:
 - standaard opleverprocedures [8]
 - elektrische eigenschappen van PV in bouwtests
 - GRS-PV, zie een NEC 82 presentatie in Bijlage V
 - bijdrage aan IEC TC82 WG3, onderdeel netgekoppelde systemen (safety in PV buildings).
5. Naast algemene beoordeling op NEC 82 documenten is er door Ecofys commentaar gegeven op de volgende documenten:
 - IEC 61853 (82/254/NP)
 - NWP 82_263 mppt
 - IEC 61727 CD (82/266 CD)
 - K-150.
6. Leden van de NEC82 hebben intensief commentaar geleverd tijdens de totstandkoming van de bovengenoemde Nederlandse documenten. Daarnaast zijn Europese en internationale documenten becommentarieerd.
7. Tevens hebben leden van de NEC82 in 2001 een werkgroep opgericht om harmonische interactie tussen netgekoppelde inverters van klein vermogen en het elektriciteitsnet te bestuderen. Vanuit deze werkgroep initiatieven is in 2001 het volledig door Novem gefinancierde project “Meting aan de interactie van parallel geschakelde PV-invertoren”, Novem projectnr.: 146.240-016.1, opgestart en afgerond. Dit project ging over harmonische interactie tussen parallelgeschakelde, netgekoppelde inverters van klein vermogen en het elektriciteitsnet.

3. NEDERLANDSE ACTIVITEITEN IN HET INTERNATIONALE KADER

De activiteiten op Europees niveau stonden in 2001 vrijwel helemaal stil. CENELEC/BTTF 86-2 is in 2001 omgezet in CLC/TC 82 en er zijn voorstellen gedaan om ten dele nieuwe activiteiten op te starten.

Voorafgaand aan de voor november 2001 geplande IEC/TC 82 bijeenkomst in Sydney is in de loop van 2001 een groot aantal 'Committee Drafts' en 'New Work Item Proposals' beoordeeld. Vanwege de internationale situatie die na '11 september 2001' is ontstaan is de geplande IEC/TC 82 bijeenkomst echter verschoven naar april 2002. Dit betekende vertraging bij de totstandkoming van een aantal IEC-normen.

3.1 Bouwwijze en veiligheid van netgekoppelde PV systemen

3.1.1 De totstandkoming van een algemeen IEC-document t.b.v. inverter veiligheid

De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd ten aanzien van het participeren in de IEC TC82 WG 6 Solar PV energy systems - Balance-of-system components. Deze werkgroep heeft onder andere als taak om het Amerikaanse inverter safety document UL 1741 [9] om te zetten in een algemeen IEC-document, namelijk de IEC 62109 [10].

Washington mei 2000:

In Washington is dhr. O. Philipse (KEMA) aanwezig geweest bij de TC 82 meeting voor het maken van een juiste keuze ivm het basisdocument voor de IEC 62109. De keuze is gevallen op de IEC/EN 61010 [11] en UL 7141. Gekozen is voor de IEC 61010, ondanks dat er nu in verschillende landen geëvalueerd wordt volgens de IEC 60950 [12], echter deze standaard is alleen voor binnentoepassingen geschikt.

Arnhem (KEMA) oktober 2000:

Bij KEMA in Arnhem komen de heren T. Zgonena (UL), J. Marshall (CSA), O. Philipse (KEMA) en B. van Leeuwen (KEMA) bijeen. De werkzaamheden eerder door de heer Philipse uitgevoerd worden overgedragen aan de heer van Leeuwen. Een draft versie van de IEC62109 op basis van de IEC61010 wordt verstrekt en uitvoerig besproken.

Omdat de IEC61010 niets zegt over de toepassing van PV systemen wordt de draft versie gecombineerd met delen uit de UL7141.

Northbrook (UL office) mei 2001:

In Northbrook komt de gehele TC82 werkgroep bijeen. Voor WG6 worden twee dagen gereserveerd en het document wordt verder uitgewerkt. Omdat in twee dagen weinig vooruitgang is geboekt wordt er afgesproken om in Arnhem in een kleinere delegatie bijeen te komen, om de vooruitgang van het document te versnellen.

Door bewegingen en voorstellen van internationale werkgroepen is de doelstelling om activiteiten omtrent de IEC62109 af te ronden, welke door Kema uitgevoerd zijn, sterk vertraagd. Om dit werk af te kunnen ronden, is een jaar uitstel gevraagd voor het project en gekregen, dit is tot en met 31 december 2002.

Arnhem (KEMA) mei 2002:

In Arnhem komt een gedeelte van WG6 bijeen met diverse Nederlandse inverter fabrikanten om de draft versie te bestuderen en te kijken wat voor tekortkomingen nog in het document aanwezig zijn. Het document wordt opgesplitst in 4 verschillende sub delen

De nadruk in deze meeting wordt gelegd op deel 1 IEC 62109-1.

Toronto (CSA office) November 2002:

In Toronto wordt gesproken over de wijzigingen die in de IEC 61010 (basis document) zijn doorgevoerd en die van invloed kunnen zijn voor het IEC 62109 document. De wijzigingen die van toepassing zijn worden doorgevoerd en afgesproken wordt dat er een goed leesbare draft versie van de IEC62109-1 wordt gemaakt.

3.1.2 De totstandkoming van het nieuwe Nederlandse document voor de veiligheid van kleine netgekoppelde fotovoltaische-systemen, de K150.

Voor kleine netgekoppelde fotovoltaische systemen met een maximale AC-uitgangsstroom van 2,25 A is onder leiding van KEMA in 2001 een concept-document "de nieuwe K150" tot stand gekomen, zie Bijlage I. In 2002 is dit document in de vorm van NTA 8493 [13] beschikbaar gekomen.

De K150 is de veiligheidsnorm voor AC modules en inverters die KEMA in 1996 heeft uitgebracht in overleg met de PV industrie. Omdat de IEC60950 2nd edition, waaraan de K150 gekoppeld is, gewijzigd is in een 3rd edition en de techniek van de PV systemen niet heeft stil gestaan kwam de vraag uit de markt om de K150 aan te passen aan de nieuwste eisen. De scope van de K150 is gewijzigd in "kleine netgekoppelde fotovoltaische-sysyemen".

De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de vorige versie zijn:

- Scope
- Power rating
- Parallel aansluiten
- Touch current.

De scope is aangepast voor alleen kleine systemen in huishoudelijk- of kantoor toepassing.

De maximaal toegestane open spanning is veranderd in 120 Vdc conform de National Code NEN1010. Tevens is er toegestaan om op een bestaande groep een stroom van 2,25 A_{ac} in te voeren.

Het is dan niet noodzakelijk om een installateur een aparte groep aan te laten leggen, de consument kan de inverter zelf aansluiten op een bestaande WCD (Wand Contact Doos).

Voor het parallel schakelen van meerdere systemen dient de fabrikant rekening te houden met de lek stromen (touch current) die kunnen optreden bij een Class II systeem (niet geaard). Als de lek stroom de limiet overschrijdt bij parallel bedrijf, dienen de systemen geaard te worden.

In nauw overleg met de inverter fabrikanten en de NEC 82 is de K150 tot stand gekomen en zijn de nieuwste inverters al voorzien van KEMA-KEUR mede op basis van de nieuwe K150.

3.1.3 De totstandkoming van veiligheids- en installatie-eisen

Er is een belangrijke bijdrage geleverd aan de totstandkoming van IEC 60364-7-712 [14], waarin de veiligheids- en installatie-eisen worden vastgelegd voor netgekoppelde PV-systemen op woningen en gebouwen. Dit is een TC 64 activiteit. De IEC is uitgegeven en wordt nog omgezet naar een EN-norm, daarna zal dit deel ook in de NEN 1010 (Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties) worden opgenomen. Inmiddels is er een Nederlandse vertaling gemaakt en beschikbaar gesteld in de vorm van NTA 8011 [15].

Onder leiding van Ecofys is een concept procedure voor de oplevering van netgekoppelde fotovoltaische systemen in 2001 tot stand gekomen. Dit document zal in 2003 als NTA 8013 [16] worden uitgebracht. Het ligt in de bedoeling om deze eisen op termijn op te nemen in de NEN 1010.

3.2 De richtlijn voor inverters

In NEC82 verband is gedurende de looptijd van dit project vastgesteld dat het indienen als normvoorstel van de Nederlandse richtlijn voor het certificeren van PV inverters [17] niet zinvol is vanwege lopende internationale acties op dit gebied. De reeds vergaarde kennis op normalisatie gebied is gebruikt om de internationale bewegingen op het gebied van certificatie van PV-inverters te sturen, middels de algemene taken die verricht worden vanuit de NEC82. Uiteindelijk is besloten om een NTA voor het kwalificeren van PV-inverters voor te bereiden. Hiertoe is onder dit project een start gemaakt. Zie Bijlage II voor een plan van aanpak. Momenteel wordt in een vervolg project dit werk afgemaakt en het is te verwachten dat het ECN-C--99-085 document voor het kwalificeren van PV-inverters "Dutch Guidelines" in de loop van 2003 gereed is om omgezet te worden in een NTA. Zoals de inzichten momenteel zijn ligt het in de bedoeling om deze eisen op termijn op te nemen in de IEC 62093.

3.3 Harmonische emissie van inverters

In NEC82 verband is gedurende de looptijd van dit project veel aandacht geschonken aan de harmonische emissie van PV-inverters in parallel bedrijf bij grootschalige toepassing van PV-systemen. Dit is gebeurd naar aanleiding van gesignaleerde problemen met PV installaties uit onder andere de wijk Nieuwland in Amersfoort en bij het geluidsschermb langs de A9 bij Ouderkerk aan de Amstel. In het jaar 2000 is binnen NEC 82 een harmonische interactie werkgroep opgericht waarin naast ECN, KEMA, Ecofys, REMU en Continuon ook de inverterfabrikanten vertegenwoordigd waren. In dit verband zijn de volgende projecten over harmonische emissie van PV-inverters uitgevoerd:

- Meting aan de interactie van parallel geschakelde PV-invertoren, Novem projectnr.: 146.240-016.1
- Prenormatief omtrent PV-inverters, Novem projectnr.: 0146-01-02-40-0044

Continuon heeft onlangs een project van gelijke strekking afgesloten waarin ECN en KEMA actief waren, namelijk:

- Hoge penetratie PV in netten, Novem projectnr.: 2020-01-14-21-001.

De werkgroep is tot op de dag van vandaag nog steeds actief, recentelijk zijn zelfs discussiedagen georganiseerd door ECN om de resultaten van de laatstgenoemde projecten te evalueren, zie Bijlage III en Bijlage IV. Uitkomsten van deze discussiedagen zijn onder meer een beeldvorming om te komen tot een qualificatie testprocedure ter voorkoming van ongewenste harmonische emissie ten gevolgen van netinteractie van inverters.

Momenteel is door ECN in samenwerking met KEMA, Continuon, en inverterfabrikanten een nieuw project gestart met een breder kader op het gebied van netinteractie van inverters, namelijk:

- Een nette inverter, Novem projectnr.: 2020-02-12-11-001.

Een onderdeel van dit project is een evaluatie van de nieuwe inzichten in testprocedures om ongewenste harmonische emissie ten gevolgen van netinteractie van inverters te voorkomen. Hiermee wordt een basis gelegd die kan worden ingezet in de NEC82-normcommissie om verder te werken aan zo'n test en het opnemen in de internationale regelgeving.

NORMATIEVE REFERENTIES

- [1] IEC 61215 CD (82/269 CD), Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval
- [2] IEC 61836 CD (82/260 CD), Solar photovoltaic energy systems – Terms and symbols
- [3] IEC 61853 NWP (82/254 CD), Performance testing and energy rating of terrestrial photovoltaic (PV) modules
- [4] prEN 50380 CD, Datasheet and Nameplate Informations for Photovoltaic Modules
- [5] IEC 61727 CD (82/266 CD), Characteristics of the utility interface Characteristics of the utility interface for photovoltaic (PV) systems
- [6] NWP 82_263 mppt, The provide an agreed methodology for the quantitative assessment for effective Maximum Power Point Tracking
- [7] KEMA norm K150, Small grid connected Photovoltiac systems
- [8] Standaard opleverprocedures, Procedure voor het controleren van middelgrote PV-systemen E. Molenbroek, Ecofys
- [9] UL 1741, Standard for Power Conditioner Units for Use in Residential Photovoltaic Power Systems
- [10] IEC 62109, Electrical Safety of Static Inverters and Charge Controllers for use in Photovoltaic Power Systems
- [11] IEC/EN 61010, Veiligheidseisen voor elektrisch materieel voor meet- en regeltechniek en laboratoriumgebruik
- [12] IEC 60950, Apparatuur voor informatietechniek; Veiligheid
- [13] NTA 8493, Kleine aan het net gekoppelde fotovoltaische systemen
- [14] IEC 60364-7-712, Elektrische installaties van gebouwen; Deel 7-712: Bepalingen voor bijzondere installaties of locaties; Fotovoltaische (PV) voedingssystemen
- [15] NTA 8011, Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties; Fotovoltaische (PV) voedingssystemen
- [16] NTA 8013, Procedure voor het controleren van middelgrote PV-systemen
- [17] Design qualification and type approval of inverters for grid connected operation of photovoltiac power generators "Dutch Guidelines" (ECN-C--99-085)

BIJLAGE I

Het Kema concept document "de nieuwe K150", input voor de NTA 8493.

KEMA-KEURINGSEISEN
KEMA STANDARD

K150

Blad 1 van 7 bladen
Page 1 of 7 pages

SMALL GRID CONNECTED PHOTO-VOLTAIC SYTEMS

Kleine netgekoppelde Fotovoltaïsche- systemen

FOREWORD

This standard is to be used in conjunction with EN 60950, (2000), "Safety of information technology equipment", which is referred to as "RD" in this document.

In Part 1, additional requirements are listed with reference to the corresponding clauses of RD. All clauses of RD apply to PV-SYSTEMS, also those not mentioned in this document.

In Part 2, additional requirements are added that apply to PV-SYSTEMS only.

This standard deals with the general and safety requirements of PV-SYSTEMS.

EXPLANATION

This standard has been ratified by the Advisory Council of KEMA on 1996-12-09.

Uiterste productiedatum volgens
Ultimate date of production according to --

Geldigheid KEMA-keuringseisen
Validity of KEMA Standard

eindigt op
expires on ..-.-..

Goedgekeurd
Approved

(Directie)

Datum van invoering
Date of introduction
2001-12-10

PART 1 - REFERENCE TO EN 60950:2000 (RD)

1 General

1.1 Scope

This standard applies to small grid-connected photo-voltaic systems, incorporating a DC-AC inverter, intended for use as a single system or as interconnected system(s) in household or office surroundings (consumer market), in connection with the supply mains. The total nominal output current is 2,25 Aac. These requirements cover modules intended for use in systems with a maximum open circuit voltage at Standard Test Conditions of 120 Vdc or less. . The photovoltaic systems are intended to be installed in accordance with the National Code NEN 1010.

These requirements also cover components intended to provide electrical connection to and mounting facilities for PV-SYSTEMS.

1.1.3 Exclusions

This standard does not apply to

- EMC requirements
- reliable function, performance or other properties of the equipment not related to safety.

1.2 Definitions

SELV - Safe Extra Low Voltage, a secondary circuit which is so designed and protected that under normal operating conditions and single faults, its voltages do not exceed a safe value.

PELV – An electrical system in which the voltage cannot exceed ELV under normal conditions and under single-fault conditions, except earth faults in other circuits.

PV-SYSTEM – The complete equipment of a PV power supply installation.

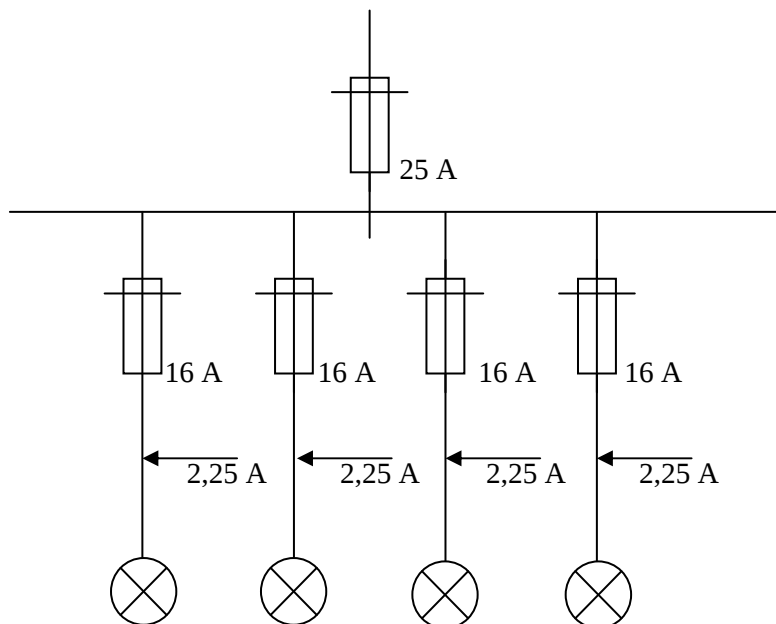
PV-MODULE - The smallest complete environmentally protected assembly of interconnected PV CELLS

PV-CELL - A basic PV device which can generate electricity when exposed to light such as solar radiation.

PV-LAMINATE – Unframed module

1.7.1 Power rating

This clause is applicable, except that RATED CURRENT should be indicated as the current range the PV-SYSTEM may supply. This should be marked as OUTPUT CURRENT. The maximum allowed output current of a PV-SYSTEM is 2,25 A per single branch-circuit.



1.7.2 Safety instructions

Add: The safety instructions shall state that interconnection of PV-SYSTEMS is allowed in special conditions as written in Part 2, Cl. 2 "Interconnection of PV-SYSTEMS". Neither directly nor by connecting more than one PV-SYSTEM to the same branch circuit.

2 Protection from hazards

2.1 SELV or PELV circuits (DC side)

The inverter shall provide a safe separation between ac mains and the DC circuit, in accordance with RD requirements for isolating transformers for general use.

NOTE: thanks to this characteristic, the inverter is suitable for building a PV SYSTEM with a SELV or PELV DC circuit without additional components for electrical separation from ac mains. All DC components can be safety class III components.

2.2 Safety extra-low voltage (SELV) circuits

SELV compliance is additionally checked at the mains connection, with the PV-SYSTEM disconnected from the mains.

NOTE: SELV limits are in accordance with IEC 60449 values (voltage band I), i.e. different from IEC 60950 SELV definition.

4.5 **Thermal requirements**

4.5.1 Temperature rises

Due to the high temperatures resulting from the PV MODULE, ambient temperature of 75 °C for outdoor use and 40 °C for indoor use, is the minimum for PV-SYSTEMS .

PART 2 - ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR PV-SYSTEMS

1 **Branch circuit connection**

- 1.1 A PV-SYSTEM shall be safe to install and to perform maintenance if the mains supply is externally disconnected or switched off. Externally disconnected means that voltage and current of the connection is zero.
- 1.2 Compliance with 1.1 is checked by measuring the voltage and current at the mains connection of the PV-SYSTEM, connection at any point within the range of the PV-SYSTEM output power.
The power is disconnected. Output voltage shall be within the limits for SELV within 1 second after disconnection.
- 1.3 The test of 1.2 is repeated under single fault conditions. Output voltage shall be within the limits for SELV within 1 second after disconnection.
- 1.4 A PV-SYSTEM shall switch off if the mains voltage is under -10% or over +10% of the nominal voltage of 230 V. Output power shall be zero 0,1 second.
- 1.5 A PV-SYSTEM shall switch off if the power system frequency is under 48 Hz or over 52 Hz. Output voltage shall be within the limits for SELV within 0,1 second.
- 1.6 The PV-SYSTEM shall be connected to the branch circuit according to the requirements of the local energy distribution company.

2 Parallel connection of small systems

For interconnection of inverters special requirements are taken into consideration:

- touch current
- limited current circuits.

NOTE: A risk of electric shock is considered to exist at an accessible part if the potential between this part and earth ground or any other accessible part is more than 30 volt dc and the leakage current exceeds the values specified in RD and IEC 60479-1 (Effects of current on human beings and livestock-)

The touch (leakage) current and limited current test will be done with one PV-SYSTEM. Interconnected PV-SYSTEMS will be multiplied by the total amount of connected PV-SYSTEMS, but shall never exceed the maximum current given in IEC 60479-1 "Leakage current" and RD Cl. 2.4.2."Limit values". When the maximum allowed leakage current will be exceeded with interconnected PV-SYSTEMS, a connection of accessible conductive parts to earth is required.

Class	Terminal A of Measuring Instrument Connected to:	Maximum TOUCH CURRENT mA r.m.s. 1)	Maximum PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT
II	Accessible parts and circuits not connected to protective earth	1	-
I	Equipment main protective earthing terminal (if any)	3,5	5 % of nominal current RD Cl. 5.1.7. 2)
1) if peak values of TOUCH CURRENT are measured, the maximum values obtained by multiplying the r.m.s. value with 1,414 2) the maximum permitted protective conductor current may not exceed 10 mA.			

3 PV MODULE

The PV MODULE or unframed module shall be tested and found in compliance with EN61215 (IEC61215) in case of crystalline silicon terrestrial PV MODULES or unframed module and EN61646 (IEC61646) in case of thin film terrestrial PV MODULES or unframed module by an independent testing institute. Evidence (e.g. a Certificate) shall be supplied by the applicant.

4 **Environmental requirements**

4.1 Components for outdoor use shall comply with classification IP54, according to EN 60529 (IEC Publication 529).

4.2 PV-SYSTEMS shall operate safely at ambient temperatures above -5 °C. The criteria of RD/4 apply.

5. Plugs and Connections

A connection shall be mechanically secure and shall make reliable electrical contacts. The connector shall be rated for the maximum current for the equipment. The connectors shall meet the requirements of IEC60320 or approved by a recognised testing authority are regarded as meeting this requirement.

BIJLAGE II

Plan van aanpak om een NTA voor het kwalificeren van PV-inverters voor te bereiden.

ECN Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving

Van : P.J.M. Heskes

Petten, 3 maart 2003

Betreft : Werkplan voor het project: Dutch Guidelines NTA

In dit project wordt het document "Dutch Guidelines" (ECN-C--99-085) gemoderniseerd en **klaargemaakt om te worden omgezet** in een Nederlands Technische Afspraak (NTA). Het daadwerkelijke omzetten in een NTA is geen onderdeel van dit project en zal later door het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) kunnen gebeuren, nadat hiervoor financiering is gevonden.

De beoogde NTA richt zich op alle gangbare kwalificatie aspecten, zowel de wettelijk verplichte, safety en EMI alsmede de niet wettelijk verplichte, performance en reliability.

Aangezien performance testen niet geheel afgedekt worden door het huidige IEC-normen aanbod en performance een belangrijke rol speelt in de energieopbrengst wordt hier uitvoerig op ingegaan. Bij reliability, safety en EMI wordt een verwijzing naar de vigerende richtlijnen en normen gegeven.

Inhoudsopgave van de beoogde NTA:

Bij het schrijven van de inhoudopgave van de beoogde NTA, zal het document "Dutch Guidelines" (ECN-C--99-085) als uitgangspunt dienen. Hieronder de inhoudsopgave van het laatstgenoemde document:

1. Scoop
2. Procedures voor type beproeving
3. Definities
4. Normatieve referenties
5. Ontwerpeisen

Aanhangsel 1 Type beproeving criteria
Aanhangsel 2 Test procedure voor prestatie
Aanhangsel 3 Test procedure voor netinterface beveiliging
Aanhangsel 4 Test procedure voor betrouwbaarheid

Aanpak van de werkzaamheden:

Er wordt een werkgroep gevormd die bestaat uit leden van NEC82. In de werkgroep zullen inverterfabrikanten vertegenwoordigd zijn. ECN zal de werkzaamheden uitvoeren en het project coördineren.

Fase 1, Beschrijving van de strekking van het document.

Allereerst wordt het document "Dutch Guidelines" (ECN-C--99-085) geëvalueerd en daarna wordt een opzet gemaakt voor het moderniseren van dit document met het doel om een goede inverter type beproeving handleiding te worden. Het werk in deze fase zal bestaan uit het schrijven van een samenvatting en het schrijven van de inhoudsopgave van het document. Dit wordt vervolgens voorgelegd aan de leden van NEC82 en het commentaar wordt verwerkt.

Fase 2, Invulling geven aan alle hoofdstukken en annexen van het document.

Het schrijven van de volledige inhoud van het document en van de aanhangsels. Voorleggen aan de leden van NEC82 en verwerken van het commentaar. Indien noodzakelijk wordt een bijeenkomst georganiseerd.

Fase 3, Rapportage en omzetting van ECN rapport in een NTA.

Het rapporteren in de vorm van een handleiding. Het ontstane document wordt opgeleverd in digitale vorm, klaar om in een vervolg project te worden omgezet in een NTA door het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI).

Betrokken partijen:

Het project wordt in nauw overleg met partijen uit de NEC82 uitgevoerd. Er zal een werkgroep binnen NEC82 opgericht worden met de Nederlandse inverter fabrikanten vertegenwoordigd voor het geven van commentaar. Ook Shell Solar zal betrokken in de commentaar rondes. De Nederlandse inverter fabrikanten Philips, NKF en Mastervolt, welke in de NEC82 vertegenwoordigd zijn hebben een commitment verklaring afgegeven voor dit project.

Planning:

- fase 1 begin maart 2003 tot eind april 2003
- fase 2 begin mei 2003 tot eind juni 2003.
- fase 3 begin juli 2003 tot eind augustus 2003.

BIJLAGE III

Notulen van de eerste discussie om de resultaten van recentelijk gedane harmonische interactie onderzoeken te evalueren. Deze discussie onder NEC82 leden en experts uit het veld en werd op verzoek van NEC82 georganiseerd door het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en is gehouden op bij Ecofys te Utrecht.

ECN Duurzame Energie in de Gebouwde Omgeving

Van : P.J.M. Heskes

Petten, 19 november 2002

Betreft : Notulen discussiemiddag NEC82 op 14 November 2002 bij Ecofys te Utrecht

Samenvatting

Op 14 November 2002 bij Ecofys te Utrecht vond een discussiemiddag plaats onder NEC82 leden en experts uit het veld, deze middag werd op verzoek van NEC82 georganiseerd door het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), en was bedoeld om duidelijkheid te verkrijgen welk standpunt NEC82 moet innemen t.a.v. vigerende regelgeving en welke activiteit NEC82 moet ontplooiën t.b.v. specifieke regelgeving op het gebied van harmonische interactie tussen netgekoppelde inverters van klein vermogen en het elektriciteitsnet.

Recentelijk zijn een aantal onderzoek projecten naar harmonische interactie tussen netgekoppelde inverters van klein vermogen en het elektriciteitsnet afgesloten, enkele daarvan zijn direct in NEC82 verband uitgevoerd, anderen buiten NEC82 om. Om alle conclusies duidelijk en onderbouwd voor ogen te krijgen is de middag begonnen met een zestal korte presentaties over deze projecten. Na elke presentatie werd de mogelijkheid geboden om kort een aantal vragen ter verduidelijking te stellen. De dagvoorzitter Ronald van Zolingen zorgde ervoor dat de vragen die meer bij de discussie thuishoorden, werden geparkeerd.

Na de presentaties is een discussie op gang gekomen waarbij de voorzitter Ronald van Zolingen ervoor zorgde dat alles goed verliep. De discussie ging voornamelijk over het beperken van harmonische emissie van netgekoppelde PV-inverters, het beperken van resonantie tussen PV-inverters en het elektriciteitsnet, en het beperken van de uitgangscapaciteit van PV-inverters.

Aanwezigen:

- | | |
|-----------------------|------------|
| • Arno vd Zwan | Mastervolt |
| • Bart Wolvers | Remu |
| • Edith Molenbroek | Ecofys |
| • Frederik Groeman | Kema |
| • Hans Welchen | Philips |
| • Henk Oldenkamp | NKF |
| • Hugo de Moor | ECN |
| • Job Swens | Novem |
| • Johan Enslin | Kema |
| • Karsten Burgers | Ecofys |
| • Peter van der Sluis | Nuon |

- Peter Heskes ECN
- Ronald van Zolingen Shell Solar
- Sjef Cobben Nuon

Dit verslag is tot stand gekomen aan de hand van gemaakte aantekeningen van mijzelf en is een weergave van datgene dat door mij geïnterpreteerd en begrepen is. Het is geen woordelijke weergave van datgene wat gezegd is.

Presentaties

Presentatie 1, Karsten Burgers, “Harmonische Interactie”

Karsten vertelde dat in situaties waarin de netimpedantie groot is én het netgekoppelde PV vermogen groot is, problemen mogelijk zijn. Hij adviseerde om die, overigens vrijwel altijd bekende gevallen, extra aandacht te geven om problemen te voorkomen. Individuele systemen van particulieren hebben weinig invloed op het net, in die gevallen is de huidige regelgeving voldoende. Het overige valt in een grijs gebied dat de komende 10 jaar nog geen probleem vormt. Totaal gezien is de eerste 10 jaar nog geen actie op regelgeving gebied nodig.

Presentatie 2, Johan Enslin, Peter Heskes, “Harmonische Interactie”

Deze presentatie ging over hetzelfde project als de eerste presentatie, echter werd er meer ingegaan op het inhoudelijke werk van het project. Johan vertelde over situaties die tot een resonantie in een net kunnen leiden, Peter liet zien dat labmetingen bij ECN dit bevestigen.

Presentatie 3, Peter Heskes, Johan Enslin, “Hoge penetratie PV in netten”

Deze presentatie ging over de simulatie van grootschalige PV in de nieuwe woonwijk Vroonenmeer-Zuid. Eerst vertelde Peter over de computer modellering van PV-inverters en over labmetingen bij ECN, daarna vertelde Johan over de computer simulatie van het elektriciteitsnet van de nieuwe woonwijk Vroonenmeer-Zuid, hierbij liet hij zien dat de labmetingen kloppen met de computer simulatie. Na grootschalige simulatie kan gesteld worden dat er resonanties kunnen ontstaan in het net.

Presentatie 4, Sjef Cobben, “Solar Energy and Power Quality”

Sjef vertelde over de invloed van de grootschalige toepassing van PV-systemen op distributienetten, waarbij hij sprak over twee gebieden met grootschalige PV. Deze gebieden zijn recreatiepark Bronsbergen en Mayersloot-West. Er werd ingegaan op Power Quality”. Onder dit laatste begrip vallen aspecten als: spanningsniveau, spanningsvariaties, symmetrie, spanningsvorm en betrouwbaarheid.

Presentatie 5, Bart Wolvers, “Amersfoortse wijk Nieuwland”

Bart Wolvers blikte in zijn presentatie terug op zijn PV verleden en zette uiteen welke verschijnselen hij, t.a.v. harmonische interactie tussen PV-inverters en het net in de Amersfoortse wijk Nieuwland, inmiddels kan verklaren en welke nog niet.

Presentatie 6, Hans Welchen, “Voltage Replicated Current Inverters”

Hans presenteerde een evaluatie van Henk Oldenkamp’s document “Voltage Replicated Current Inverters”, deze evaluatie is op verzoek van NEC82 uitgevoerd. De uitvoerder was Andrew Kotsopoulos, Post-doc bij TU/e.

Het document gaat over een mogelijk grote opslingering van een harmonische, bij gebruik van Voltage Replicated Current Inverters op een net.

Het document van Henk is niet fout, bij de onderbouwing van de aannames blijkt wel dat e.e.a. niet praktisch is. Om tot een hoge opslinging te kunnen komen moet er tegelijkertijd aan een aantal voorwaarden worden voldaan, dit zal in de praktijk zeer waarschijnlijk niet gebeuren.

Discussie

Ronald van Zolingen leidde de discussie in en zette daarbij uiteen wat het onderwerp is en het doel. Allereerst merkte Ronald op dat onderzoek naar resonantieverschijnselen tussen PV-inverters en het net, buiten Nederland nog niet op deze schaal gedaan is ofwel bezig is. Nederland vervult hier dus een voortrekkersrol.

Aansluitend aan de laatste presentatie werd er gesproken over spanningskopiërende inverters. Allen waren het er over eens dat spanningskopiërende inverters niet wenselijk zijn. De een vond dat dit soort inverters waarschijnlijk niet meer nieuw ontwikkeld zou worden en dat er op het gebied van regelgeving geen verdere actie nodig zou zijn; de ander was van mening dat een nieuwkomer fout zou kunnen starten en zodoende wél met een nieuwe spanningskopiërende inverter op de markt zou kunnen komen. Er werd gediscussieerd over hoe regelgeving zo'n concept zou kunnen tegenhouden. Gaandeweg de discussie bleek dat men het erover eens was dat er bij voorkeur geen voorschriften moeten komen die zeggen hoe een inverterfabrikant zijn product wel of niet moet ontwerpen. De inverter moet als een black-box beschouwd worden en testen moeten een inverter wel of niet op de markt toelaten.

Er ontstond de volgende open vraag: "hoe zou je spanningskopiërende inverters in regelgeving kunnen blokkeren". Volgens Henk Oldenkamp kun je dat heel gemakkelijk sturen door in de regelgeving een zin op te nemen zoals: "Je mag geen vermogen leveren aan een harmonischen". Hans Welchen wees erop dat het gehele regelalgoritme van belang is en dat er een minimale output impedantie als functie van de frequentie nodig zou moeten zijn om harmonische problemen te voorkomen. Henk wees erop dat dit niet belangrijk is, een inverter zou ook min of meer een spanningsbron karakter mogen hebben, zolang de hogere harmonische maar geen vermogen kunnen leveren. Peter Heskes wees erop dat het toch wel gewenst is dat inverters van een klein vermogen, max. 3 x 16A per fase, een stroombron karakter hebben. Het leek erop dat er tijdens de discussie niet voldoende tijd was om de sprekers hun stellingen goed te laten onderbouwen.

Volgens Johan Enslin zou een te testen inverter geplaatst moeten worden in een meetopstelling met een netimpedantie, je zou zodoende heel eenvoudig het opslingeringspotentiël kunnen beoordelen. Johan refereerde aan TENNET procedures. Frederik Groeman wees naar de EN61000-3-3 voor het meten van Flicker, bij zo'n meting is ook een netimpedantie nodig. Volgens Ronald van Zolingen moet je niet beginnen aan een testprocedure waarin een netimpedantie gespecificeerd moet worden, hierover zou je internationaal nooit consensus kunnen krijgen. Ronald refereerde aan ENS procedures en de oneindig lange discussies over de impedantie in de testopstelling.

Henk Oldenkamp had een idee voor een eenvoudige testopstelling, Je zou een inverter aan moeten sluiten op een spanningsbron van 230Vac/50Hz en hierboven op een spanning van 1Vac moeten superponeren, vervolgens laat je deze gesuperponeerde door de frequentieband zwaaien. Bestudeer hierbij de harmonische emissie en met name de fasehoeken. Er zou nagedacht moeten worden welke fasehoeken van harmonische stromen nog toelaatbaar zijn.. Je mag géén energie toevoeren aan harmonischen, ook al zijn deze in een net aanwezig.

Een ander discussiepunt was de capaciteit aan de uitgang van de inverter. Er werd gediscussieerd over gelijksoortige problemen met assimilatieverlichting, echter bij assimilatieverlichting heb je volgens Peter van der Sluis slecht te maken met één probleem, één veroorzaker en één eigenaar zodat een oplossing erg eenvoudig is.

Volgens Arno van der Zwan zou de netbeheerder een grotere trafo moeten plaatsen in gebieden met veel PV, dit werd door de mensen van Nuon en Remu gezien als onwenselijk en onhaalbaar.

Enkelen mensen hebben geconstateerd dat de actieve capaciteit aan de uitgang van een inverter soms groter is dan de werkelijk geplaatste capaciteit, Henk Oldenkamp beaamde dit en zij dat dit dan slechts bij 50Hz het geval is en bij hogere frequenties nauwelijks.

Henk Oldenkamp merkte op dat een onderzoek naar de capaciteit van inverters waardevol zou zijn, er zouden inverters zijn met een extreem hoge uitgangscapaciteit tot wel 10uF voor een 1kW inverter. Volgens Karsten Burgers zouden capaciteiten in de toekomst lager worden door de toename van de inverter schakelfrequenties, daarom zou er geen regelgeving nodig zijn om dit te beperken.

Frederik Groeman merkte op dat de totale capaciteit per woning zeer sterk omlaag zou moeten om een eventuele resonantie boven de 40e harmonische te verschuiven, dit zou wel eens totaal 1uF per woning kunnen zijn. Hans Welchen merkte op dat het goed is om eens na te gaan welke capaciteit nog acceptabel is.

Overige discussiepunten

Frederik Groeman heeft reeds nagegaan of je in de EN61000-3-2 inverters van klasse A naar klasse C kan laten gaan; in de huidige groep die hierover gaat is geen interesse hiervoor, misschien moeten we toch actie ondernemen.

Peter Heskes merkte op dat de heer Panhuber van Fronius te Oostenrijk volledig bekend is met de vanmiddag besproken problematiek en hierin ook actief is, Peter stelde voor om e.e.a. internationaal aan te pakken. Hans Welchen ziet de heer Panhuber wekelijks en zal een met hem praten.

Job Swens vertelde over subsidie mogelijkheden en vroeg uiteindelijk of een 60% contributie voldoende is. Het aanwezige bedrijfsleven en ECN zeiden hier “ja” tegen.

BIJLAGE IV

Notulen van de tweede discussie om de resultaten van recentelijk gedane harmonische interactie onderzoeken te evalueren. Deze discussie onder NEC82 leden en experts uit het veld is een vervolg op de eerste discussie van 14 November 2002 en werd op verzoek van NEC82 georganiseerd door het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). De discussie is gehouden op 10 Januari 2003 bij ECN te Amsterdam.

ECN Renewable Energy in the Built Environment

From : P.J.M. Heskes Petten, 14 January 2003

Subject : Minutes of meeting of the Harmonic Interaction discussion on 10 January 2003
at ECN A'dam.

Attendance

Peter Heskes	ECN
Henk Oldenkamp	OKE-services
Hans Welschen	Philips Lighting
Andrew Kotsopoulos	Philips Lighting
Johan Enslin	KEMA
Frederik Groeman	KEMA
Sjef Cobben	NUON
Peter Deege	Ecofys
Arno van der Zwan	Mastervolt

After the presentation of the agenda Peter Heskes gave a retrospective view on the 14th November discussion.

At the start of the discussion Henk Oldenkamp explained his personal conclusions, see document "Henk Oldenkamp, 5 December 2002". Henk split the problems into three categories, i.e.:

1. 50Hz problems like voltage rise
2. problems with amplification of harmonics caused by resonances of passive circuits
3. problems with amplification of harmonics caused other than by 2, caused by DG.

It was agreed that only point 2 and 3 were part of this discussion.

Henk motivates that resonances in the grid can be damped by a special damping circuit of a resistor in series with a capacitor. During discussion it became clear that this solution was not the first choice.

From harmonic interaction projects results and also from simulations of Henk Oldenkamp's, it was concluded that limiting the capacitance connected to the grid is a very important issue for avoiding harmonic problems. If the total capacitance of a home connection is lower than about 1uF/kW, harmonic amplification by resonances will most likely be not a problem. However to comply with this, beside the home equipment capacitance, very limited space for the inverter output capacitance is left, let say about 0.1uF/kW, this is not practical.

During further discussion everyone agreed that prescribing a maximum output capacitance for an inverter is not preferable; let manufacturers design products in their own way. Develope a qualification test. If an

inverter pass this qualification test, grid connection can be allowed. In a well-designed qualification test, items like:

- output capacitance
- harmonic emission
- voltage replicating current behaviour
- output impedance as function of the frequency

must be satisfying when the test is passed.

It was agreed that one of the coming actions must be writing a draft qualification test procedure and determine test levels and emission limits. Firstly the test procedure must be written, and a comment round must follow. Later test levels and emission limits must be laid down. These levels and limits must be calculated on a theoretical basis, severe enough to avoid the discussed problems. Hereafter laboratories test must follow for evaluation.

Peter Heskes remarked that writing a first draft of a qualification test procedure, just for starting up this action, could be done without funding, however continuing this work can only be done in a funded project.

Although this test will be written especially for small grid-coupled inverters, it was remarked that it should also be applied on many other kinds of loads that can cause harmonic problems. Only in this way the total capacitance in a home connection to the grid can be reduced.

Actions:

- The PV- manufacturers will give a motivated reaction on the requirement to limit the output capacitance of a grid-coupled inverter by 1uF/kW.
- ECN will write a first draft of a qualification test procedure and discuss this with KEMA. Hereafter the draft will be send to the discussion panel for comments. This action will only be taken just to establish agreement within the panel.
- KEMA will discuss the possibility of modifying the IEC6100-3-2.

The outcome of these actions will be presented to NEC82 in the first meeting of 2003.

BIJLAGE V

Presentatie GRS-PV gehouden voor NEC 82 op 28 juni 2001 door E. Molenbroek.

Toelichting op de procedure om te komen tot een meer objectieve opbrengst verwachting en hoe je dit contractueel kunt regelen.



What is GRS-PV?

A system of quality control with the primary target to guarantee the performance of the PV-system. The procedure and the details are put down in a standardized contractual agreement.

Example:

- System A in surrounding X should yield 11000 kWh in a climatologically normal year.
- Verification: year long measurement (Nieuwland)
- Financial repercussions for not meeting obligation (pay per kWh)

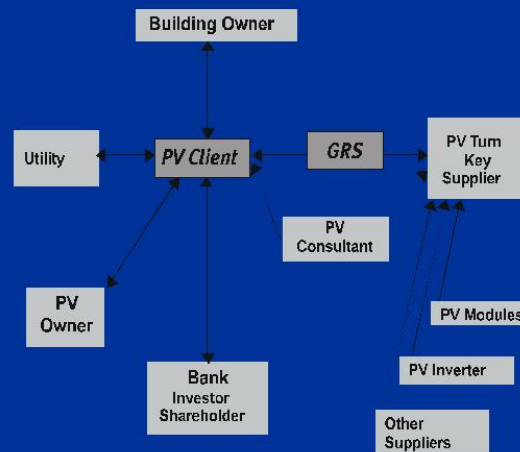
A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE

Advantages of GRS-PV

- The customer gets what he wants: kWh in stead of kWp!!
- Quality label
- Easier to compare offers
- More complete contracting of a PV-system

A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE

Players



A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE

GRS-PV model contract parts

- site initial conditions (offer phase)
- the guarantee (kWh) (offer phase)
- meteorological reference
- correction methods
- failure detection
- contract limitations
- finances
- dispute settling
- post-contract measures (maintenance)

A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE

Issues

- Yield and shading calculations
- Maintenance contract should be part of sales contract
- Clear procedure of failure detection necessary
 - who is responsible for what?
 - remote logging required

A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE

When is GRS-PV worthwhile?

Larger system sizes (> 10 kWp,
depending on finance conditions
=>

- Feed-in laws (Switzerland, Germany)
- Green tariffs

A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE

GRS-PV en certificering

- Standaardisering van het contract zelf (Photon)
- Standaardisering van de berekening van systeemoutput (CLC/TC82)
- Standaardisering opbrengstmeting tijdens de testperiode

A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE

GRS-PV en certificering-2

- Model contract: evaluatie van projecten waar garantie niet gehaald werd
- Berekening van systeemoutput
 - => validatie simulatieprogramma's?
 - => wat voor systemen?
 - => aansluiting op IEC-norm modules
- procedure opbrengstmeting (op afstand? comptabel?) en storingsafhandeling

A SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY FOR EVERYONE