

Dokument type

**Funksjonsbeskrivelse solcelleanlegg**

Dato

**24.04.2026**

# FUNKSJONSBESKRIVELSE SOLCELLEANLEGG **Solør VGS, Internat**



## FUNKSJONSBEKRIVELSE SOLCELLEANLEGG SOLØR VGS, INTERNAT

Oppdragsnavn **Solør VGS, Internat**  
Prosjekt nr. **1350063479**  
Dokument type **Funksjonsbeskrivelse**  
Versjon **01**  
Dato **24.04.2026**  
Utført av **AMHB**  
  
Kontrollert av **SIPE**  
  
Godkjent av **AMHB**

Rambøll  
Harbitzalléen 5

0275 Oslo

T +47 55 17 58 00  
F +47 55 17 58 10  
<https://no.ramboll.com>

Rambøll Norge AS  
NO 915 251 293 MVA

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>TEKNISK BESKRIVELSE.....</b>	<b>4</b>
2.1	System .....	4
2.2	Koordinering mot andre fag .....	5
2.3	Sikkerhet .....	5
<b>3.</b>	<b>DOKUMENTASJON .....</b>	<b>6</b>
3.1	lover og forskrifter .....	6
3.2	Dokumentasjon for utførelse .....	8
3.3	Teknisk dokumentasjon .....	8
<b>4.</b>	<b>DESIGN OG YTELSESKRAV .....</b>	<b>9</b>
4.1	Forutsetninger for beregning .....	9
4.2	Resultat fra beregning .....	10
4.3	Montasjesystem og last på tak og fasade .....	10
<b>5.</b>	<b>KRAV TIL SOLCELLEANLEGG .....</b>	<b>12</b>
5.1	Solcellemoduler .....	12
5.2	Vekselrettere .....	13
5.3	Kabler.....	13
5.4	Overvåkningssystem .....	14
5.5	Brannsikkerhet .....	15
5.6	Merking .....	15
5.7	Jording og utjevning .....	16
5.8	Overlevering, testing og dokumentasjon .....	16
5.9	Serviceavtale.....	16
5.10	Første driftsår .....	16
<b>6.</b>	<b>GARANTI .....</b>	<b>16</b>
<b>7.</b>	<b>OVERSIKT .....</b>	<b>17</b>

## 1. INNLEDNING

Denne funksjonsbeskrivelsen stiller funksjonelle krav til tilbudene, forventinger til kvalitet på materialer, utførelse og dokumentasjon for solcelleanlegg på nytt internat ved Solør VGS. Denne beskrivelsen skal anses som et minstekrav til installasjon, teknisk, funksjoner, kvalitet, utførelse og ytelse.

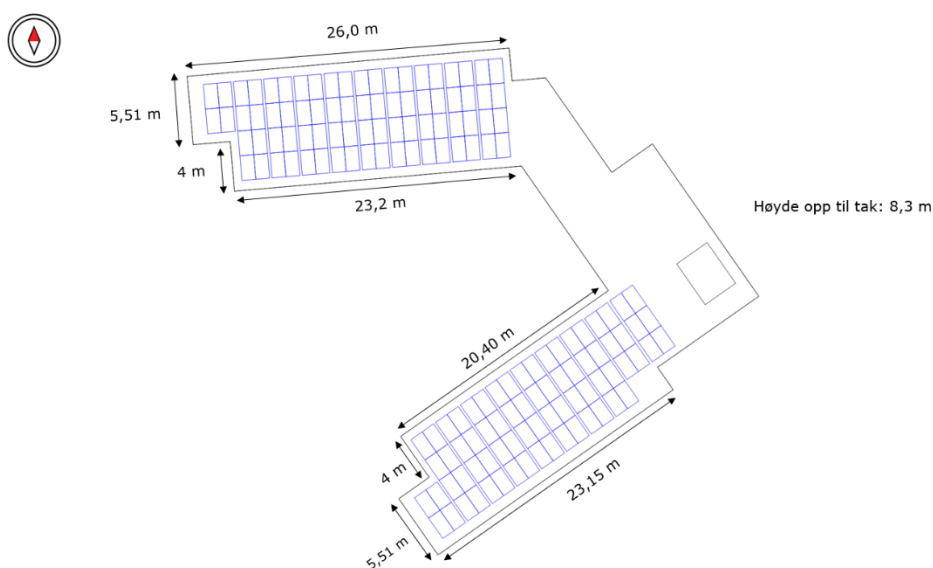
## 2. TEKNISK BESKRIVELSE

### 2.1 System

Det skal prosjekteres, leveres, monteres, tilkobles, testes og overleveres et komplett solcelleanlegg på taket til internatet på Solør VGS. Anlegget skal forsyne bygget. Alle nødvendige arbeider må være inkludert i tilbudet. Alle komponenter i anlegget må være sertifisert og utviklet for norske klimaforhold.

Byggets koordinater: **60.71072022100069, 11.80419679719186**

Se figur 1 for takdimensjoner og høyde fra bakken til parapet. Taket er planlagt dekket med mørk bitumenbasert takbelegg.



**Figur 1: Oversikt utnyttbar takflate uten parapet**

Anlegget skal kobles opp mot lokalt nett og forbruk med følgende ytelser:

- Prosjektering
- Alt nødvendig utstyr
- Installasjon
- Idriftsetting
- Serviceavtale
- Dokumentasjon
- Sluttkontroll
- Samsvarserklæring
- FDV

Anlegget skal leveres komplett for funksjon, med andre ord skal det omfatte alt nødvendig utstyr som solcellepaneler, festesystem, vekselrettere, kabling, koblingsbokser, DC- og AC-tilkobling, overspenningsvern, mulighet for tilkobling til sentralt driftsovervåkningssystem med visningsskjerm, samt dokumentasjon på leverte produkter og energiproduksjon. Ansvarlig prosjekterende og utøvende for elektrosiden skal være autorisert installatør med godkjenning for ansvarsrett registrert i Elvirksomhetsregisteret. All montering skal utføres etter gjeldende lover og regler.

Tilknytningsavtale med nettselskap skal utføres av solcelleentreprenør og solcelleanlegget skal designes slik at krav i plusskundeordningen blir overholdt. Tilbyder skal følge krav for nettilknytning.

## **2.2 Koordinering mot andre fag**

Tilbyder må medta nødvendig koordinering og utveksling av informasjon til byggherre som sørger for nødvendig effektbryter i hovedtavle samt tilgang til nettverkssystemer for oppkobling av vekselrettere mot portal/toppsystem.

## **2.3 Sikkerhet**

Solcelleanlegget skal ikke inneholde stoffer som er oppført på miljøvernmyndighetenes liste over helse- og miljøskadelige stoffer *Produktforskriften Kapittel 2a. Elektriske og elektroniske produkter (EE-produkter)*. Dette gjelder blant annet kadmium og *bromerte flammehemmere*.

Solcelleanlegg, kabelanlegg og plassering av vekselrettere, brytere etc. skal gjøres på en slik måte at alle krav til brannsikkerhet er oppfylt. Generelle retningslinjer er gitt i ASTM E2908:12(2018) «*Standard Guide for Fire Prevention for Photovoltaic Panels, Modules, and Systems*».

Solcelleentreprenør skal i tillegg kontakte og levere informasjon til det lokale brannvesenet om anlegget og hvordan brannmannskapene skal forholde seg i tilfelle brann. Eventuelt spesielle krav eller pålegg fra det lokale brannvesenet skal tilfredsstilles. Alle kabler, brytere og vekselrettere skal være merket og identifiserbare.

Overspenningsvern skal finnes både på AC og DC-siden av anlegget. Overspenningsvern for DC skal inngå i vekselretterene, eventuelt være i separat kapsling i tilknytting til vekselretterene og være tilpasset DC.

## 3. DOKUMENTASJON

### 3.1 Lover og forskrifter

Alle installasjonene skal til enhver tid tilfredsstillende gjeldende utgave av offentlige lover, forskrifter, regler og bestemmelser, siste utgave. Installasjonene dimensjoneres ut fra byggets behov og etterfølgende kravspesifikasjon, og skal være utført iht. FEL, FEK og NEK 400: 2022, NS 3420, IEC 60364-7-712, EN 62109-2, NS EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018, EN 1992-14:2005+NA:2009.

Detaljer som ikke er nevnt i spesifikasjon skal, så lenge disse er nødvendige for anleggets godkjenning fra myndighetene, være medtatt. Anlegget inkludert montasjesystemet skal jordes iht. anvisning fra leverandør av solcellepanelene, vekselrettere og montasjesystem.

Alt utstyr skal være av god og gjennomprøvd kvalitet og levert av anerkjente leverandører og produsenter. Utstyr skal omfattes av følgende normer og standarder hvor relevant:

#### Solcellepaneler:

- IEC 61730-1  
(Sikkerhetskvalifikasjoner til fotovoltaiske (PV) moduler - Del 1: Krav til konstruksjon)
- IEC 61730-2  
(Sikkerhetskvalifikasjonene til fotovoltaiske (PV) moduler - Del 2: Kravene til prøving)
- IEC 60904-3 (Photovoltaic Devices: Part 3. Measurement Principles for Terrestrial Photovoltaic (PV) Solar Devices with Reference Spectral Irradiance Data)
- IEC 62716:2013/COR1  
(Photovoltaic (PV) modules – Ammonia corrosion testing)
- IEC 61701  
(Photovoltaic (PV) modules - Salt mist corrosion testing)
- IEC 61215-1-1  
(Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part 1-1: Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules)
- ASTM E2481-08  
(Standard Test Method for Hot Spot Protection Testing of Photovoltaic Modules)
- IEC 62790  
(Junction boxes for photovoltaic modules - Safety requirements and Test)
- NEK EN 50583-1  
(Photovoltaics in Buildings. Part 1: BIPV Modules)
- NEK EN 50583-2  
(Photovoltaics in Buildings. Part 2: BIPV Systems)
- NS 3510 (Safety glass in construction works - Requirements for design and classes in various application areas)
- NS-EN ISO 12543 (Laminated glass and laminated safety glass) • NS-EN 13830  
(Curtain walling - Product standard)
- IEC 62938 (Photovoltaic (PV) modules - non-uniform snow load testing)

### Vekselrettere:

- IEC 62477-2  
(Safety requirements for power electronic converter systems and equipment - Part 2: Power electronic converters from 1 000 V AC or 1 500 V DC up to 36 kV AC or 54 kV DC)
- 50178  
(Elektronisk utstyr for bruk i elkraftanlegg)
- NEK EN 62109-1  
(Safety of power converters for use in photovoltaic power systems -- Part 1: General requirements)
- NEK EN 62109-2  
(Safety of power converters for use in photovoltaic power systems Part 2: Particular requirements for inverters)
- IEC 61727  
(Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of the utility interface)

### Andre standarder og forskrifter:

- NEK 400  
(Elektriske lavspenningsinstallasjoner)
- FEL  
(Forskrift om elektriske lavspenningsinstallasjoner)
- FEK  
(Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr)
- NEK 399  
(Tilknytningspunkt for elanlegg og ekomnett)
- NEK EN 50618  
(Electric cables for photovoltaic systems)
- NEK 446  
(Fotovoltaiske solenergisystemer – Krav til testing, dokumentasjon og vedlikehold)
- NS EN 1991-1-3:2003+NA:2008  
(Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-3: Allmenne laster – Snølaster)
- EN 1991-1-4:2005+NA:2009  
(Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster)
- ASTM E2908:12  
(Standard guide for fire prevention for photovoltaic panels, modules and systems)
- NEK IEC 62093:2005  
(Balance-of-system components for photovoltaic systems – Design qualification natural environments)
- IEC 60364-7-712  
(Low voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply system)
- EN 62446-1:2016/A1  
(Grid connected photovoltaic systems – Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection)
- EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA  
(Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads)
- ASTM E2908:12  
(Standard Guide for Fire Prevention for Photovoltaic Panels, Modules, and Systems)
- BROOF(t2): Bygningsintegreert solcelleanlegg må tilfredsstille BROOF(t2). Teglstein, betongtakstein, skifertak og metallplater kan uten ytterligere dokumentasjon antas å tilfredsstille klasse BROOF(t2).

Utstyr skal være enhetlig og det skal legges vekt på driftssikkerhet, vedlikeholdsvennlighet, tilgjengelighet av reservedeler og utstyrsutskifting. Reservedeler skal være tilgjengelig i minst 25 år. Byggherren forbeholder seg retten til godkjenning av utstyr, samt i enkelte tilfeller å stå for innkjøp av mindre utstyr direkte. Utstyr som leveres av byggherren, skal i disse tilfeller monteres og tilkobles av entreprenøren.

### 3.2 Dokumentasjon for utførelse

Det skal benyttes et anerkjent simuleringsverktøy som PVsyst, PV\*SOL eller tilsvarende for å simulere energiproduksjonen og systemtapet fra solcelleanlegget.

Det skal opprettes en 3D-modell i simuleringsprogrammet som nøyaktig representerer bygget og anlegget, beregnes energiproduksjon med en presis timesoppløsning og visualiseres detaljert informasjon om energitapene og deres kilder gjennom et tapsdiagram.

Dersom det under installasjonsarbeidet oppstår behov for endringer, skal disse godkjennes av byggherre, samt at simuleringer og tegninger skal oppdateres.

I simulering skal det legges til grunn de produktene som tilbys, med tilhørende parametere og varmetapsfaktor i samsvar med monteringsmetode. Skygge fra byggets utforming skal medtas iht. byggets utforming ved ferdigstilling. Horisontprofil med solbane skal benyttes i beregningene.

All dokumentasjon og rapporter skal være på norsk. Tegninger skal leveres redigerbart format som DWG- og PDF-format.

Ved ferdigstilt anlegg skal leverandør teste anlegget, levere full FDV med instruksjoner, inkludert sluttkontroll og anleggets samsvarserklæring.

### 3.3 Teknisk dokumentasjon

Følgende teknisk dokumentasjon skal foreligge før bestilling:

Manualer for paneler, invertere og montasjesystemer. Inverter må ha samsvarssertifikat. Datablad for DC og AC kabler og sertifikat, inkludert AC utstyr og kabler og overvåkingssystem. I tillegg skal det leveres:

- Datablad for solcellemodulene
- Sertifisering solcellemoduler
- Garantier solcellemoduler
- Sertifisering vekselrettere
- Garantier vekselrettere
- Datablad montasjesystem
- Garantier montasjesystem
- Levetid for alle komponenter, inkludert anbefalte vedlikeholdsintervaller
- Statisk analyseberegning av montasjestruktur med solcellepaneler for snølast og vindlast

Datablad for solcellemodulene skal oppgi alle de karakteriserende egenskapene til panelene, samt test til uavhengig organ. Databladet skal som minimum inneholde:

- Isc og Voc ved STC og NOCT
- Imp, Vmp og Pmp ved STC og NOCT
- Virkningsgrad



- Temperaturkoeffisient for strøm, spenning og effekt
- Sertifisering
- Snø og vindlast
- Fysiske mål, og mekanisk data

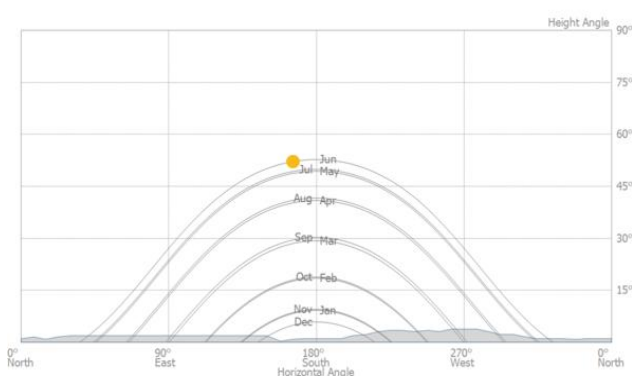
## 4. DESIGN OG YTELSESKRAV

Den årlige produksjonen skal være **minimum 58 000 kWh**, for å oppnå dette anbefaler vi et anlegg på **83 kWp** eller mer. Tilbyder har frie tøyler på å komme med forslag til løsninger på plassering av paneler for optimalisering av spesifikk energiproduksjon, produktvalg, installasjonsløsninger, layout etc. så lenge kravene spesifisert i dette dokumentet, samt lover overholdes. Under prosjekterings og installasjonsfasen må det tas hensyn til drift og vedlikehold av solcelleanlegget. Etter at anlegget er operasjonelt, må driftspersonell kunne ha tilgang til solcelleanlegget og andre installasjoner på bygget på en trygg måte. Se kapittel 4.1 og 4.2 for forslag til hvordan dette kan oppnås. Verdier for soiling, solbane og horisontvinkel som benyttes i kapittel 4.1 er å anse som minimumskrav å inkludere i simuleringer som overleveres til byggherre.

### 4.1 Forutsetninger for beregning

Simuleringer utført av WSP i SIMIEN Pro viser at bygget vil ha et energiforbruk på ca. 87 000 kWh per år. Solcelleanlegget vil levere ca. 58 000 kWh per år. Dette tilsvarer omtrent 50/50 fordeling av produsert strøm til bygg og nett.

- Ved beregning av strømproduksjon er det lagt til grunn følgende soiling-faktorer iht. *SN-NSPEK 3031:2025* for Lillehammer og korrekt modulvinkel (10 grader).



Tabell P.1 – Veiledende verdier for soilingfaktoren,  $\phi_{soil}$ , for moduler som har helning i området 0-15° (ref. horisontal flate)

Sted	Måned											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Stavanger	10	10	5	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Oslo	60	60	30	1	1	1	1	1	1	1	1	40
Trondheim	70	65	55	10	1	1	1	1	1	1	1	20
Tromsø	95	100	95	50	10	1	1	1	1	1	10	45
Bergen	25	20	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kristiansand	35	35	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lillehammer	100	95	60	10	1	1	1	1	1	5	40	85
Drammen	65	60	35	5	1	1	1	1	1	1	1	15
Skien	55	50	25	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Tønsberg	45	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Fredrikstad	40	45	20	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Ålesund	20	20	15	5	1	1	1	1	1	1	1	5
Kautokeino	100	100	95	70	25	1	1	1	1	35	85	90
Bodø	70	70	65	15	1	1	1	1	1	5	25	45
Røros	100	100	90	45	10	1	1	1	1	15	55	95
Kongsberg	75	75	40	5	1	1	1	1	1	1	20	70

Figur 3 – Horisont og solbane

- Skyggelegging fra bygningsmassen hensyntas i beregningen. Det er eksempelvis skyggelegging på tak fra oppbygg over teknisk rom.
- I simuleringen er det benyttet 560 Wp paneler med 24,82 % virkningsgrad
- I simuleringen er det benyttet to 36 kW vekselrettere.
- Panelene følger byggets orientering.
- Det er lagt opp til en solcellefri randsone på mer enn 1 meter til ytterkant av tak.
- Anlegget er ikke tilpasset plassering av sluk og slukrenner og evt. andre hindringer på taket. Dette må ivaretas i detaljprosjekteringen.

- Klimadata fra Meteonorm 9 med Solør som lokasjon er benyttet.
- Horisontvinkel og solbane for gjeldende lokasjon er inkludert. Se Figur 3.
- Elektrisk anlegg på bygget er 400V TN.
- Hovedsikring 125A

#### 4.2 Resultat fra beregning

Resultatet fra simuleringen er vist i tabellen under. Denne viser at potensiell årlig solstrømproduksjon ligger på ca. **58 000 kWh**. Det er viktig å påpeke at dette er en tidligfaseberegning. Leverandøren kan i sin detaljprosjektering se på optimaliseringer av anlegget.

Installert effekt [kWp]	Produksjon Pr.år [kWh/år]	Solcelleareal [m <sup>2</sup> ]	Produksjon pr.m <sup>2</sup> Solcelleareal [kWh/m <sup>2</sup> ]	PR [%]
82,88	58 022	334	173,72	78,61

#### 4.3 Montasjesystem og last på tak og fasade

##### Festesystem:

Det skal benyttes et komplett system for montering og feste av solcelleinstallasjonen. Alle deler av festesystemene skal være av korrosjonsbestandige materialer. Systemet skal være aerodynamisk og egnet for montering på tak. Festesystemet skal installeres på en måte som ikke fører til lekkasje eller unødvendig skade på taktekke og underliggende membran og isolasjon. PV-modulene skal følge helningsvinkelen til taket.

Avrenning av vann fra taket skal ikke bli hindret av festesystemet. Festesystemet skal være dimensjonert for å tåle lokal klima- og værpåvirkning gjennom hele sin levetid.

Standarder og krav for anleggets påvirkning av vind og snø på gjeldende lokasjon skal imøtekommes. Plan for bruk av monteringssystem godkjennes av utførende/prosjekterende av konstruksjon før monteringsarbeid kan starte. Monteringssystemet skal sikre god lufting av PV-modulenes bakside ved at luft skal kunne sirkulere fritt mellom tak og PV-moduler. All bygningsmessig koordinering og hjelpearbeider skal være medtatt. Det må koordineres at taket på alle måter er bygningsmessig forberedt for etablering av solcelleanlegget og tåler de mekaniske påkjenningene et solcelleanlegg medfører.

##### Tilkomst paneler:

Det skal være mulig å få tilkomst til det enkelte PV-panelet på enkelt vis, og mulig å bytte ut et enkelt panel i tilfelle skade.

##### Klimapåvirkning:

Anlegget og monteringssystemet skal være dimensjonert til å tåle lokalt klima og værpåvirkning, og monteringssystemet skal møte de lokale kravene for vind og snø, herunder også snøfonning. Monteringssystemet skal gi PV-paneler tilstrekkelig innfesting slik at panelene ikke utsettes for skadelige nedbøyninger ved snø og

snøfonning. Det skal gjennomføres og dokumenteres vekt, snø og vindlastberegninger for systemet, og skal godkjennes av utførende/prosjekterende av konstruksjon før monteringsarbeid kan starte.

#### **Punktlaster:**

Totalentreprenør må sjekke og dokumentere at takene tåler den ekstra vekten som vil påføres ved installasjon av solceller og tilhørende utstyr. Dette må bekreftes ved detaljprosjektering. Figur 4 og 5 viser tiltenkt plassering av modulene på tak.

#### **Drift av byggeplass:**

Sikring av arealer og trafikkerte uteområder skal være inkludert i tilbudet og leverandøren er pliktig til å informere byggherre i god tid om forhold på byggeplass som f.eks. strømafbrytning, omorganisering av trafikk og støvende arbeid og lagring av utstyr.

#### **Vedlikehold:**

Det valgte systemet skal være et holdbart anlegg som enkelt kan vedlikeholdes, utvides og opprettholdes i god stand over tid. Systemet skal fungerer slik at anlegget fortsetter å levere strøm dersom noen av panelene skulle slutte å virke. Dersom et panel slutter å fungere, skal det utseendemessig fremstå helt likt. Det visuelle uttrykket skal ikke preges av at et panel er ute av stand.

#### **Koordinering mot VVS:**

Plassering av solcellemoduler må hensynta eksisterende hindringer slik at det er enkelt å inspisere og foreta vedlikehold på disse.

#### **Termografering og funksjonskontroll:**

Når anlegget er ferdig installert, skal det gjennomføres testdrift etter gjeldende standarder. Rapport for testing av anlegg skal overleveres byggherre. Det skal utføres termografering av anlegget etter NEK 446 for å avdekke eventuelle skader på paneler og svakheter i koblingspunkter, inverter og eltavle. Paneler og/eller andre komponenter med skader som ikke skyldes forhold forårsaket av byggherre skal byttes ut uten ekstra kostnader.

## 5. KRAV TIL SOLCELLEANLEGG

### 5.1 Solcellemoduler

Modulene skal oppfylle følgende minstekrav:

- Modulvirkningsgrad for solcellepaneler skal være minst 24 % ved STC.
- Variasjon i testeffekt ved STC skal være +/-3%
- Minst 3 Bypass-dioder på solcellepanel
- Solcellemodulene skal ha ytelsesgaranti på minimum 88 % merkeeffekt ved STC etter 20 år, 92% etter 10 år eller bedre.
- Panelene skal ha TÜV/VDE eller tilsvarende sertifisering og skal være CE-merket.
- Solcellemodulene skal være godkjent og testet iht. standarder for solcellepaneler.
- Dimensjon tilpasset optimal utnyttelse av tilgjengelig plass
- Alle moduler skal være av samme produsent, produktserie og ha lik nominell effekt.
- Dobbelt/forsterket isolerte moduler inkl. Junction Box.
- Moduler og koblingsboks skal være godkjent testet iht.
  - IEC 61215: Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval
  - IEC 61730: Photovoltaic (PV) module safety qualification
  - ASTM E2481:12(2018): Standard Test Method for Hot Spot Protection Testing of Photovoltaic Modules
  - IEC 62790: Junction boxes for photovoltaic modules - Safety requirements and tests
  - IEC 62716: Photovoltaic (PV) modules - Ammonia corrosion testing
  - IEC 61701: Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules
  - EN 50521: Connectors for photovoltaic systems - Safety requirements and tests

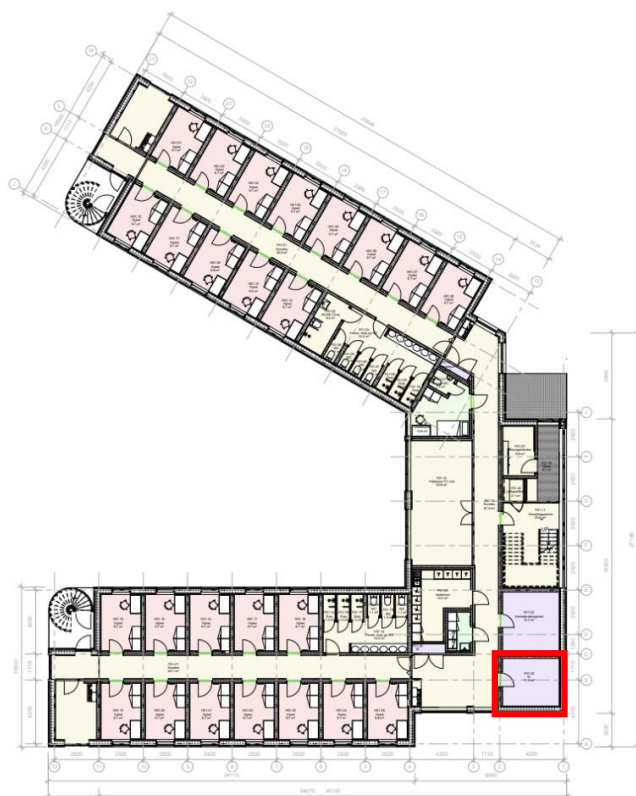
Det stilles krav til at leverandøren har kontrollsystemer på sine leveransekjeder. Følgende skal være i varetatt:

- ISO-9001: Ledelsessystemer for kvalitet
- ISO 14001: Ledelsessystemer for miljø
- ISO 45001: Ledelsessystemer for arbeidsmiljø

Solcellepaneler skal være av samme produsent og produktserie. Det skal påregnes samarbeid med byggherre i detaljeringsfasen om nøyaktig størrelse på solcelleanlegg, estetisk uttrykk, grensesnitt mot øvrig tak og monteringsystem.

## 5.2 Vekselrettere

Det skal brukes færrest mulig vekselrettere og disse skal helst plasseres utendørs for å unngå å føre DC-kabling innendørs. Eltavla er plassert i 2. etasje i det østlige hjørnet av bygget, markert i rødt (Figur 5). Vekselretter(e) foreslås plassert på tak over rommet, markert i rødt. Det skal det leveres et ikke-brennbart deksel i stål, for å beskytte inverter(e) fra sol og regn/snø. Inverteren bør være plassert i høyden for å unngå at den blir liggende i vann, tilstrekkelig lufting må sikres og den skal være lett tilgjengelig for vedlikehold og for å slås av.



**Figur 5: Forslag til plassering av vekselretter på tak over rom markert i rødt**

Vekselrettere skal være tilpasset modulstrengene på en måte som minimerer tap på grunn av høy eller lav spenning. Vekselretterenes merkeeffekt skal være dimensjonert for å oppnå maksimalt energiutbytte med hensyn til solcelleeffekt. Ved nettutfall skal vekselrettere automatisk bryte utgående AC-mating. Vekselrettere skal være tredjepartssertifisert av TÜV eller tilsvarende. Ved montering av vekselrettere skal produsentens bruksanvisning følges nøye for å sikre riktig plassering. Målet er å sikre at operasjon, inspeksjon og vedlikehold kan utføres på en sikker og brukervennlig måte. Ingen vekselrettere skal plasseres på brennbart materiale.

Forholdet mellom installert effekt fra solcellemodulene ved Standard Test Conditions og vekselretterenes samlede installert effekt bør ligge mellom 1.2-1.4 for et optimalisert anlegg. Vekselrettere skal ha minimum 98 % virkningsgrad (CEC efficiency).

## 5.3 Kabler

Modulene skal kobles med dobbeltisolerte DC-kabler i henhold til modulenes installasjonsmanual, installasjonskrav og bruksanvisning. Utvendige kabler skal være godkjent for utendørs bruk og må være UV-bestandig. For å redusere resistive tap i

DC-kabler skal kabellengden holdes så kort som mulig. Korrekt motstand, lengde og tilhørende tap skal være benyttet i simuleringene. Kablene skal tåle å ligge ute hele anleggets forventende levetid.

Kontakttype MC-4 skal benyttes på alle utvendige kabelsammenkoblinger, de skal være fra samme produsent, produkt og monteres etter anvisning fra produsent og med egnet MC-4 verktøy. Vær oppmerksom på at eventuelle endringer av MC4-kontaktene som følger med PV-modulene må skriftlig godkjennes av modulprodusenten for å opprettholde garantien.

Forlegning av kabler skal utføres på en ryddig måte, og slik at det er mulig å identifisere hver streng for å kunne utføre strømmåling, lekkasjestrømmåling og termografering. Det skal benyttes forskjellig farge for pluss og minus kabler. Kabellengde holdes så kort som mulig.

Alle kabler skal legges på veldefinerte føringsveier, og det skal ikke være gap mellom deler av føringsveiene. Kabelføringer på tak må kunne krysses av mennesker og det skal benyttes deksler over kabelføringen der det er naturlig at man skal gå over kabelføringen. Disse må tåle å bli tråkket på uten å ødelegges, deformeres eller på annet vis komme i kontakt med kablene som ligger på føringsveien. Pluss og minus kabler skal skilles fysisk fra hverandre, enten ved separate kabelstiger eller ved fysisk skille på kabelstige.

Det skal kun benyttes prefabrikkerte bend, t-forbindelser, krysninger, overganger osv. av samme type og merke. Kabler utendørs skal festes med UV-bestandige strips slik at bevegelser og skader unngås. Kabler skal ikke hvile mot skarpe kanter på tak eller på vegg. Det gjøres spesielt oppmerksom på dette kravet rundt kanter, hjørner, der kabler krysser rader av PV-moduler og ved overganger mellom liggende føringsvei og vegg.

Alle DC-konnektorer skal være CE-merket eller tilsvarende, tilegnet til utendørs solcelleinstallasjon iht. lokale forhold (vær, ozon og UV-bestendig).

Alle koblingsbokser skal være CE-merket egnet til utendørs installasjonen iht. lokal (vær, ozon, og UV-belastning). Alle koblingsbokser skal være klasse IP65 eller bedre. Kapsling for alle koblingsbokser skal være halogenfri og selvslukkende for brann. Koblingsbokser skal ha lokk som festes med skruer, og det skal brukes skrunipler for alle kabelinnføringer. Unntak for bokser som er beregnet for tilkobling med MC-4 plugger. Der kabler må føres gjennom vegger eller tak, skal dette utføres på en byggeteknisk forsvarlig måte slik at funksjon i tak, vegg, dampsperre, isolasjon eller brannklasse ikke forringes.

#### **5.4 Overvåkningssystem**

Solcelleanlegget skal ha overvåkningssystem med sanntidsovervåkning av produksjon for hver vekselretter, samt logging av data som lagres gjennom anleggets levetid. Alle data skal eies og kunne hentes ut av kommunen. Arbeid i forbindelse med implementering av solcelleanlegg mot SD-anlegg må inngå i tilbudet. Det må monteres Elvacoenhet for overføring av produksjon til IFKs energiovervåkningssystem Energinet.

Det skal brukes kjente kommunikasjonsprotokoller som BACnet/IP eller tilsvarende. Følgene signaler skal som minimum overføres:

- Driftstatus
- Servicebrytersignal
- Feilsignal
- Produsert energi per vekselretter og totalt produsert energi

- Produsert energi benyttet på bygget
- Produsert energi levert på nett

Det skal i tillegg leveres en løsning som viser sanntidsdata på eksisterende infoskjerm som er montert ved skolen. Dette avklares med byggherre.

Alle påkrevde arbeider i forbindelse med dette skal inngå i tilbudet.

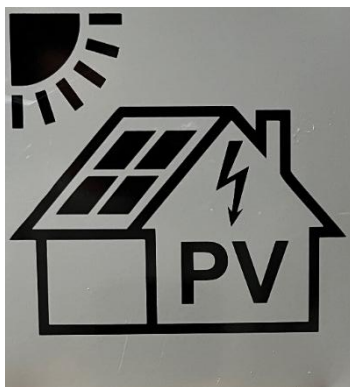
## 5.5 Brannsikkerhet

Solcelleanlegget skal meldes inn til det lokale brannvesenet.

Det skal leveres og monteres nøkkelbetjent bryter ved byggets oppmøtested for brannvesen. Bryteren skal gi brannvesenet mulighet til å raskt sette solcelleanlegget i sikker tilstand. Ved aktivering skal anlegget automatisk stoppe effektproduksjon, og spenning i DC-installasjonen skal reduseres til et sikkert nivå i henhold til gjeldende normer og anbefalinger. Løsning for frakobling skal dokumenteres og beskrives i FDV.

Anlegget skal oppfylle alle gjeldende krav til brannsikkerhet. Det må tydelig merkes ved hovedinngangen for brannmannskap med informasjon om at det er installert et solcelleanlegg på bygningen (Figur 6). I tillegg skal merkingen klart indikere berøringsfaren som fremdeles eksisterer på DC-siden, selv etter at anlegget er frakoblet AC-siden.

Det er nødvendig å utforme en informativ brosjyre som gir en enkel oversikt over solcelleanlegget og tilhørende kabling. Brosjyren skal være lett tilgjengelig ved hovedinngangen for brannvesenet. Formålet med brosjyren er å gi brannvesenet nødvendig informasjon under brannbekjempelse.



Figur 6: Eksempel på merking ved hovedinngang

## 5.6 Merking

Merking skal utføres iht krav i NEK400. Kablingen skal identifiseres ved hjelp av kraftige merkeskilt. Det er nødvendig at all merking tydelig angir om utstyret er koblet til vekselstrøm (AC) eller likestrøm (DC). Merkingen av likestrømskablene må inkludere informasjon om vekselretternummer og strengnummer på begge sider (panel og inverter). Samtlige merkeetiketter for komponenter på likestrømssiden av solcelleinstallasjonen skal klart indikere berøringsfaren som fremdeles eksisterer på DC-siden, selv etter at anlegget er frakoblet fra AC-siden.

Kommunen vil gi innspill til hva slags merkesystem som skal brukes. TFM fra Statsbygg legges til grunn.

## **5.7 Jording og utjevning**

Jording av installasjonen skal være utført iht. NEK 400, og alle krav fra produsenter av PV-moduler, monteringsystem og vekselretter skal etterfølges ved fastsettelse av systemjording.

## **5.8 Overlevering, testing og dokumentasjon**

Anlegget skal være utstyrt med vern mot øydrift i henhold til kravene i NEK 400 og NEK EN 62109. Dette innebærer levering av alle nødvendige AC-komponenter, inkludert brytere, kommunikasjonsutstyr og kabling.

Før anlegget overleveres, skal driftspersonell få nødvendig opplæring for å kunne utføre daglig tilsyn og vedlikehold av solcelleanlegget på en sikker og forsvarlig måte. Opplæringen skal som et minimum omfatte en visuell gjennomgang av hele anlegget – fra PV-modulene til tilkoblingspunktet mot byggets elektriske installasjon – samt en grundig gjennomgang av driftsmanualen.

## **5.9 Serviceavtale**

Det skal inkluderes en serviceavtale i tilbudet for de tre første årene etter overtakelse, samt kontrollere at instruksen blir fulgt og foreta nødvendige etterjusteringer. Det skal i tilbudet oppgis opsjonspris for forlenget avtale på service og vedlikehold av solcelleanlegget i etterfølgende år.

## **5.10 Første driftsår**

Prøvedriften starter ved overlevering av solcelleanlegget og varer i 12 måneder. Dette året regnes som en prøvedriftsperiode, der anlegget optimaliseres og eventuelle feil identifiseres og rettes. Service, tilsyn og vedlikehold i det første driftsåret skal inngå i leveransen. Dersom det oppstår feil eller vesentlige endringer i komponentenes mekaniske eller elektriske funksjon som kan medføre fare, risiko eller redusert ytelse, skal dette utbedres umiddelbart og uten ekstra kostnad for byggherren.

# **6. GARANTI**

Tilbudet skal ha en oversikt over komponenter med garantier og garantibetingelser. Produktgaranti for hele systemet, bortsett fra vekselrettere skal være minimum 10 år. Produktgaranti for vekselrettere skal være minimum 10 år. Dersom anlegget eller noen av komponenter i løpet av garantiperioden ikke oppfyller spesifikasjonene, skal dette utbedres uten opphold og uten ekstra kostnader for byggherren.



## 7. OVERSIKT

Følgende skal dokumenteres og framgå av tilbudet:

- Dokumentasjon for alt av utstyr
- FDV
- Samsvarserklæring
- Design, montaseløsning og strengediagram og solcelle-layout for bygget
- Statistiske beregninger og resultater
- Sluttestrappport
- Idriftsettelsesdokument
- Sluttkontroll
- Utstyrsgaranti og systemgaranti
- Serviceavtale
- LCA eller EPD-dokumentasjon for PV-moduler.
- Forventet energiproduksjon hvert år de første 30 årene av anleggets levetid (kWh)
- Simuleringsrapport av solcelleanlegget som inkluderer følgende:
  - Installert effekt (kWp)
  - Spesifikk ytelse (kWh/kWp)
  - Spesifikk produksjon (kWh/m<sup>2</sup> solcelleareal)
  - Anleggsutnyttelsesgrad (performance ratio) (%)
  - Forventet årlig energiproduksjon (kWh/år)
  - Tabell fra simuleringsrapport som viser kilder til energitap