

## Kravspesifikasjon solcelleanlegg - SFO bygg ved Innbygda skole

Dette dokumentet beskriver de tekniske kravene for anskaffelse av solcelleanlegg for SFO bygget ved Innbygda skole i Trysil. Funksjonsbeskrivelsen gjelder for et komplett solcelleanlegg. Det skal leveres et kostnadseffektivt solcelleanlegg som produserer så mye energi som mulig.

01	2024-05-21	Supplement til anskaffelse av solcelleanlegg	AmaRob	MaLau	knuhan
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult Norge AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## 1 Generelle krav

Det skal leveres et komplett solcelleanlegg ferdig prosjektert, montert, tilkoblet, idriftsatt og testet på SFO bygget ved Innbygda skole i Trysil. Målet med installasjonen er å sikre kostnadseffektiv egenproduksjon av energi samt å bidra til å styrke byggherres grønne profil.

Videre er det beskrevet utstyr, tekniske løsninger m.m. som det stilles spesifiserte krav og funksjoner til i forbindelse med etablering av solcelleanlegg. Ytelser ut over det spesifiserte som er nødvendig og naturlig hører med til en komplett utførelse, skal medtas komplett.

Solcelleanlegget skal leveres nøkkelferdig, og inkludere alt nødvendig utstyr og komponenter. Alle nødvendige anskaffelser, bruk av materialer, utstyr og verktøy skal være inkludert i tilbudet. Leverandør av solcelleanlegget står ansvarlig for å varsle og koordinere installasjonen med brannvesen og nettselskap (inkl. forhåndsmelding og ferdigmelding).

## 2 Design og Ytelleskrav

Solcelleanlegget skal monteres SFO bygget ved Innbygda skole i Trysil, se rød firkant i Figur 1. Et par bilder av det aktuelle taket er vist i Figur 2.



Figur 1: Flyfoto av Innbygda skole i Trysil, SFO bygget er markert med rød firkant.



Figur 2: Taket til SFO bygget sett fra nord (venstre) og fra sør (høyre).

Det skal tilbys størst mulig solcelleanlegg på taket, med høyest mulig energiproduksjon, til en mest mulig kostnadseffektiv pris. Etablering av solcelleanlegget skal ta hensyn til høybrekk/renner, oppstikk og andre hindringer på taket.

Vekselretter skal fortrinnsvis plasseres utendørs på tak for å unngå innendørs føringer med DC-kabler. Det skal vurderes behov for takoverbygg eller annet skjul for vekselretter, og dersom dette finnes nødvendig skal utførelse være inkludert i tilbudet. Dersom vekselretter plasseres innendørs i teknisk rom, skal tilbyder beskrive hvor denne er tenkt plassert og hvilke tiltak mot brannsikkerhet som er inkludert. Kablene skal føres ned langs vegg og inn i teknisk rom, det skal ikke benyttes kabelføring gjennom tak.

Vekselretter skal installeres på en ikke-brennbar plate, utformingen/størrelsen på denne skal gjøres etter NEK 400 712.421.102. Eventuelle pålegg fra brannvesen om plassering av vekselretter skal følges.

Grunnet skolegård ved siden av bygget, skal det under installasjon av solcelleanlegget gjøres nødvendige sikringstiltak mot nedfall fra taket. Det skal i planlegging og installasjon av solcelleanlegget ivaretas hensyn til drift og vedlikehold.

## **2.1 Grensesnitt**

### **2.1.1 Elektrisk grensesnitt for installasjonen**

Det elektriske grensesnittet for installasjonen er tilkobling til tavle på AC-siden. Solcelleanlegget skal tilkobles underfordeling i bygget merket med 433.001 (250 A), dersom anleggets størrelse gjør at det ikke kan tilkobles 433.101 (100 A). Tilbudet skal inkludere DC- og AC-siden av solcelleanlegget. Nettet ved skolen er 230 V IT.

### **2.1.2 Grensesnitt for kommunikasjon og IKT**

For kommunikasjon og IKT er grensesnittet for leveransen der data fra vekselretter(e) er klar for overføring til SD-anlegg. Tilbudet skal dermed inkludere opplegg for å trekke datapunkt frem til vekselretter, samt klargjøring for SD-tilkobling. Tilbyder må verifisere løsning før en eventuell kontraktinngåelse. En liste over signaler som benyttes skal derfor følge med FDV-dokumentasjon.

### **2.1.3 Mekanisk grensesnitt for installasjonen**

Mekanisk grensesnitt for installasjonen på tak er ferdig tekket tak. Taket er tekket med PVC. Alt av eventuelle bygningstekniske hjelpearbeider som for eksempel hulltaking og tetting som er nødvendig for installasjonen, skal være medtatt i tilbudet.

Basert på opplysninger fra takleverandør er det bekreftet at takkonstruksjonen har en restkapasitet på i snitt 30 kg/m<sup>2</sup>. Det tilbudte solcelleanlegget må ikke belaste takkonstruksjonen mer enn den oppgitte restkapasiteten. Belastningen fra solcelleanlegget (oppgitt i kg/m<sup>2</sup>) skal tydelig komme frem av tilbudet, løsninger som dokumenterer lav belastning vil foretrekkes.

## **2.2 Simulering av energiproduksjon**

Energiproduksjon og systemtap fra solcelleanlegget skal simuleres med et anerkjent simuleringsverktøy som PVsyst, PV\*SOL eller liknende. I simuleringsprogrammet skal det etableres 3D-modell for simulering av nære skygger, beregnes energiproduksjon med timesoppløsning og fremstilles grad av energitap med tilhørende kilder i detaljert tapsdiagram.

Det skal i simuleringen benyttes følgende koordinater for geografisk lokasjon: 61.32° N og 12.27° Ø. Klimadata skal hentes fra kilden Meteororm 8.1 og kalkuleres/interpoleres i programvaren til et representativt TMY (Typical Meteorological Year), også kalt middelår, for den aktuelle lokasjonen.

I simuleringen skal det legges til grunn de produkt og i den konfigurasjon som tilbys, med tilhørende parametere og varmetapsfaktor i samsvar med monteringsmetode og veiledning gitt av *SN-NSPEK 3031 Bygningers energiytelse, Beregning av energibehov og energiforsyning*. Skygge fra byggets utforming skal medtas iht. byggets utforming ved ferdigstilling. Horisontprofil for oppgitt lokasjon skal benyttes i beregningene.

Solingfaktor fra Tabell 1 skal benyttes i simuleringen i henhold til planlagt panelvinkling referert horisontalplanet. Albedo skal defineres iht. verdier for Lillehammer.

Tabell 1: Soilingfaktor, oppgitt i % tap av energiproduksjon pr. mnd. iht. SN-NSPEK 3031 for Lillehammer.

Panelvinkel	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
0-15 °	75	75	75	30	2	2	2	2	2	2	30	75

### 3 Tekniske krav

Alle nødvendige tilpasninger og arbeid nødvendig for innkobling av solcelleanlegget på byggets elektriske anlegg (230 V IT) og for å oppfylle netteiers krav skal være inkludert. Det må sikres at bygningens øvrige elektriske anlegg kan håndtere produsert effekt fra solcelleanlegget.

Alt av utstyr skal være CE-merket og egnet for bruk i solcelleinstallasjoner. Alt utstyr som brukes på DC-siden skal være egnet for dette, og vice versa for AC-siden. Alt utstyr skal være halogenfritt. Alt utstyr som skal stå utendørs skal være korrosjonsbestandig, skal tilfredsstillende kapslingsgrad IP65 eller bedre, og være UV-bestandig (inkludert deler/utstyr som monteres bak/under PV-modulene).

Alt utstyr i leveransen skal installeres i tråd med retningslinjer og instruksjoner gitt av produsent, samt gjeldende standarder og forskriftskrav.

Overskuddsproduksjon fra solcelleanlegget skal selges til nettet. Det skal inngås tilknytningsavtale med nettselskap for innmating av eventuell overskuddsproduksjon ut på nett.

#### 3.1 PV-moduler

PV-modulene skal være tredjepartssertifisert av TÜV eller tilsvarende.

Strenger med PV-moduler skal være satt sammen slik at de har mest mulig like sol/skyggeforhold for alle moduler koblet i samme streng.

Alle PV-moduler skal være av samme produsent, produktserie og ha lik nominell effekt.

#### 3.2 Vekselretter(e)

Vekselretter(e) skal oppfylle alle krav til kvalitet og funksjonalitet stilt av netteier i forbindelse med nettilkobling. Vekselretter(e) skal være tredjepartssertifisert av TÜV eller tilsvarende og ha konformitetserklæring i henhold til Maskindirektivet. Vekselretter(e) skal ha display eller annen indikator slik at driftsstatus kan leses av direkte på vekselretteren.

### 3.3 Monteringssystem

Det skal benyttes et komplett system for montering og feste av solcelleinstallasjonen. Alle deler av festesystemene skal være av korrosjonsbestandige materialer.

PV-modulene skal ha en helningsvinkel på minst 10° referert takplanet. Monteringssystemet skal legge til rette for lufting av PV-modulenes bakside ved at luft skal kunne sirkulere fritt mellom takflaten og PV-moduler. Det skal være tilkomst til alle PV-moduler og mulig å på enkelt vis bytte ut PV-moduler i tilfelle skade på en modul.

Som beskrevet under kapittel 2, er restkapasiteten på 30 kg/m<sup>2</sup>, og belastningen til solcelleanlegget skal ikke overgå dette. Følgelig vil løsninger som dokumenterer lite last på taket foretrekkes. Monteringssystemet kan være f.eks. være et ballastert, aerodynamisk system eller benytte mekanisk innfestning. Festesystemet skal ikke være til hinder for avrenning av vann på taket.

Festesystemet skal være dimensjonert til å tåle lokale klima- og værpåvirkning gjennom hele sin levetid. Lokale krav for påvirkning av vind og snø gitt av gjeldende standarder og anleggets lokasjon skal imøtekommes. Det skal dokumenteres beregninger av vekt-, snø- og vindbelastninger for systemet i FDV-dokumentasjonen.

### 3.4 Kabler og føringsveier

Kabler til solcelleanlegget skal være godkjent for bruk i solcelleinstallasjoner.

Alle DC-kabler skal være dobbelisolerte, og holdes så korte som mulig.

Strengkabler skal føres samlet til vekselretter(e). Forlegning av kabler skal utføres på en ryddig måte, og slik at det er mulig å utføre strømmåling, lekkasjestrømmåling og termografering.

Kabler utendørs skal festes med strips minst hver 30 cm slik at bevegelser og skader unngås. Strips skal være UV-bestandige. Kabler skal ikke hvile mot skarpe kanter.

Kabler skal legges på kabelføringer. Ingen horisontal kabelføring skal være bredere enn 600mm, dette for å sikre muligheten til å kunne gå over kabelføringene. Der horisontale kabelføringer på tak må kunne krysses av mennesker, skal det benyttes metalldeksler over kabelføringen(e) tilrettelagt for slik bruk.

For føringsveier skal det kun benyttes prefabrikkerte bend, T-forbindelser, krysninger, overganger osv. Alle kabelføringer skal være av samme type og merke, og passe inn med eksisterende installasjoner.

Kontakter mellom PV-moduler skal beskyttes mot vær og vind, også under montering, slik at korrosjon og forurensning unngås. Kontakter festes slik at de ikke blir liggende i direkte kontakt med vann, snø, eller lignende i lengre perioder. Koblinger mellom PV-modul og strengkabel skal være av typen MC4, være fra samme produsent og samme produkt, og utføres i henhold til anbefaling fra produsent med godkjent verktøy. Merk at eventuell bytting av MC4-kontakter som følger med PV-modulene må være skriftlig godkjent av modulprodusenten for å ikke bryte garantien.

Der kabler må føres gjennom vegger eller tak, skal dette utføres på en byggeteknisk forsvarlig måte slik at funksjon i tak, vegg, dampspærre, isolasjon, lydkrav eller brannklasse ikke forringes.

### **3.5 Merking**

Solcelleanlegget skal merkes oversiktlig og varig. Klistremerker godtas ikke som varig merking utendørs. Kabling skal merkes med merkeskilt bestående av strips og skilt. Merking skal gjøres med solide skilt i et system som enkelt kan endres.

All merking skal tydelig indikere om utstyr er AC eller DC.

Merking skal vise at bygget er tilkoblet en solcelleinstallasjon på relevante steder som dører inn til fordelingstavle og lignende. Dette gjelder også alle nedstrøms fordelinger helt frem til inntak.

Merking skal tydeliggjøre at vekselretter(e) skal frakobles før vedlikehold og annet arbeid i fordeling hvor solcelleinstallasjonen er tilknyttet.

Merking av DC-kabler skal identifisere vekselretternummer og strengnummer. Disse kablene skal også merkes med «xxx V DC» i starten av hver merkestreng der xxx erstattes med spenningsnivå. Alle merketagger for komponenter på DC-siden av solcelleinstallasjonen skal inneholde «Alltid spenningsatt».

### **3.6 Jording, vern og beskyttelse**

Jording av installasjonen skal være utført i henhold til NEK 400, og alle krav fra produsent(er) av PV-moduler, monteringsystem og vekselretter(e) skal etterfølges ved fastsettelse av systemjording.

Det skal leveres beskyttelse mot øydrift i henhold til NEK EN 62109 og NEK 400.

### **3.7 Brannsikkerhet**

Anlegget skal oppfylle alle gjeldende krav til brannsikkerhet og NEK 400, samt eventuelle krav fra byggherre og lokalt brannvesen. Det lokale brannvesenet skal informeres om solcelleanlegget og det skal presenteres en plan for hvordan brannvesenet skal håndtere anlegget ved brann.

Byggets brannkonsept skal følges og alt av utstyr og komponenter planlegges og installeres på en slik måte at risikoen for følgeulykker ved branntilløp reduseres.

Dersom vekselretter(e) plasseres innendørs skal innendørs føringer med DC-kabel beskyttes mekanisk med bruk av stålrør. Det skal ikke installeres DC-brytere.

Det skal utarbeides et informasjonsblad med enkel oversikt over solcelleanlegget og tilhørende kabling, som skal være enkelt tilgjengelig ved hovedangrepsvei for brannmannskap. Informasjonsblad skal være iht. mal gitt av Solenergiklyngens publikasjon «Veileder om solenergianlegg for brann- og redningsvesen». Dette skal fungere som orientering til brannvesenet ved bekjempelse av brann. Informasjonsbladet skal være laminert og plassert sammen med byggets o-planer.

Det skal ved hovedangrepsvei for brannmannskap merkes tydelig at det er installert solcelleanlegg på bygget, og berøringsfaren dette medfører på DC-siden selv etter frakopling fra AC-siden skal fremgå av merkingen.

## **4 Driftsovervåking**

Solcelleanlegget skal leveres med komplett system for online-sanntidsovervåking og -kontroll. Signalene skal ikke innlemmes i byggets SD-anlegg på nåværende tidspunkt, men det skal tilrettelegges for at dette kan gjøres ved et senere tidspunkt. Tilbyder må definere om overvåkingen i deres løsning er via app/nett.

All nødvendig kabling, utstyr for datalogging, overvåkning og dataoverføring samt arbeid i forbindelse med forberedelse for implementering mot SD-anlegg skal inngå i tilbudet.

Dataene skal kunne kommuniseres og gjøres tilgjengelig over kjente, ikke-proprietære protokoller. En liste over signaler som benyttes skal følge med FDV-dokumentasjon. Dette innebærer at byggherre ved senere anledning kan integrere alle driftsdata og drifts- og feilsignal i anlegget direkte til SD-anlegget, dette skal som minimum omfatte:

- Generelle feilsignal
- Signal fra servicebryter
- Driftssignal
- Feilsignal fra vekselretter(e)

Dersom solcelleanlegget deles i flere delanlegg, skal all data for komplett solcelleanlegg være tilgjengelig i et felles system. I tillegg til energiproduksjonsovervåking, skal solcelleanlegget leveres med isolasjonsovervåking minimum per vekselretter. Overvåkingssystem skal logge alle relevante driftsparametere uavhengig av valg av produsent av vekselretter.

## **5 Overlevering, testing og dokumentasjon**

Det skal uoppfordret, og innen gitt tidsfrist, utarbeides og sendes ferdigmelding med tilhørende dokumentasjon til nettselskapet.

Før overlevering av anlegget, skal det gjennomføres nødvendig opplæring av driftspersonell slik at disse blir i stand til å utføre daglig tilsyn og vedlikehold av solcelleanlegget på en forsvarlig måte. Opplæringen skal som minimum omfatte visuell gjennomgang av solcelleanlegget hele veien fra PV-moduler til tilkoblingspunkt til byggets øvrige elektriske anlegg, og en full gjennomgang av driftsmanual.

### **5.1 Funksjonsprøving**

Etter installasjon skal anlegget funksjonsprøves. Testing og funksjonsprøving av anlegget skal gjennomføres etter gjeldende standarder. En rapport fra testingen av anlegget skal overleveres byggherre.

Alle kategori 1 – tester i NEK 446 skal gjennomføres og dokumenteres.

### **5.2 Dokumentasjon**

Det skal produseres og leveres komplett sluttdokumentasjon for solcelleanlegget iht. kravene gitt av anbudsunderlaget og NEK 446. All dokumentasjon skal være digital og leveres i et søkbart og strukturert mappesystem, i henhold til de overordnede kravene i totalentreprisen.

Det skal senest ved overlevering av solcelleanlegget, leveres en driftsmanual for solcelleanlegget i sin helhet. Driftsmanual skal være på norsk eller engelsk, rettet mot teknisk driftspersonell, og skal minst inneholde:

- Iht. krav fra NEK 446:
  - o Prosedyre for verifikasjon av korrekt drift av solcelleanlegget
  - o Sjekkliste/instruks for tiltak ved feilsituasjon
  - o Instruks for nødstop/isolering av anlegget
  - o Plan for drift- og vedlikeholdsarbeid med beskrivelse av driftsinstrukser, intervall av vedlikehold og beskrivelse av utføring av drifts-/vedlikeholdsrutiner
  - o Vurderinger rund mulige fremtidige arbeider på bygget relatert til solcelleanlegget

- Garantidokumenter for PV-moduler og vekselrettere, inkludert startdato for garant og garantitid
- Dokumentasjon på eventuelle arbeider på bygningskroppen og garanti på dette
- Liste over komponenter i anlegget, hvor det som minimum skal fremgå produsent, datablad og forventet levetid
- Simuleringsrapport «som bygget» som dokumentasjon på ferdig installert anlegg
- Oversikt over involverte aktører (produsenter/entreprenører/underentreprenør) og deres ansvarsområder i anlegget
- Branninstruks
- Idriftsettelsesprosedyre
- Bruk av overvåkings- og monitoreringssystem inkl. liste med feilkoder for vekselretter(e)
- Samsvarserklæring

Det skal senest ved overlevering leveres en simuleringsrapport av solcelleanlegget «som bygget» der følgende parametere skal dokumenteres:

- Simuleringsrapport av bygget anlegg
  - Installert effekt ( $kW_p$ )
  - Forventet årlig energiproduksjon ( $kWh/år$ ) og total forventet energiproduksjon gjennom en levetid på 30 år ( $kWh$ )
  - Spesifikk ytelse ( $kWh/kW_p/år$ )
  - Beregnet performance ratio (%)
  - Vekten til solcelleanlegg oppgitt i  $kg/m^2$  og fordelingen av denne i f.eks. en ballastplan

## 6 Garantier, service, tilsyn og vedlikehold

PV-modulene skal ha en effektgaranti som garanterer minimum 80% av ytelse i forhold til merkeeffekt ved STC etter 25 år i drift. Produktgarantien for PV-modulene skal være på minst 10 år. Monteringssystem for PV-modulene skal ha minst 10 års produktgaranti.

Øvrige komponenter som inngår i solcelleanlegget, skal ha minst 5 års produktgaranti.

Garantitiden skal starte når solcelleinstallasjonen overleveres til byggherre, etter at anlegget er ferdig idriftsatt, testet og alle eventuelle feil funnet ved testing er rettet opp.

Dersom solcelleanlegget eller komponenter i anlegget ikke oppfyller ytelsesspesifikasjonene i løpet av garantitiden, skal det utbedres uten opphold eller ekstra kostnad.

Service, tilsyn og vedlikehold for første driftsår skal være inkludert i leveransen. Første driftsår skal fungere som en prøvedriftsperiode hvor driften av anlegget optimaliseres og eventuelle feil avdekkes og utbedres. Prøvedriftsperioden starter når solcelleinstallasjonen overleveres til byggherre og skal vare i 12 måneder fra dette. Driftspersonell skal i hele prøvedriftsperioden ha en navngitt kontaktperson for henvendelser.

Dersom det i løpet av og/eller etter første driftsår viser seg at anlegget yter dårligere enn 90 % av simulert ytelse (iht. «som bygget» simuleringsrapport), eller dersom det er feil eller vesentlig endring i komponenters mekaniske eller elektriske funksjon som kan medføre fare, risiko eller nedsatt funksjon, skal disse utbedres uten opphold eller ekstra kostnader.



## 7 Opsjoner

### 7.1 Online monitorering av energiproduksjon

Det skal tilbys opsjon på en softwareløsning, inkl. nødvendig utstyr og arbeid for online monitorering av energiproduksjon fra solcelleanlegget. Momentan og historisk energiproduksjon fra solcelleanlegget skal kunne hentes opp via en webløsning. Webløsningen skal ha gi en oversiktlig, grafisk fremstilling av disse dataene. Dersom softwaren har kostnader i bruk, som for eksempel årlige abonnementskostnader, skal dette tydelig fremgå av tilbudet.

Byggherre skal gis tilgang til å hente ut all produksjonsdata direkte fra solcelleanleggets online monitoreringssystem uten å måtte gå via entreprenør. Byggherre skal eie alle data i systemet. Andre parter skal ikke ha tilgang til data som eies av byggherre, uten at dette er godkjent av byggherre. All datatrafikk ut på internett skal være sikret, eksempelvis ved https.

### 7.2 Serviceavtale

Det skal tilbys opsjon på serviceavtale for solcelleanlegget utover første driftsår.

## 8 Normer og standarder

Alle forskrifter og normer som er retningsgivende for tekniske installasjoner og definert i øvrig teknisk beskrivelse skal imøtekommes. I tillegg skal følgende solcelleanlegg-spesifikke standarder imøtekommes:

### PV moduler

- NEK IEC 61215 (Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification, and type approval)
- NEK EN IEC 61730-1 (Photovoltaic (PV) module safety qualification – Requirements for construction)
- NEK EN IEC 61730-2 (Photovoltaic (PV) module safety qualification – Requirements for testing)

### Vekselrettere (krav til hardware)

- NEK EN 62109-1 (Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – General requirements)
- NEK EN 62109-2 (Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Particular requirements for inverters)
- NEK IEC 61727 (Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of the utility interface)

**Generelt** (i tillegg til forskrifter og normer som er retningsgivende for tekniske installasjoner og definert i øvrig teknisk beskrivelse):

- NEK 400 (Elektriske lavspenningsinstallasjoner)
- FEL (Forskrift om elektriske lavspenningsinstallasjoner)
- NEK 399 (Tilknytningspunkt for elanlegg og ekornett)
- 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 – Snølast)

- 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)