
Elnett21 – erfaringsoverføring for lokalisering og etablering av bakkemonterte solcelleparker på lufthavner



Avinor AS

Dronning Eufemias gate 6
NO-0154 OSLO
Tel: +47 815 30 550
Post@avinor.no

Dokumentkontroll

Versjon:	V1.1
Prosjekt:	10002660/10003495
Dokument ID:	19/06741
Mappe ID:	-
Status	Gjeldende
Dato siste endring	05.10.2023
Forfatter(e)	Wenche Torvund

Endringskontroll:

Versjon	Dato	Endret av	Endringer	Status
0	03.12.2022	ZVWTO	Dokument opprettet	
0.1	20.12.2022	ZVWTO	Klargjøring for KS	-
0.2	05.01.2023	CAGEV	Endret avsnitt vedr. kostnadsvurdering i tidligfase	
1.0	18.01.2023	ZVWTO	Diverse små justeringer etter innspill fra høring	Utgår
1.1	05.10.2023	ZVWTO	Diverse små justeringer etter innspill fra bruk av notatet	Gjeldende

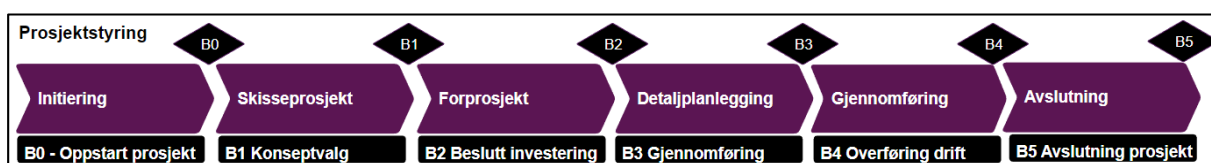
Innhold

1.	Beskrivelse	3
1.1	Kort om Elnett21	3
1.2	Avgrensing mht. hva som er dekket i dette dokumentet	3
2	Gjennomføring	4
2.1	Initiering og mandat.....	4
2.2	SKISSEPROSJEKT: Plassering – kriterier	4
2.3	Forprosjekt	6
2.3.1	Interne avklaringer og kvalitetssikring av valgte arealer.....	6
2.3.2	Konsesjonsmyndighet/regelverk (NVE)	7
2.3.3	Øvrig myndigheter/regelverk	7
2.4	Detaljplanlegging.....	8
2.5	IDRIFTSSETTING og Overlevering til drift	8
3	Henvisninger	9

1. BESKRIVELSE

Dette notatet er utarbeidet for å overføre erfaringer fra etablering av bakkemontert solcelleanlegg (i Elnett21-prosjektet) på Stavanger lufthavn til andre Avinor-lufthavner. Erfaringene kan i stor grad også nyttiggjøres på andre lufthavner og områder nær lufthavner, men det påpekes at notatets anbefalinger er knyttet til Stavanger lufthavns anlegg på nåværende tidspunkt. For det tilfellet notatet og anbefalingene anvendes ved etablering av eksterne solcelleanlegg utenfor lufthavnområdet, gjøres det på eget ansvar.

Som en del av Avinors strategi skal det etableres solcelleparker på flere av Avinors lufthavner med bakgrunn i det arbeidet som er gjort i det Enova-støttede Elnett21-prosjektet. Dette dokumentet baserer seg på erfaringer fra Elnett21 og gir en innføring i mulig framgangsmåte for å planlegge og etablere bakkemonterte solcelleparker. Planleggingen og gjennomføringen av anskaffelsen skal ellers utføres i henhold til Avinors styringssystem. Dette dokumentet er et supplement til Avinors styrende dokumenter og er bygget opp rundt prosjektstyringsprosessen med fokus på initierings-, skisseprosjekt- og forprosjektfasene.



1.1 KORT OM ELNETT21

Elnett21 er et Enova-støttet innovasjonsprosjekt der vi skal demonstrere hvordan best mulig bruk av eksisterende strømmnett kan redusere eller utsette utbygging av nytt nett. Dette er tenkt løst bl.a. ved lokal strømproduksjon, samt at smart styring og lagring av energi, kan bidra til å redusere behovet for strøm fra overordnet nett.

Prosjektet er fysisk lokalisert på Stavanger lufthavn, men hensikten er at det skal bidra med kunnskap til andre lufthavner i konsernet slik at vi alle begynner prosessen med å ruste oss både til den elektrifiseringen som er i gang og ikke minst til satsningen på elfly som kommer. Prosjektleder for anskaffelse av solceller med teknisk infrastruktur har vært Gunnar Engen Vik. Konsulentbistand er gitt av Cowi AS og leverandør har vært Kverneland Energi AS.

I prosjektet er det etablert en solcellepark på et bakkeareal på ca. 9 daa (1780 stk. / 4.290 m² bifacial solcellepaneler) som har en forventet årlig produksjon på ca. 800 MWh og en installert effekt på 880 kWp. Panelene er sørvendt med en helling på 15 grader og det er etablert 11 invertere og 1 ny netstasjon. For øvrig tekniske spesifikasjoner vises til Elnett21-prosjektet.

Les mer om Elnett21 (på et overordnet nivå) her: www.elnett21.no.

For øvrig kan det nevnes at Stavanger lufthavn har områdekonsesjon for høyspent.

1.2 AVGRENSING MHT. HVA SOM ER DEKKET I DETTE DOKUMENTET

Her beskrives erfaringer fra lokaliseringsvurderinger og anskaffelse av solceller med nødvendig teknisk infrastruktur gjort i Elnett21, dvs. erfaringer som er spesielt knyttet til bakkemonterte solceller. Solceller på tak/fasader omtales ikke i dette dokumentet. For alt øvrig av anskaffelsesprosedyrer mm. vises det til Avinors til enhver tid gjeldende styringssystem.

For å få en best mulig utnyttelse av solcelleinvesteringen er det viktig å også ha et smart styringssystem. Det vil i Elnett21 bli utviklet et toppsystem som vil ligge over eksisterende SD-anlegg. Tanken er at systemet skal kunne videreutvikles og videreføres på andre anlegg på Avinors lufthavner. Toppsystemet blir ikke omtalt videre i dette dokumentet.

Det kan være økonomisk fordelaktig å ha flere energikilder (enn strøm fra nettet) for å dekke kraftbehovet i perioder der det er lite solproduksjon. Om det er lønnsomt og hvilken energikilde som er aktuell vil være avhengig av lokasjon. Dette omtales ikke videre i dette dokumentet.

2 GJENNOMFØRING

2.1 INITIERING OG MANDAT

Mandat utarbeides iht. SMART og skal inkludere beskrivelse av kraftbehov, antatt produksjonspotensial¹ ut fra arealstørrelser og lokasjon. Det legges til grunn at kraften som produseres i første omgang skal brukes lokalt på lufthavnen, men det bør i mandatet også beskrives om det skal vurderes å selge overskuddskraft i perioder. Pt. er det ikke tillatt å avhende strøm (utover det gnr/bnr strømmen produseres på) til andre enn det lokale nettselskapet. For valg av forretningsmodell vises det til prosjektet «Egen kraftproduksjon» og «Nye energibærere». Det bør i mandatet stilles krav til at man i skissefasen skal vurdere om solcelleparken skal være stand-alone eller som en del av et mikronett med batteri, styrings-system og eventuelt annen kraftproduksjon.

Dersom noe kraft skal leveres ut på nettet:

- Vær oppmerksom på plusskundeordningen som gir anledning til å levere maks. 100 kW på nett uten å betale fastledd for innmating. Les mer her: [Plusskunder - NVE](#).

Regjeringen legger dessuten nå til rette for at strømkunder i borettslag, flermannsboliger og næringsbygg kan dele på egenprodusert strøm. Forskriftsendringene gjør at nettkunder på samme eiendom kan slippe nettleie og avgifter for forbruk av strøm de selv produserer, for eksempel med solcellepaneler. Endringene vil tre i kraft 1. oktober 2023. Les mer her: [Forskrift om endring av forskrift om kontroll av nettvirksomhet](#).

2.2 SKISSEPROSJEKT: PLASSERING – KRITERIER

I dette delkapittelet beskrives kriterier knyttet til flatt terreng. Se ellers SMART for utførelse av skisseprosjektet.

Dersom terrenget er stigende ut fra rullebane vil arealene som settes av til solceller kunne bli mindre, og er det fallende vil arealene kunne bli større. Ta kontakt med seksjon Kart og geodata for å få hjelp til å vurdere hvor man kan plassere anlegg mht. høyder vs. hinderflater. Kart og geodata kan også være hjelpelike med å sette opp en GIS-analyse for å få oversikt over hensynssoner, restriksjonsområder, infrastruktur i bakken osv.

Gjør en grovanalyse på aktuelle områder med utgangspunkt i masterplankartet og Avinorkart og merk av følgende områder som ikke er aktuelle:

- Alle arealer direkte knyttet til lufthavndrift (eksisterende og planlagt nærmeste 20 år):
 - Rullebaner inkl. strip² (planert og ikke planert), samt RESA – og området i forlengelse av disse (dvs. langs rullebanens forlengelse).
 - Taksebanesystem med sikringsområder (se EASA spek. [CS-ADR-DSN](#), tabell D-1).
 - Apron og manøvreringsområde.
 - Bygninger med tilknyttet uteområde (solceller på tak/fasader kan være aktuelt, men omtales ikke i dette dokumentet).
 - Deice, snødepot etc.
 - Eventuelle områder der terreng penetrerer hinderplan³ (grå skravur på restriksjonsplan-kart).
- Hensyn til restriksjonsplan for å få en grov beregning på dette stadiet mht. **sideflaten**:
 - For kortbanenettet (banelengde maks. 1199 m):

¹ Som et grovt erfaringstall (basert på Elnett21) kan man i første omgang ta utgangspunkt i at 10 daa tilsvarer 1 MWp, men dette må beregnes nærmere lengre ut i prosessen og er også avhengig av lokasjon.

² Med plassering utenfor strip og høyde på 2 m vil man alltid ligge lavere enn 1/35 av avstanden til rullebanens senterlinje på større lufthavner og turbulens vurderes derfor ikke å være en utfordring.

³ Vær særlig obs på Sola (i vest/RWY 28), Lakselv (i sør), Hammerfest (i nord), Alta (i sørøst), Ørsta/Volda, (i øst), og ev. i Bodø (i øst).

- ta utgangspunkt i 2 m høyde på solcellepanelene og beregn som «ikke aktuelt område»: 70 m (fra rwy cl) + 10 m (dvs. 2 m*5) altså 80 m fra cl på rullebanen.
- For større lufthavner (banelengde fra 1200 m og oppover):
 - ta utgangspunkt i 2 m høyde på solcellepanelene og beregn som «ikke aktuelt område»: 140 m (fra rwy cl) + 14 m (dvs. 2 m*7) altså 154 m fra cl på rullebanen.
- Radionavigasjonsinstrument og lysanlegg
 - I kritisk område for navigasjonsinstallasjoner – se rød skravur i Avinorkart-Restriksjonsområder.
 - I område der snø fra brøyting av navigasjonsanlegg legger seg vil det være ugunstig å plassere solceller
 - I område med HF-radiomottaker bør det være god avstand til nærmeste del av mottakerantennen - antatt minimum 200 meter.
 - Ved TWR der det er overvåkingsmottaker
 - for NDB bør det være god avstand til mottakerantennen – antatt minimum 50 – 100 meter avhengig av signal-styrke fra NDB.
- Områder med fare for flom.
- Eventuelle arealer utenfor Avinors eiendomsgrense – vær også obs dersom arealet er innenfor eiendomsgrensen, men med annen manns grunn mellom arealet og hovedeiendommen fordi man da kan måtte benytte seg av nettselskapets ledningsnett og dermed i praksis leverer egenprodusert strøm på nettet.
- Veier/utrykningsveier inkl. 3 m avstand fra veiene til bl.a. brøytekanter (har man på skissefasestadiet oversikt over faktorer som gjør at avstanden bør økes, gjør man naturligvis det).
- 4 meter fra lufthavngjerde, eiendomsgrense og eventuelle hensynssoner/vernesoner.

Områder med potensielle utfordringer:

- Hensynssoner, sikringssoner (se kommunale arealplaner: kommuneplan, kommunedelfplan og reguleringsplan), inkl. landskapsvernområder.
- Sjekk eventuelle grunnleie/festeavtaler; vist med blå skravur i kartlaget "Eiendomskart" i Avinorkart.
- Hvis Forsvaret er lokalisert på lufthavnen: sjekk både mht. aktivitet på lufthavnen og som nabo, i tillegg til hensyn til evt. TACAN ol.
- Områder med potensiell miljøforurensing (se Avinor-kart, og sjekk med fagansvarlig /sjef ytre miljø).
- Rett ved taksebane/rullebane der wake fra flymotorer kan skape utfordringer, og nær helikopterstand/FATO eller der downwash fra helikopter kan skape utfordringer.
- Dersom foreslåtte areal ligger inntil strip ved settings-sone på rullebane (inntil ca. 750 m etter THR), bør det gjøres en overordnet vurdering av potensial for vindpåvirkning (selv om anlegget vil være vesentlig lavere enn 1/35 av avstanden fra senterlinje på rullebane).
- Områder med mye infrastruktur i bakken, sjekk Avinor-kart.
- Unngå ellers bratte nordvendte helling (gir dårlig potensial for produksjon).
- Vurder om vegetasjon og bygninger kan skygge for sol.

Kostnadmessige vurderinger:

- Få oversikt over avstanden og topografien mellom solcelleparken og der strømmen skal forbrukes eller kobles til øvrig strømmett, og se nøye på mulige føringsveier/traseer for kablingen. Ved å kjøre en GIS-analyse (ref. avsnitt 2 i kapittel 2.2) vil Kart og geodata noen steder kunne gi tips om hvor mange trekkerør som ligger hvor.
- Det er generelt meget kostbart og vanskelig å etablere ny trekkerørskapasitet innenfor sikkerhetsområdene rundt rullebaner - på tvers av rullebaner er dette tilnærmet umulig.
- Totalkostnaden for solcelleparken vil påvirkes sterkt dersom det er lange grøfter for nye føringsveier med tilhørende kabler som må legges. Avklar og sjekk grundig om

det er eksisterende høyspentlednings-/trekkerørstraseer med tilstrekkelig ledig kapasitet som kan egne seg.

- Grunnforholdene både for montasje av solcellepanelene og for kabeltraseene må vurderes med tanke på kostnader – fjellgrunn krever andre løsninger enn sandgrunn. Forurenset grunn kan gi store ekstra kostnader. Pigging eller sprenging av fjell over større lengder for grøftetraseer er også meget kostbart.
- Ved mer enn noen hundre meter avstand mellom solcellepark og innmatingspunkt/strømforbruker vil det være behov for opp-/nedtransformering av spenningen. Kostnader for nettstasjoner til dette må estimeres.

Det kan være smart å ta kontakt med områdekonsesjonær svært tidlig i planleggingsprosessen, da nettutbygging kan av erfaring ta svært lang tid, ref. kapittel 2.3.2.

I tillegg til det som er nevnt over, er det hensiktsmessig å vurdere lokaliseringen av anlegget mht. hovedmålsetning (tilrettelegge for strømproduksjon for å kunne elektrifiserer slik ar man reduserer klimagassutslipp) – plassering i skog bør unngås.

2.3 FORPROSJEKT

Det legges til grunn at det skal utarbeides en forenklet forprosjektrapport.

Interessentanalyse utarbeides iht. styringssystem, i tillegg gir påfølgende delkapitler noen anbefalinger mht. hvem som må kontaktes. Operativ sjef skal holdes orientert.

2.3.1 Interne avklaringer og kvalitetssikring av valgte arealer

- Radiotekniske analyser/vurderinger: Sjekk med Avinor Teknologi v/FNT drift, NAV/MET:
 - Det må utarbeides analyser av eventuell fare for forstyrrelser (refleksjon eller skygging) for radar, kommunikasjon og navigasjonssystem som følge av planlagte installasjoner. Mtp. forstyrrelser av radionavigasjonsinstrumenter er det spesielt elektro-magnetisk støy fra invertere / laderegulator som kan gi utfordringer. For sol-celleanlegg anbefales det å etablere anlegg av anerkjent kvalitet i samsvar med leverandørens krav til montering. Leverandøren må gjøres oppmerksom på at uheldig elektromagnetisk støy fra solcelleanlegget er hans ansvar.
- Sjekk med seksjon Masterplan, flyplassutforming og kapasitet ved fagområde Flyplassutforming at valgte arealer er iht. krav i restriksjonsplan.
- Teknisk drift på lufthavnen må konsulteres da anlegget skal kobles til eksisterende infrastruktur for elektro og kommunikasjon på lufthavnen og det må gjøres vurderinger knyttet til infrastruktur for eksisterende elektroinstallasjoner, energidata, kommunikasjon og SD-anlegg.
- Sjekk eventuelt behov for tilknytning til høyspentnett med fagansvarlig elektro på lufthavnen (eller fagsjef elektro, for lufthavner som ikke har egen elektroansvarlig).
- Flysidedrift ved seksjon Lufthavntjenester skal kontaktes for avsjekk mht. fare for blending og birdstrikes. Uansett plassering på lufthavnen så anbefales det å velge rammer rundt solcellepanelene som ikke gir refleksjoner. Det er i en nyere studie fra England gjort vurderinger av lysglimt og refleksjoner fra solcelleanlegg (Pagerpower Urban & Renewables, 2022). Konklusjonen der er at slike anlegg ikke skal ha innvirkning på flysikkerheten mht. villedende eller sjenerende lys.
- Dersom det er valgt områder som i skissefasen er vurdert å være «*områder med potensielle utfordringer*» må disse utfordringene sjekkes særskilt.
- For kortbanenettet (banelengde maks. 1199 m) bør man ta en ekstra sjekk for turbulens dersom man legger anlegget helt inntil strip, for da er man helt på grensen for når turbulens må sjekkes (1/35 av avstanden til rullebanens senterlinje).
- Sjekk grunnforhold med grunnundersøkelser for planlegging av forankring/fundamentering av solceller og annet teknisk utstyr.
- Utarbeid et kostnadsestimat (kr/MWp) ved tiltenkte arealer
- Sjekk kommunale arealplaner (behov for å søke dispensasjon?)

- Vurdere behov for miljøprøver før oppstart.
- Kartlegg biologisk mangfold i området som eventuelt må tas hensyn til.
- Kartlegging av kulturminner
- Utarbeid effekt- og energiberegninger, herunder
 - Solinnstråling.
 - Beregnet effekt og energiproduksjon ved optimal helning for hvert år i levetiden til solcellene.
- Vurder teknisk tilkobling til internt/eksternt nett, herunder
 - Systembeskrivelse med forslag til plassering av teknisk anlegg.
 - Plasseringer av tekniske anlegg som invertere avklares med Avinor sine fageksperter på radioteknisk utstyr, det er utførende som holder i arbeidet, men det er Avinor sin fagekspertise som bistår med kunnskap som er mer "lufthavn-/navigasjons-spesifikk" og har siste ord
 - Størrelse på nødvendige tekniske anlegg.
 - Avklaringer som må gjøres opp mot nettselskap og andre offentlige aktører.
- Utarbeidelse av kravspesifikasjon til en fremtidig anskaffelse, herunder:
 - Funksjonell spesifikasjon.
 - Overordnet teknisk spesifikasjon for tilkobling til øvrig infrastruktur.
- Kostnadsanslag for tilkobling på internt nett

2.3.2 Konsesjonsmyndighet/regelverk (NVE)

Solkraftverk er konsesjonspliktige etter energiloven dersom utbygger eller det lokale nettselskapet må etablere høyspenningsanlegg (spenning over 1 kV) for å få kraften ut på nettet. Konsesjon kreves også hvis eier av et solkraftverk ønsker å etablere lavspenningsledninger til nabobygg for salg av kraft, se: [Konsesjonsbehandling av solkraftverk - NVE](#). Solcelleanlegget i Elnett21-prosjektet ble etablert på Stavanger lufthavn som har egen områdekonsesjon. Lufthavner som ikke har områdekonsesjon, bør ta kontakt med områdekonsesjonær svært tidlig for å avklare slike forhold tidlig i planleggingsprosessen. Nettutbygging kan av erfaring ta svært lang tid.

Se mer info. her: [Lover og regler - NVE](#)

Øvrige konsesjoner som kan være relevante som må sjekkes i forprosjekt:

- Områdekonsesjon (for å etablere 11/22 kV nettanlegg innenfor et geografisk område).
- Anleggskonsesjon
- Produksjonskonsesjon
- Omsettingskonsesjon

2.3.3 Øvrig myndigheter/regelverk

De fleste av de installasjonene som skal monteres vil bli berørt av lov og forskriftsverk underlagt DSB. De mest sentrale lovverk og forskriftsverk er følgende:

- El tilsynsloven
- Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF)
- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL)
- Forskrift om elektrisk utstyr (FEU)
- Forskrift om elektromagnetisk kompatibilitet.
- Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE)
- Forskrift om maskiner (FM)
- Temaveiledning om brannvern i kraftforsyningen

2.4 DETALJPLANLEGGING

Detaljplanlegging forutsettes ivaretatt av leverandør i tett samarbeid med Avinors prosjektleder og representant fra lufthavnens Teknisk drift. I dette kapittelet gis bare noen erfaringspunkter fra Elnett21.

- Pga. fare for elektromagnetisk støy fra invertere og transformatorer mm. bør disse vurderes plassert i god avstand fra radionavigasjonsutstyr. Avinor Teknologi må godkjenne plasseringen. Invertere og nettstasjoner bør utformes slik at de i stor grad skjermer omgivelsene for elektromagnetisk støy. På Stavanger lufthavn ble det valgt prefabrikkerte betong bygg med tilhørende fundament for nettstasjon, for å gi en elektromagnetisk skjerming, samt en værbestandig og vedlikeholds-gunstig konstruksjon, og for inverterne ble «Faradays bur» valgt, ref. kapittel 6.2 i forprosjektrapport (Avinor/Cowi, 2020).
- Erfaring fra montering av transformatorer og batteri mm. i Elnett21-prosjektet tilsier at det er hensiktsmessig å planlegge installasjon av de store/tunge elementene ved prosjektering av bygget de skal stå i. Dette for å legge en plan for hvordan man på beste måte skal få disse inn enklest mulig og med god ivaretagelse av HMS.
- Det skal ikke benyttes optimizere på solcellepanelene.
- For optimal kraftproduksjon vurder og hensynta vinkel/helling og retning (sør eller øst/vest). Man bør også ha en tanke for hvordan man kan opprettholde god produksjon uten behov for å vaske panelene. Mht. radioteknisk utstyr vil det være fordelaktig at panelene monteres med lav vinkel (15°-20°), noe som gjør at panelene stikker lavest mulig opp fra bakken (< 2meter).
- For å unngå unødvendig ressursbruk til drift og vedlikehold, vurder og hensynta spesielle lokale forhold (områder utsatt for vind, sjø/saltvann, sandråk, snø eller andre lokale forhold). For Elnett21-prosjektet ble f.eks. fare for at panelene kunne bli truffet av golfballer vurdert.
- Forankring må detaljprosjekteres iht. lokale grunnforhold og vindforhold. På Stavanger lufthavn ble det valgt å slå ned jordanker.
- Vurdere hvordan unngå ekstraarbeid for Drift knyttet til vegetasjon som vokser mellom panelene.
- Husk å tilrettelegge kjøreatkomst for drift, vedlikehold og inspeksjon.
- Byggesøknad: Når nabovarsel sendes skal det også sendes til Avinor (post@avinor.no) slik at vi får en formell tilbakemelding som følger saken, slik at kommunen ser at alle krav er oppfylt.
- Brannsikkerhet: Det må gjøres en samlet risikoanalyse av hele solcelleparken og installasjonene tilknyttet denne. Dette for å kunne konkludere med at den samlede risiko er akseptabel i henhold til akseptkriterier gitt i gjeldende lover og forskrifter, samt akseptkriterier opp mot drift av flyplassen, eller om det må iverksettes ytterligere tiltak for å nå akseptkriterier.
- For å kunne utnytte informasjonen fra solcelleanlegget til bl.a. effektbalansering må man sikre åpne APler. Ved innkjøp anbefales å avklare pris på å få tilgang på egne data, eller at dette skal leveres uten ekstra kostnad.

2.5 IDRIFTSSETTING OG OVERLEVERING TIL DRIFT

Dersom ikke annet er avtalt skal hele anskaffelsesprosessen kjøres iht. ledelsesprosess 4.7 prosjektstyring og Avipro. Husk også kontrollert oppstart av anlegget og kontakt med tårnet.

For rutiner for drift av el-anlegget se SMART. Basis opplæring og rutiner for drift og vedlikehold til Avinors driftspersonell skal inngå i leverandørens tilbud.

I tillegg anbefales:

- Periodisk rutine for sjekk av innfestning av solcellepanelene og stativene de står på.
- (Vurdere behov for vasking av panelene – fortrinnsvis planlegge for å unngå vasking).

3 HENVISNINGER

Avinor/Cowi. (2020). [Forprosjektrapport](#) - Elnett21, arbeidspakke 2, lokale mikronett. Sola: Avinor.

Pagerpower Urban & Renewables. (2022). [Solar Photovoltaic Glint and Glare Study](#).