

Vedlegg 1 - Generell kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune

Anskaffelsen omfatter levering og installasjon av solcelleanlegg på fem bygg i Kristiansand kommune. I tillegg skal det prises en opsjon for levering og installasjon av solcelleanlegg på ett ytterligere bygg. Tilbudet for disse solcelleanleggene skal gis som totalentreprise.

Tabell 1 viser eiendommene der det skal leveres solcelleanlegg, med minimum størrelse på tilbudt solcelleanlegg. Tabell 2 viser eiendommen der solcelleanlegg skal tilbys som opsjon.

Tabell 1 - Eiendommene der det skal installeres solcelleanlegg i Kristiansand kommune.

Eiendom	Adresse	Minimum installert effekt [kW _p]	Type tak
Bispegra 42	Bispegra 42, 4204 Kristiansand	55	Flatt
Torridal barneskole	Hommeren 1, 4632 Kristiansand	40	Flatt
Tveit flerbrukshall	Kalvåsveien 41, 4658 Tveit	55	Skrått
Finsland skole og hall	Dynestølvegen 9, 4646 Finsland Dynestølvegen 11, 4646 Finsland	40 (tak) 25 (fasade)	Skrått Fasade

Tabell 2 – Eiendommen der solcelleanlegg skal tilbys som opsjon.

Eiendom	Adresse	Minimum installert effekt [kW _p]	Type tak
Lovisenlund skole	Marcus Thranes gate 20, 4630 Kristiansand	45	Flatt

Dette vedlegget beskriver de generelle tekniske kravene for anskaffelse av samtlige solcelleanlegg i dette anbudet. Det er også utarbeidet et eget dokument med spesifikke krav til solcelleanlegget for hver eiendom, se *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune*.

For å kunne delta i anbudet, må entreprenøren levere tilbud til solcelleanlegg på alle eiendommene, samt alle opsjonene definert i kravspesifikasjonen.

Entreprenøren tillegges ikke ansvar for prosjektering av konstruksjonssikkerhet og heller ikke for brannprosjektering/-konsept.

J02	21.05.2026	For bruk i konkurransegrunnlag	SveAga	AmaRob	MarHas
J01	13.05.2026	Til gjennomgang av kommunen før utlysning	SveAga	AmaRob	MarHas
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult 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 komplette solcelleanlegg ferdig prosjektert, montert, tilkoblet, idriftsatt og testet på fem bygg, samt opsjon på ett ytterligere bygg i Kristiansand kommune. 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.

Entreprenøren står ansvarlig for å fortløpende avklare og koordinere alle grensesnitt mellom seg selv, øvrige arbeidere på bygget og eventuelle underentreprenører knyttet til solcelleleveransen.

Alt installasjonsarbeid skal utføres på en sikker måte iht. gjeldende norske krav til arbeid på tak og i høyden, og gjeldende lover og HMS-forskrifter skal følges. Alle kostnader knyttet til transport, tilkjøring, rigging og drift av nødvendig utstyr, verktøy, og fasiliteter for personellet som utfører installasjonen skal være inkludert i tilbudet. Dette inkluderer også nødvendig utstyr og verktøy for arbeid i høyden.

I god tid før arbeidets oppstart, skal det utarbeides detaljerte arbeidstegninger. Frist avtales med oppdragsgiver etter kontraktinngåelse.

Entreprenøren av solcelleanlegget står ansvarlig for å varsle og koordinere installasjonen med brannvesen og nettselskap (inkl. forhåndsmelding og ferdigmelding), og oppgi informasjonen de trenger angående solcelleanlegg.

2 Design- og Ytelseskrav

Det skal tilbys solcelleanlegg som beskrevet i *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune*.

Gitt at alle krav i dette dokumentet tilfredsstilles, står entreprenøren fritt til å benytte mulighetsrommet gitt av definerte tilgjengelige arealer for installasjon av solcelleanlegg, ulike PV-moduler og andre systemkomponenter på markedet, til å foreslå andre løsninger enn det er lagt opp til i denne beskrivelsen.

Det skal i planlegging og installasjon av solcelleanlegget ivaretas hensyn til drift og vedlikehold, og sikres servicetilgang til både solcelleanlegget og andre installasjoner på bygget.

2.1 Plassering av solcelleanlegg

Merk at på noen takflater kan andre komponenter- og anleggsdeler på taket begrense mulig installasjonsomfang. Det skal hensyntas og sikre tilkomst til alle bygningsdeler på tak, herunder også sluk, renner og høy-/lavbrekk fra vannavrenning. Solcelleinstallasjonen skal ikke være i veien for åpning av røykluker eller tilkomst til tak via trapp.

Plassering av vekselretter(e)

Vekselretter(e) skal plasseres på en egnet plass, hvor adgangsbegrensning sikres. Faktisk plassering av vekselretter avtales på et senere tidspunkt etter befaring.

Plassering skal være hensiktsmessig (teknisk, praktisk og sikkert) i nærhet til solcelleanlegget og byggets strømtavle/tilkoblingspunkt. Plassering skal være iht. produsentens anvisninger og medføre minimalt med DC-kabelføring innendørs. Vekselretter skal ikke monteres på et sted den kan bli utsatt for fysiske påkjenninger. Dette kan sikres ved plassering i egnet rom (med adgangsbegrensning) eller med ekstra beskyttelse/tiltak (f.eks. egnede skap) for å hindre utilsiktet håndtering/berøring av vekselretter.

For flate tak skal vekselrettere fortrinnsvis plasseres utendørs på tak for å unngå innendørs føringer med DC-kabler.

For skråtak skal vekselrettere fortrinnsvis plasseres innendørs i teknisk rom, med umiddelbar nærhet til gjennomføring av DC-kabler gjennom yttervegg for å unngå innendørs føringer med DC-kabler.

Det skal ikke tilbys en løsning som benytter DC-bryter.

2.2 Mekanisk grensesnitt

Se *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune* for mekanisk grensesnitt for installasjonene.

Alt av eventuelle bygningstekniske hjelpearbeider som er nødvendig for installasjonen, f.eks. hulltaking og -tetting, skal være medtatt i tilbudet.

2.3 Elektrisk grensesnitt

AC- og DC-tilkobling skal være inkludert.

Se *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune* for informasjon om elektrisk tilkobling for hver eiendom.

3 SØK

Norconsult Norge AS ivaretar rollen som ansvarlig søker etter plan- og bygningsloven for alle offentligrettslige tillatelser ifm. solcelleanlegg på byggene. I forkant av denne utlysningen, har Norconsult sendt inn søknad om tillatelse til tiltak på bakgrunn av simuleringsmodellene fra PVsyst, vist i *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune*. Dersom det tilbys solcelleanlegg med plassering som avviker fra disse skissene, skal entreprenør videreformidle dette til Norconsult etter kontraktinngåelse. Det vil også søkes om midlertidig brukstillatelse/ferdigattest.

Merk at det tas forbehold om at søknadene for solcelleanlegg på byggene godkjennes. Dersom det skulle vise seg at søknaden på enkelte bygg ikke godkjennes, kan disse tas ut fra anskaffelsen.

4 Tekniske krav

Alle nødvendige tilpasninger og arbeid nødvendig for innkobling av solcelleanlegget på byggets elektriske anlegg 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, 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. Utstyret skal monteres med nødvendig klarning, slik at tilstrekkelig plass for vedlikehold er sikret.

I tilfeller av overskuddproduksjon fra solcelleanlegget skal det i første omgang deles virtuelt til andre bygg på eiendommen dersom aktuelt. Øvrig overskuddproduksjon skal selges til nettet. Alle krav netteier stiller om levering av strøm tilbake på nettet og tilkobling til nett skal følges.

4.1 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 som tilbys på eiendommene skal være helsorte med sort ramme. Videre skal alle PV-moduler på samme lokasjon skal være av samme produsent, produktserie og ha lik nominell effekt.

4.2 Vekselretter(e)

Vekselrettere skal oppfylle alle krav til kvalitet og funksjonalitet stilt av netteier og nettstandard i forbindelse med nettilkobling.

Vekselretter(e) skal være tredjepartssertifisert av TÜV eller tilsvarende.

Vekselretter(e) skal ha display eller annen indikator slik at driftsstatus kan leses av direkte på vekselretteren. Vekselretter(e) skal stilles inn på aktuell nettstandard. Solcelleleverandør plikter å avklare med netteier hvilken nettstandard som skal benyttes, og stille inn dette på vekselretter ved idriftsettelse.

4.3 Monteringssystem

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

Det skal være mulig å få tilkomst til den enkelte PV-modul, og mulig å bytte ut en enkelt modul i tilfelle skade på en PV-modul.

Mekanisk påkjenning må koordineres med og være iht. krav gitt av ansvarlig prosjekterende for konstruksjonssikkerhet. Leverandør skal plassere bærelinjer/punkter iht. underliggende bæring og ivareta god lastfordeling av punktlaster. Se Kapittel 4.4 og *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune* for mer informasjon.

Monteringssystemene skal legge til rette for lufting av PV-modulenes bakside ved at luft skal kunne sirkulere fritt mellom bygget 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.

Dimensjonering og laster

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. Plan for bruk av ballast godkjennes av utførende/prosjekterende av konstruksjon før monteringsarbeid kan starte.

Dersom det benyttes en ballastert løsning skal beregningen for ballast benytte alle riktige parametere, dette inkluderer; bygnings høyde, taktekkingsmaterialet, gesims høyde, takfall og terrengkategori iht. NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009. Det skal utføres en friksjonstest på taket før eller under installasjonen for å bekrefte at ballastplanen er basert på riktig underlag. Dersom det er behov for å justere ballastplanen, skal det bekreftes at byggets konstruksjon tåler vekt av evt. ytterligere ballast. Plan for bruk av ballast godkjennes av RIB i prosjektet, se Kapittel 4.4.1, før monteringsarbeid kan starte.

Monteringssystemet skal være egnet for den spesifikke solcellemodultypen som skal brukes, med hensyn til festesoner (klemmesoner). Datablad, manualer eller lignende, som dokumenterer krav til innfesting og hvilke belastningsgrenser som oppnås, skal framvises. Ved utførelse skal monteringssystem og solcellemoduler monteres i henhold til begge leverandørers anvisning, for å oppnå nødvendig belastningsytelse. Innfesting skal utføres med riktig moment.

4.4 Konstruksjon

4.4.1 Ansvarsrett

Entreprenør ansvarsbelegges ikke prosjektering av konstruksjonssikkerhet. Norconsult og Asplan Viak har mellom seg fordelt og erklært ansvar for «prosjektering av konstruksjonssikkerhet – bæreevne» for alle bygg, gitt at tilbudt løsning på solcelleanlegg samsvarer med skissene som er lagt til grunn for søknaden til solcelleanlegg i Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune.

Som følge av dette skal entreprenør av solcelleanlegget, sende detaljprosjektet plantegning med endelig belastning og plassering av solcelleanlegg til oppdragsgiver og ansvarlig RIB så snart dette er klart. Dette for at RIB skal kunne kontrollere at belastning og plassering er iht. allerede utført verifikasjon av bæreevne. Hensikten er å kunne ivareta konstruksjonssikkerheten og signere samsvarserklæring til ferdigattest.

4.4.2 Krav til laster

Leverandøren er ansvarlig for å velge produkter som er egnet for den aktuelle takflaten, og som er tilpasset takets konstruksjon og materialer. Leverandøren skal videre sørge for at lastfordeling og punktlaster fra solcelleanlegget er innenfor det som taktekkingen og den underliggende takkonstruksjonen kan tåle, slik at det ikke oppstår skader eller svekkelser.

For solcelleanlegg på flate tak skal samlet vekt fra solcellemoduler, montasjesystem, nødvendig ballastering og eventuell midlertidig lagring av utstyr på taket ikke overstige 30 kg/m². Dersom vektbegrensningen for en eiendom er lavere enn 30 kg/m² eller det kreves en spesifikk lastfordeling på taket, vil dette være angitt i *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune*. Ved mellomlagring av materiell på tak skal punktbelastning reduseres til et minimum, ved bruk av for eksempel plater/underlag for trykkfordeling.

For skråtakene skal vekten av solcelleanlegg og eventuell midlertidig lagring av utstyr på taket ikke overgå 15 kg/m².

Entreprenør skal tilstrebe å tilpasse løsningene sine slik at mekanisk belastning blir lik eller mindre enn vekten gitt av ansvarsbelagt for prosjektering av konstruksjonssikkerhet. Dersom vekten går over dette kravet må entreprenør kontakte RIB og bekoste at RIB gjør ny vurdering.

4.5 Fallsikring

Dersom solcelleanlegget plasseres nærmere enn 2 meter fra kant av tak må det installeres permanent merking og eventuelt sikring for å identifisere og minimere risiko ved vedlikeholdsarbeid. Dersom det er nødvendig å bevege seg nærmere enn 2 meter fra kant av tak for utførelse av vedlikeholdsarbeid, skal det installeres permanent fallsikring. Systemet skal fortrinnsvis være fallforhindrende framfor falloppfangende. Der solcelleanlegg installeres nærmere enn 3 meter fra kant av tak skal 2 meters grense markeres for å varsle om risikoen. Merkingen skal være tydelig og av varig type, og skal ikke svekke taktekingen eller påføre skade på denne. 2 meters grense skal være tydelig merket rundt hele taket/takseksjonen der anlegget bygges under byggefasen.

4.6 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. Positiv og negativ solcellekabel skal tydelig kunne skilles fra hverandre (gjennom for eksempel bruk av rød og svart farge), i tillegg til påkrevd merking i hver ende av kablene. Arealet av alle ledningssløyfer skal være så lite som mulig, for å unngå induserte spenninger. Positiv og negativ kabel skal ligge nært inntil hverandre, der dette er 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. Det er ikke ønskelig med utvendig føringer av kabler som er synlige fra bakkenivå. Dersom det føres kabler utvendig som er synlig fra bakkenivå må det benyttes føringsveier/rør i samme farge som bygningskroppen og det må godkjennes av oppdragsgiver.

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 kabelføring(e) tilrettelagt for slik bruk. Horisontale kabelføringer skal markeres slik at det er mulig å lokalisere DC-kablene når det er snø på taket.

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. Korrosjonsklasse på materialet skal velges basert på lokasjon og områdets miljø, og skal fremkomme i tilbudet.

Der det er behov skal alle kabelføringer være jordnet. Ved jording skal alle elementene i den aktuelle kabelføringen være galvanisk sammenkoblet i alle overganger og ledd. Kabelføring og jording skal utføres iht. NEK 400, som anlegget for øvrig.

Hann- og hunn 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. Kontakter skal ikke henge som nederste del på en kabelsløyfe.

Kontakter mellom PV-modul og strengkabel skal være egnet for solcelleanlegg, være fra samme produsent og samme produkt, og utføres i henhold til anbefaling fra produsent med godkjent verktøy. Merk at eventuell bytting av 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, dampsperre, isolasjon, lydkrav eller brannklasse ikke forringes.

Kabel skal aldri føres ovenfra og ned, som et sikkerhetstiltak mot vanninntrenging.

Kabler skal ikke henge i kontakter/koblingspunkter, slik at disse får unødvendig høy belastning (tyngdekraft på kabel). Ved behov skal det benyttes strekkavlastning.

4.7 Merking

Merking skal tydeliggjøre at bygget har flere strømkilder (f.eks. skilt med dobbel mating), og at vekselretter(e) skal frakobles før vedlikehold og annet arbeid i fordeling hvor solcelleinstallasjonen er tilknyttet. Selve vekselretteren skal markeres som spenningssatt også etter frakobling (pga. DC-spenning). DC-kabler som går innendørs, skal beskyttes mekanisk og merkes tydelig med «DC-spenning» ved jevne mellomrom for hele kabelstrekket.

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

Merking av DC-kabler (strengkabler) skal identifisere vekselretternummer, strengnummer, polaritet og spenningsnivå. Det sistnevnte skal uttrykkes ved «xxx V DC» i starten av hvert merke, der xxx erstattes med spenningsnivå. Kablene skal merkes i begge ender (altså i start/slutt av modulstreng og ved vekselretterinnngang). Alle merketagger for komponenter på DC-siden av solcelleinstallasjonen skal inneholde varsel om DC-spenning og/eller «alltid spenningssatt».

Vekselretter skal også merkes med referanse til vern/sikring, som sammenfaller med merking i hovedtavle/sikringsskap og kursfortegnelse. Kursfortegnelse i fordelingsskap/sikringsskap hvor solcelleanlegget er tilknyttet må oppdateres.

4.8 Jording, vern og beskyttelse

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

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

4.9 Brannsikkerhet

Anlegget skal oppfylle alle gjeldende krav til brannsikkerhet, 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 branttilløp reduseres.

Norconsult Norge AS er ansvarlig for brannkonseptet på byggene. I forkant av denne utlysningen, har Norconsult utarbeidet et brannkonsept per eiendom på bakgrunn av simuleringsmodellene fra PVsyst, se *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune*.

Dersom det tilbys solcelleanlegg med plassering som avviker fra skissene i brannkonseptet, skal entreprenør videreformidle dette til Norconsult etter kontraktinngåelse, slik at relevant informasjon i brannkonseptet kan oppdateres.

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.

Vekselrettere skal installeres på ubrennbart underlag. Eventuelle pålegg fra brannvesen om plassering av vekselrettere skal følges.

5 Driftsovervåkning

Solcelleanleggene skal leveres med kommunikasjonsgrensesnitt basert på Modbus RTU (RS485) fra vekselretter(e). Dersom oppdragsgiver ønsker levering via Modbus TCP eller BACnet IP, kan dette avtales i hvert enkelt tilfelle.

Entreprenør skal sørge for at det fremføres og termineres kommunikasjonskabel til nærmeste dataskap. All nødvendig kabling, terminering og merking skal inngå i tilbudet.

Entreprenør skal programmere vekselretter(e) for korrekt kommunikasjon og sikre at nødvendige datapunkter er tilgjengelige. Kommunikasjonsparametere skal inngå i dokumentasjonen.

Entreprenør skal teste at signalet fungerer som forutsatt før overlevering, og dokumentere at kommunikasjonen er operativ og at datapunktene kan leses og verifiseres.

Alle relevante driftsdata i anlegget skal være tilgjengelige via kommunikasjonsgrensesnittet. Dette skal som minimum omfatte:

- Total energiproduksjon per vekselretter (kWh)
- Øyeblikkelig effektproduksjon (W)
- Driftsstatus (drift/stopp)
- Feilsignaler og feilkoder, inkludert tilhørende registeradresser

Leverandør skal levere oppdatert dokumentasjon av registre for levert løsning, inkludert adresser, datatype, skalering og enhet. I tillegg skal det leveres et eget dokument som minimum beskriver de fire ovennevnte datapunktene med tilhørende registeradresser.

Oppdragsgiver skal involveres i prosessen, og leveransen godkjennes først når grensesnittet er verifisert og nødvendige data er bekreftet tilgjengelige.

6 Overlevering, testing og dokumentasjon

Det skal uoppfordret 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, gjennomgang av branninstruks og en full gjennomgang av driftsmanual.

Ved overlevering av anlegget skal alle tegn til byggeprosess (heriblant restmaterieell, avfall og utstyr) være ryddet og fjernet. Entreprenør skal, etter at solcelleanlegget har vært i drift i ett år, utføre en ettårskontroll av anlegget. Kostnader tilknyttet dette skal inkluderes i tilbudet.

6.1 Funksjonsprøving og idriftsettelse

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.

Det skal utføres termografering av ferdig anlegg i sin helhet for å avdekke eventuelle feil eller skader ifm. transport og installasjon. Termografering skal utføres iht. metode beskrevet av NEK 446, og gjennomføres så fort som mulig etter idriftsettelse. Oppretting av eventuelle skader, hotspots eller andre feil som avdekkes skal inngå i leveransen.

6.2 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. All dokumentasjon skal være på norsk, rettet mot teknisk driftspersonell, og skal minst inneholde:

Dokumentasjonstype	Innhold (minimum)
Systembeskrivelse	Beskrivelse av anlegget: funksjon, hovedkomponenter, nøkkeltall etc. samt lokasjon for viktige anleggsdeler. Oversikt over involverte aktører produsenter / entreprenører / underentreprenør og deres ansvarsområder i anlegget. Kontaktinformasjon på nøkkelpersoner som har vært involvert.

Modulplan	Oversikt over utformingen på solcelleanlegget (fysisk plassering).
Ballastplan	Oversikt over ballastpunkter (plassering), antall ballastpunkter og total belastning på taket (inkl. punktlaster).
Dokumentasjon på beregninger	F.eks. beregninger av strømføringssevner, punkttrykk, strengkonfigureringsplan etc.
Strengkonfigureringsplan	Oversikt over hvilke solcellemoduler som utgjør hvilke strenger, og hvilken MPPT og/eller DC-inngang de er tilkoblet på vekselretter.
Kabelføringsplan (DC og AC)	Oversikt over hvor DC- og AC-kabler er forlagt. Samt plassering på vekselretter(e) / andre nøkkelkomponenter. Kabelføring skal vises hele veien for hver solcellestreng. Deler av dette kan ev. inngå i strengkonfigureringsplan / modulplan.
Enlinjeskjema for DC, AC og ev. kommunikasjonssystem	Innhold skal være iht. NEK 446.
Simuleringsrapport for energiproduksjon	Fra anerkjent simuleringsverktøy som f.eks. PVSOL eller PVsyst. 3D-modell og simulering skal være «as built» iht. kapittel 6.3.
Ferdigmelding	Anleggets ferdigmelding, signert/godkjent av netteier.
Samsvarserklæringer	Samsvarserklæring på hele anlegget (DC og AC-del). Disse skal også bli lagt sammen med sikringsfortegnelse ved tilknyttet strømtavle/sikringssskap.
Testrapporter	Testrapporter for DC- og AC-side av anlegget iht. NEK 446. For DC-siden skal hver solcellestreng testes, og det skal fremkomme vekselretter-referanse og strengnummer.
Sjekkliste for mekanisk ferdigstilling	Det skal gjennomføres en sluttbefaring som skal dokumenteres med signert sjekkliste. Der skal det framgå at anlegget i sin helhet er gjennomgått og kontrollert for alle nasjonale krav samt spesifikke krav som er gitt av dette dokumentet. Utførte og planlagte utbedringer/utbedringsbehov skal fremkomme. Den bør inneholde beskrivelser/kommentarer der dette er aktuelt, samt eventuelt bildebevis/-dokumentasjon for aktuelle punkter. Sjekklisten skal gjennomgås og oversendes byggherre eller byggherrens rådgiver (RISol) før idriftsettelse.
Informasjonsdokument til brannvesen	En kort beskrivelse av anlegget med instruks rett mot brannvesen skal utarbeides. Denne skal plasseres ved byggets branntavle(r) / orienteringsplan(er), med innhold som beskrevet i kapittel 4.9.
Komponentoversikt	Detaljert oversikt over alle komponenter og alt materiell som inngår i anlegget. Dette skal leveres i mappestruktur med info per komponent/materiell: <ul style="list-style-type: none"> • Datablad • Manualer • Sertifiseringer og erklæringer

	<ul style="list-style-type: none"> • EPD, dersom eksisterende.
Drifts- og vedlikeholdsmanual	<p>Instruks for fra- og tilkobling av anlegg (normal drift).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herunder instruks for nødstop/isolering av anlegget Instruks ved ev. strømbrudd. <p>Prosedyre for verifikasjon av korrekt drift av solcelleanlegget.</p> <p>Instruks for bruk og tolkning av overvåknings- og monitoreringssystem og beskrivelse for hvordan hente ut/laste ned data fra solcelleanlegget.</p> <p>Beskrivelse av typiske feilmeldinger (feilkoder) og feilsituasjoner.</p> <p>Sjekkliste/instruks for tiltak ved feilsituasjon.</p> <p>Tabell med oversikt over garantitider og levetider for nøkkelkomponenter.</p> <p>Tabell med vedlikeholds-rutiner og intervaller for dette.</p> <p>Instrukser for hvert vedlikeholds-punkt.</p>
Garantiinformasjon	<p>Systemgaranti og garantier per komponent (gjelder spesielt solcellemoduler, vekselretter(e) og kabel), samt forventet levetid på hovedkomponenter.</p> <p>Garantidokumenter /-beviser og startdato/sluttdato skal fremkomme.</p> <p>Dokumentasjon på eventuelle arbeider på bygningskroppen og garanti på dette.</p>

6.3 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, og det skal beregnes energiproduksjon med timesoppløsning hvor alle relevante tapsfaktorer og driftsforhold inngår. Resultater skal være oppsummert i en rapport, hvor detaljert energitap med tilhørende tapskilder framkommer. Det bør også vises hvordan skyggeforholdene er for alle segmentene med solcellemoduler.

Det skal i simuleringen benyttes koordinater for geografisk lokasjon som beskrevet i *Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune*. Klimadata skal hentes fra kilden Meteonorm 8.2 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 produktene 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, og skal hentes fra PVGIS.

Solingfaktor fra Tabell 3 skal benyttes i simuleringen i henhold til planlagt modulvinkling referert horisontalplanet. Albedo skal settes til 0.6 oktober-mars og 0.2 april-september.

Tabell 3 - Soilingtap, oppgitt i % tap av energiproduksjon pr. mnd. iht. SN-NSPEK 3031 for Kristiansand.

Modulvinkel	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
0 - 15 °	25	35	20	1	1	1	1	1	1	1	1	20
16 – 25 °	25	30	15	1	1	1	1	1	1	1	1	20
26 – 35 °	20	25	10	1	1	1	1	1	1	1	1	13

7 Garantier, service, tilsyn og vedlikehold

PV-modulene skal ha en effektgaranti som garanterer minimum 85% av ytelse i forhold til merkeeffekt ved STC etter 25 år i drift.

Produktgarantien for PV-modulene skal være på minst 10 år. Monteringsystem 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.

8 Opsjoner

1. Solcelleanlegg på Lovisenlund skole:

Det skal tilbys opsjon på levering og installasjon av solcelleanlegg for Lovisenlund skole iht. kravene gitt av Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune.

2. Forsterkning av takets bæreevne på Torridal barneskole

Det skal tilbys en opsjon på å forsterke takets bæreevne på Torridal barneskole iht. informasjonen gitt av Vedlegg 2 – Prosjektspesifikk kravspesifikasjon for solcelleanlegg i Kristiansand kommune. Merk at denne opsjonen skal prises sammen med tilbudet for Torridal barneskole, og opsjonen skal oppgis i egen linje i prisskjema for dette bygget.

3. Serviceavtale

Det skal tilbys opsjon på 5 års serviceavtale for solcelleanleggene utover første driftsår. Serviceavtale må minst inneholde følgende:

- Fjernovervåking av anlegget

- Telefon support til driftsansvarlig i arbeidstid
- Årlige inspeksjoner
- Nødvendig feilsøking
- Minimum responstid

Opsjonen skal legges inn i prisskjema som total kostnad for serviceavtalen over 5 år.

9 Krav til tilbudet

Følgende parametere skal dokumenteres og tydelig fremgå av tilbudet:

- Ferdig utfylt prisskjema.
- Datablader for samtlige tilbudte PV-moduler, vekselrettere, og festesystem.
- Redegjørelse av produktgarantier for samtlige tilbudte PV-moduler, vekselrettere, og festesystem.
- Redegjørelse av produksjonsgaranti for samtlige tilbudte PV-moduler.
- Beskrivelse av løsning per bygg, inkl. installert effekt, forventet energiproduksjon (kWh/år), layout, design og montaseløsning.
- Som en del av dokumentasjon skal det leveres EPD utført i henhold til ISO 14025 og EN 15804 (alternativt ISO 21930) for materialer og produkter, der dette finnes. EPD må være gyldig, tredjepartsertifisert og publisert hos en EPD Program Operatør. Prosjektspesifikke EPDer må henvise til godkjent og publisert EPD.
- Fremdriftsplan som beskriver minimum planleggingsfase, installasjonsfase og idriftsettelse.

10 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:

Alle 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)

PV-moduler på skrått tak

- IEC 62938:2020 (Photovoltaic (PV) modules - Non-uniform snow load 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 ekomnett)
- Elsikkerhet 95 (kapittel «Elektroforetak og kvalifikasjonskrav for personer som skal bygge solcelleanlegg»)
- NEK EN 50618 (Electric cables for photovoltaic systems)
- NEK 446 (Fotovoltaiske solenergisystemer – Krav til testing, dokumentasjon og vedlikehold)
- NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018 (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)