



Technische Omschrijving PV systemen ZAAM

Comenius Lyceum en Noorderlicht

Datum: 26 juli 2017 – versie 2
Projectnr: 1450
Status: Definitief

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Van toepassing zijnde voorwaarden en voorschriften	4
3	Technische specificaties en uitvoeringsvoorwaarden	5
3.1	Algemeen	5
3.2	Randvoorwaarden inpassing locaties	6
3.3	Uitgangspunten omvang PV-systemen	7
3.4	Werkterrein	8
3.5	Technische normen en richtlijnen	9
3.6	Ontwerp, tekeningen en berekeningen	10
3.7	Beproeven en ingebruikname	11
3.8	Instandhoudingstermijn	12
3.9	Opbrengstgarantie	12
4	Technische eisen PV-systeem	13
4.1	Meting SDE+ en opbrengstgarantie	13
4.2	Bekabeling	14
4.3	Beveiliging en aarding	15
4.4	PV-panelen	16
4.5	Omvormer	17
4.6	Montagesysteem, kabelgoten etc.	18
	Bijlage 4.1: Indicatie inpassing PV systemen	19
	Bijlage 4.2: Inpassing voorzieningen	20

1 Inleiding

ZAAM heeft SDE+-subsidie aangevraagd en toegekend gekregen voor een PV-installatie op de daken van twee schoolgebouwen (Comenius Lyceum en Noorderlicht). Aan de hand van de uitgevoerde haalbaarheidsstudie is besloten tot ontwerp en uitvoering over te gaan.

Deze rapportage dient als contractueel uitgangspunt voor ontwerp en realisatie van twee PV-installaties met daarin de administratieve bepalingen en technische prestatie-indicatoren/garanties van de PV-installaties.

De opzet van dit rapport is al volgt: Hoofdstuk 2 gaat in op de algemene voorwaarden en voorschriften, hoofdstuk 3 beschrijft de algemene technische specificaties en uitvoeringsvoorwaarden. Hoofdstuk 4 sluit af met de technische eisen van de PV-installaties.

2 Van toepassing zijnde voorwaarden en voorschriften

De volgende voorwaarden en voorschriften (verschenen tot drie maanden voor de aanbesteding) zijn op deze levering van toepassing.

1. Voorschriften en bepalingen van de plaatselijke en hogere overheden, diensten en nutsbedrijven;
2. Bouwprocesbesluit en bouwbesluit;
3. Uniforme Administratieve Voorwaarden 2012;
4. Goedgekeurde bouwverslagen;
5. Nota's van inlichtingen;
6. Dit document en later toegevoegde uitwerkingen incl. bijlagen;
7. Alle voorschriften waaronder de Nederlandse normen en richtlijnen (NEN, NPR, BRL, ISSO, KIWA, KOMO, etc.);
8. Installatie- en fabrieksvoorschriften.

Bij tegenstrijdigheden tussen bovenstaande stukken geldt bovenstaande rangorde.

3 Technische specificaties en uitvoeringsvoorwaarden

3.1 Algemeen

Dit hoofdstuk is het technische uitgangspunt voor de levering van alle diensten en goederen die nodig zijn om aan de gestelde eisen te voldoen ten aanzien van het ontwerpen, realiseren en gedurende 15 jaar instandhouden van de complete PV-installaties (frame, bevestigingsmiddelen, ballast, panelen, bekabeling, kabelwegen, omvormer, (eind)verdeelinrichtingen, brutoproductiemeter etc.), inclusief alle toebehoren maatregelen en eventuele aanpassingen die getroffen moeten worden om realisatie en instandhouding mogelijk te maken.

Eventuele aanpassingen aan gebouw- of installaties van ZAAM (hierna te noemen: de opdrachtgever) mogen geen negatieve neveneffecten opleveren voor de bedrijfsvoering van de gebruiker of ten kosten gaan van verstrekte garanties aan opdrachtgever en gebruiker (bijv. t.a.v. de waterkering van de daken). Eventuele aanpassingen moeten derhalve ter goedkeuring voorgelegd worden aan de directie. Mochten aangedragen oplossingen aanvullende maatregelen vragen om ongewenste neveneffecten te voorkomen, dan dienen deze meegenomen te worden in de aanbidding.

Opdrachtgever heeft geen vergunningen, ontheffingen, beschikkingen en/of toestemmingen aangevraagd. De Aannemer zorgt voor de tijdige verkrijging van de vergunningen, ontheffingen, beschikkingen en toestemmingen die hij nodig heeft of wenst.

De onderdelen in dit hoofdstuk zijn niet onuitputtelijk beschreven. De aannemer dient de gevraagde onderdelen compleet aan te bieden en hiermee volledig bedrijfsvaardig, onder andere conform de omschreven (prestatie)afspraken en geldende regelgeving, te kunnen opleveren. Diensten of goederen die niet benoemd worden in dit hoofdstuk maar wel nodig zijn om aangestelde eisen te voldoen, behoren eveneens tot de levering van de aannemer en dienen opgenomen te worden in de aanbidding. Daar waar tegenspraak is tussen verschillende eisen dient dit eveneens voor inschrijving gemeld te worden middels het stellen van vragen voor de Nota van Inlichtingen.

3.2 Randvoorwaarden inpassing locaties

Qua technische en ruimtelijke inpassing voor de PV-installaties gelden de volgende randvoorwaarden en uitgangspunten:

1. Bijlage I geeft een indicatie weer van de inpassing op de daken van de locaties.

Bij Comenius Lyceum is rekening gehouden met plaatsing op het hoge dakdeel in oost/west-opstelling in verband met effectiever ruimtegebruik en hoger eigen gebruik. Er is rekening gehouden met de schaduwwerking van opstanden, dakramen, doorvoeren, valbeveiliging en sedum.

Bij Noorderlicht zijn de beschikbare schuine dakoppervlakken op het zuiden, oosten en westen gebruikt. Er is hierbij rekening gehouden met schaduwwerking en ruimtebeslag van overige installaties. De reeds aanwezige boom zal in de nabije toekomst worden gekapt. Bij Noorderlicht is de intentie om op fietsenstallingen, een panna-kooi en andere bijgebouwen aanvullende PV-panelen te voorzien, echter is hiervan de omvang nog niet bekend. Uitgangspunt hierbij is dat de PV-panelen tevens de waterkerende laag zijn en dus een waterdicht geheel vormen. De panelen worden gemonteerd op een door derden te leveren hulpconstructie. De opdrachtnemer kan er vanuit gaan dat een bevestigingsconstructie wordt voorzien als op het dak. Voor deze installatie dient de aannemer bij zijn inschrijving een verrekenbare post op te geven van een hoeveelheid PV-panelen met de in 3.3 genoemde opbrengst in jaar 15, van hetzelfde type als degene die op het dak worden toegepast. Het maximale van de verrekenbare post zal nooit hoger zijn dan 20% van de totaalopdracht exclusief verrekenbare post. Na gunning zal het ontwerp hiervan in samenspraak met de opdrachtnemer worden gerealiseerd.

Van de indicatieve keuzes mag worden afgeweken als dit in het voordeel werkt van de opdrachtgever, wat middels berekeningen zal moeten worden onderbouwd door de opdrachtnemer of inschrijver.

2. Bijlage II geeft voor Comenius Lyceum de locatie van de omvormers weer. Voor Noorderlicht worden de omvormers op een nader te bepalen locatie op het dak, uit het zicht en in de schaduw, aan een wand gemonteerd. Voor de verrekenbare post bij Noorderlicht zal ter plaatse van het bijgebouw een locatie voor de omvormer worden bedacht.
3. Bijlage II geeft de locatie en het tracé van de benodigde aanvullende voorzieningen weer.

Bij Comenius Lyceum is er in het dak een loze leiding voorzien t.b.v. bekabeling tussen de PV-panelen en omvormers. Vanaf de aangegeven locatie voor de OVK-PV dient bekabeling via de bestaande kabelwegen te worden voorzien naar de HKL. Er is reserve ruimte in de HKL met een Bruto Productie meter voorzien.

Bij Noorderlicht is er voor zover bekend geen loze voorziening door het dak voorzien, deze moet door de opdrachtnemer worden gemaakt. Wel is er een onderverdeeldkast t.b.v. PV voorzien, echter is het vermogen hiervan te klein voor de beoogde installatie. Hierdoor dient een extra onderverdeeldkast te worden gemaakt. Vanaf de nieuwe onderverdeeldkast dient bekabeling via de bestaande kabelwegen te worden voorzien naar de HKL. Voor de verrekenbare post zullen er in de grond naar een nader te bepalen plek nabij de hoofdingang loze leidingen worden getrokken door

derden. Vanaf deze locatie dient de opdrachtnemer voorzieningen door de kruipruimte te maken naar de HKL. Er is reserve ruimte in de HKL voorzien, waar een Bruto Productiemeter door de opdrachtnemer moet worden voorzien.

4. Blijvende bereikbaarheid van op het dak aanwezige voorzieningen ten behoeve van onderhoud;
5. De PV-systemen mogen de maximaal toelaatbare extra dakbelasting niet overschrijden.

Bij Comenius Lyceum is rekening gehouden met een mogelijk extra dakbelasting van 50 kg/m² ter plaatse van de bestaande daken (oranje panelen in Bijlage I) en 115 kg/m² ter plaatse van het nieuwe dak (groene panelen in Bijlage I) t.b.v. PV-panelen.

Bij Noorderlicht is rekening gehouden met een dakbelasting van de PV-panelen van 10 kg/m². Indien deze belasting wordt overschreden zal dit moeten worden gecontroleerd zoals hierna omschreven.

In welke mate constructieve voorzieningen nodig zijn ter bevestiging van de technische maatregelen is ter beoordeling van de Inschrijver. Benodigde bouwkundige en/of constructieve voorzieningen en sparingen ten behoeve van de technische maatregelen en/of bijbehorende hulpconstructies zijn voorrekening van de Inschrijver, evenals het afvoeren van vrijkomend materiaal. Voorzieningen dienen namens en voor rekening van de Inschrijver goedgekeurd en doorgerekend te worden door een constructeur die ingeschreven is bij het constructeurregister.

6. Voor werkzaamheden op en aan daken moet een risico-inventarisatie met bijbehorend plan van aanpak worden opgesteld, zodat de gebruiker zonder extra veiligheidsvoorzieningen onderhoud aan dak en installatie-onderdelen kan laten verrichten. Tevens dienen de minimale voorzieningen voortvloeiend uit het plan van aanpak gerekend en opgenomen te worden (voor zover veroorzaakt door of gevolg van de aan te brengen maatregelen). De ankerpunten en/of permanente valbeveiligingen dienen te voldoen volgens de Europese norm EN 795. De risico inventarisatie met plan van aanpak dient in de ontwerpfase, ter beoordeling te worden voorgelegd aan de directie.
7. De bestaande garantie op waterkering van het dak mag niet teniet worden gedaan door het plaatsen van maatregelen op of aan het dak. Waar nodig dient hierover afstemming bereikt te worden met de huidige garant. Indien er geen garantie is op de bestaande waterkering mogen eventuele aanpassingen de kwaliteit van de waterkering niet verzwakken. Daarnaast moet een garantie op goede afdichting worden gegeven van 5 jaar.
8. De locaties zijn voorzien van een grootverbruik aansluiting met een aansluitcapaciteit van ≥ 300 kVA. Hier zijn per locatie installatieschema's toegevoegd in bijlage II. De aanwezige aansluitcapaciteit zoals vermeld in de installatieschema's dient nadrukkelijk als uitgangspunt en dient niet te worden overschreden ten behoeve van de toepassing van het PV-systeem.

3.3 Uitgangspunten omvang PV-systemen

Voor de locaties heeft de opdrachtgever in voorgaande jaren reeds SDE+ subsidie aangevraagd en toegekend gekregen. Dit is weergegeven in de laatste kolom van tabel 1. Voor iedere locatie is tevens in onderstaande tabel weergegeven hoeveel kWh aan opwekking in jaar 15 per locatie als uitgangspunt dient voor de inschrijving. De eis wordt voor na jaar 15 gesteld vanwege de degradatie van het rendement gedurende de jaren.

Tabel 1 Hoeveelheid aan te besteden opwekking [kWh] in jaar 15 per gebouw

Gebouw	Uitgangspunt voor aanbesteding jaar 15 [kWh]	Maximaal op te wekken kWh conform SDE+ aanvraag
Comenius Lyceum	232.750	232.750
Noorderlicht	123.000	241.300
Per verrekenbare post Noorderlicht	7.514	Restant Noorderlicht

Wanneer na gunning onverhoeds blijkt dat de gevraagde kWh op basis van de gestelde randvoorwaarden niet mogelijk is, dan zal dit als minderprijs voor worden verrekend naar rato van de prijs per kWh zoals genoemd bij de uitgangspunten. Dit geldt als de installatie niet kleiner wordt dan 40% van de oorspronkelijk aangeboden omvang.

3.4 Werkterrein

Ten aanzien van de indeling en het gebruik van het werkterrein gelden de volgende beperkingen:

1. De toegangen tot belendende opstallen alsmede de vluchtmogelijkheden dienen toegankelijk te blijven;
2. De aan- en afvoer van materialen moet plaatsvinden gedurende de normale werkuren (tussen 07:00 en 17:00 uur), voor afwijkingen hiervan is de uitdrukkelijke goedkeuring van de opdrachtgever benodigd;
3. De aannemer dient in overleg met de opdrachtgever voorzieningen te treffen om overlast voor omwonenden en gebruikers van belendende percelen, tijdens de werkzaamheden tot een minimum te beperken. Onder overlast wordt mede verstaan aan- en afvoer van materiaal en geluidsoverlast: het gebruik van radio's e.d. op de bouwplaats is niet toegestaan;
4. De Inschrijver zorgt voor de nodige afzettingen van het werk en het werkterrein om de veiligheid van de omwonenden te waarborgen;
5. In principe mag de algemene opstelplaats gebruikt worden ten behoeve van parkeren en het stallen van materiaal en/of materieel. De oppervlakte van de opstelplaats ten behoeve van het werkterrein zal in overleg met de opdrachtgever worden bepaald. De Inschrijver wordt geacht op de hoogte te zijn van de staat, de situering, maximale belasting en de hoogteligging van, alsmede de toegangsmogelijkheden tot het werkterrein. De Inschrijver dient zichzelf op de hoogte te stellen van de ligging van kabels en leidingen in en om het werkterrein, dit ter voorkoming van schade. De Inschrijver dient de toestand van het werkterrein voor de aanvang van het werk (minimaal via foto's) zo goed mogelijk vast te leggen, hiervan zal een proces-verbaal worden opgesteld dat ondertekend dient te worden door vertegenwoordigers van de opdrachtgever.
6. Voor het gebruik van de openbare ruimte ten behoeve van parkeren, het stallen van materiaal en/of materieel, of anderszids vergunning plichtige zaken, dient door de aannemer vroegtijdig een objectvergunning dan wel een opbrekonthefving/tijdelijke objectvergunning te worden aangevraagd'. Alle kosten hiervan zijn voor rekening van de Inschrijver.
7. Overige beperkingen en (verkeers)voorzieningen volgens opgave van de plaatselijk bevoegde instanties.
8. Het werkterrein en het bouwwerk dienen gedurende de gehele bouwperiode ordelijk en overzichtelijk ingericht te zijn.
9. Bouwplaatsafval scheiden en afvoeren. Afval en verpakkingsmateriaal moet regelmatig door de Inschrijver van het werkterrein worden afgevoerd.

10. Het bewaken van het werkterrein is geheel voor rekening en verantwoordelijkheid van de Inschrijver. Eventuele schade of claims, ook van derden, ten gevolge van geen of onvoldoende bewaking, zijn voor rekening van de Inschrijver.
11. Inschrijver mag ten behoeve van de realisatie gebruik maken van de aanwezige voorzieningen ten aanzien van elektrische energie, gas en water voor zover dit de bedrijfsprocessen van de Opdrachtgever niet verstoort. De kosten van het verbruik zijn in dat geval voor Opdrachtgever. Er mogen echter geen rechten ontleend worden aan het gebruik van de aanwezige voorzieningen. Het is dus aan de inschrijver om te beoordelen of zij gebruik mogen en kunnen maken van de aanwezige voorzieningen en/of hier zelf in moeten voorzien.
12. Het plaatsen van reclameborden is niet toegestaan.
13. Na realisatie dient het werkterrein vrij van bouwafval en andere verontreinigingen te zijn.

3.5 Technische normen en richtlijnen

Het PV systeem dient volgens de volgende normen en standaards ontworpen, gerealiseerd en opgeleverd te worden:

- ISSO Handboek HBze;
- Prestatiebeproeving en –indicatoren PV panelen NEN-EN-IEC 61853-1:2011;
- Rendement van omvormers gemeten volgens EN 50524;
- Kwaliteit installatiewerkzaamheden: NEN1010, NEN3140, NEN7250; NEN-EN 50110-1; NEN 3207; NEN 3174;
- Verdeelinrichting volgens NEN EN IEC 61439 (Laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen)
- De eisen voor sterkte van de constructie zijn vastgelegd in NEN EN 1991 en NEN 7250;
- De windbelasting te bepalen volgens NEN EN 1991;
- Algemene Richtlijnen van EnergieNed en Novem, 1998;
- Opleveringsprotocollen volgens NTA 8013 en NEN EN IEC 62446;
- De PV-panelen (inclusief aansluitdozen) zijn gecertificeerd volgens de normen EN 50380, IEC 61215 (bij toepassing kristallijn PV), IEC 61646 (bij toepassing dunne film technologie) en 61730;
- Persoonlijke beschermingsmiddelen tegen vallen conform NEN-EN 353-1 en NEN EN 353-2;
- ARBO A1-15 Veilig werken op daken;
- KEMA Keuring van Elektrotechnische Materialen;
- DIN 1055 Ontwerp belastingen voor gebouwen;
- NEN EN 1991 Ontwerp belastingen voor gebouwen;
- Minimale eisen voor systeemdokumentatie conform NEN-EN-IEC 62446;
- Op plaatsen waar DC aansluitingen plaats hebben, met name koppelkasten, dienen waarschuwingsplaten duidelijk zichtbaar bevestigd te worden met de tekst: “Deze installatie bevat niet afschakelbare spanningsvoerende delen”;
- Voor de aansluiting van het PV-systeem op de laagspanningsinstallatie moet worden voldaan aan de aansluitvoorwaarden van het energiebedrijf. Hierbij dient de van toepassing zijnde ARBO wetgeving te worden nageleefd;
- Indien bliksembeveiligingsinstallaties worden toegepast dient NEN-EN-IEC 62305 in acht te worden genomen.

3.6 Ontwerp, tekeningen en berekeningen

Het ontwerp en uitvoering van de voorgestelde maatregelen dienen deze door de aannemer conform de meest recent geldende normen, wet- en regelgeving inclusief bijlagen te worden uitgevoerd. De aannemer stelt hierbij een werkplan op waarin wordt aangegeven welke tekeningen en berekeningen conform welke normen en richtlijnen worden aangeleverd als ontwerp en werktekeningen. Tevens dient in dit werkplan aangegeven te worden op welke wijze de voorgestelde maatregelen worden beproefd, de wijze waarop de kwaliteit wordt geborgd en worden de minimale kwaliteitseisen beschreven die aansluiten bij de eisen zoals omschreven in deze Technische Omschrijving. Tenslotte dient in het werkplan de werkzaamheden te worden benoemd ten aanzien van het onderhoud en beheer (zoals het reinigen van de PV-panelen, de omvormers, controle van mechanische zaken en elektrische verbindingen, inspectie metingen en rapportage opbrengst). Alvorens tot ontwerp en uitvoering over te gaan dient dit werkplan ter goedkeuring te worden voorgelegd aan de opdrachtgever en directie.

Ontwerp, tekeningen en berekeningen dienen ter toetsing voorgelegd te worden aan de opdrachtgever en directie. Inschrijver is zelf verantwoordelijk voor het tijdig indienen van de ontwerpbescheiden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met een beoordelingstermijn van maximaal 10 werkdagen, indien e.e.a. volgens vooraf aangegeven planning wordt aangeleverd.

Ontwerp en tekeningen

De aannemer vervaardigt per locatie het ontwerp (incl. tekeningen en berekeningen) welke ter goedkeuring worden aangeboden aan de opdrachtgever en directie.

In het ontwerp van het PV-systeem dient minimaal te zijn aangegeven:

- Ingemeten locatie, daken, installaties, dakbeveiliging en daklichten etc. (alle obstakels). Hiervoor mogen (bouwkundige)tekeningen van opdrachtgever worden gebruikt maar verificatie van de juistheid van de maatvoering ligt bij de Inschrijver;
- Met als onderlegger de bouwkundige tekeningen gemaakte werktekeningen (1:20/1:50) van het complete PV-systeem (frame, PV-panelen (incl. hellingshoek), locatie omvormers, bouwkundige voorzieningen, etc.);
- Type PV-panelen, omvormer(s) en montageframe;
- Installatieschema tekening van PV-systeem op huidige verdeling van elektrotechnische installaties en schema van de PV-panelen op welke omvormer aangesloten zitten (inclusief zekeringswaarde en incl. DC-kabelnet);
- Doorvoeringen en leidingloop bekabeling;
- Consequenties voor de netkoppeling;
- Opbrengstberekening PV-systeem vanaf oplevering t/m 15 jaar later (incl. vermelding rendementen PV-panelen, omvormer(s), totale systeem en jaarlijkse degressie);
- Beschikbaarheid valbeveiliging, met indien nodig, aanpassing volgens NEN/EN795;
- Berekening constructieve dakbelasting t.g.v. PV-panelen per locatie.

Met het bepalen van de definitieve opstelling van de PV-panelen op de daken, dient de Inschrijver rekening te houden met de huidige obstakels op het dak. De Inschrijver dient de PV-panelen af te stemmen op het bestaande hemelwaterafvoersysteem en dakbeveiligingssysteem, zodat de werking van beide systemen ook na het plaatsen van de PV-panelen wordt garandeert. Daarbij dient tevens rekening te worden gehouden met de van toepassing zijnde garanties op de huidige dakbedekking en het behouden hiervan.

Ook het realiseren van de installaties t.b.v. de aarding en bliksembeveiliging op de bestaande aarding en bliksembeveiliging is onderdeel van de Inschrijver.

Berekeningen

De berekeningen dienen in tweevoud en digitaal ter goedkeuring aangeleverd te worden:

- Opbrengstberekening van de eerste 15 jaar;
- Kabel- en selectiviteitsberekening;
- Constructieve berekeningen.

Opbrengstberekening van de eerste 15 jaar

Berekende performance ratio van minimaal 85%. Berekend conform ISSO Handboek HBze met meest recente ontwerpsoftware (PVSyst, PVsol, PVGIS of Polysun). Minimaal dienen de volgende data in de berekening te zijn opgenomen:

- Locatie gegevens met instralingsdatabase van afgelopen 10 jaar;
- Azimut en hellingshoek van alle zonnepanelen;
- Beschaduwning nabij gelegen objecten.

Kabelberekening

Door de aannemer te vervaardigen kabelberekeningen (kabeldiameters, maximale kabellengtes en selectiviteit) conform de NEN 1010.

Uitgangspunten:

- aanlegwijze kabels (tabel 52-B2): code 18
- reductiefactor temperatuur (tabel 52-D1) bij 35°C: 0,96
- reductiefactor aderaantal (tabel 52-E1) indien meer dan 10 kabels bijeen: 0,77
- Intelec LTE+ inclusief de opzet van het hoofdstroomschema;
- Voor het berekenen van de kabels dient te worden uitgegaan van een gelijktijdigheid van 100%.

Selectiviteitsberekening

Door de aannemer te vervaardigen selectiviteitsberekening conform NEN 1010 in zowel het overbelastings- als het kortsluitgebied.

Constructieberekening

Voorzieningen dienen namens en voor rekening van de Inschrijver goedgekeurd en doorgerekend te worden door een constructeur die ingeschreven is bij het constructeurregister. Na contractvorming heeft de opdrachtnemer de mogelijkheid de reeds betrokken constructeurs te benaderen.

3.7 Beproeven en ingebruikname

Tijdens een zonnige dag moet worden vastgesteld of de geleverde productie van minimaal 1 week maximaal 10% afwijkt met de voorspelling van Solarpoint Meteobleu/Solar Server.

- Meten en rapporteren van paneelspanning stringspanning en aangegeven spanning en stroom op de omvormer display op dezelfde dag en bij gelijke weer condities;
- Rapportage netspanning gemeten bij omvormer;
- Voor monitoring; rapporteren IP adres omvormer.

Bij ingebruikname van het PV-systeem dient de Inschrijver alle garantiecertificaten en revisiebescheiden van de verschillende onderdelen van het PV-systeem zoals omschreven in dit document, aan de directie te overhandigen en tevens te bundelen in een map waarbij NEN-EN-IEC 62446 als uitgangspunt dient voor de systeemdokumentatie. Voorafgaand dienen de gevraagde documenten digitaal ter controle aan de directie beschikbaar te worden gesteld.

Alle genomen maatregelen dienen middels een visuele inspectie gecontroleerd te worden op kwaliteit, specificaties, tekeningen, afwerking, veiligheid, etc.

3.8 Instandhoudingstermijn

De onderhouds- en servicetermijn maakt onderdeel uit van de Instandhoudingstermijn. Instandhouding betreft alle werkzaamheden, garanties en diensten (onderhoud, service en beheer) die nodig zijn om het complete systeem goed te laten functioneren zodat opbrengsten van de installatie gedurende 15 jaar geborgd zijn en zodanig dat alle onderdelen van het systeem gedurende 2 jaar conform de NEN 2676 in conditie 2 (goed) verkeren.

Garanties van leveranciers en fabrikanten die de genoemde instandhoudingstermijn overschrijden zullen onverkort blijven gelden voor de opdrachtgever. Garanties worden geacht volledig te zijn, derhalve niet aflopend, zonder enig voorbehoud en inclusief arbeid, voorrijkosten, inspectiekosten, etc.

Onderdeel van de Instandhouding betreft het, namens ZAAM, uitvoeren van de benodigde werkzaamheden voor het verkrijgen van de SDE+-vergoeding. Wanneer de opdrachtnemer hierin verzaakt zal de schadevergoeding per dag die hierdoor is misgelopen een hoogte bedragen van € 46,55 en € 48,26 exclusief BTW voor Comenius Lyceum respectievelijk Noorderlicht.

Ten behoeve van de Instandhouding dient het PV-systeem voorzien te zijn van een werkend webbased monitoringssysteem inclusief storingsregistratie dat tevens toegankelijk is voor de Opdrachtgever met minimaal de volgende functionaliteiten:

- Het monitoringssysteem geeft de opbrengst van brutoproduktiemeter weer per uur, dag, maand en jaar;
- Monitoringssysteem beschikt over een goed overzicht van alle locaties;
- De opbrengst van de PV-systemen dient zonder aparte software uitgelezen te kunnen worden;
- De monitoringstool dient gedurende Instandhoudingstermijn van de panelen kosteloos ter beschikking te staan voor de opdrachtgever.

3.9 Opbrengstgarantie

De Inschrijver dient zicht te conformeren aan de opbrengstgarantie over de periode van 15 jaar waarmee wordt ingeschreven. Opgave van de opbrengstgarantie dient voor ieder van de 15 jaar per locatie na de ingebruikname opgegeven te worden. Ter onderbouwing dient Inschrijver bij de inschrijving per locatie een Opbrengstberekening toe te voegen conform paragraaf 3.6 die het realiteitsgehalte van de gestelde opbrengstgarantie onderbouwd, waarbij rekening wordt gehouden met de degradatie van de PV-panelen.

Jaarlijks worden na ingebruikname per locatie de daadwerkelijk gemeten opbrengsten ter hoogte van de Bruto Productiemeter geverifieerd met de afgegeven opbrengstgaranties. De Inschrijver verzorgt hiertoe

een jaarlijkse rapportage aan de Opdrachtgever. Als er bij de jaarlijkse evaluatie sprake is van significante afwijkingen (meer dan 10%) die duiden op niet of niet goed functioneren van de systemen is de Inschrijver verplicht om binnen vier weken de mankementen te verhelpen.

Iedere vijf jaar is een meer uitgebreide evaluatie. Als na vijf jaar blijkt dat de opbrengsten per locatie meer dan 3% achterblijven ten opzichte van de afgegeven garantie dan wordt het volledige tekort wat niet geleverd is ten opzichte van de afgegeven garantie verrekend tegen een tarief van € 0,15 excl. BTW, peildatum 1 januari 2018. Jaarlijks wordt dit tarief tegen het CBS-CPI geïndexeerd. Eventuele overschotten ten opzichte van de afgegeven opbrengstgarantie worden door Inschrijver meegenomen naar de nog resterende jaren.

Indien de opbrengst van het PV-systeem door overmacht of buiten de schuld van de Inschrijver om niet geleverd kan worden als gevolg van een storing bij de Opdrachtgever danwel derden dan wordt dit per omgaande gemeld aan opdrachtgever. Nadat de storing is verholpen berekend de Inschrijver vanaf het moment van melding van de storing tot het moment dat de storing is verholpen de gederfde opbrengsten in kWh onderbouwd met een opbrengstberekening. De berekening zal getoetst worden door een onafhankelijke derde partij waarna het zal worden vastgesteld als verrekenpost voor de vijfjaarlijkse verrekening van de opbrengstgarantie zoals hierboven beschreven.

4 Technische eisen PV-systeem

In deze paragraaf worden de minimale kwaliteitseisen beschreven die van toepassing zijn voor het PV-systeem.

4.1 Meting SDE+ en opbrengstgarantie

In verband met SDE+ toekenning dienen de locaties te worden uitgevoerd met Bruto Productie (BP)-meters welke op afstand uitleesbaar zijn en gekoppeld worden aan het monitoringssysteem. Coördinatie, aanvraag, locatie bepalen en overige werkzaamheden t.b.v. de BP-meters door de Inschrijver. Comenius Lyceum is reeds voorzien van een BP-meter. Noorderlicht dient hiervan nog te worden voorzien. Kosten voor de BP-meter zijn voor de Inschrijver. Inschrijver draagt zorg voor de van toepassing zijnde voorwaarden ten behoeve van de toegekende SDE+ subsidie per locatie. De volledige meetinstallatie (inclusief BP-meter) dient te voldoen aan de voorwaarden die de nutsbedrijven hieraan stellen en hierop te worden afgestemd.

Het meetbedrijf (INNAX) stelt hieraan de volgende eisen:

Brutoproductie (indirecte meting < 80A)

- Voor een indirecte BP-meter elektriciteit dient er door de Inschrijver stroomspoelen en meetzekeringen geplaatst te worden. Deze moeten worden geplaatst in de kast en worden uitbedraad op een klemmenstrook (in de kast). De klemmenstrook dient te worden voorzien van een duidelijke markering, indien nodig graag toelichting achterlaten in de kast. De kast dient te worden voorzien van een wartel PG21, ten behoeve van een kabel YmvK 12x2,5mm².
- Voor de meterkast waarin de BP-meter geplaatst wordt moet een ruimte van minimaal 35 bij 65 cm gereserveerd te worden.

- De afstand tussen de kast waarin de meetzekeringen en stroomspoelen zitten en de kast waarin de BP-meter wordt geplaatst mag maximaal 8 meter afstand zitten. Het kabeltracé reeds voorzien van een loze buis van 1".
- Nadat de Inschrijver de stroomspoelen heeft geplaatst dienen deze te worden kortgesloten daar deze anders defect gaan bij geen belasting.

Brutoproductie (directe meting < 120A)

- Voor een directe BP-meter elektriciteit dient er door de Inschrijver een meterbord geplaatst te zijn met aan beide einden van de kabels minimaal 25 cm extra lengte, voor het eventueel vervangen van de meter door INNAX.
- De (meetinstallatie) dient zo voorbereid te zijn dat het mogelijk is om tweezijdig af te schakelen.

4.2 Bekabeling

Eisen bekabeling:

- Kabels voldoen aan NEN-EN-50618:2015 en zijn UV-bestendig en geschikt voor toepassing bij temperaturen tussen -20 °C en +80 °C;
- Moeilijk brandbaar: in overeenstemming met NEN-EN-50226-2-4;
- Halogeenvrij: volgens NEN-EN-50267;
- Low smoke: volgens NEN-EN-50268;
- Er moet, binnen gestelde eisen en wet- en regelgeving zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van bestaande kabelgoten, leidingen en wandbehuizingen waarbij nadrukkelijk geen storing mag worden veroorzaakt op de gevoelige data-bekabeling;
- Indien kruisingen van kabels niet te vermijden zijn voorzieningen aanbrengen zodat onderliggende kabels niet kunnen worden doorgedrukt;
- Maximaal totaal verlies DC kabels in array + AC-kabel tussen omvormer en verdeelinrichting is 2%;
- In systemen met meerdere parallelle strings dienen de stringleidingen beveiligd te worden tegen overstroom met smeltveiligheden op plus en min zoals beschreven in IEC 60364-7-712. De smeltveiligheden mogen achterwege blijven indien de stringleidingen gedimensioneerd zijn voor de maximaal mogelijke overbelastingsstroom (1,25 keer de kortsluitstroom van het array). In dit geval dient door de zonnepanelen fabrikant met een schriftelijke verklaring aangetoond te worden dat de modules deze stroom in negatieve richting kunnen dragen.
- Alle systeemcomponenten van het DC circuit worden ontworpen om spanningen te weerstaan tot 1,15 keer de openklemspanning van het circuit.
- MC4 Multicontact stekkers of gelijkwaardig, UL en TÜV gecertificeerd, stekkers moeten voldoen aan EN 50521;
- Alle stekkers moeten middels UV bestendige clips op minimale hoogte van 10cm boven dakafwerking onder PV panelen worden bevestigd;
- Kabels langer dan 1 meter vrij over het dak moeten door buis, houder of kabelgoot worden gevoerd met duidelijke markering;
- De toe te passen kabel- en/of draadgoten zijn van gegalaniseerd staal en bieden de kabels voldoende bescherming tegen scherpe voorwerpen;
- Kabels dienen in de kabelgoten bevestigd te worden (vaststrippen) om beschadiging van de kabels door beweging van de kabels te voorkomen;
- Alle bekabeling dient aan het montage systeem te worden gemonteerd;

- Bevestiging van de kabel- en/of draadgoten dient dusdanig te zijn dat deze niet door wind of andere weersinvloeden van het dak kunnen geraken. Scherpe randen ten gevolge van het op maat maken van de kabelgoten dienen te worden vermeden om schade aan de kabels en dakbedekking (snijden) te voorkomen;
- De kabels mogen onder geen beding op mechanische spanning in de goten liggen. Tevens dienen de kabels dusdanig in de goten te liggen dat mechanische kabelspanning ten gevolge van temperatuurswisselingen voorkomen wordt;
- De kabelgoten mogen geen direct contact maken met het dakoppervlak (toepassing bescherming laag) en doorbuiging van de kabelgoten dient voorkomen te worden;
- De kabelgoten dienen een dusdanige hoogte boven de dakbedekking te hebben dat de goten en bekabeling onder geen beding onder water kan komen te staan in geval van maximale waterstand op het dak;
- In kabelgoten en buizen moet minstens 30% vrije ruimte worden aangehouden om oververhitting van kabels te voorkomen
- De kabelgoten dienen geaard te worden;
- Vanaf de modules naar de omvormers dienen plus- en min(string)leidingen en doorverbindingen tussen de modules zo dicht mogelijk bij elkaar en parallel langs elkaar aangebracht te worden met zo min mogelijk open lussen;
- Indien er sprake is van nabij gelegen bliksemafleiding dient voldoende afstand te worden bewaard;
- Alle bekabeling moet duurzaam en uniform logisch gecodeerd worden (NEN3207, omvormer nummer, stringnummer, polariteit);
- De DC bekabeling dient bij de parallelschakeling van de strings beveiligd te worden tegen de effecten van inductieve en capacatieve inkoppeling van indirecte blikseminslag;
- Ter plaatse van rook- en brandwerende scheidingen doorvoeringen brandwerend en geluidsdicht afdichten overeenkomstig de rook- en brandwerendheid of geluidwerendheid van de betreffende vloer of wand. De doorvoeren dienen te worden aangebracht door een gecertificeerd bedrijf met gecertificeerde materialen. Doorvoeren brandwerend afdichten;
- Doorvoeren luchtdicht, geluidwerend en dampdicht afwerken;
- De leidingaanleg zoveel als mogelijk uitvoeren met kabels, gelegd in kabelgoten of halogeen vrije beschermhuis met het benodigde aantal halogeen vrije installatiebedrading.

4.3 Beveiliging en aarding

Beveiliging tegen aard- en kortsluitingen

De bekabeling op de gelijkspanningszijde moet voldoen aan IEC 60364-7-712, Sectie 712.522. Dit betekent een aard- en kortsluit vaste installatie. Deze moet worden gerealiseerd door dubbel geïsoleerde kabels met aparte leidingen voor plus en min te gebruiken. Andere realisatiemogelijkheden worden beschreven in de Duitse DIN VDE 0100-520 "Auswahl und Errichten von Kabel, Leitungen und Stromschienen".

Aarding en bliksembeveiliging

Indien het gebouw niet voorzien is van een bliksemafleider, hoeft de PV-installatie niet over een bliksemafleider te beschikken. De draagstructuur dient voldoende geaard te worden op de equipotentiaalrail:

- Aarding gebeurt via minstens 1 aardingsgeleider van voldoende diameter (i.h.a. 6mm²) met groen-gele mantel per fysieke doorverbonden panelenveld. Waar de constructie geen doorverbinding heeft, moeten extra aardingsgeleiders voorzien worden, zodat het totale systeem voldoende geaard is;

- Aarding via draadgoten, kabelgoten of andere geleidende materialen zijn niet toegelaten om een opstapeling van overgangsweerstanden in de aarding te vermijden. Aarding dient te gebeuren door daarvoor speciaal voorziene aardingsgeleiders;
- Alle aardingsverbindingen dienen voldoende robuust uitgevoerd worden en alle bouten dienen voldoende vastgedraaid te worden.

Indien het gebouw voorzien is van een bliksemafleider moet de fotovoltaïsche installatie geïntegreerd worden in de bliksembeveiliging in overeenstemming met NEN EN 62305.

4.4 PV-panelen

Eisen PV-panelen:

- Minimaal nominaal vermogen: 180W/m² paneel, Vermogen zonnepanelen onder STC (standaard test condities) = irradiance of 1.000 W/m², solar spectrum of AM 1.5 and module temperature at 25°C, Tolerantie: -0 - +3%, Beschermingsgraad: IP65, Dichting naad: Buthyl rubber, Operatieve temperatuur:- 40 – 85 °C, Brandveiligheidsklasse: Classe C conform IEC 61730;
- Voorzien van CE-keurmerk;
- Sneeuwbelasting max: 1.600 PA ontwerpbelasting;
- Garanties:
 - * Na 15 jaar moet minimaal de in 3.3 genoemde opbrengst worden geproduceerd, waarbij onderstaande opbrengstgaranties eveneens gelden;
 - * Productgarantie minimaal 15 jaar;
 - * Opbrengstgarantie van minimaal 90% van het vermogen na 10 jaar;
 - * Opbrengstgarantie van minimaal 80% van het vermogen na 25 jaar.

De garantie moet worden herverzekerd om het potentiële risico te reduceren op het moment dat de fabrikant en/of Inschrijver van de zonnepanelen haar afspraken niet meer na kan komen. De combinatie van gevraagde garanties kan ervoor zorgen dat er in jaar 1 een groter vermogen moet worden geïnstalleerd om, gezien de degradatie van de panelen, de opbrengst in jaar 15 te kunnen garanderen.
- Bij drie fasen aansluiting mag het vermogensverschil tussen de fasen maximaal 10% bedragen;
- Montage materiaal: inclusief wind deflectors, inclusief benodigde ballast, garantie waterdichtheid dakbedekking, waterdichtheid PV-installatie bij verrekenbare post;
- Montage en bevestigingsmateriaal corrosie vast: kunststof, aluminium (corrosievastheid volgens ISO 12944, locatie afhankelijk) of RVS;
- Bevestigingsclips aan de lange zijden van de PV-panelen;
- De panelen dienen een zwarte kleur te hebben. De randen en bevestigingsclips dienen eveneens zwart van kleur te zijn.

4.5 Omvormer

Eisen omvormer:

- Min, max. rendement: 98% (gewogen Europese efficiency volgens NEN EN 50530), beschermingsgraad: P65 (buiten als binnen), spanning: 230V, Frequentie: 50Hz, Classificatie volgens Photon: A+;
- Voorzien van CE-keurmerk;
- 15 jaar fabrieksgarantie;
- Aansluiten omvormer(s) op nieuwe (onder)verdeelinrichting, zoals eerder omschreven. Als dit niet kan wordt een nieuwe onderverdeler geleverd en aangesloten op de bestaande verdeelinrichting. Voor ontwerp en uitvoering van de verdeelinrichting volgens NEN EN IEC 61439 (Laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen);
- Omvormer is voorzien van DC lastscheider. Indien er in de omvormer geen DC lastscheider aanwezig is wordt er per omvormer onmiddellijk bij de omvormer een DC lastscheider geplaatst waarmee alle op de omvormer aangesloten strings gescheiden kunnen worden;
- Voorzien van volledig operationele communicatiemodule inclusief bijbehorende interface voor extern beheer via internet, inclusief benodigde data aansluitpunten en kabel (CAT6) en aansluiting op nabij gelegen router. Interface volgens TU protocol t.b.v. het realtime uitlezen van opbrengst van het systeem middels gratis webportal;
- Omvormer moet met het oog op efficiënte inzet van zonnestroom voorbereid zijn op de mogelijkheden van het aansturen of aangestuurd worden van/door apparaten;
- Locatie omvormers in een sterk geventileerde ruimte of buiten (zoals eerder omschreven) en er mag ten alle tijde geen zonnestraling op de omvormers vallen (dus in de schaduw). Omvormer dient veilig en gemakkelijk bereikbaar te zijn t.b.v. controle, onderhoud en vervanging. Definitieve locatie omvormers wordt door de Inschrijver bepaald en ter goedkeuring voorgelegd aan opdrachtgever. Inschrijver is verantwoordelijk voor een correcte ventilatie van de omvormer(s);
- De totale kabelverliezen AC + DC dienen tot 2% te worden beperkt. Omvormers dienen zo dicht mogelijk bij ofwel de onderverdeeldkast (OVK) ofwel de hoofdverdeelinrichting (HVK) te worden geplaatst en aangesloten. Hierdoor zal er minder kabelverlies optreden bij eigenverbruik van de opgewekte elektriciteit;
- Kabelverliezen in de DC bekabeling dienen bij het MPP vermogen onder STC kleiner dan 1% te zijn;
- De kabel van de omvormer naar HVK dient zo gedimensioneerd te zijn dat er bij piek vermogen, van het zonnepanelen systeem maximaal 1% verlies in de kabel ontstaat;
- Het bevestigen van de DC kabel door middel van solar cable clips of vergelijkbare duurzame bevestigingsmethode;
- Bij toepassing power optimizers, rendement > 98,5%, Beschermingsklasse IP65 en 25 jaar fabrieksgarantie;
- Per locatie mogen geen verschillende merken/fabricaten omvormers gebruikt worden. Daarnaast dient er per systeem ontworpen te worden op 1 of 2 typen omvormers.
- Dimensionering PV array zodanig dat:
 - a. Nominaal vermogen PV array bij Zuid opstelling maximaal 10% hoger dan maximaal vermogen omvormer. Bij Oost-West opstelling is onderdimensionering omvormer tot 30% toegestaan;
 - b. Open klem spanning strings bij celtemperatuur -10°C dient lager te zijn dan maximale DC invoerspanning omvormer en in ieder geval lager dan 1.000 V;
 - c. Maximaal vermogenspanning strings bij celtemperatuur 70 °C hoger dan laagste MPP spanning omvormer;

- d. De array is zodanig gedimensioneerd dat maximale invoerstroom omvormer niet wordt overschreden;
- e. De stringconfiguratie dient zo te gebeuren dat alle panelen aangesloten op een MPP tracker van een omvormer dezelfde instraling ontvangen. Dit betekent dat alle panelen in een string of strings aangesloten op een individuele MPP tracker dezelfde helling en azimut moeten hebben en niet, of zo veel mogelijk in gelijke mate, aan beschaduwning worden blootgesteld. Mismatcheffecten door temperatuurverschillen in strings dienen zo klein mogelijk te worden gehouden door modules in individuele strings zo dicht mogelijk bij elkaar te plaatsen en zo veel mogelijk onder dezelfde omstandigheden.

4.6 Montagesysteem, kabelgoten etc.

- Montagesysteem, kabelgoten en andere componenten die op het dak worden ingezet dienen UV bestendig te zijn en geschikt voor toepassing bij een omgevingstemperatuur tussen -20 °C en 80 °C;
- Tussen montagesysteem en dakbedekking dient een afdoende bescherming geplaatst te worden die compatibel is met de dakbedekking om schade aan de dakbedekking te voorkomen;
- Waar verschillende metalen met elkaar in aanraking komen mag geen risico op elektrochemische corrosie ontstaan;
- Ballast dient zo op het montagesysteem geplaatst te worden dat geen risico voor verschuiven of afvallen bestaat.

Bijlage 4.1: Indicatie inpassing PV systemen

Bijlage 4.1a – Indicatie inpassing Comenius Lyceum

Bijlage 4.1b – Indicatie inpassing Noorderlicht

Bijlage 4.2: Inpassing voorzieningen

Bijlage 4.2a – Inpassing Comenius Lyceum kelder

Bijlage 4.2b – Inpassing Comenius Lyceum b.g.

Bijlage 4.2c – Inpassing Comenius Lyceum 1^e

Bijlage 4.2d – Inpassing Comenius Lyceum 2^e

Bijlage 4.2e – Inpassing Comenius Lyceum schema HKL

Bijlage 4.2f – Inpassing Noorderlicht b.g.

Bijlage 4.2g – Inpassing Noorderlicht 1^e

Bijlage 4.2h – Inpassing Noorderlicht 2^e

Bijlage 4.2i – Inpassing Noorderlicht schema HKL

Bijlage 4.2j – Inpassing Noorderlicht schema OVK-PV