



Bijlage A – Programma van Eisen

UNIVERSITEIT UTRECHT ENERGIE COÖPERATIE BUNNIK – ZONNEPARK BUNNIK

27/11/2023

Dossier

RE-2023-00056

Klant

Universiteit Utrecht Energie Coöperatie Bunnik
3508 TA Utrecht

Technisch adviseur



Auteur

ir. Daan van der Werf
☎: 06-14460687
@: daan.vanderwerf@encon.eu

Controleur

David Gerritsen, BA.

Inhoudsopgave

1. Projectbeschrijving	4
1.1. Achtergrond.....	4
1.2. Projectlocatie en lay-out	4
1.3. Ontwerptekening	5
1.4. Vergunningsvereisten	5
2. Algemene eisen	6
2.1. Systeemeisen.....	6
2.2. Documentatie eisen.....	6
3. Component eisen	7
3.1. Draagconstructie.....	7
3.2. PV-panelen	7
3.3. Omvormers	9
3.4. Kabels	10
3.5. AC-verdeelinrichtingen	10
3.6. Transformatorstations	11
3.7. MS schakelmateriaal.....	11
3.8. Inkoopstation	11
3.9. Aansluiting van het zonnepark	12
3.10. SCADA systeem	12
3.11. Reserve-onderdelen	13
4. Ontwerpeisen - Mechanisch.....	14
4.1. Lay-out	14
4.2. Bodemcondities	14
4.3. Grondwerk.....	14
4.4. Wegen	14
4.5. Hekwerk.....	15
4.6. Beveiligingssysteem	16
5. Ontwerpeisen - Elektrisch.....	17
5.1. Elektra algemeen	17
5.2. Productiemeters (BPM's).....	17
5.3. Elektrische beveiligingen.....	17
5.4. Stringconfiguratie.....	18
5.5. Installatie van omvormers	18
5.6. Installatie van kabels.....	18
6. Test eisen en procedures	21



6.1. PV paneeltests	21
6.2. Voorlopige Oplevering Tests	24
6.3. Definitieve Oplevering Tests	24

1. Projectbeschrijving

1.1. Achtergrond

De Universiteit Utrecht (verder 'UU') en de Energie Coöperatie Bunnik (verder 'ECB') zijn beiden bezig met de ontwikkeling van (elk een eigen) zonnepark. In dit voorbereidende proces werken deze beide partijen samen. Voor het zonnepark van de ECB is op het moment van schrijven nog niet volledig zeker of deze daadwerkelijk gerealiseerd zal gaan worden. Daarom is er voor gekozen om de zonneparken separaat in opdracht te geven. Dit project (waarvan dit programma van eisen deel uitmaakt van het bestek) omvat daarom de aanleg van één zonnepark.

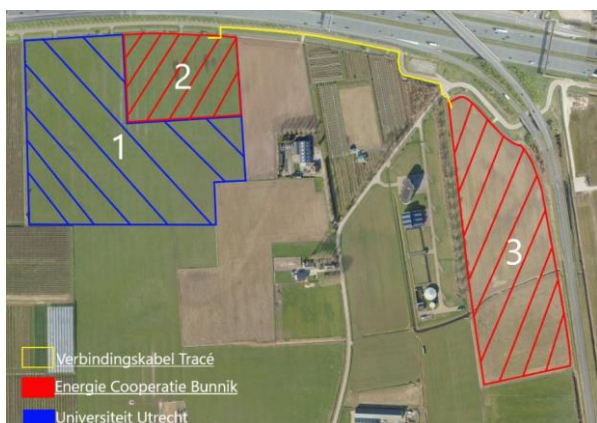
1.2. Projectlocatie en lay-out

Dit project omvat de aanleg van het zonnepark voor de UU. De locatie voor dit zonnepark is in onderstaande figuur blauw gearceerd. Het rood gearceerde deel betreft de locatie van het zonnepark dat door de ECB ontwikkeld wordt, en dat géén onderdeel is van dit project.

Dit project omvat de aanleg van het zonnepark voor de ECB. De locatie voor dit zonnepark is in onderstaande figuur rood gearceerd. Het blauw gearceerde deel betreft de locatie van het zonnepark dat door de UU ontwikkeld wordt, en dat géén onderdeel is van dit project.

Omdat er mogelijk sprake zal zijn van de bouw van twee direct naast elkaar gelegen zonneparken, en er daardoor enkele interfaces vastgelegd dienen te worden, zijn deze beide zonneparken in onderstaande figuur ter informatie weergegeven.

Aangezien het zonnepark van de ECB uit twee secties bestaat, zijn er in totaal 3 secties gedefinieerd: Sectie 1, Sectie 2 en Sectie 3. Sectie 1 is gelijk aan het zonnepark van de UU, en Sectie 2 en Sectie 3 vormen samen het zonnepark van de ECB (zie onderstaande figuur). Deze sectienummering zal verder gebruikt worden ter referentie.



Commented [DvdW1]: Legenda kleurcodering

Enkel voor UU versie van tenderdocs
Enkel voor ECB versie van tenderdocs

Sectie 2 en Sectie 3 moeten doormiddel van een MS-kabel onderling verbonden worden. Klant zal zorg dragen voor de exacte tracébepaling (het tracé zoals bovenstaand weergegeven is indicatief) en de benodigde vergunningen. Aannemer is verantwoordelijk voor:

1. Voldoen aan de vereisten van de DPO (Defensie Pijpleiding Organisatie) conform bijlage L; en
2. Aanleg van de MS-kabel na akkoord van de DPO; en
3. Aansluiten van de MS-kabel op de stations van Sectie 2 en Sectie 3.

Ondanks dat de beide zonneparken naast elkaar gelegen zijn, dienen ze in principe volledig zelfstandig te functioneren, en daarom technisch en fysiek volledig gescheiden te zijn. Enkele uitzonderingen hierop (zoals het op elkaar aansluiten van hekwerken) zijn in dit document gedefinieerd.

1.3. Ontwerptekening

Bijlage G toont diverse randvoorwaarden welke Aannemer in acht moet nemen bij het ontwerp van de zonneparken:

1. De locatie van de hekwerken dient overeen te komen met bijlage G.
2. De locatie van de wegen dient overeen te komen met bijlage G.
3. Het gebied wat in bijlage G binnen de onderhoudswegen ligt, is het gebied wat Aannemer mag gebruiken voor het eigen ontwerp van de zonneparken en waarbinnen de moduletafels, omvormers, transformatoren, inkoopstations, etc. geplaatst dienen te worden.
4. De locatie van de inkoopstations hoeft niet exact overeen te komen met bijlage G. De positie waarop deze in bijlage G geplaatst zijn is indicatief.

5. Aan de westzijde van Sectie 3 ligt een sloot waarvan de exacte locatie onbekend is. Aannemer dient daarom na gunning van het project deze sloot te laten inmeten en het ontwerp hier (indien nodig) op aan te passen, zodat er correct rekening gehouden wordt met de sloot (en de benodigde onderhoudsruimte) maar dit niet onnodig ten koste van bruikbaar grondoppervlak gaat.

1.4. Vergunningsvereisten

Aannemer is verantwoordelijk voor het naleven van alle eisen als gedefinieerd in de (omgevings)vergunning(en) en bijbehorende documentatie. Deze vergunning(en) en bijbehorende documenten zijn bijgevoegd in Bijlage J.

Subpunten 3 en 4 van de sectie 'Voorschriften activiteit Bouwen' in document 'besluit omgevingsvergunning uitgebreid (OU 1104836).pdf' vallen expliciet binnen de scope van de Aannemer.

Daarnaast worden onderstaande punten (in document "*besluit omgevingsvergunning uitgebreid (OU 1104836).pdf*" in bijlage J) expliciet benoemd vanwege hun grote belang in de vergunning:

1. Punten 2, 3, 4, 5, 6, 7 en 10 op pagina 8.
2. Punten 3, 4 en 5 op pagina 9.
3. Punten 1, 2 en 3 op pagina 10.

2. Algemene eisen

2.1. Systeemeisen

5. De PV-installatie dient ontworpen te worden voor een levensduur van 30 jaar.
 - a. Hierin dient rekening gehouden te worden met alle realistische omstandigheden.
6. De installatie dient volledig te bestaan uit nieuwe materialen.
7. Alle materialen dienen geschikt te zijn voor de toepassing en conform de relevante productnormen.
8. Alle materialen dienen te zijn geïnstalleerd volgens de voorschriften van de fabrikant.
9. De PV-installatie dient te zijn ontworpen en gebouwd in lijn met goed vakmanschap en alle wettelijke vereisten.
10. De PV-installatie dient volledig te voldoen aan alle eisen die gesteld worden door de beheerders van infrastructuur op, in, of in de nabijheid van de locatie.

2.2. Documentatie eisen

2.2.1. Ontwerpdocumentatie

1. Ontwerpdocumentatie dient te voldoen aan:
 - a. Bijlage A [Programma van Eisen]
 - b. Bijlage C [Checklist Ontwerpdocumentatie]
 - c. Bijlage E [Huisregels Klant]
 - d. IEC 62446-1
2. Ontwerpdocumentatie dient compleet en netjes te worden aangeleverd aan Klant.
3. De Ontwerpdocumentatie dient te worden goedgekeurd door de Klant voordat de Bouwwerkzaamheden mogen aanvangen.

2.2.2. As-Built Documentatie

1. As-Built Documentatie dient te voldoen aan:
 - a. Bijlage A [Programma van Eisen]
 - b. Bijlage D [Checklist As-Built Documentatie]
 - c. IEC 62446-1
2. As-Built Documentatie dient compleet en netjes te worden aangeleverd aan Klant.
3. De As-Built Documentatie dient te worden goedgekeurd door de Klant voordat de Voorlopige Oplevering kan worden behaald.

3. Component eisen

3.1. Draagconstructie

1. De draagconstructie omvat zowel de constructie zelf, als de bevestigingsmaterialen voor de constructie, als ook de bevestigingsmaterialen voor de modules en andere componenten/onderdelen die aan de draagconstructie bevestigd worden.
2. Hellingshoek van de panelen bedraagt 10° ($\pm 0,5^\circ$).
3. Minimale hoogte van de panelen ten opzichte van het maaiveld bedraagt ≥ 600 mm.
4. Maximale hoogte van de panelen ten opzichte van het maaiveld bedraagt ≤ 1500 mm.
5. De schaduwhoek (van de tafels en andere objecten) bedraagt maximaal $32,6^\circ$.
6. De afstand tussen de tafels dient 1,8m te bedragen.
7. De draagconstructie dient, om esthetische redenen, netjes te worden uitgelijnd.
8. Het ontwerp van de draagconstructie en de funderingen dient rekening te houden met de mechanische en chemische eigenschappen van de bodem, en eventuele vereisten daaromtrent.
9. Indien rampalen worden toegepast, dient de aanbidding te worden gebaseerd op een paal diepte van **1,80 m**. Uitvoering wordt gebaseerd op de daadwerkelijk benodigde dieptes, gebaseerd op de eisen uit het grondonderzoek.
10. De draagconstructie dient ontworpen te zijn voor corrosieklasse C3.
11. De componenten van de draagconstructie welke in direct contact met de grond zullen komen, dienen gecoat te zijn met epoxy, epoxy coal tar of polyurethaan om uitlogingsrisico te voorkomen.
12. De draagconstructie dient windbelastingen conform NEN-EN 1991-1-4 te kunnen weerstaan.
 - a. Uitgegaan moet worden van minimaal windgebied 3, en terreincategorie II.
13. De draagconstructie dient sneeuwbelastingen conform NEN-EN 1991-1-4 te kunnen weerstaan.
14. De draagconstructie dient een productgarantie van minimaal 25 jaar te hebben.
15. Door de keuze van de verschillende materialen dient elke vorm van galvanische corrosie te worden voorkomen, bijvoorbeeld tussen constructie en/of PV-panelen en/of bekabeling.
16. De PV-panelen dienen op de draagconstructie gemonteerd te worden conform de eisen uit de installatiehandleidingen van de PV-panelen en de draagconstructies.
17. Tussen de PV-panelen dient minimaal (circa) 1 centimeter tussenruimte te zitten, zodat regenwater tussen de modules door kan.
18. De draagconstructie dient te worden uitgerust met een anti-diefstalvoorziening voor de panelen, in overeenstemming met specificaties van de fabrikant.

3.2. PV-panelen

1. Vereiste specificaties:
 - a. Technologie: monokristallijn silicium. HJT (heterojunction) en IBC (Interdigitated Back Contact) niet toegestaan.
 - b. Bifacial glas-glas.
 - c. Efficiëntie van minimaal 21,5%.

- d. Half-cellige panelen (in geval van portrait oriëntatie)
 - e. Positieve vermogenstolerantie op nominaal vermogen
 - f. Productgarantie: ≥ 12 jaar
 - g. Vermogensgarantie: lineair met $\geq 92\%$ na 10 jaar en $\geq 84\%$ na 25 jaar
 - h. De platen waartussen de zonnecellen zijn verwerkt, dienen zodanig demontabel te zijn dat de cellen en de platen separaat kunnen worden gerecycled.
 - i. De PV-panelen worden geleverd inclusief materialenpaspoort volgens Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (UPCM) leidraad materialenpaspoort v1.
 - j. Anti-reflectie coating
 - k. Voorzien van MC4 connectoren
 - l. Normen: CE, Safety Class II, IEC 61215, IEC 61730, IEC 62716, IEC TS 62804-1.
 - m. PID-resistance proven by tests according to IEC TS 62804-1 Ed.1 (85°C/85rH/96h at +/- 1500V).
 - n. LID waarde bewezen met tests conform IEC 61215:2016.
 - o. LeTID-weerstand bewezen met tests conform IEC TS 63342-2022, stroom gelijk aan $2x(I_{sc} - I_{mp})$ bij 75°C. Minimaal 2 cycli van 162 uur.
 - p. Klant behoudt zich het recht voor om in overleg met de fabrikant de modulespecificaties te wijzigen vanwege voortgang in moduletechnologie of feedback vanuit de kwaliteitscontrole.
2. Fabrikant en fabriek vereisten:
- a. Tier 1 notering bij BNEF (recent)
 - b. "Top Performer" ranking op recente Solar Module Reliability Scorecard van PVEL
 - c. Goede staat van dienst qua Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO)
 - d. Fabrikant dient schriftelijk te verklaren dat noch haar bedrijf noch haar bevoorradingsketen op enigerlei wijze blootgesteld is aan enige vorm van dwangarbeid.
 - e. Fabrikant dient te beschikken over de volgende certificaten:
 - i. ISO 9001
 - ii. ISO 14001
 - iii. OHSAS 18001/ISO45001
 - f. Alle panelen dienen door de fabrikant zelf te zijn gemaakt:
 - i. Binnen 1 workshop; en
 - ii. Volgens maximaal één 'Bill of Material' (BOM):
 - 1. Welke minimaal de cellen, het inkapselingsmiddel, het glas, en (i.v.t.) de backsheet definieert; en
 - 2. Welke minimaal één maand voor start productie is gedeeld met én gecontroleerd door Klant; en
 - 3. Met minimaal twee gecertificeerde leveranciers van A-kwaliteit materiaal per component; en
 - 4. De combinatie van fabrikanten moet gecertificeerd zijn in de 'Construction Data Form' (CDF); en

- iii. Met gebruik van enkel componenten welke conform de 'Constructional Data Form' (CDF) zijn; en
 - iv. OEM-productie is niet toegestaan; en
3. Kwaliteitseisen
- a. Alle metingen en testen dienen conform IEC 60904 deel 1-9 uitgevoerd te worden
 - b. Visuele inspectie:
 - i. AQL 0.10 voor 'critical defects' (zie Bijlage F)
 - ii. AQL 1.5 voor 'major defects' (zie Bijlage F)
 - iii. AQL 4.0 voor 'minor defects' (zie Bijlage F)
 - c. EL inspectie:
 - i. AQL 0.10 voor 'critical defects' (zie Bijlage F)
 - ii. AQL 1.5 voor 'major defects' (zie Bijlage F)
 - iii. AQL 4.0 voor 'minor defects' (zie Bijlage F)
 - d. Flash testen: zie Bijlage F.
 - e. Veiligheidsdefecten (zie artikel 6.1.2): AQL 0.10
4. Test- en acceptatieprocedures zijn beschreven in artikel 6.1 [PV paneeltests].
5. PAN file, certificaat van oorsprong, en importverklaring moeten worden aangeleverd.
6. Flashtest resultaten van alle panelen dienen aan de Klant te worden overhandigd voor aanvang van de bouwwerkzaamheden.
7. Transport requirements:
- a. Transport moet conform IEC 62759-1:2015 worden uitgevoerd en verzendmarkeringen dienen op één korte zijde van de verpakking gezet te worden.
 - b. Aannemer moet voor de modules DDP bouwplaats transport verzorgen en dient tevens zorg te dragen voor (en verantwoordelijkheid en kosten te dragen) voor transport van de haven naar de testlocatie en van de testlocatie naar de bouwplaats. Mogelijk dient Aannemer hiervoor het transport in twee stappen te contracteren; DDP testlocatie met de modulefabrikant en DDP bouwplaats met een separaat transportbedrijf.
8. Aannemer wordt sterk aangeraden om relevante Contractuele eisen omtrent PV panelen op te nemen in het leveringscontract met de fabrikant.

3.3. Omvormers

De omvormers dienen te voldoen aan volgende eisen:

- 1. Decentrale transformatorloze stringomvormers van Huawei, SMA, Sungrow of vergelijkbaar.
- 2. Alle toegepaste omvormers dienen van één enkel merk te zijn.
- 3. Productgarantie: minimaal 5 jaar
- 4. IP 65 of beter, UV-bestendig
- 5. Certificering: CE, IEC 62109(-2), IEC 61727, IEC 61000, EN 50549-(1+2)
- 6. Vlamboogdetectie en -onderbreking (AFCI)

7. Indien IV curve scans/diagnostiek functionaliteiten beschikbaar zijn voor het geselecteerde omvormertype, dienen de omvormers te worden geleverd met geschikte licentie en randapparatuur voor het uitvoeren van een IV curve scan van de gehele installatie.
8. Omvormers moeten zijn voorzien van een ingeschakelde DC lekstroom (impedantie) detectie op de ingang van de omvormer. De beveiliging dient de omvormer af te schakelen bij lekstroomdetectie. De Aannemer dient in een dergelijke situatie per omgaande de DPO KB engineer op de hoogte te stellen en de oorzaak van het lek weg te nemen.
9. Omvormers mogen niet als positief of negatief geaard worden aangesloten.

3.4. Kabels

Alle kabels dienen aan de volgende eisen te voldoen:

1. UV-, weer- en waterbestendig
2. Temperatuurbereik van -20 °C tot 80°C.
3. Voor ondergronds toegepaste kabels geldt:
 - a. Geschikt voor toepassing in de grond
 - b. Kabelberekeningen dienen uit te gaan van een thermische grondweerstand van $2.5 K \cdot m/W$ (behorend bij droog zand).

3.4.1. DC-kabels

DC-kabels dienen aan de volgende eisen te voldoen:

1. De kabels moeten minimaal 4mm² zijn.
2. De plus- en min-kabels dienen gescheiden en dubbel geïsoleerd te zijn.
3. De plus- en min-kabels dienen in verschillende kleuren uitgevoerd te worden.
4. Conformiteit met NEN-EN 50618
5. Alleen volledig compatibele DC-stekkerparen dienen te worden gebruikt.
 - a. Het is niet toegestaan om meerdere merken en/of types met elkaar te verbinden.
 - b. Deze eis geldt voor alle DC-verbindingen: paneel naar kabel, omvormer naar kabel, etc.

3.4.2. AC-kabels

De isolatie van de AC-kabels dient XLPE te zijn.

3.5. AC-verdeelinrichtingen

Elektrische verdeelinrichtingen dienen te voldoen aan de volgende eisen:

1. Conform IEC 61439 en NEN 1010
2. Geschikt voor omgevingscondities (water, UV, ...)
3. Afsluitbaar met sleutel
4. Voorzien van hoofdautomaat (met trip monitoring functionaliteit)
5. Individuele overstroombeveiliging per omvormer
6. Lastscheiden blokkeerbaar met lockout

7. Type 1 + 2 overspanningsbeveiliging
8. Kabeldoorvoeren met wartels
9. Alle aardverbindingen naar één aardpunt
10. Duidelijke en duurzame labeling
11. Labelen van alle interne bekabeling

3.6. Transformatorstations

1. Maximumafmetingen van de transformatorstations (boven het maaiveld) zijn 3100 x 2511 x 2135 mm (L x B x H). (Zie ook Bijlage J.)
2. Transformatorstations dienen te worden geplaatst op geschikte funderingen, zodanig dat overstroming, erosie en verzakking wordt voorkomen.
3. Transformatorstations dienen op minimaal 65 meter afstand van geluidsgevoelige objecten geplaatst te worden. Een overzichtskaart van geluidsgevoelige objecten is bijgevoegd in bijlage K.
4. Transformatorstations en transformatoren dienen te komen van gevestigde en financieel stabiele fabrikanten.
5. Transformatorstations dienen kleiner dan 10 MVA te zijn.
6. Transformatoren dienen nooit 90% van de nominale belasting te overschrijden (= 10% derating).
7. Transformatoren dienen gietharstransformatoren te zijn, en **Tier 2** efficiëntieklasse (EU Ecodesign richtlijn 548/2014) of beter.
8. Transformatoren dienen voorzien te zijn van een tweetraps overtemperatuur beveiliging:
 - a. Beperkte overtemperatuur: stuur waarschuwingssignaal naar monitoring/alarmsysteem.
 - b. Voortdurende/significante overtemperatuur: ontkoppel transformator van de belasting.
9. Standaard laagspanning stopcontacten dienen te worden voorzien in de transformatorstations, met een capaciteit van tenminste 1x25 A.

3.7. MS schakelmateriaal

1. MS-schakelmateriaal dient te komen van gevestigde en financieel stabiele fabrikanten, zoals Siemens, Eaton, Schneider, ABB of vergelijkbaar.
2. Alle MS-vermogensschakelaars dienen voorzien te zijn van trip monitoring functionaliteit.
3. Gebruik van SF6-geïsoleerd schakelmateriaal is niet toegestaan.

3.8. Inkoopstation

1. Het inkoopstation dient te worden gekocht, geleverd en geïnstalleerd door de Aannemer.
2. Het inkoopstation dient aan de noordzijde van Sectie 1 geplaatst te worden, in de hoek naast de grens met Sectie 2.
3. Het inkoopstation dient in de noordoostelijke hoek van Sectie 2 geplaatst te worden.
4. Aannemer is verantwoordelijk voor het aansluiten van de PV-installatie op het inkoopstation.

5. Aannemer dient te voorzien in een geschikte laagspanningsvoeding in het inkoopstation, ten behoeve van verlichting en andere bijkomende installaties.
 - a. Deze voeding mag worden gerealiseerd middels een LS-kabel van een LS-voeding elders, of eventueel middels een kleine MS/LS transformator in het inkoopstation.

3.9. Aansluiting van het zonnepark

1. Het zonnepark zal door middel van een directe kabelverbinding worden aangesloten op het Gesloten Distributie Systeem ('GDS') van de UU.
2. De nominale spanning van de bedraagt 10,5 kV. Het maximale terugleververmogen op deze aansluiting zal circa 6 MVA bedragen.
3. Het zonnepark zal door middel van een directe kabelverbinding worden aangesloten op het Gesloten Distributie Systeem ('GDS') van het Universitair Medisch Centrum ('UMC').
4. De nominale spanning van de bedraagt 10,5 kV. Het maximale terugleververmogen op deze aansluiting zal circa 6 MVA bedragen.

3.10. SCADA systeem

3.10.1. Algemeen

1. Het SCADA systeem maakt een integraal deel van het project uit en omvat ten minste de datalogger(s), alle sensoren, internetverbinding(en) en een volledig ingerichte web interface welke in staat is om alle data tot heden te tonen en te exporteren.
2. Het SCADA systeem dient voorzien te zijn van een draadloze internetverbinding.
3. Het SCADA systeem dient voorzien te zijn van twee draadloze internetverbindingen bij twee verschillende netwerken, om risico op totale uitval te voorkomen.
4. De servicecontracten voor het SCADA systeem en de internetverbinding dienen op naam van Klant geregistreerd te worden en zijn voor rekening van de Aannemer.
5. Het SCADA systeem moet zijn voorzien van een geschikte UPS.

3.10.2. Web interface

1. De web interface dient door Aannemer primair op naam van Klant aangemaakt te worden, waarna Klant volledige toegang verleent aan Aannemer.
2. De web interface moet zijn van het fabricaat Synaptiq (i.v.m. koppeling aan reeds operationele PV-systemen op daken van Klant).
3. De web interface moet zijn van het fabricaat Meteocontrol, Synaptiq, GPM of vergelijkbaar.
4. De web interface dient in staat te zijn om alarmen te genereren bij storingen en ongebruikelijke waarnemingen. Deze alarmen dienen te kunnen worden verstuurd naar de O&M-partij.
5. De web interface dient te beschikken over een API, zodanig dat alle beschikbare gegevens op een gestandaardiseerde manier kunnen worden opgevraagd en/of geëxporteerd (bv. XML).
6. De gepresenteerde informatie over de Performance Ratio (PR) dient te voldoen aan de PR-formule uit Bijlage B [O&M scope].

3.10.3. Power plant controller

1. Het SCADA systeem dient voorzien te zijn van de volgende Power Plant Controller functionaliteit:
 - a. Real-time regeling van actief & reactief vermogen, o.b.v. extern API setpoint of andere web interface
 - b. Instelbare spanningsafhankelijke regeling actief & reactief vermogen ($P(U)$ en $Q(U)$)
 - c. Instelbare frequentieafhankelijke regeling actief & reactief vermogen ($P(f)$ en $Q(f)$)
 - d. Instelbare power factor regeling
 - e. Possible power functionaliteit: het vermogen indien er geen curtailment zou zijn
 - f. Overige functionaliteit vereist door EN 50549-(1+2)

3.10.4. Sensoren op locatie

1. Het SCADA systeem dient gegevens te verzamelen van de volgende systemen:
 - a. Alle metingen van alle omvormers (vermogen, stroom, spanning, temperatuur, etc)
 - b. 1x Pyranometer per uniek modulevlak (Kipp & Zn. SMP10 of vergelijkbaar)
 - c. 1x Pyranometer horizontale vlak (Kipp & Zn. SMP10 of vergelijkbaar)
 - d. 1x Soiling meter modulevlak (Kipp & Zn. DustIQ of vergelijkbaar)
 - e. 1x Omgevingstemperatuur (PT100 of vergelijkbaar)
 - f. 1x PV-paneel temperatuur (PT100 of vergelijkbaar)
 - g. Productiegegevens van eventuele string combinerboxen
 - h. Trip status van alle LS (hoofd)automaten
 - i. Trip status van alle MS vermogensschakelaars
 - j. Alle BPM's
 - k. Hoofdmeter
 - l. Grid analyzer (Janitza UMG 604 of vergelijkbaar)

3.11. Reserve-onderdelen

1. Aannemer dient de volgende reserve-onderdelen te leveren:
 - a. Panelen: 1 pallet
 - b. Omvormers: 1 stuks
 - c. Kleine reserveonderdelen van de bouw, zoals onderdelen onderconstructie, DC-kabel, connectors, zekeringen, moduleklemmen, etc.
2. Reserve-onderdelen dienen te worden geleverd in een geschikte verpakking/container welke op het terrein van het zonnepark geplaatst kan worden.

4. Ontwerpeisen - Mechanisch

4.1. Lay-out

De volgende eisen worden gesteld aan de lay-out:

1. De panelen dienen (vrijwel) zuidgeoriënteerd te zijn. Uitlijning aan perceelgrenzen en aan de grens tussen Sectie 1 en Sectie 2 is toegestaan.
2. Het is niet toegestaan om sloten te dempen.
3. De afstand van de panelen tot het hekwerk bedraagt tenminste 3,5 m.
4. Voldoende afstand ten opzichte van in de ondergrond aanwezige bekabeling en leidingen. Zie ook bijlage H voor een overzicht van bekende ondergrondse infrastructuur uit het KLIC register.
5. De omvormers in Sectie 3 dienen aan de westkant van het perceel geplaatst te worden.

4.2. Bodemcondities

1. Het verkrijgen van de mechanische en chemische eigenschappen van de bodem (door het laten uitvoeren van onder andere sonderingsonderzoek) door een gekwalificeerd bureau, is de verantwoordelijkheid van de Aannemer.
2. Klant is verantwoordelijk voor het vrijmaken en egaliseren van het terrein voorafgaand aan de bouw.

4.3. Grondwerk

1. Onder grondwerk wordt hier verstaan: alle werkzaamheden waarbij activiteit in de ondergrond plaats vindt, zoals graaf- en funderingswerkzaamheden en de installatie van ondergrondse kabels.
2. Voorafgaand aan elk grondwerk dient de Aannemer een KLIC-melding te doen en de benodigde vergunningen te verkrijgen.
3. Aannemer is geheel aansprakelijk voor elke schade aan ondergrondse kabels, leidingen en overige (nuts)voorzieningen.
4. Aannemer dient alle nieuwe ondergrondse kabels te melden bij het Kadaster, volgens de bepalingen uit de Wet WIBON.
5. Grondwerk dient uitgevoerd te worden conform de algemene VELIN voorwaarden.
6. Het is verplicht testsleuven te graven voorafgaand aan het uitgraven van de sleuven.
7. Vrijkomende grond moet binnen het eigen terrein verwerkt worden.

4.4. Wegen

1. Aannemer dient te zorgen dat de elektrische stations (zowel inkoopstation als transformatorstations) met een auto (en indien nodig een busvoertuig) goed bereikbaar zijn vanaf de openbare weg, in alle weersomstandigheden. Een puinverharding van minimaal 30 cm is meestal geschikt voor dit doel.
 - a. De benodigde wegen kunnen zich zowel binnen als buiten het hekwerk van het park bevinden.

- b. Indien omvormers gegroepeerd zijn op één locatie, geldt bovenstaande eis ook hiervoor.
 - c. Deze wegen dienen $\geq 3,50\text{m}$ breed te zijn en voldoende ruime bochten te hebben voor lange voertuigen met een grote draaicirkel, zoals kranen of diepladers.
2. Aannemer dient wegen van 3,5 meter breed te voorzien binnenlangs de hekwerken van Sectie 1 Sectie 2 en Sectie 3. Deze wegen dienen in alle weersomstandigheden toegankelijk te zijn voor auto's.
 3. Aannemer is verantwoordelijk voor ontwerp en aanleg van alle wegen; zowel in de parken als de verbinding met de openbare weg.
 4. In geval van puinverharding moet een stevig worteldoek als onderlaag worden gebruikt.

4.5. Hekwerk

1. Rondom Sectie 1 dient een metalen hekwerk te worden aangebracht. Dit is de verantwoordelijkheid van de Aannemer. Dit hekwerk dient aan te sluiten op het hekwerk van Sectie 2 en samen een aaneengesloten geheel rondom Sectie 1 en Sectie 2 te vormen.
2. Rondom Sectie 2 dient een metalen hekwerk te worden aangebracht. Dit is de verantwoordelijkheid van de Aannemer. Dit hekwerk dient aan te sluiten op het hekwerk van Sectie 1 en samen een aaneengesloten geheel rondom Sectie 1 en Sectie 2 te vormen.
3. Rondom Sectie 3 dient een metalen hekwerk te worden aangebracht. Dit is de verantwoordelijkheid van de Aannemer. Dit hekwerk dient een aaneengesloten geheel te vormen.
4. Tussen Sectie 1 en 2 dient geen hekwerk geplaatst te worden.
5. De hekwerken dienen een minimale hoogte van 1,80 meter boven maaiveld te hebben.
6. De hekwerken dienen open te zijn voor de onderste 10 cm.
7. De hekwerken dienen uniform gesloten te zijn, bv. een gaasafrastering.
8. De hekwerken dienen bij de hoofdingangen voorzien te zijn van een bord met contactgegevens van de Aannemer.
9. Het dient voor mensen en schapen onmogelijk te zijn onder de hekwerken door te kruipen of er overeen te stappen.
10. Het hekwerk dient voorzien te worden van:
 - a. een eigen (met sleutel afsluitbare) toegangspoort van 6 meter breed bij de hoofdingang. (Zie Bijlage G voor de locatie hiervan.)
 - b. een eigen (met sleutel afsluitbare) secundaire vluchtweg voor personen op een door de Klant te bepalen locatie.
11. De hekwerken van Sectie 2, en Sectie 3 dienen elk voorzien te worden van:
 - a. een eigen (met sleutel afsluitbare) toegangspoort van 6 meter breed bij de hoofdingang. (Zie Bijlage G voor de locatie hiervan.)
 - b. een eigen (met sleutel afsluitbare) secundaire vluchtweg voor personen op een door de Klant te bepalen locatie.
12. Alle poorten van het zonnepark gebruiken bij voorkeur dezelfde sleutel.
13. Aannemer verstrekt minstens drie exemplaren van elke sleutel aan de Klant.

4.6. Beveiligingssysteem

1. Aannemer dient een gecertificeerd turn-key permanent beveiligingssysteem te voorzien met camera's en bewegingsdetectie.
2. Camera's en bewegingsdetectie dienen (on-onderbroken) het gehele externe hekwerk en alle toegangspoorten van het PV-systeem te dekken.
 - a. Dit betreft dus ook het hekwerk op de grens tussen Sectie 1 en Sectie 2.
3. Camera's en bewegingsdetectie dienen (on-onderbroken) het gehele externe hekwerk en alle toegangspoorten van het PV-systeem (zowel Sectie 2 als Sectie 3) te dekken.
 - a. Dit betreft dus ook het hekwerk op de grens tussen Sectie 1 en Sectie 2.
4. Camera's dienen zowel overdag als 's nachts voldoende beeldkwaliteit te hebben.
5. Camera's dienen voldoende resolutie te hebben om mensen te onderscheiden van grote dieren.
6. Camera's moeten op 3,0 m hoogte worden opgehangen.
7. Camera's moeten fysiek & zichtbaar worden verhinderd om gebieden te filmen buiten het park.
8. Het beveiligingssysteem dient te zijn voorzien van een draadloze internetverbinding.
9. Het beveiligingssysteem dient te zijn voorzien van een UPS die actief melding maakt in geval van activatie en het gehele systeem kan voeden voor tenminste 1 uur.
10. Klant dient volledige toegang te hebben tot het beveiligingssysteem. Daarnaast dient het beveiligingssysteem (op basis van toestemming van Klant) verbonden te zijn met een professionele en permanent bemande alarmcentrale. Het alarm dient automatisch geactiveerd te worden bij ongeoorloofde binnendringing, storing of (poging tot) sabotage van de installatie. Elk alarmsignaal dient door een professioneel bewakingsbedrijf of de politie binnen 30 minuten te worden opgevolgd met een fysieke inspectie van de installatie.

5. Ontwerpeisen - Elektrisch

5.1. Elektra algemeen

1. De PV-installatie dient te voldoen aan SCIOS Scope 12 en IEC 62305.
2. Laagspanning elektra voldoet aan NEN 1010, NPR 5310 en NEN 3140.
3. Middenspanning elektra voldoet aan NEN-EN-IEC 61936, NEN-EN 50522 en NEN 3840.
4. De PV-installatie dient te voldoen aan de Netcode Elektriciteit, met inbegrip van bepalingen omtrent Requirements for Generators (RfG).
 - a. De gids RfG Conformiteitsverificatie is beschikbaar op de [website](#) van Netbeheer Nederland.
 - b. Aannemer is verantwoordelijk voor de conformiteit met bovenstaande eisen, wat tevens kan inhouden het opstellen en aanleveren van conformiteitsdocumentatie (bijv. PGMD) op verzoek van Klant of netbeheerder.
5. De ontwerpspanning van het DC circuit bedraagt de string openklemspanning bij -20°C.
6. De maximaal optredende stringstroom wordt berekend als: $I_{\max, \text{string}} = 1,25 \cdot I_{sc, \text{STC}}$.
7. Alle toegepaste materialen dienen UV- en weersbestendig te zijn met een temperatuurbereik van -20°C tot +80°C.
8. Het elektrische systeem mag worden gebaseerd op 1000V of 1500V architectuur.

5.2. Productiemeters (BPM's)

1. Aannemer is verantwoordelijk voor alle coördinatie met derde partijen (zoals maar niet beperkt tot: de netbeheerder, het meetbedrijf, en CertiQ) die nodig is om ofwel de PV-installatie operationeel te krijgen, ofwel in verband met vereisten met betrekking tot de subsidies.
2. Er dienen geen additionele brutoproductiemeters te worden geplaatst; de hoofdmeters in de inkoopstations dienen voor dit doel gebruikt te worden.
3. De stroom- en spanningstransformatoren voor de hoofdmeter ('CTs & VTs') dienen nauwkeurigheidsklasse '0,2' of beter te zijn, en moeten zowel de hoofd- als een controlemeter kunnen dienen.
4. Het servicecontract met het meetbedrijf dient op naam van Klant te staan.
 - a. Klant draagt het gewenste meetbedrijf aan.
5. Eventuele initiële kosten van de BPM's zijn voor rekening van de Aannemer.
6. De meetspoelen (CT's en VT's) ten behoeve van de BPM's worden door Aannemer gekocht en geïnstalleerd, conform de eisen van het meetbedrijf.
7. Alle productiedata dient geregistreerd en bewaard te worden voor minimaal 12 maanden.

5.3. Elektrische beveiligingen

1. Alle draagconstructies, paneelkaders en omvormers dienen te worden vereffend via een geschikt aardpunt.
2. Alle aard- en vereffeningsverbindingen dienen robuust en duurzaam uitgevoerd worden.
3. Alle aardegeleiders dienen groen-geel te worden gecodeerd aan beide uiteinden.

4. Kabelgoten en metalen structuren dienen niet voor aarding of vereffening te worden gebruikt.
5. Kabelgoten dienen dusdanig geplaatst te worden dat deze zoveel mogelijk uit het zicht zijn en zo min mogelijk blootgesteld worden aan weersomstandigheden.
6. Een DC-schakelaar dient te worden geïnstalleerd in of naast de omvormer.
7. Type II overspanningsbeveiligingen zijn verplicht, aan zowel de DC-zijdige als de AC-zijdige kant van de omvormers.
8. Stringzekeringen dienen te worden toegepast indien vereist volgens NEN 1010.
9. String ompoolbeveiliging dient te worden toegepast conform IEC 60364-7-712, indien nodig.

5.4. Stringconfiguratie

De stringconfiguratie moet voldoen aan de volgende eisen:

1. DC/AC verhouding ligt tussen 130% – 160%
 - a. Afwijkingen hiervan zijn mogelijk na goedkeuring van Klant.
2. Panelen met verschillende instraling dienen niet op dezelfde string te worden aangesloten.
3. Panelen met verschillende instraling worden *bij voorkeur* niet op één MPPT aangesloten.
4. Strings met grote verschillen in kabellengte dienen niet op dezelfde MPPT te worden aangesloten.
5. Toelaatbare stromen en spanningen van de omvormer moeten geschikt zijn voor het PV-veld tussen moduletemperaturen van -20 °C tot +70 °C.
6. De fabrikant van de omvormer dient te verklaren dat de stringconfiguratie in overeenstemming is met haar richtlijnen. Output van de configuratiesoftware van de fabrikant is in het algemeen voldoende om dit aan te tonen.

5.5. Installatie van omvormers

De installatie van omvormers moet voldoen aan de volgende eisen:

1. Voldoende ruimte rondom de omvormers voor effectieve ventilatie.
2. Minimaal 40 cm boven de grond geplaatst (of meer indien de fabrikant dat vereist).
3. Omvormers dienen in de schaduw te worden geïnstalleerd, ter voorkoming van temperatuurgedreven limitering.

5.6. Installatie van kabels

De installatie van kabels moet voldoen aan de volgende eisen:

1. Kabels dienen beschermd te worden tegen scherpe randen, voldoende trekcontasting te hebben en de buigradius moet binnen de toegestane radius blijven.
2. Kabels moeten uniform, logisch en duurzaam gecodeerd worden aan de uiteinden van elke kabel, duidelijk aangevend waaraan deze is bevestigd (bijv. omvormernummer, stringnummer, polariteit).
3. Kabels dienen voldoende beschermd te worden tegen knaagdieren en schapen, die in kabels zouden kunnen bijten of hierlangs kunnen schuren. Dit behelst:
 - a. Robuuste en duurzame montage van de kabels

- b. Wegwerken van kabels op onbereikbare plekken (voor betreffende dieren)
 - c. Mechanische bescherming op plaatsen waar kabels blootliggen (dichtbij de grond, rondom omvormers en combiner boxen)
4. Kabels die de grond in gaan of dicht bij de grond lopen, dienen mechanisch beschermd te worden tegen grasmaaiers. Plastic buizen zijn niet voldoende om aan deze eis te voldoen.
 5. Het gebruik van kabelverbindingen is niet toegestaan, behalve voor reparaties aan kabels.
 - a. In dit geval dienen zulke verbindingen op de as-built tekeningen te worden vermeld.
 6. Totale kabelverliezen $\leq 2.5\%$ onder STC-condities.
 7. Kabels moeten worden bevestigd op een wijze die ervoor zorgt dat het onmogelijk is om de kabel in zijn volledige lengte los te halen in één handeling.
 8. Tijdens de bouw van de PV-installatie moeten alle kabeleindes (zowel bij DC als AC bekabeling) afgedopt worden met PVC vinyl kabeldoppen om waterindringing te voorkomen. Ditzelfde geldt voor DC-connectoren die niet direct aangesloten worden.

5.6.1. Installatie van DC-kabels

De installatie van DC-kabels moet voldoen aan de volgende eisen:

1. DC-kabels zoveel mogelijk bovengronds geïnstalleerd.
2. De plus- en min-kabels dienen zo dicht mogelijk bij elkaar aangebracht te worden om inductielussen te voorkomen.
3. De plus- en min-kabels dienen elektrisch gescheiden te worden, om vlambogen te voorkomen.
 - a. Een mogelijke wijze om deze scheiding te bereiken is door een kleine fysieke scheiding van 10-20 cm.
4. De kabels en connectoren dienen duurzaam aan de draagconstructie te worden bevestigd.

5.6.2. Installatie van AC-kabels

De installatie van AC-kabels (LS en MS) moet voldoen aan de volgende eisen:

1. MS-kabels dienen ondergronds te worden geïnstalleerd
2. Fasekabels worden in "driehoek" geïnstalleerd indien mogelijk, ter minimalisatie van veldwerking.

5.6.3. Kabelsleuven

1. Ondergrondse kabels moeten ofwel: a) ≥ 50 cm ondergronds zijn geïnstalleerd, b) gearmeerd zijn, c) afgedekt zijn met een robuuste plaat, of d) in een beschermende buis liggen.
 - a. Alle grondkabels dienen te worden geplaatst in een kabelbed van schoon zand zonder vervuiling. De grond tussen het kabelbed en de oppervlakte dient voldoende waterdoorlatend te zijn. Dit betekent dat het niet is toegestaan om het kabelbed af te dekken met klei-, leem- of veenrijke grond.
2. Kabels dienen onderling op voldoende afstand gelegd te worden om oververhitting te voorkomen.
3. Waarschuwingstape dient over het volledige traject conform NEN-EN12613 te worden aangebracht.

4. Een beschermende mantelbuis dient te worden gebruikt voor grondpenetratie van alle kabels richting de kabelsleuf. De mantelbuis dient van UV-bestendig materiaal gemaakt te zijn, en vastgemaakt aan de draagconstructie. Na installatie dienen alle mantelbuizen bovengronds geseald te worden tegen knaagdieren met behulp van polyurethaan schuim met ijzervijlsel er in verwerkt. (Of op andere wijze knaagdierbestendig geseald te worden.)

5.6.4. Kabelgoten

De kabelgoten en het gebruik ervan dienen aan volgende eisen te voldoen:

1. MS AC, LS AC en DC-bekabeling dienen in aparte kabelgoten geplaatst te worden.
2. De kabels worden in de kabelgoten vastgestript zodat beschadiging door mechanische belasting (bewegende kabels) vermeden wordt.
3. Kabelgoten bieden voldoende mechanische bescherming voor de kabels.
4. Kabelgoten worden voldoende stevig bevestigd.
5. Wateraccumulatie in de kabelgoten dient voorkomen te worden.

6. Test eisen en procedures

6.1. PV paneeltests

1. Aannemer dient, ten alle tijden vóór Definitieve Oplevering, Klant toe te staan om tests uit te voeren op de PV-panelen, om conformiteit met het Contract te controleren.
2. In geval van afwijzing van panelen, mag Klant eisen ("Paneel Follow-up Acties"):
 - a. Vervanging van de betreffende panelen; of
 - b. Financiële vergoeding ter compensatie van inkomstenverlies over de gehele levensduur; of
 - c. Plaatsing van extra panelen, ter compensatie van productieverlies.
3. Paneel Follow-up Acties zijn voor rekening en risico van Aannemer.
 - a. Klant heeft vrije keuze qua Paneel Follow-up Actie, met de uitzondering dat Aannemer altijd het recht heeft om te kiezen voor vervanging van de betreffende panelen.
 - b. Een eventuele financiële vergoeding voor paneelkwaliteit wordt niet meegenomen in de beperking van aansprakelijkheid.
 - c. Het uitvoeren van Paneel Follow-up Acties voor een bepaalde afgewezen batch beperkt niet de rechten van Klant om Paneel Follow-up Acties te eisen voor andere afgewezen batches.
4. Alle clausules omtrent paneeltests gelden ook voor eventuele vervangende/aanvullende panelen.
 - a. Kosten voor testen van vervangende/aanvullende panelen zijn voor rekening van Aannemer.
5. Alle visuele testen dienen met het menselijk oog uitgevoerd te worden, met een 'Uncorrected Visual Acuity' (UCVA) van meer dan 1.2, vanaf een afstand van 1 meter, binnen een ruimte met een lichtsterkte van minimaal 1000lx.

6.1.1. **Module Factory Acceptance Testing (FAT)**

1. Aannemer en diens paneelfabrikant dienen toegang te verschaffen tot de paneelfabrieken en dienen volledige medewerking te geven aan onafhankelijke end-to-end kwaliteitsinspecties.
 - a. Zulke inspecties zullen worden uitgevoerd door een onafhankelijk instituut, zoals Sinovoltaics, Sunchine, of vergelijkbaar, aan te wijzen en te betalen door Klant.
2. De end-to-end inspecties tijdens de productie van de panelen voor dit project omvatten bijvoorbeeld (maar zijn niet gelimiteerd tot):
 - a. Productiefaciliteiten (bijvoorbeeld een workshop audit)
 - b. Kwaliteitscontrole van de processen
 - c. Onafhankelijke testen op locatie van panelen en onderdelen hiervan, zoals (maar niet gelimiteerd tot) complete (24/7) visuele inspectie, complete (24/7) in-line flashtests, en complete (24/7) electroluminescentie (EL) tests
 - d. Pre-shipment inspectie
3. Alle microcracks worden beschouwd als fout ('defect'), onafhankelijk van hun formaat.
4. Soldeerdefecten die niet gedekt zijn door Bijlage F, worden beoordeeld op basis van de 'grade-A' criteria van de paneelfabrikant.
5. EL resultaten van alle panelen zullen parallel aan de productie gedeeld worden met de Klant ten behoeve van off-line EL review.

6. Modules met enig 'critical defect' (visueel, EL, of flash-test) worden op individuele basis geweigerd.
7. Isolati weerstand, diëlektrische bestendigheid tegen hoogspanning en aardingscontinuïteit kunnen om veiligheidsredenen worden getest tijdens in-line inspecties en inspecties vóór verzending. Eventuele gebreken op deze punten worden beschouwd als veiligheidsgebreken.
8. Klant mag panelen afwijzen (per productiebatch of op individuele basis) indien de relevante kwaliteitseisen uit artikel 3.2 niet worden behaald.
9. Klant mag panelen per productiebatch afwijzen indien de 'rework rate' meer dan 15% van de modules bedraagt.
10. Klant heeft het recht om alle panelen te weigeren, in geval van stelselmatige kwaliteitsproblemen die (in optiek van het onafhankelijk instituut) significante impact zullen hebben op het technische en/of financiële functioneren van het project.
11. In geval van weigering van alle panelen op basis van de voorgaande clause, dient Aannemer gelijkwaardige of betere panelen te selecteren, tot tevredenheid van de Klant.
 - a. Een dergelijke weigering geeft Aannemer geen recht op uitstel van deadlines en/of het in rekening brengen van extra kosten.
 - b. In geval van selecteren van nieuwe panelen ten gevolge van een dergelijke weigering, behoudt Klant dezelfde rechten met betrekking tot factory acceptance testing (FAT), en het weigeren van panelen.

6.1.2. Module Site Acceptance Testing

1. Klant heeft het recht om inspecties van de panelen uit te voeren bij levering in de haven van Rotterdam, en/of in het magazijn van de Aannemer, en/of na levering op de bouwplaats.
 - a. Inspecties worden uitgevoerd door een onafhankelijk testinstituut, op kosten van Klant, en betreffen onder andere elektroluminescentie (EL) tests en flashtests. Aannemer zal het transport van modules van en naar de testlocatie regelen en de kosten hiervan voor zijn rekening nemen.
2. Steekproef bepaling:
 - a. Steekproef conform ISO 2859-1, niveau G-I of G-II (keuze Klant).
 - b. Klant heeft het recht om de te testen containers, pallets en panelen te bepalen voor de steekproef.
 - c. Modules of pallets met visuele schade mogen aanvullend worden getest door Klant, op kosten van Aannemer.
 - d. Beide Partijen mogen verzoeken om extra panelen te testen. Zulke tests worden geregeld door Klant, en zijn voor rekening van de verzoekende partij.
3. Afwijzing van panelen:
 - a. Klant mag PV-panelen afwijzen per testbatch, indien de kwaliteitseisen uit artikel 3.2 niet worden behaald. Bij het bepalen van de kwaliteit van een testbatch mag Klant panelen weglaten met duidelijke transportschade (indien redelijk).
 - i. Indien een testbatch wordt afgewezen, mag Aannemer (op eigen risico en kosten) de test eenmalig escaleren door het inspectieniveau te wijzigen (ofwel van G-I naar G-II, ofwel

van G-II naar G-III) en de grootte van de steekproef in lijn daarmee te wijzigen. Indien de grotere steekproef (waar de eerder geteste panelen deel van moeten uitmaken) wordt goedgekeurd, zal de testbatch alsnog geaccepteerd worden.

- b. Klant mag PV-panelen afwijzen per container of pallet, indien de EL-test wijdverspreide transportschade laat zien in de betreffende eenheid.
- c. Klant mag PV-panelen afwijzen op individuele basis, bij:
 - i. Transportschade
 - ii. IV curve afwijkingen

6.1.3. Thermographic testing of modules

1. Klant behoudt zich het recht voor om thermografisch onderzoek uit te voeren op de panelen, volgens onderstaande specificaties.
 - a. Thermografisch onderzoek wordt uitgevoerd door een onafhankelijk testinstituut, op kosten van de Klant.
 - b. Thermografisch onderzoek wordt uitgevoerd bij een instraling van minimaal 400 W/m² en zonder bewolking. Voldoende nauwkeurige meetinstrumenten dienen te worden gebruikt.
2. De volgende acties dienen te worden uitgevoerd afhankelijk van de bevindingen:
 - a. Hot spots $\geq 10^{\circ}\text{C}$ warmer dan rest van paneel: aanvullende EL-test.
 - b. Hot spots $\geq 20^{\circ}\text{C}$ warmer dan rest van paneel: directe vervanging van paneel door Aannemer.
 - c. Overige defecten (bijv. defecte junction box): directe vervanging van paneel door Aannemer.
3. Vervolgacties zijn niet aan de orde als hot spot wordt veroorzaakt door vervuiling of schaduw.
4. Bij aanvullende EL-tests dient dezelfde classificatie te worden gebruikt als in artikel 3.2.
 - a. Aanvullende EL-tests worden geregeld door Klant, op kosten van de Aannemer.
 - b. Aanvullend EL-geteste panelen dienen door Aannemer te worden vervangen indien deze niet geclassificeerd wordt als Class A.
 - c. Aannemer mag er voor kiezen om panelen direct te vervangen, in plaats van aanvullend onderzoek te laten uitvoeren.

6.1.4. IV curve scanning

1. Aannemer dient op verzoek van Klant een omvormer IV curve scan van de gehele installatie uit te voeren, maximaal 1x per jaar.
2. In geval van afwijkingen in de IV curves, moeten Aannemer en/of Klant vervolgonderzoek verrichten naar de afwijking.
 - a. Aannemer dient eventuele defecten te verhelpen conform de Garantieperiode.
 - b. Vervolgonderzoek kan inhouden visuele inspectie, thermografie, flashtesting of EL-testing.
 - c. Eventuele out-of-pocket kosten voor vervolgonderzoek zijn voor rekening van Klant. Aannemer dient deze kosten te vergoeden, indien er een defect wordt ontdekt waarvoor Aannemer aansprakelijk is.

6.2. Voorlopige Oplevering Tests

Aannemer dient de volgende tests uit te voeren en documenteren voordat Voorlopige Oplevering kan worden behaald:

1. Alle metingen en beproevingen op de PV-installatie conform NEN 1010, artikel 61.3
2. Alle metingen en beproevingen op de PV-installatie conform IEC 62446-1, Categorie 1 (Hfd. 6)
3. Thermografische inspectie van belangrijkste componenten en omvormer IV curve scan van de gehele PV-installatie (als ook het verhelpen van eventueel gedetecteerde defecten)
4. Prestatietest: gedurende 30 dagen op rij moet de PV-installatie een gemiddelde behalen van:
 - a. Omvormer-gewogen availability $\geq 99,0\%$
 - b. Performance Ratio $\geq (\text{Gegarandeerde PR}^* - 2\%)$

* Gegarandeerde PR moet worden gecorrigeerd voor de maand waarin de test wordt uitgevoerd.

6.3. Definitieve Oplevering Tests

Aannemer dient de volgende tests uit te voeren en documenteren voordat Definitieve Oplevering kan worden behaald:

1. Thermografische inspectie van belangrijkste componenten en omvormer IV curve scan van de gehele PV-installatie (als ook het verhelpen van eventueel gedetecteerde defecten)
2. Prestatietest: in de periode tussen Voorlopige Oplevering en Definitieve Oplevering, dient de PV-installatie een gemiddelde Performance Ratio te behalen $\geq$ Gegarandeerde PR, met inachtneming van Bijlage B [O&M Scope], hoofdstuk 2.