

Erfaringsrapport solcelleanlegg grå areal

Delrapport 2 Prosjektering og byggefasen

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 1137



Tittel

Erfaringsrapport solcelleanlegg grå areal

Undertittel

Delrapport 2 Prosjektering og byggefasen

Forfatter

Marit Lauglo, Norconsult

Avdeling

Kontrakt og marked Drift og vedlikehold

Seksjon

HMS og bærekraft

Prosjektnummer**Rapportnummer**

1137

Prosjektleder

Roy Wivestad, Edvard Thonstad Sandvik

Godkjent av

Edvard Thonstad Sandvik

Emneord

pilotprosjekt, solcelleanlegg, gråarealer, solkraft, langs motorveg

Sammendrag

Pilotprosjektet ved Furulund kro langs E18 i Sandefjord kommune er et samarbeid mellom Statens vegvesen og Hafslund, for å utforske potensialet for solkraft på gråarealer langs vei. Norconsult er engasjert som tekniske rådgivere og plankonsulent. Prosjektet er et forsknings- og utviklingsprosjekt, og et viktig mål er å skaffe kunnskap og erfaring med prosjektering, risiko og lønnsomhet i solkraft langs vei. Prosjektet omfatter et bakkemontert solkraftverk med installert effekt på ca. 500 kWp, som vil gi tilgang på lokal fornybar energi til hurtigladere for tungtransport som Fastcharge etablerer på Furulund kro.

Title

Experience report -solar panels beside highways in Norway

Subtitle

Interim report 2 Planning and construction

Author

Marit Lauglo, Norconsult

Department

O&M Contracting Management

Section

HES and Sustainability

Project number**Report number**

1137

Project manager

Roy Wivestad, Edvard Thonstad Sandvik

Approved by

Edvard Thonstad Sandvik

Key words

pilot project, solar power, gray area, solar power, highways, Norway

Summary

The pilot project at Furulund inn by E18 in Sandefjord municipality is a collaboration between the Norwegian Public Roads Administration and Hafslund to explore the potential for solar power on gray areas along the road. The project is a research and development project, and an important goal is to gain knowledge and experience with design, risk, and profitability in solar power along the road. The project includes a ground mounted solar power plant with an installed capacity of approximately 500 kWp, which will provide access to local renewable energy for fast chargers for heavy transport that Fastcharge is establishing at Furulund kro.



Statens vegvesen

Pilotprosjekt solcelleanlegg langs E18 ved Furulund kro

Erfaringsrapport – Del 2

Oppdragsnr.: 52404958 Dokumentnr.: 52404958-Rap-01 Revisjon: 02 Dato: 2026-05-22



Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Roy Wivestad, Edvard Thonstad Sandvik
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Sandvika
Oppdragsleder: Mari Lauglo
Fagansvarlig: Mari Lauglo
Andre nøkkelpersoner: Marianne Øhrn (Statens vegvesen)
 Tore Jan Hansen (Statens vegvesen)
 Roy Wivestad (Statens vegvesen)
 Henrik Ness Mikkelsen (Statens vegvesen)
 Hanne Lovise Jore (Hafslund)
 Knut Bråten (Hafslund)
 Vegard Paulsen Særen (Hafslund)
 Basant Raj Paudyal (Hafslund)
 Einar Klavenes (Norconsult)
 Aida Aaronsen (Norconsult)
 Morten Gleditsch (Norconsult)

02	2026-05-22	Del 2 klar for publisering	MaLau	MorGle	MaLau
01	2025-07-03	Del 1 klar for publisering	MaLau	EiKla	MaLau
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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 Sammendrag

Pilotprosjektet ved Furulund kro langs E18 i Sandefjord kommune er et samarbeid mellom Statens vegvesen og Hafslund, for å utforske potensialet for solkraft på gråareal langs veg. Norconsult er engasjert som teknisk rådgiver og plankonsulent. Prosjektet er et forsknings- og utviklingsprosjekt, og et viktig mål er å skaffe kunnskap og erfaring med prosjektering, risiko og lønnsomhet i solkraft langs veg.

Prosjektet omfatter et bakkemontert solkraftverk med installert effekt på ca. 500 kWp, som vil gi tilgang på lokal fornybar energi til hurtigladere for tungtransport som Fastcharge etablerer på Furulund kro. At strømmen blir brukt til vegformål var avgjørende for valg av lokasjon. Forventet årlig energiproduksjon tilsvarer ca. 3000 ladeøkter.

Dette er **Del 1 og 2** av i alt tre deler som til sammen vil utgjøre en samlet erfaringsrapport for pilotprosjektet. Den første delen omhandler planleggingsfasen, den andre delen omhandler prosjektering og byggefasen mens den siste delen av rapporten vil omhandle erfaringer med drift. En foreløpig plan for offentliggjøring av de tre delene er sommeren 2025, våren 2026 og vinteren 2026/2027.

Det er behov for mange myndighetstillatelser før man kan bygge et solkraftverk langs veg, men det er ikke mer komplisert enn for solkraft på øvrige areal. Dette prosjektet ble byggesøkt etter plan- og bygningsloven, noe som gjør prosessen med å få tillatelse til å bygge både vesentlig raskere og noe mindre krevende enn ved konsesjonssøknad etter energiloven. Reguleringsendring av arealet til formålet energiproduksjon (i tillegg til vegformål) var uansett nødvendig, uavhengig av om solkraftverket skulle oppføres med byggesøknad etter plan- og bygningsloven eller med konsesjon etter energiloven. Energilovforskriften har blitt endret mens prosjektet har pågått, slik at det nå er et generelt konsesjonsfritak for mindre solkraftverk under 10 MW, og valg av teknisk løsning for nettilknytning vil ikke ha samme betydning for tillatelser i eventuelle nye prosjekt.

Vegtekniske forhold mht. trafikksikkerhet, framkommelighet har førsteprioritet gjennom alle prosjektets faser. Deler av solkraftverket planlegges innenfor sikkerhetssonen, og det er gjort en forlengelse av autovern, slik at to eksisterende autovern knyttes sammen. Refleksjon fra solcellepanelene og risiko for blanding på trafikanter og flytrafikk har blitt utredet, og funnet mulig å unngå ved enkle justeringer på vinkling av solcellepanelene. Drift- og vedlikeholdsarbeid på anlegget vil følge normale prosedyrer for HMS. Noen av de største usikkerhetene som prosjektet søker å finne svar på er i tilknytning vegdrift og hvordan det spesielle norske vegmiljøet med piggdekkstøv, salt og iskast fra vegbrøyting påvirker solkraftverket.

Det ble valgt å benytte totalentreprise, og innbydelse til konkurransen ble sendt til et begrenset antall aktører. Ikke alle ga tilbud, og det ble gjennomført forhandlinger med de mest aktuelle tilbyderne. Erfaringen er at flere av aktørene i solkraftbransjen ikke var helt modne for risikoen i en totalentreprise. Den største usikkerheten for entreprenørenes pris var fundamenteringsløsninger.

Detaljprosjektering og byggefase har vært likt som mange byggeprosjekt, der det har oppstått noen forsinkelser og utydeligheter i kontrakt som har ført til endringer. Arbeidet har foregått uten uønskede hendelser, og ble gjennomført uten annen påvirkning på vegdriften enn at ett felt i sørgående retning på E18 måtte stenges i tre netter i forbindelse med arbeid med forlenging av rekkverk.

Statens vegvesen samarbeider med Hafslund om prosjektet, der Hafslund får tilgang på prosjektarealet og skal planlegge, bygge og drifte solkraftverket. Et viktig premiss for utvikling av solkraft på gråareal langs veg er at eier av solkraftanlegget sikres forutsigbarhet og langsiktighet for investeringene, samtidig som vegeier sikres fleksibilitet for drift og utvikling av vegnettet og forutsetter at trafikksikkerhet og framkommelighet ivaretas på en god måte.

Innhold

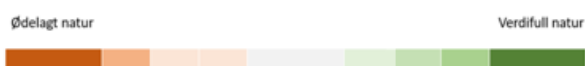
1	Sammendrag	2
2	Innledning	4
3	Del 1: Planprosess og forprosjekt	6
4	Del 2: Detaljprosjektering og byggefase	25
4.1	Detaljprosjektering og forarbeid	25
4.1.1	Teknisk design og valg av løsninger	25
4.1.2	Entreprise- og kontraktstrategi i detaljprosjektet	26
4.1.3	Byggesøknad	27
4.2	Byggefase	29
4.2.1	Byggeplassen, logistikk og tilkomst	29
4.2.2	Trafikksikkerhet og framkommelighet	30
4.2.3	SHA og kvalitetsoppfølging	31
4.3	Samhandling, økonomi og fremdrift	33
4.3.1	Ansvarsfordeling	33
4.3.2	Fremdrift	34
4.3.3	Kostnader	35

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

Det har de siste årene kommet en rekke politiske signaler om at samfunnet trenger mer kraft, som oppsummeres i Energikommisjonens rapport¹. Det er også økt fokus på hvordan nedbygging av natur kan true naturmangfold². Ny fornybar energiproduksjon er arealkrevende og krever ofte nedbygging av natur, men ikke dersom allerede utbygde «grå» arealer kan utnyttes. Frem til nå har ingen prosjekter med solkraft på gråareal langs veg blitt realisert i Norge.

Gråareal er av Kommunal- og distriktsdepartementet definert som «arealer som allerede er tatt i bruk, eller sterkt påvirket av menneskelig bygge- og anleggsaktivitet, herunder alle typer bebyggelse, konstruksjoner og permanent opparbeidet overflate samt tilhørende arealer». I denne rapporten brukes begrepet om sideareal til veg som er regulert til vegformål og er påvirket av anleggsaktivitet, og dermed er forskjøvet noe mot venstre i Figur 2-1 selv om de er beplantet og fremstår ganske «grønne».



Figur 2-1 Skala for naturverdi

Statens vegvesen har ikke tidligere hatt noen rolle i utvikling av solkraft på sideareal langs veg. For å få mer kunnskap om mulighetene for å utnytte gråareal langs vegnettet til produksjon av solkraft har Statens vegvesen inngått et samarbeid med Hafslund om pilotprosjektet på Furulund. For Statens vegvesen har det vært et avgjørende premiss for prosjektet at energiproduksjonen skal benyttes til vegformål.

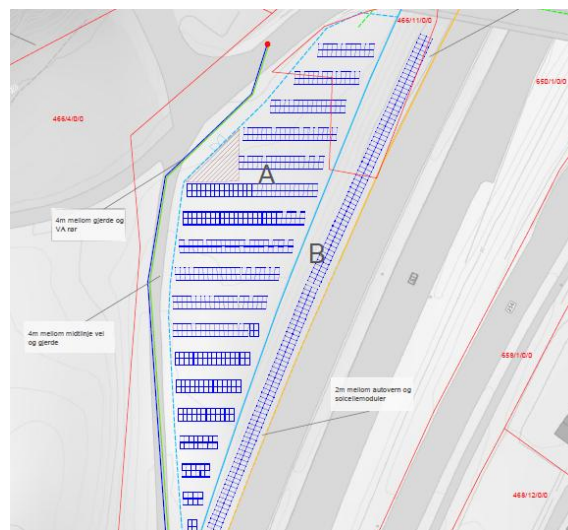
Pilotprosjektet ligger ved Furulund kro langs E18 i Sandefjord kommune. Arealet er 5,5 mål, og omfatter et bakkemontert solkraftverk med ca. 480 kWp installert effekt. Solkraftverket fordeler seg på to arealer, areal A og B, som vist av Figur 2-2.

¹ Mer av alt - raskere
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-3/id2961311/>

Fastcharge, som etablerer hurtigladere for tungtransport, bygger samtidig ladestasjon for tungtransport på Furulund kro på den andre siden av E18 for solkraftverket. Dette var avgjørende for valg av lokasjon for solkraftverket, da strømmen fra solkraftverket vil gi lokal, fornybar kraft til ladeanlegget og dermed gå til vegformål. Det forventes årlig energiproduksjon på ca. 500 MWh, tilsvarende ca. 3000 ladeøkter.

Pilotprosjektet er viktig for å få mer innsikt og kunnskap om solkraft på gråareal langs veg. Forhold som ønskes avdekket er blant annet hvordan det spesielle norske vegmiljøet med piggdekkstøv, et salt miljø og iskast fra vegbrøyting påvirker solkraftverket. Det er også viktig å skaffe erfaring med prosjekteringen av solkraftanlegget, samt forretningsmessige forhold knyttet til risiko og lønnsomhet. Samtidig må hensyn knyttet til drift og vedlikehold av vegen, samt trafiksikkerhet og framkommelighet ikke påvirkes negativt.

I tillegg ønsker Statens vegvesen og Hafslund sammen erfare de regulatoriske konsekvensene (herunder planendring, byggesøknad, konsesjon mv.) knyttet til å bruke sidearealer langs vegnettet til solkraftproduksjon.



Figur 2-2 Oversikt planlagt solkraftverk på Furulund

² Dokumentarserien Norge i rødt, hvitt og grått, NRK 2024 https://www.nrk.no/dokumentar/xl/nrk-avslorer_-44.000-inngrep-i-norsk-natur-pa-fem-ar-1.16573560

Prosjektgruppen for pilotprosjektet med solkraftverk på Furulund har i forprosjektfasen bestått av Statens vegvesen, Hafslund og Norconsult. Fastcharge og Sandefjord kommune har også vært tett involvert. I detaljfase og gjennomføring ble LOS Cable Solutions valgt som totalentreprenør, og har bygget anlegget sammen med sin underentreprenør Kim Stensholt. Det gode og åpne samarbeidet mellom alle involverte parter har vært en nøkkelfaktor for realisering av prosjektet.

For å sikre læring og at erfaringene prosjektgruppen gjør seg spres til andre interessenter, sammenfattes erfaringer og læringspunkter fra pilotprosjektet i denne erfaringsrapporten.

2.2 Om rapporten

Denne rapporten er forfattet av Norconsult på oppdrag fra Statens vegvesen, og skrevet i tett samarbeid med prosjektgruppen. Rapporten er en felles sammenstilling av erfaringer, og vil bli offentlig tilgjengelig. Innholdet i rapporten er læringspunkter fra utvikling, bygging og drift av dette pilotprosjekt, og ikke nødvendigvis direkte overførbare til alle andre fremtidige prosjekt.

Denne rapporten er oppbygd i tre deler, som tar for seg prosjektet i kronologisk rekkefølge.

Del 1 samler erfaringene fra tidlig skisse/forprosjekt med vurdering av ulike mulige arealer, videre til innledende prosjektering på valgt areal, planprosess for omregulering av det aktuelle arealet, vurdering av ulike løsninger for nettilknytning, utarbeidelse av konkurransegrunnlag inkludert teknisk kravspesifikasjon og kontrahering med valg av entreprenør og produkter.

Del 2 samler erfaringer fra entreprenør er kontrahert, gjennom detaljprosjektering, byggesøknad og byggefasen.

Del 3 skal samle erfaringer fra anlegget er ferdig montert, testet og i drift. Det er planlagt å høste erfaringer fra driftsfasen til denne erfaringsrapporten over en lengre periode.

Overordnet følger rapporten altså en kronologisk struktur gjennom prosjektfasene. For alle tema følges en oppbygning der det først gis en bakgrunn for hvorfor temaet er aktuelt, deretter kommer erfaringene fra pilotprosjektet for det aktuelle temaet, og til sist vil vi gi anbefalinger til fremtidige prosjekt.

2.3 Metode

Erfaringer har blitt samlet inn kontinuerlig gjennom prosjektets livsløp, ved at punktet «hva har vi lært» har stått på agendaen for alle prosjektmøter siden det ble besluttet å systematisere erfaringsdelingen fra pilotprosjektet gjennom denne erfaringsrapporten. Det har blitt avholdt særmøter for gjennomgang av enkelte temaer fortløpende, etter hvert som et tema lukkes eller prosjektet går videre. Disse særmøtene har omfattet interessenter også utenfor prosjekteringsgruppen, der dette har vært relevant. Det har også blitt gjennomført intervjuer med prosjekteringsgruppen.

Norconsult har ført erfaringene i pennen, mens Statens vegvesen, Hafslund og andre som har gitt innspill har kontrollert og godkjent.

2.4 Avgrensning

Rapporten er en sammenstilling av erfaringer opparbeidet av prosjekteringsgruppen gjennom arbeidet med pilotprosjektet på Furulund, og må ikke forveksles med en komplett guide til hvordan solkraft langs veg bør utvikles og bygges.

Rapporten sier ikke hvordan bakkemonterte solkraftverk generelt bør planlegges, designes, bygges og driftes.

2.5 Versjon

Denne rapporten vil utgis i flere steg, der hver ny versjon vil omfatte mer av prosjektet ettersom det skrider frem. Del 1 ble publisert sommeren 2025. Dette er Del 2, som sammenfatter erfaringer fra detaljprosjekt og byggefase, fra vår til sen høst 2025. Del 3 planlegges til vinteren 2026/2027, slik at det kan høstes erfaringer fra et helt år i drift.



3 Del 1: Planprosess og forprosjekt

3.1 Myndighetsprosesser og tillatelser

Det kreves flere prosesser med myndigheter for å skaffe nødvendige tillatelser i forbindelse med utbygging av solkraft generelt, også langs veg. Først må en ha en avklaring på arealbruken, gjennom en arealplan, planendring eller dispensasjon fra gjeldende plan. Det er det politiske styret i kommunen som beslutter arealbruk. Videre trengs det tillatelse til å bygge solkraftverket, som enten kan være konsesjon etter energiloven eller godkjent byggesøknad etter plan- og bygningsloven, eventuelt kanskje avklaring etter vegloven.

3.1.1 Regulering

3.1.1.1 Bakgrunn

Kommuneplanens arealdel eller reguleringsplan med tilhørende bestemmelser angir bruk, vern og utforming av arealer og fysiske omgivelser. Disse er førende for alt bruk av areal.

Tiltak etter plan- og bygningsloven må ikke være i strid med planers arealformål og bestemmelser. For anleggskonsesjon etter energiloven er det ikke et krav om godkjent reguleringsplan, men det er etablert praksis at kommunen må godkjenne arealbruken (enten gjennom godkjent reguleringsplan eller dispensasjon for tiltaket fra

gjeldende plan), før en konsesjonssøknad får tildelt saksbehandler hos NVE.

I all hovedsak er store vegprosjekter detaljregulert. I detaljreguleringen for E18 gjennom Sandefjord (PlanID20080013, vedtatt mai 2008) var ikke energiproduksjon en del av prosjektet og arealet er kun regulert til vegformål. For å kunne bruke arealet til energiproduksjonsformål i tillegg til vegformål er det nødvendig med avklaring etter plan- og bygningsloven, altså tillatelse fra kommunen.

3.1.1.2 Erfaring

Solkraftverk er en ny installasjon på eksisterende areal, men endrer ikke de overordnede planers arealformål eller berører hensynet til viktige natur- og friluftsområder. Dette sammen med vegledning om endring av plan³ var hovedårsak til at Sandefjord kommunes planavdeling aksepterte at tiltaket kunne fremmes forenklet som en endring av eksisterende reguleringsplan, fremfor en ny reguleringsplan. Kommunen tok forbehold om likevel å stille krav til full detaljregulering dersom det i høringsprosess kom innspill fra naboer, gjenboere, andre myndigheter eller interessenter av en slik art at grundigere utredning ble påkrevet.

Planendring krever at forslagsstiller har planfaglig kompetanse. Dersom ikke tiltakshaver selv har dette, er det viktig å planlegge med et foretak som kan ta rollen slik at de har tilstrekkelig kapasitet.

³ Endring av plan - forenklet prosess etter plan- og bygningslovens § 12-14, Kommunal- og distriktsdepartementet

Reguleringsendring krever en del tidligfasearbeid, med utarbeidelse av illustrasjoner og grunnlag. For Furulund-prosjektet besto saken med endring av detaljregulering av følgende saksgrunnlag⁴:

- Plankart
- Forslag til reguleringsbestemmelser
- Planbeskrivelse for endring av E18-planen
- ROS-analyse
- Situasjonsplan
- Situasjonsplan med snitt-tegninger
- Visualiseringer av solkraftverket
- Geoteknisk notat
- Natur- og miljøfaglig utredning
- Refleksjonsanalyse

Reguleringsplan legger også visse ytre rammer for størrelser og omfang som låser prosjektet. For Furulund-prosjektet valgte vi derfor å legge de ytre rammene slik at det blir rom for optimalisering i detaljfasen, eksempelvis gjennom å oppgi høyere byggehøyde enn vi ser for oss at faktisk vil bli bygget.

Planmyndighet i Sandefjord uttalte at omfang begrenset til kun arealene ved Furulund kro var avgjørende faktor for deres vurdering av overstående. En generell endring av bestemmelser knyttet til alle gråareal i detaljreguleringsplanen, som i dette tilfelle strekker seg over mange kilometer, ville økt risiko for innvendinger eller særforhold som kunne medført krav om full detaljregulering.

Tidlig involvering av kommunal planmyndighet, felles gjennomgang og forståelse av eksisterende plangrunnlag med bestemmelser samt analyse av eventuelle særlige forhold var viktig for effektiv prosess med reguleringsendring. I tilfellet Furulund-prosjektet var dette hensyn knyttet til at prosjektet ligger i innflygningssone for Sandefjord Lufthavn Torp, og hensyn til riksvegfunksjonen

med tanke på trafiksikkerhet, framkommelighet og fremtidig drift- og vedlikehold.

Planendringer er politiske vedtak, der administrasjonen gjennom saksfremlegg anbefaler reguleringsendringer til godkjenning eller ikke godkjent, men det er politikerne som vedtar endelig beslutning. Det er dermed vesentlig at det er politisk flertall for de endringer som blir fremmet. Pilotprosjekt Furulund var et såpass spesielt prosjekt at informasjonsmøte med ordfører ble gjennomført tidlig for å avdekke den politiske holdningen til prosjektet, som var positiv og dermed førte til større trygghet i videre prosess.

Det ble utarbeidet egen naboinformasjonsfolder som ble distribuert til alle naboer og gjenboere i forkant av varsling av planendring. Dette ble utført i prosjektets regi og var ikke stilt som et myndighetskrav. For naboer som også vil bli påvirket i anleggsperioden ble det i tillegg gjennomført fysisk dialogmøte/befaring.

God informasjon og tydelig kommunikasjon i forkant antas å være en årsak til at det ikke kom inn noen merknader fra naboer eller gjenboere i høringsperioden.

Utfyllende dokumentasjon, sammen med en god prosess og dialog med planmyndighet, i kombinasjon med politisk vilje, medførte at reguleringsendringen ble vedtatt.

Det ble både i informasjonsfolder og grunnlag til naboer opplyst om at innspill måtte fremmes i forbindelse med reguleringsendringen og at det ikke vil bli stilt krav om ytterligere nabovarsling i forbindelse med byggesøknad. Dermed oppnås raskere saksbehandling (3 uker) på byggesaken, fremfor fristen på 12 uker som gjelder for byggesaker med nabovarsel.

Fra første dialog med kommunen frem til politisk vedtak om godkjenning av reguleringsendringen og klagefrist utløp, tok det rundt 6 måneder. Det

⁴ Alle saksdokumenter, inkludert kommunens vedtak, merknadsoversikt til saken og tilbakemelding fra Sandefjord Lufthavn Torp, finnes her under saksnummer 118/24:
<https://www.sandefjord.kommune.no/engasjer->

deg/demokrati-og-politikk/motekalender/#/details/m-c983dc0b_41b8_48d4_9c70_849cc83cb998-1527!Bhxp24

var en effektiv prosess med god planlegging og tett samarbeid med kommunen. Utarbeidelsen av underlaget til søknaden om planendring tok 2-3 måneder. Norconsult stod for utarbeidelsen av underlaget med innspill fra prosjektgruppa. Høringsperioden er vanligvis 3 uker, men på grunn av at planendringen ble sendt ut på høring rett før sommerferien ble høringsperioden forlenget med 3 uker. Kommunens saksbehandler rakk å få opp planendring til første politiske vedtaksmøte etter sommeren som var i september, hvor den ble enstemmig vedtatt. Deretter må vedtaket annonseres i lokalavisa og klagefristen må utløpe uten vesentlige innsigelser for at vedtaket står seg.

3.1.1.3 Anbefalinger

Omreguleringsprosessen har en viss kostnad i seg selv, og merarbeidet med å inkludere flere gråareal eller eventuelt generelle bestemmelser rundt gråareal og/eller veggrunn er begrenset. Større omfang gir imidlertid økt økonomisk risiko da sannsynlighet for innvendinger eller særforhold som må vurderes mer inngående nødvendigvis vil øke. Så fremt man har oversikt over konsekvenser og høringsparter vil det likevel på generelt grunnlag, anbefales å endre planbestemmelser som omfatter hele eller større

delar av en detaljreguleringsplan, fremfor mindre delarealer.

En fordel med å gjennomføre en tidlig avklaring med planmyndighet og en reguleringsendring som beskrevet, er at selve byggesøknaden blir forenklet, og at risikoen for innsigelser eller uforutsette hindre i selve byggesaken blir minimal. Dette anbefales for å redusere risiko tidlig i prosjektet, før store kostnader påløper.

Basert på tilbakemeldinger fra administrasjonen i Sandefjord kommune, anbefales det for andre prosjekt å sonde politisk vilje gjennom kontakt med administrasjonen i første omgang, fremfor direkte kontakt med politikere.

Det anbefales også å avklare tidlig i prosessen hvilket grunnlag og dokumentasjon som bør inngå i omregulering eller reguleringsendring, slik at man så raskt som mulig kjenner omfang på nødvendige undersøkelser og arbeid.

For planlegging av fremdrift anbefales det å tidlig legge en plan sammen med kommunen hvor de oppgir datoer og frister prosjektet må forholde seg til, eksempelvis når politiske vedtaksmøter er planlagt. Det anbefales også å legge inn slakke i fremdrift til saksbehandlingstid og feriepåvirkninger.



Figur 3-1 Visualisering av solkraftverket utarbeidet til reguleringsendring

3.1.2 Konesesjon etter energiloven

3.1.2.1 Bakgrunn

Energiloven § 3-1 sier at anlegg for produksjon, omforming, overføring og fordeling av elektrisk energi, ikke kan bygges, eies eller drives uten konsesjon. Det samme gjelder ombygging eller utvidelse av bestående anlegg. Energilovforskriften § 3-1 bestemmer når konsesjonsplikten etter energiloven inntreffer. For solkraft kreves anleggskonsesjon hvis det er nødvendig å bygge annet konsesjonspliktig nettanlegg for å drive solkraftanlegget⁵. Det innebærer for eksempel etablering av transformator, jordkabel eller luftledning med spenning over 1 kV, eller lavspente kabler og ledninger på andres eiendom. NVE, Norges Vassdrags- og Energidirektorat, er konsesjonsmyndighet. Det vil si at NVE behandler konsesjonssøknader og tildeler eller avslår disse.

Det finnes ulike typer konsesjoner. De aktuelle her er anleggskonsesjon for solkraft som innebærer tillatelse til å bygge, eie og drifte et energiproduksjonsanlegg, og anleggskonsesjon for nettanlegg som innebærer tillatelse til å bygge, eie og drifte konsesjonspliktig nettanlegg.

3.1.2.2 Erfaring

Per vinter 2024/2025 er det lang kø for behandling av konsesjonssøknad for solkraft hos NVE, med en forventet ventetid på mellom 1 – 2 år fra en konsesjonssøknad sendes inn til en konsesjon eventuell blir gitt. Det er også en rekke krav til utredninger av virkninger på natur og miljø i forbindelse med konsesjonssøknad for solkraft, gitt av NVE's krav til konsekvensutredning⁶. Grunnet ønske om raskere fremdrift har prosjektet søkt tekniske løsninger som ikke utløser konsesjonsplikten etter energiloven. Se avsnitt om Design av solkraftverket og valg av lokasjon for pilotprosjektet

⁵ Konesjonsregelverket er endret fom. 1.juli 2025, til at solkraftverk under 10 MW ikke lengre trenger konsesjon fra NVE, men i stedet skal saksbehandles etter plan- og bygningsloven av den enkelte kommune.

3.1.2.3 Bakgrunn

Da arbeidet med pilotprosjektet startet, var det aller første designvalget å velge lokasjon for piloten. Strekningen langs E18 i området Sandefjord pekte seg raskt ut, hovedsakelig fordi området er innen Statens vegvesens område Sør (som er deltagende del av SVV i piloten) og fordi vegstrekningen flere steder har større sideareal. Viktige parametere for utvelgelse av areal var:

- Sideareal til veg som SVV har ansvar for og som er eid av staten
- Trafikksikkerhet og vegdrift
- Nærhet til vegrelatert energiforbruk og eksisterende nettanlegg
- Størrelse på areal passe for pilot
- Tilkomst til solkraftverket for drift
- Natur- og miljøhensyn
- Solforhold

I tillegg var det ønskelig med en lokasjon som lå nært nok E18 til at en faktisk fikk erfaringer med noen av spørsmålene ved solkraft nært riksveg, som påvirkning av vegstøv på energiproduksjon og hvor godt solcellemodulene tåler snø- og iskast fra brøyting.

Videre designvalg går ut på layout for solkraftverket. Dette innebærer valg av monteringsystem, organisering i rader og plassering av gjerde. Her kommer hensyn til trafikksikkerhet inn som et viktig element. Videre detaljer er orientering, høyde og vinkling på solcellepanelene.

3.1.2.4 Erfaring

Det er mange hensyn som må tas til trafikksikkerhet og vegdrift når prosjekt planlegges på sideareal til veg, og disse går i nærmere detalj i avsnitt 3.3 som handler om vegtekniske vurderinger i forprosjektet. For denne aller første tilnærmingen, der lokasjon for pilotprosjektet ble valgt, var det kun overordnede vurderinger som ble gjort. Solkraftverk på arealet som ble valgt

⁶ <https://veiledere.nve.no/solkraft/soknad-om-anleggskonsesjon/virkninger-for-miljo-og-samfunn/>

hindrer ikke sikt langs E18, ligger høyere i terrenget enn vegen, og det var allerede etablert autovern langs mesteparten av det aktuelle arealet grunnet pilarer til broen som krysser E18.

Med hensyn til eksisterende nett og nærhet til vegrelatert energiforbruk er arealet godt egnet, i og med at Fastcharge var underveis i sitt arbeid med etablering av ladestasjon for tungtransport på Furulund kro rett på andre siden av E18.

I et pilotprosjekt er det ønskelig med en størrelse som er stor nok til man får ønsket erfaring og læring, men lite nok til å ikke bli en fullskala. Altså et prosjekt med lav kompleksitet og risiko. Arealet ble vurdert å være av passende størrelse for et pilotprosjekt – ca. 10 000 m² tilgjengelig areal er stort nok til å få ønskede erfaringer, og lite nok til å ikke løpe for stor økonomisk risiko og samtidig kunne la seg gjennomføre relativt raskt.

På Furulund er det enkelt tilkomst til solkraftverket via Undelstvedtveien. Det er vurdert at det ikke ville være vesentlige negative virkninger på natur- og miljø ved å benytte sidearealet til solkraftverk, og det er relativt gode solforhold. Med arealet i skråning ned mot E18 forventes det å få ønsket erfaring med vegstøv og snø/iskast fra brøyting.

3.1.2.5 Anbefalinger

Det er mange og tverrfaglige hensyn å ta ved utvelgelse av areal til solkraft langs veg. Erfaringene fra pilotprosjektet er at den første og viktigste vurderingen som må avklares er eierforhold for arealet med tomtegrenser, og trafiksikkerhet.

Videre er det mulig å finne flere areal som er ganske lik Furulund. Det som var utslagsgivende for at piloten ble på Furulund var etableringen av ladestasjon for tungtransport, som gjør at energiproduksjonen vil gå til vegformål. Det anbefales at alle nye prosjekt setter trafiksikkerhetshensyn i første rekke, og dernest gjør sine egne prioriteringer etter interessentenes ønsker.

Nettilknytning for tekniske vurderinger i denne forbindelse.

En nøkkelfaktor for å ikke utløse konsesjonsplikt for solkraftverket var for Furulund-prosjektet at det finnes en eksisterende nettstasjon med tilstrekkelig ledig kapasitet, hvor solkraftverket kan tilknyttes og mate inn kraft i nettet. Eventuelt at det grunnet ny last (eksempelvis ladeinfrastruktur) skal bygges en ny nettstasjon, der kapasitet til solkraftverket kan planlegges inn. Det var da viktig at utløsende årsak til behovet for ny eller oppgradering av nettstasjon/trafo er ny last. Dette vil ikke ha noen innvirkning for fremtidige mindre solkraftprosjekter, grunnet endringene i energilovforskriften som trådte i kraft 1. juli 2025 som fritar solkraftverk under 10 MW fra konsesjonsplikten.

3.1.2.6 Anbefalinger

Erfaringene fra Furulund-pilotprosjekt når det gjelder forhold rundt konsesjon er sannsynligvis ikke relevante for eventuelle fremtidige prosjekt med solkraft langs veg. Dette grunnet endringen i energiloven som kom mens vi utviklet prosjektet, som fritar mindre solkraftverk under 10 MW fra konsesjonsplikt. Dette er langt større enn solkraftverk langs veg sannsynligvis vil være. Til sammenlikning er Furulund bare ca. 0,5 MW.

Det anbefales uansett å tidlig i prosjektet skaffe oversikt over eierforhold på alle areal som vil bli berørt av solkraftverket med tilhørende nettanlegg, da dette kan ha påvirkning på prosjektet uavhengig av konsesjonsplikt.

3.1.3 Vegloven

3.1.3.1 Bakgrunn

Vegloven er relevant og kommer til anvendelse ved at solkraftverket planlegges i nær tilknytning til riksveg. Vegloven gir blant annet føringer for byggegrenser, og vegnormalene er et viktig styringsverktøy for utforming av veganlegg.

I forbindelse med tillatelse til å bygge solkraftverk, kan vegloven også være relevant da offentlige veganlegg som anlegges etter bestemmelser gitt i, eller med hjemmel i vegloven, er unntatt fra blant annet søknadsplikt etter plan- og bygningsloven så langt tiltaket er detaljert avklart i gjeldende reguleringsplan etter plan- og

bygningsloven. Dette følger av byggesaksforskriften § 4-3 bokstav a) ⁷. I veiledning til byggesaksforskriften⁸ er det definert at begrepet offentlige «veganlegg» i tillegg til riksveg, fylkesveg og kommunal veg også omfatter blant annet *elektriske installasjoner som naturlig hører vegen til*. Temaveiledning om offentlige veganlegg og byggesak⁹ utdyper dette.

3.1.3.2 Erfaring

I dette prosjektet har ikke spørsmålet om det er mulig å benytte vegloven for tillatelse til solkraftverket blitt utforsket. Prosjektgruppen har ikke ansett det som sannsynlig at solcelleanlegg kan anses som en naturlig del av elektriske installasjoner i tilknytning til veg. Dersom solcelleanlegg skulle kunne blitt ansett som en naturlig del av elektriske installasjoner i tilknytning til veg, måtte det vært en forutsetning at anlegget bygges for å skaffe strøm til veganlegget (for eksempel ventilasjon og belysning i tunell m.m.), ikke til mer overordnet vegformål som ladeanlegget til Fastcharge anses å være.

I tillegg så gjelder unntaksbestemmelsen (hvis den kunne blitt anvendt) kun når tiltaket er omfattet av gjeldende reguleringsplan. Som nevnt i avsnitt Regulering, var ikke det tilfellet for dette prosjektet.

Etter vedtatt reguleringsendring ble det utarbeidet og sendt inn byggesøknad for solkraftverket.

3.1.3.3 Anbefalinger

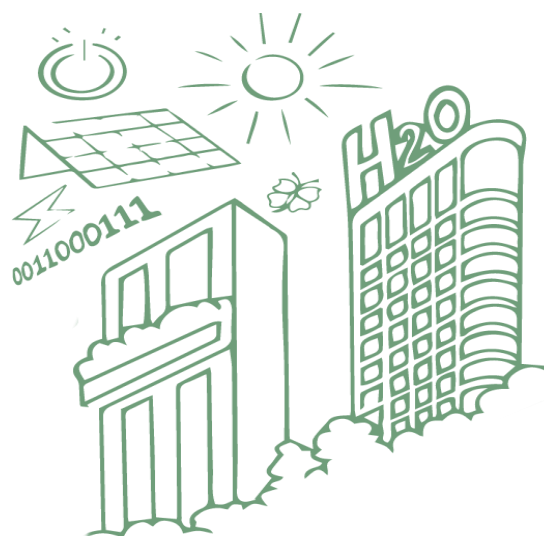
Det kunne vært fristende å utforske om solkraftverk på sideareal til veg kan bygges helt uten behov for byggesøknad eller konsesjon, i og med at dette potensielt vil kunne spare eventuelle fremtidige prosjekt for både tid og penger. Dette anbefales imidlertid ikke, da det er store usikkerheter knyttet til tolkninger og fordi endringen i konsesjonsregelverket gjør at det ikke lenger er behov eller ønske om å forsøke å finne

raskere fremgangsmåter for tillatelse til oppføring av solkraftverk.

Etter hvert som nye regler for konsesjonsfritak for solkraftverk under 10 MW kommer til anvendelse, vil kommunenes byggesaksavdeling etter hvert bli mer og mer erfaren med byggesaksbehandling for solkraft, noe som kanskje kan gjøre dette enda smidigere i fremtiden.

3.1.4 Oppsummering: myndighetsprosesser og tillatelser

Det er mange prosesser og tillatelser som må hentes inn før man kan bygge et solkraftverk langs veg, men det er ikke mer komplisert enn for solkraft på øvrige areal. For dette prosjektet som endte med en løsning der det blir byggesøkt etter plan- og bygningsloven er prosessen med å få tillatelse til å bygge både vesentlig raskere og noe mindre krevende enn dersom man måtte søkt konsesjon etter energiloven. Tillatelse til omdisponering av arealet til formålet solkraftverk gjennom enten planendring eller dispensasjon fra gjeldende plan er uansett nødvendig.



⁷ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488>

⁸ <https://www.dibk.no/regelverk/sak/2/4/4-3>

⁹ https://www.dibk.no/globalassets/byggeregler/tidligere_regelverk/eldre_temaveiledere_og_rundskriv/2006ho-2-veianlegg.pdf



3.2 Tekniske vurderinger

3.2.1 Design av solkraftverket og valg av lokasjon for pilotprosjektet

3.2.1.1 Bakgrunn

Da arbeidet med pilotprosjektet startet, var det aller første designvalget å velge lokasjon for piloten. Strekningen langs E18 i området Sandefjord pekte seg raskt ut, hovedsakelig fordi området er innen Statens vegvesens område Sør (som er deltagende del av SVV i piloten) og fordi vegstrekningen flere steder har større sideareal. Viktige parametere for utvelgelse av areal var:

- Sideareal til veg som SVV har ansvar for og som er eid av staten
- Trafikksikkerhet og vegdrift
- Nærhet til vegrelatert energiforbruk og eksisterende nettanlegg
- Størrelse på areal passe for pilot
- Tilkomst til solkraftverket for drift
- Natur- og miljøhensyn
- Solforhold

I tillegg var det ønskelig med en lokasjon som lå nært nok E18 til at en faktisk fikk erfaringer med noen av spørsmålene ved solkraft nært riksveg, som påvirkning av vegstøv på energiproduksjon og hvor godt solcellemodulene tåler snø- og iskast fra brøyting.

Videre designvalg går ut på layout for solkraftverket. Dette innebærer valg av monteringsystem, organisering i rader og plassering av gjerde. Her kommer hensyn til trafikksikkerhet inn som et viktig element. Videre detaljer er orientering, høyde og vinkling på solcellepanelene.

3.2.1.2 Erfaring

Det er mange hensyn som må tas til trafikksikkerhet og vegdrift når prosjekt planlegges på sideareal til veg, og disse går i nærmere detalj i avsnitt 3.3 som handler om vegtekniske vurderinger i forprosjektet. For denne aller første tilnærmingen, der lokasjon for pilotprosjektet ble valgt, var det kun overordnede vurderinger som ble gjort. Solkraftverk på arealet som ble valgt hindrer ikke sikt langs E18, ligger høyere i terrenget enn vegen, og det var allerede etablert autovern langs mesteparten av det aktuelle arealet grunnet pilarer til broen som krysser E18.

Med hensyn til eksisterende nett og nærhet til vegrelatert energiforbruk er arealet godt egnet, i og med at Fastcharge var underveis i sitt arbeid med etablering av ladestasjon for tungtransport på Furulund kro rett på andre siden av E18.

I et pilotprosjekt er det ønskelig med en størrelse som er stor nok til man får ønsket erfaring og læring, men lite nok til å ikke bli en fullskala. Altså et prosjekt med lav kompleksitet og risiko. Arealet ble vurdert å være av passende størrelse for et

pilotprosjekt – ca. 10 000 m² tilgjengelig areal er stort nok til å få ønskede erfaringer, og lite nok til å ikke løpe for stor økonomisk risiko og samtidig kunne la seg gjennomføre relativt raskt.

På Furulund er det enkelt tilkomst til solkraftverket via Undelstvedtveien. Det er vurdert at det ikke ville være vesentlige negative virkninger på natur- og miljø ved å benytte sidearealet til solkraftverk, og det er relativt gode solforhold. Med arealet i skråning ned mot E18 forventes det å få ønsket erfaring med vegstøv og snø/iskast fra brøyting.

3.2.1.3 Anbefalinger

Det er mange og tverrfaglige hensyn å ta ved utvelgelse av areal til solkraft langs veg. Erfaringene fra pilotprosjektet er at den første og viktigste vurderingen som må avklares er eierforhold for arealet med tomtegrenser, og trafiksikkerhet.

Videre er det mulig å finne flere areal som er ganske lik Furulund. Det som var utslagsgivende for at piloten ble på Furulund var etableringen av ladestasjon for tungtransport, som gjør at energiproduksjonen vil gå til vegformål. Det anbefales at alle nye prosjekt setter trafiksikkerhetshensyn i første rekke, og dernest gjør sine egne prioriteringer etter interessentenes ønsker.

3.2.2 Nettilknytning

3.2.2.1 Bakgrunn

I dette prosjektet var nettilknytning et sentralt tema, dels fordi løsning for tilknytning av solkraftverket til nett kan være utslagsgivende for om solkraftverket får krav til anleggskonsesjon (med regelverket som var gjeldende på dette stadiet i prosjektet), og dels fordi prosjektet ønsket en direkte tilknytning til ladestasjon for tungtransport for å sikre at energiproduksjonen går direkte til vegformålet.

Alternative løsninger for nettilknytning var:

- 1) Tilknytning til Fastcharge sin nye nettstasjon via lavspent kabel, som blir etablert på andre siden av E18 på parkeringsplassen ved Furulund kro
- 2) Tilknytning til Lede sin nettstasjon via lavspent kabel, som ligger rett nord for areal A
- 3) Etablere ny, egen nettstasjon for tilknytning

3.2.2.2 Erfaring

Ønsket løsning og den som først ble valgt var alternativ 1 med tilknytning til Fastcharge. Dette for å få en direkte kobling til nettstasjon som forsyner ladestasjon for tungtransport, og fordi det innledningsvis så ut som denne løsningen ikke ville utløse krav til konsesjon for hverken solkraftverket eller den lavspente kabelen¹⁰. Teknisk løsning for føring av kabel over E18 var tidlig et tema i prosjekteringsgruppen. Det var tre mulige alternativ for dette: benytte eksisterende rør under E18, bore nye rør under E18, eller nye stålrør klamret til utsiden av rekkverk på broen over E18 som er rett nord for areal A. Staten er eier av alt dette arealet, og prosjekteringsgruppen trodde vi ved alle tre alternativ så på en løsning der lavspentkabel kun ble ført på egen eiendom, altså ikke konsesjonspliktig nettanlegg.

Prosjekteringsgruppen innså imidlertid at fylkesveg 256 også må krysses med kabel, i tillegg til at Fastcharge sin nettstasjon var planlagt helt på østsiden av parkeringsplassen ved Furulund kro. Fylkesvegen er eid av Vestfold fylke, og tomte Furulund kro med tilhørende parkeringsplass ligger på er eid av flere privatpersoner. Vestfold fylke ble kontaktet angående tillatelse til å bore rørføring for kabel under fylkesveg 256, noe som var enkelt å få tillatelse til via et skjema som fylles ut på nett. Men i og med at alternativ 1 for nettilknytning ville medført behov for at lavspent kabel legges på andre eiendommer enn statens, ville dette utløse krav til anleggskonsesjon for selve lavspentkabelen. Det tar tid med konsesjonssøknad for lavspentkabel, og i tillegg til

¹⁰ Energilovforskriften § 3-1 unntar kundespesifikke anlegg med spenning under 1000 V vekselstrøm og

1500 V likestrøm fra konsesjonsplikten. Dette vil si lavspentanlegg på egen eiendom.

at det ble ansett som lite sannsynlig å få denne konsesjonen. Dette fordi konsesjonssøknader vurderes i et samfunnsøkonomisk perspektiv, og det er vanskelig å argumentere for samfunnsøkonomien i å legge en lengre kabel bort til Furulund kro sin parkeringsplass når Lede sin eksisterende nettstasjon er nærmere.

Denne oppdagelsen gjorde at alternativ 2 med tilknytning til Lede sin nettstasjon ble undersøkt nøyere. Lede har to eksisterende nettstasjoner i nærhet til solkraftverket. En er plassert rett nord for areal A på andre siden av Undelstvedtveien, og den andre helt i sørspissen av felt A, også den på andre siden av Undelstvedtveien. Lede gjorde sine undersøkelser, og fant noe ledig kapasitet for innmating i begge nettstasjoner. Ingen av nettstasjonene hadde tilstrekkelig ledig kapasitet for å ta imot effekten fra hele solkraftverket, og dermed ble det valgt en løsning med elektrisk oppdeling av solkraftverket i to deler. Størsteparten av solkraftverket blir tilknyttet nettstasjonen i nord, men en mindre del blir tilknyttet nettstasjonen i sør. Begge tilknytninger løses som helt ordinære lavspente tilkoblinger, der Lede bygger, eier og drifter lavspenkabelen fra nettstasjon og til tilknytningspunktene på solkraftverket på sin områdekonsesjon.

Ledig kapasitet i nettstasjonene var noe mindre enn ønsket med tanke på mulig maksimal installert effekt i solkraftverket gitt de tilgjengelige arealene. Det ble derfor undersøkt med Lede mulighet for å oppgradere den nordligste nettstasjonen, med en ny og større trafo. Avklaring med NVE angående oppgradering i forbindelse med tilknytning av produksjonsanlegg satte en stopper for dette, da det ble opplyst at oppgradering er sidestilt med ny utbygging av høyspentanlegg, og at oppgradering med større trafo dermed ville utløst krav til anleggskonsesjon for selve solkraftverket (gitt regelverket på daværende tidspunkt). Valgt løsning ble dermed noe redusert størrelse på solkraftverket, og tilknytning til eksisterende nettstasjoner.

Alternativ 3 med å bygge ny nettstasjon for tilkobling av solkraftverket ble raskt forkastet og ikke undersøkt i detalj, da etablering av nytt høyspent nettanlegg for tilknytning av

solkraftverket ville utløst krav til anleggskonsesjon for selve solkraftverket (etter daværende regelverk) som er uønsket grunnet både fremdrift og kostnad.

3.2.2.3 Anbefalinger

Det er klare fordeler bedriftsøkonomisk med tilknytning av produksjon direkte til eget forbruk, ved at en benytter eksisterende nettanlegg og dermed sannsynligvis har lave eller ingen investeringskostnader for nettilknytning. I driftsfasen sparer man både nettleie og avgifter i tillegg til selve energikostnaden for strøm som brukes internt bak egen måler. Dette er også en løsning som stiller færre krav til kapasitet i nærliggende nettanlegg. For eventuelle nye prosjekt med solkraft langs veg anbefales det å se etter areal der det er et lokalt energiforbruk som kan forsynes av solkraftverket, og om mulig tilknytte solkraftverket bak måleren til dette forbruket.

Det anbefales å tilknytte solkraftverk langs veg til eksisterende nettstasjon, dersom dette er mulig. Årsaken til dette knyttes både til fremdrift og kostnader, da eventuelle anleggsbidrag vil være lave og løsningen har ingen til kort ledetid sammenliknet med å bygge nytt nettanlegg.

Det anbefales å tidlig kartlegge eiendomsgrenser og eierforhold av tomter i forbindelse med planlegging av solkraftverk og tilknytning til nett. Dersom man må føre kabler, også lavspente kabler, over andres eiendom vil dette medføre krav til anleggskonsesjon for kabelen. Dette kan ta noe tid, og vil dermed påvirke fremdriften i prosjektet. Det er ikke like lang kø på saksbehandling av konsesjon for nettanlegg som for ny kraftproduksjon, men det er forventet at det kan ta opptil 6 mnd. Årsaken til at dette ble oppdaget senere enn ønsket i Furulund-prosjektet var at de som visste hvilken betydning eierforhold av grunn hadde for konsesjon ikke var klar over eierforholdene, og at de som hadde oversikt over eierforhold ikke kjente ikke til hvilken konsekvens disse hadde for konsesjon. Områdekonsesjonær (nettselskap) kan bygge, eie og drifte slike kabler på sin områdekonsesjon.



3.3 Vegtekniske vurderinger

3.3.1 Trafikksikkerhet

3.3.1.1 Bakgrunn

Trafikksikkerhet er et premiss for utvikling og implementering av alle installasjoner langs veg. For solkraftverk på sideareal til veg er avstand til vegen og virkning av det å sette opp en fysisk installasjon nært vegbanen, det største trafikksikkerhetsmessige temaene som er behandlet i forprosjektfasen. Muligheten for refleksjon og blinding fra solcellepanelene på trafikanter har også vært et tema.

Som utgangspunkt er det ikke ønskelig med installasjoner innenfor sikkerhetssonen langs riksveger. Dersom installasjoner plasseres innenfor vegens sikkerhetssone, må det implementere nødvendige. Det må gjennomføres en grundig risikovurdering for å identifisere potensielle farer og eventuelle nødvendige tiltak.

3.3.1.2 Erfaring

Deler av solkraftverket på Furulund er planlagt innenfor sikkerhetssonen. Plasseringen er valgt for å få mest mulig erfaring fra prosjektet, og var dels muliggjort av eksisterende autovern både i nordlig og sørlig ende av skråning ned mot E18. I forbindelse med prosjektet er de to eksisterende autovernene koblet sammen med et nytt kortere autovern, som trafikksikkerhetstiltak for å sikre trygge løsninger for trafikantene.

Autovern anses for å være et dårligere trafikksikkerhetstiltak sammenliknet med trafikksikkert sideterreng. Prosjektet er planlagt langs en rett strekning uten høydekurvaturer, og autovern vurderes derfor som tilfredsstillende trafikksikkerhetstiltak. Trafikksikkerhet vil være et evalueringspunkt fra prosjektet.

Muligheten for refleksjon og potensiell blinding av trafikanter ble tidlig identifisert som den største usikkerheten for trafikksikkerhet på veg for Furulund-prosjektet. Det ble derfor utført en refleksjonsanalyse for prosjektet, der de geometriske forholdene for solstråler som reflekteres i solcellepanelene og treffer inn i øyehøyde til en trafikanter ble vurdert for ulike typer trafikanter og gjennom hele året med hensyn på solens posisjon. Analysen omfattet også vurdering av muligheten for refleksjon for flytrafikk, da prosjektet ligger i Sandefjord Lufthavn Torp's inn- og utflygningsbane.

Analysen viste at det kun ville være en mulighet for refleksjon fra solcellepanelene inn i øyehøyde for høye kjøretøy, eksempelvis lastebiler, med daværende design på solkraftverket. Resultat viste også at det lar seg gjøre å unngå dette ved å justere noe på vinkelen solcellepanelene monteres i, uten at dette vil påvirke energiproduksjon fra solkraftverket i særlig grad. Dette ble implementert i prosjektet. Dermed er det mulig å fullstendig unngå refleksjon fra solcellepanelene på trafikanter, og det ble ikke behov for vurdering av om en refleksjon har tilstrekkelig ubehagelig effekt på øyet til at

refleksjonen blir en blending. Analysen viste at det ikke vil være refleksjon fra solcellepanelene på flytrafikk og piloter.

I Norge har vi ikke p.t. noen regulering for akseptabel refleksjon med hensyn til varighet, hyppighet eller intensitet (styrke), hverken for solcelleanlegg i tilknytning til veg eller for solcelleanlegg generelt. Dersom det ikke er mulig å unngå mulighet for refleksjon ved justeringer på design, må dermed det enkelte prosjekt gjøre sine egne vurderinger. Solcellepaneler er designet for å absorbere lys, og har i utgangspunktet lav refleksjon, mindre enn for eksempel glass¹¹.

3.3.1.3 Anbefalinger

Det anbefales å løfte vurderinger om trafiksikkerhet tidlig i forprosjektet, slik at påvirkning og mulige avbøtende tiltak drøftes og synliggjøres tidlig. Det er viktig å få på plass løsninger som ivaretar hensynet til trafiksikkerheten.

Refleksjonsanalyse bør være en del av forprosjektet for alle prosjekt der det planlegges eller vurderes solkraft langs veg. Det anbefales å gjøre denne tidlig, for å få med eventuelle virkninger på design av solkraftverket som må inn i for eksempel reguleringsendring. Det er viktig å tidlig avklare hvilke parter som muligens kan bli påvirket av refleksjon, eksempelvis kan dette være trafikanter, naboer eller nærliggende lufthavner.

3.3.2 Framkommelighet

3.3.2.1 Bakgrunn

Framkommeligheten på E18 må ikke reduseres som følge av etableringen av solkraftverket langs vegen. Dette gjelder både i planlegging, bygging og drift av solkraftverket.

3.3.2.2 Erfaring

I forprosjektfasen har vurderinger rundt framkommelighet blitt løftet som del av risiko- og sårbarhetsanalysen som ble utført av prosjektgruppen i fellesskap.

I selve forprosjektfasen ble det ikke identifisert hendelser som sannsynlig vil kunne påvirke framkommeligheten på vegen. Det ble imidlertid identifisert forhold og hendelser under byggeperioden, som vil kunne påvirke framkommeligheten.

For å allerede tidlig i prosjektet legge best mulig til rette for at framkommeligheten ikke påvirkes negativt i byggefasen, har følgende grep blitt identifisert og tatt inn i konkurransegrunnlaget som en del av bestilling til entreprenør:

- Ankomst til byggeplassen vil skje fra alternativt vegnett, via Undelstvedtveien
- Materiell må sikres på byggeplassen mot å blåse ut i vegbanen. Dette gjelder spesielt solcellepanelene, som er store flater med tilhørende stort vindfang.

3.3.2.3 Anbefalinger

Det anbefales å gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser i fellesskap i tidlig fase av et prosjekt, ikke bare for å avdekke muligheter og risiko, men også for å identifisere risikoreduserende og avbøtende tiltak. Å dele disse funnene med entreprenør helt fra start, antas å skape et godt grunnlag for videre arbeid.

3.3.3 Vegdrift

3.3.3.1 Bakgrunn

I forprosjektet har vegdrift og forhold rundt dette vært et viktig tema i forbindelse med tidligfase design og utforming av solkraftverket. Det er en forutsetning for utnyttelse av gråareal langs veg til energiproduksjon at solkraftverket ikke skal gjøre vegdriften vanskeligere eller mer tidkrevende. Samtidig søker pilotprosjektet å finne svar på

¹¹ Faktaark om gjenskinn fra solcellepaneler, utarbeidet av IFE i 2024. <https://fornybarutvikling.no/wp-content/uploads/2024/06/Faktaark-Gjenskinn.pdf>

driftsspørsmål som hvordan solkraftverket vil påvirkes av brøyting, steinsprut og slått langs veg.

Spørsmål rundt vegdrift handler både om hvordan solkraftverket påvirkes av vegdriften, og hvordan vegdriften påvirkes av at det kommer et solkraftverk.

3.3.3.2 Erfaring

Risiko- og sårbarhetsanalysen som har blitt utført peker på flere mulige punkter i forbindelse med drift, men alle vurderes som lite til moderat sårbare. Det er identifisert og stilt designmessige krav til solkraftverket i den tekniske kravspesifikasjonen som skal ivareta praktiske forhold med vegdrift, eksempelvis skal kabler mellom rader med solcellemoduler legges i rør i bakken fremfor på kabelstiger for å sikre at man enkelt kan slå gress mellom radene.

Det er ingen praktiske erfaringer med solcellepaneler såpass nært veg som det planlegges for i pilotprosjektet fra land med tilsvarende klimatiske forhold. Det største usikkerhetsmoment i forprosjektet har vært mekanisk styrke i solcellepanelene, og om de vil tåle iskast og saltsprut fra brøyting av vegen om vinteren uten å ta skade. Det er valgt å stille krav til mekanisk styrke i solcellepanelene tilsvarende de mest robuste hylleware-produktene som er på markedet. En sentral erfaring fra prosjektet blir å teste om dette holder eller ikke.

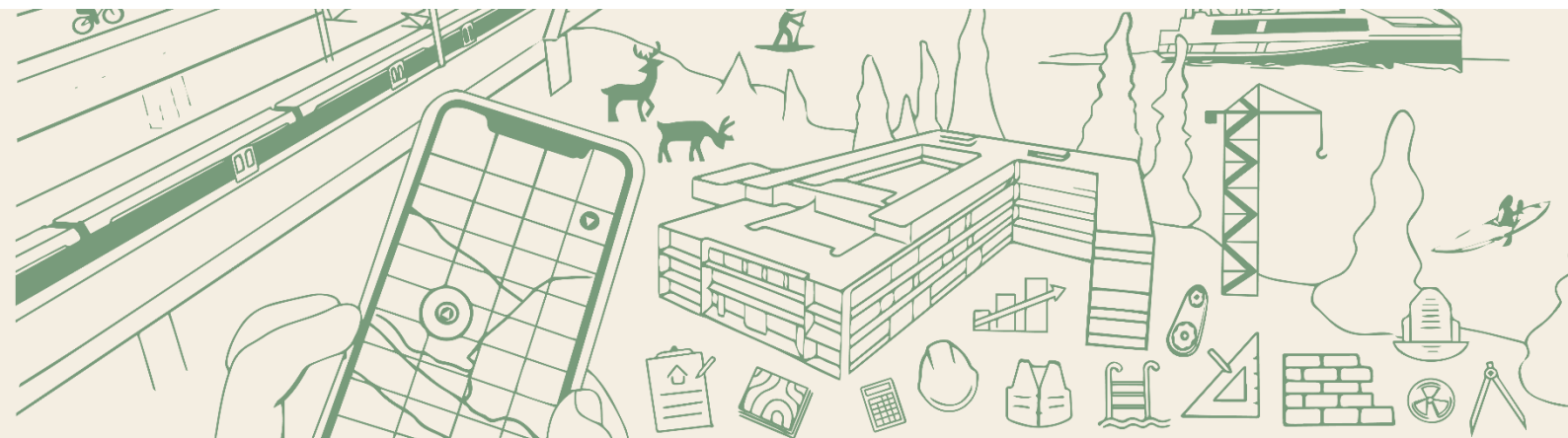
Statens vegvesen har gitt viktige innspill til hvordan solkraftverket vil kunne påvirkes av drift av vegen. Det er det ikke identifisert noen større utfordringer, men det vil vise seg gjennom praktisk erfaring gjennom uttesting i prosjektet om dette stemmer. Solkraftverket vil muligens påvirke kantslått langs vegen. Hvordan dette best løses i praksis, er noe av det pilotprosjektet søker å finne svar på.

3.3.3.3 Anbefalinger

Det er vanskelig å gi noen gode anbefalinger angående dette punktet på nåværende tidspunkt, før vi har gjort oss de erfaringene som pilotprosjektet vil gi. Det anbefales allikevel å tenke på og planlegge for god vegdrift fra tidlig

fase i prosjekt med solkraft langs veg. Selv om det ikke er identifisert sannsynlighet for større problemer tilknyttet vegdrift i dette prosjektet, er ikke det nødvendigvis tilfellet for alle prosjekt. Det anbefales å følge med på læringspunktene fra denne piloten for de ubesvarte spørsmålene som er nevnt i tilknytning vegdrift.





3.4 Prosjektoppsett

3.4.1 Avtalemodell

3.4.1.1 Bakgrunn

Finansiering og eierforhold er viktig å beslutte for alle solkraftverk. For Statens vegvesen er det en forutsetning at SVV ikke selv skal være en kommersiell aktør, og dermed ikke skal selge strøm. Det finnes i hovedsak tre typer avtalemodeller for utvikling, bygging, eierskap og drift av solkraftverk.

- 1) Eie selv: Tiltakshaver, den som eier grunnen eller bygningen der solkraftverket skal være kjøper, eier og drifte solkraftverket selv. Hvordan solkraftverket anskaffes avhenger av entreprisform.
- 2) Leasing: Tiltakshaver tillater en tredjepart å bygge solkraftverket på sitt areal, ofte mot en leie for arealet. Tredjepart eier solkraftverket, men leaser det ut til tiltakshaver for en fast årlig pris. Tiltakshaver har selv ansvar for drift, og all energiproduksjon tilfaller tiltakshaver.
- 3) Solenergi som en tjeneste: En tredjepart bygger, eier og drifter solkraftverket på tiltakshaver sitt areal, ofte mot en leie for arealet. Tredjepart selger energien fra solkraftverket helt eller delvis til tiltakshaver og/eller andre aktører gjennom ppa (kraftkjøpsavtale).

I dette pilotprosjektet er det valgt en løsning som likner på solenergi som tjeneste (modell 3), der Hafslund og Statens vegvesen har inngått en samarbeidsavtale. Statens vegvesen gir Hafslund tilgang til å planlegge og etablere et solkraftverk på statlig grunn ved E18. Hafslund får tilgang til å utvikle, bygge, eie og drifte solkraftverket for å få kunnskap om sidearealers egnethet for solkraftproduksjon. Prosjektet anses som et forsknings- og utviklingsprosjekt for både Statens vegvesen og Hafslund, og alle parter bidrar i prosjektarbeidet.

3.4.1.2 Erfaring

Det har vært en stor fordel i pilotprosjektet å ha det tette samarbeidet mellom Statens vegvesen og Hafslund som samarbeidsavtalen har lagt opp til. I pilotprosjektet der det stadig dukker opp nye utfordringer eller spørsmål, har den åpenheten og fleksibiliteten som er utvist av alle samarbeidspartnerne vært en suksessfaktor.

Varighet på kontrakt for disponering av areal, som er på 10 år, har blitt spilt inn som et viktig punkt fra Hafslund sin side. Solkraftverk har 30 års levetid, og 10 års leiekontrakter på statlig grunn vil derfor være vanskelig å akseptere for aktører som skal bygge, eie og drifte solkraftverk. Prosjektet har til formål å oppnå ny kunnskap om solkraft på sideareal langs veg. Prosjektet har derfor en slutt dato som er satt i kontrakten, med en opsjon om forlengelse.

Et annet innspill på avtalemodell fra Hafslund sitt ståsted er at de ønsker større prosjekt for gjennom stordriftsfordeler kunne oppnå tilfredsstillende økonomi. Eksempelvis dersom alle gråarealer i en kommune eller langs en vegstrekning bli samlet i en felles utbygging, så ville prosjektene kanskje bli store nok til at det blir mer attraktivt for en utbygger/samarbeidspartner. Dette må ses i sammenheng med erfaringene fra reguleringsprosess, som viser at reguleringsendring for større areal kan forventes å være mer tidkrevende og komplekse.

3.4.1.3 Anbefalinger

Det er litt tidlig i prosjektet ennå for å konkludere med anbefaling til form på avtalemodell for eventuelle fremtidige prosjekt med solkraft langs veg. Det er også å forvente at behovene i det første pilotprosjektet vil være litt annerledes enn i senere prosjekt, når alle involverte er mer erfarne, og har tidligere prosjekt å se til for læring. Behovene i et pilotprosjekt antas å være større og kreve mer av de involverte enn i mer modne prosjekt.

For å oppnå god lønnsomhet i solkraftprosjektet er det viktig å sikre god nok størrelse på prosjektet, forutsigbarhet for investeringene som er gjort, og sørge for mest mulig langsiktig avtale for arealbruk med grunneier.

3.4.2 Entrepriseform

3.4.2.1 Bakgrunn

Med bakgrunn i signaler fra markedet og ønsker fra bransjekontakter i tidligfase om økt bruk av totalentrepriser i solkraftprosjekter, ble det tidlig tatt en beslutning på entrepriseformen totalentreprise for Furulund-prosjektet. Totalentreprise har blitt en dominerende entrepriseform i entreprenørbransjen for bygg-segmentet, og har også blitt mer vanlig i veg- og anlegg den siste tiden.

Det var to hovedfaktorer som ble vektlagt ved valg av entrepriseform. Fundamenteringsløsningen i prosjektet var ikke åpenbar. Videre var det et ønske om å få unyttet den kompetanse som ligger i entreprenør- og leverandørleddet for å få best

mulig produktvalg og løsningskombinasjoner. Det var også ønske om å utfordre bransjen til å komme med fleksible løsninger på fundamentering under varierende forhold. Grunntanken rundt dette valget var at leverandør og utførende-leddet var antatt å være tettere på nye produkter, hadde opparbeidet erfaring fra egen drift og kunne komme med fleksible, praktiske og økonomisk fordelaktige løsninger.

3.4.2.2 Erfaring

Valg av entrepriseform er til dels også et valg av risikoprofil. Ved beslutninger om løsning, og valg av produkt eller metode påtar man seg også en risiko. Denne risiko må vurderes og prises. Fundamenteringsløsning er nevnt som en vesentlig faktor for valg av entrepriseform. Det ble i forprosjektet gjennomført prøvesjaktinger som grunnlagsdokumentasjon av grunnforhold. I konkurransen viste det seg imidlertid at flere tilbydere vurderte risikoen rundt valg av fundamenteringsprinsipp og grunnforholdene så stor at de avsto fra deltakelse. Andre tilbydere priset inn omfattende risiko og/eller valgte kostbare fundamenteringsløsninger.

Solkraftbransjen er fortsatt «ung» i Norge, og det finnes begrenset med erfaringsdata eller metodevalg fra prosjekt med varierende grunnforhold med blandede løsmasser, morene og innslag av fjell. De store solkraftverkene på kontinentet har ofte ensartet og mer homogene forhold med lite stein og blokk. Firmaene som konkurrerer om disse oppdragene, viser seg å ha lite grunneksptise i egen organisasjon og må tilknytte seg slik erfaring i partnerskap eller underentrepriser.

Totalentrepriser er generelt mer arbeidskrevende for tilbydere å prise. I tilbudsfasen må det foretas en rekke vurderinger og valg som legges til grunn for tilbyders løsning og pris. I dette prosjektet er erfaringer så langt at tilbyderne i varierende grad tok det overordnede ansvaret som ligger i en totalentreprises grunnprinsipp eller knyttet til seg partnere som reelt sett dukket inn i prosjektets utfordringer. Tilbakemelding på årsak til dette var blant annet at prosjektet var for lite til at

entreprenørenes leverandører prioriterte å stille opp med sin kunnskap og kapasitet.

Det ble valgt å gjennomføre konkurransen som en begrenset anskaffelse, hvor seks utvalgte entreprenører fikk tilbud om å delta i konkurransen om prosjektet. Ikke alle de inviterte endte med å gi tilbud på jobben. Det ble utført videre forhandlinger med de mest aktuelle tilbyderne.

Erfaringen er at få aktører i solenergibransjen fremstår modne nok til å påta seg ansvaret som totalentreprenør ut over det rent soltekniske. Konkurransen blir lav, og det er kun et fåtall tilbydere for en slik entrepriseform. I dette prosjektet var årsaken primært risikoprofilen for grunnforhold og at fundamenteringsprinsipp ikke var besluttet av oppdragsgiver. Det var på konkurransetidspunktet kun bygget et fåtall bakkemonterte solkraftverk i Norge, og det forventes at konkurransen kan bli større når entreprenørene får mer erfaring og markedet modnes.

3.4.2.3 Anbefalinger

Skal man velge totalentreprisformen er det viktig å tydeliggjøre og minimere prosjektrisikoen i tidlig fase. For bakkemontert solkraft er det viktig å kartlegge grunnforholdene for å redusere risikoen i prosjektet. Grundig kartlegging av grunnforholdene er essensielt for å redusere prosjektrisiko. For fundamentering vil både avstander til fjell og løsmassenes egenskaper være viktige. For å kartlegge større områder kan ulike former for geofysiske undersøkelser som georadar, resistivitetsmålinger eller seismikk vurderes som supplement til de mer tradisjonelle med prøvegravinger og/eller totalsonderinger.

Oppdeling av entreprisen, flytting av grensesnitt eller åpen bok/samspill for enkelte deler av entreprisen er andre måter å fordele eller flytte prosjektrisikoen mellom partene.

Det anbefales at man i eventuelle fremtidige prosjekt, i regi av byggherre gjør en grundig kartlegging av grunnforhold i tidligfase. Viser denne kartlegging av grunnforhold at det fortsatt er stor variasjon og risiko ved grunn- og

fundamenteringsarbeider kan det vurderes å velge en annen entreprisform enn totalentreprise. Vår anbefaling for fortsatt å kunne nytte erfaringen som utførende har er å inngå samspill med åpen bok på grunn- og fundamenteringsarbeidene til ett gitt grensesnitt.

Dersom det velges totalentreprise, bør det vurderes om andre typer entreprenører enn rene solenergibedrifter skal inviteres til konkurransen. Det kan også vurderes å legge ut konkurransen offentlig, for å se om andre aktører i markedet kan være mer villig til, og kanskje også bedre egnet til, å påta seg rollen som totalentreprenør og ha med et solenergifirma som underentreprenør.



3.4.3 Kontrahering av entreprenør

3.4.3.1 Bakgrunn

Hvilken anskaffelsesprosedyre som velges avhenger av oppdragsgiver/tiltakshaver. Er oppdragsgiver offentlig vil anskaffelsen som hovedregel måtte tilfredsstillere lov om offentlig anskaffelser (LOA), LOV-2016-17-73).

For pilotprosjektets tilfelle var oppdragsgiver Hafslund Vekst AS som ikke er omfattet av lov om offentlig anskaffelse. Anskaffelse er gjennomført som er privat anskaffelse, konkurranse med forhandling i henhold til NS8410. Konkurransen er gjennomført med inviterte tilbydere.

3.4.3.2 Erfaring

Konkurransegrunnlaget, kvalifikasjonskrav og tildelingskriterier ble utarbeidet på tilsvarende nivå som en konkurranse etter LOA. Det ble stilt konkrete men relativt omfattende krav til dokumentasjon til tilbudet. Det ble gjort undersøkelser av tilbyderne i forkant for å vurdere om tilbyderne var egnet til å oppfylle kvalifikasjonskravene.

Ikke alle entreprenørene som var invitert til å gi tilbud, valgte å gjøre dette. Det var mangler ved flere av de mottatte tilbudene etter tilbudsfrist.. For en privat anskaffelse med forhandling lot dette seg supplere i forhandlingsfasen, men erfaring fra tilbudsprosessen er at leverandører og tilbydere i dette markedet ikke har tilstrekkelig erfaring rundt tilbudsprosesser for denne typen anskaffelse. Det var kun 2 av de 3 mottatte tilbudene som var av en slik art at det var naturlig å gå videre til forhandlinger med entreprenøren.

Det var både solenergifirmaer og andre firma som er mer vant med å være totalentreprenør som ble invitert til konkurransen. Solenergifirma har nok tradisjonelt levert tilbud og priser som underentrepriser til større byggentreprenører som igjen har tatt ansvar for komplette tilbud i henhold til kravene som er stilt. Mens totalentreprenørfirmaene som ikke har så mye erfaring innenfor solenergi har kontroll på dokumentasjon for generelle krav i bygge- og anleggsbransjen, er de ikke like vant med fokuset

på leverandørkjedene til solcellemoduler. Dette førte til mangler i flere av tilbudene. Hadde konkurransen blitt gjennomført etter LOA kan det være flere eller alle tilbud måtte blitt avvist, og i verste fall konkurransen utlyst på ny.

3.4.3.3 Anbefalinger

Dersom man må forholde seg til LOA kan det anbefales at man gjennomfører prekvalifisering som første steg. For en privat anskaffelse kan dette også være en fornuftig tilnærming for å sikre at de inviterte tilfredsstiller de kvalifikasjonskrav som er gitt. Dette gjør også at man vil begrense antall tilbydere og sile ut tidlig de som ville nådd røket ut ved evaluering av formalia.

Uavhengig av om man må forholde seg til LOA eller ikke, kan det være interessant å invitere andre typer entreprenører til konkurransen enn det som ble gjort på Furulund-prosjektet. Dette kan gjøres ved at man i en begrenset konkurranse inviterer mer kjente totalentreprenørfirma, med håp om at disse kanskje er mer kjente med rollen som totalentreprenør og at de tar med seg det typiske solenergifirmaet som en underentreprenør. Det kan også innebære å lyse ut konkurransen offentlig.

Forenkling av konkurransen kan gjøres ved innhenting av åpen offentlig dokumentasjon om tilbydere, for å redusere dokumentasjonskravene ved tilbudslevering.

Vår anbefaling er at man bør velge en prosedyre som gir rom for forhandlinger. For anskaffelser under EØS terskelverdi gis det anledning til dialog. For anskaffelser over EØS terskelverdier, del III, må vilkår i §13-2 i LOA tilfredsstilles for bruk av konkurranse med forhandling etter forutgående kunngjøring.

3.4.4 Menneskerettigheter

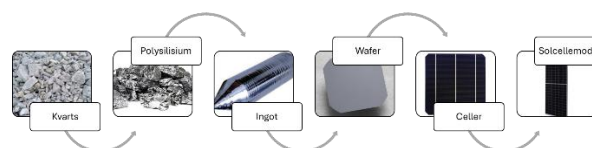
3.4.4.1 Bakgrunn

Det er risiko for menneskerettighetsbrudd i leverandørkjedene til komponenter i solkraftverk. Risikoen for tvangsarbeid i leverandørkjeden til solcellemoduler er særlig høy, spesielt i regioner som Xinjiang i Kina, hvor det er dokumentert bruk av tvangsarbeid blant den muslimske minoriteten uigurer. Det er også kjent at uigurer flyttes ut av regionen, og utsettes for tvangsarbeid og annen forfølgelse i andre kinesiske regioner. En betydelig andel av verdens polysilisium, som brukes i produksjon av solcellemoduler, kommer fra Xinjiang-provinsen i Kina. Ifølge en rapport fra 2023 er omtrent 35 % av verdens polysilisiumproduksjon knyttet til Xinjiang¹². Dette er en nedgang fra 45 % i 2020. Regionen sto for 32 % av verdens produksjon av silisium av metallurgisk kvalitet (Metallurgical Grade Silicon, MGS) i 2020.

Det er viktig å gjøre aktsomhetsvurderinger ved innkjøp av solcellemoduler fordi det bidrar til å identifisere og håndtere risikoer knyttet til menneskerettighetsbrudd, samt at et økt fokus på dette kan bidra til mer anstendige arbeidsforhold i leverandørkjeden. I Norge er Hafslund underlagt Åpenhetsloven som krever at virksomheter utfører aktsomhetsvurderinger for å stanse, forebygge og begrense negative konsekvenser for grunnleggende menneskerettigheter og sikre anstendige arbeidsforhold. Dette innebærer blant annet å kartlegge og vurdere faktiske og mulige negative konsekvenser, iverksette tiltak for å håndtere disse, og kommunisere med berørte interessenter.

Statssanksjonert tvangsarbeid er svært vanskelig å avdekke og avbøte. Virksomheter kan ikke forventes å reelt påvirke bruk av tvangsarbeid. Virksomheter må etter beste evne velge leverandører med lavest mulig risiko, og ikke velge produkt hvor det er kjent faktisk bruk av tvangsarbeid i og utenfor Xinjiang-regionen.

Dette var Hafslund sitt første solkraftprosjekt og dermed første anskaffelse av solcellemoduler. Siden det ble gjennomført som en totalentreprise er det totalentreprenør som står for innkjøp. Det ble derfor stilt krav til totalentreprenøren for aktsomhetsvurderinger. Kravene ble utformet av prosjektet i samarbeid med Hafslunds egen menneskerettighetsrådgiver.



Figur 3-2 Verdikjede solcellepanel

3.4.4.2 Erfaring

Hafslund har prioritert aktsomhetsvurderinger av leverandørkjeder for solcellemoduler, men har også fulgt opp om vekselrettere er laget av israelske produsenter som kan knyttes til den ulovlige okkupasjonen av Palestinske områder. I prosjektet var det ingen tilbud med israelsk-produserte vekselrettere. Hafslund har også prioritert dialog med tilbydere om hvordan de vil følge opp eventuelle leveranser fra underleverandører i allmenngjorte bransjer, i tråd med informasjons- og påseplikten.

Hafslunds etiske retningslinjer og krav til leverandørene oppstilte menneskerettslige kontraktskrav, inkludert krav om å gjøre aktsomhetsvurderinger i tråd med OECDs retningslinjer for flernasjonale selskaper. Hafslund stilte også som kontraktskrav at Hafslund hadde godkjenning på hvilke solcellemoduler som skal brukes i prosjektet.

Oslomodellens kvalifikasjonskrav krever at leverandørene er egnet til å gjøre aktsomhetsvurderinger. Alle tilbydere var underlagt åpenhetsloven, og alle burde kunne levere dokumentasjon på at de er egnet til å etterleve kvalifikasjonskravet. Dette var et nytt kvalifikasjonskrav for flere av tilbyderne, så det

¹² Crawford, A. og L.T. Murphy, *Over-exposed: Uyghur Region Exposure Assessment for Solar Industry Sourcing*, Sheffield Hallam University, 2023, side 3.

krevde noen avklaringsrunder for å få den etterspurte dokumentasjonen.

Tildelingskriteriene etterspurte informasjon om leverandørene og ledd i leverandørkjedene til de aktuelle solcellemodulene. Informasjon om øvrige underleverandører til solcellemodulprodusentene ble også innhentet for å vurdere generell risiko knyttet til produsentene, og ikke bare de aktuelle solcellemodulene. Denne bredere vurderingen ble ansett som viktig også av hensyn til omdømmerisiko.

Informasjonen ble vurdert mot offentlige kilder om risikobildet for tvangsarbeid i Kina (se metodebeskrivelse nedenfor). Mulige funn ble forelagt i møter med hver enkelt tilbyder, hvor det ble stilt spørsmål om deres aktsomhetsvurderinger og synspunkter på Hafslunds funn. Møter med produsenter ble gjennomført for å svare ut spørsmål som tilbyderne ikke kunne svare på. Dersom alle tilbyderne hadde levert gode aktsomhetsvurderinger av produsent og leverandørkjeder, ville behovet for grundigere vurderinger være mindre. Hafslund har også en selvstendig vurderingsplikt etter åpenhetsloven.

Samtidig som Hafslund og tilbyderne er underlagt åpenhetsloven, foreligger det en omdømmerisiko som først og fremst vil ramme Hafslund og Statens vegvesen hvis tvangsarbeid avdekkes i leverandørkjeden. Dette oppfordrer også til å gjøre særlige grundige vurderinger av risikoen for tvangsarbeid.

For Hafslund var det derfor svært viktig å gjøre grundige vurderinger og bygge opp en god metodikk for risikovurderingen. Erfaringene vi har gjort i denne prosessen resulterte i et sett med dokumentasjon som vi etterspør:

- Leverandørkjede for spesifikk solcellemodul, så langt ned i leverandørkjeden som mulig.
 - Avklare hvis tilgjengelig rapport ikke går lenger ned enn ledd x i leverandørkjeden, er det mulig å få mer informasjon?

- 3. parts revidert sporbarhetsrapport hvis tilgjengelig, hvis ikke tilgjengelig hva er mulig å få?
- Alle underleverandørene til produsenten, også for øvrige solcellemoduler enn den aktuelle, helt ned til kvarts
- Miljødeklarasjon (Environmental Product Declaration, EPD), da utslippstall kan gi en indikasjon på hvor det er produsert
- Code of conduct
 - Egen virksomhet
 - Leverandører
- Prosess for leverandørgodkjenning
- Eventuelle sertifiseringer

Vi har erfart at det er mulig å få mye informasjon om leverandørkjedene til produsenter av solcellemoduler, for eksport ut av Kina. Noen av produsentene delte informasjon om sine leverandørkjeder helt ned til kvarts, mens andre hadde kun oversikt til og med MGS. Manglende innsikt i leverandørkjeder for det kinesiske markedet forhøyer risiko for å knytte seg til produsenter som har tvangsarbeid i leverandørkjedene for dette markedet.

Følgende metode har blitt brukt for å vurdere alle kjente ledd i produsentenes leverandørkjeder:

1. Avklar eierskap, finn informasjon om eier(e), søsterselskap og eventuell annen tilknytning til Xinjiang og tvangsarbeid
2. Identifisere om ovennevnte selskaper var nevnt som høyrisiko-aktører i følgende rapporter fra Sheffield Hallam University (SHU):
 - «In broad daylight»¹³
 - “Over-exposed”¹⁴
3. Sjekk selskapsnavn og eventuelle lignende selskapsnavn, gjør søk på eierskap om det er samme eier:
 - [UFLPA Entity List](#) – Forced labour ban US¹⁵
 - SHU: «Companies named in Media and Academic reports» (desember 2021)

¹³ [In Broad Daylight](#) (2021)

¹⁴ [Over-exposed](#) (2023)

¹⁵ <https://www.dhs.gov/uflpa-entity-list>

- SHU «Companies operating in the Uyghyr region» (desember 2021)
- 4. Gjør Google søk og søk med bedriftens AI-assistent:
 - Er *leverandøren* knyttet til tvangsarbeid i Kina? Er *leverandøren* knyttet til tvangsarbeid gjennom sine leverandører i Kina? Hva vet du om *leverandøren*?
 - Generell merknad: AI-assistentens oppgitte kilder må sjekkes for om teksten faktisk sier det samme som ai-assistenten. Hvis ikke den oppgir kilder be om kilder.

Fremgangsmåten for å vurdere underleverandørene har i stor grad lent seg på metodikken i «Over-exposed»-rapporten, som tar utgangspunkt i offentlig kjent informasjon og bransjekunnskap om regionenes produksjonskapasitet og logistikk i leverandørkjeden.

Denne metodikken avdekker risikobildet for både solcellemodul og produsenten, og muliggjorde en konkret sammenligning av funn og risikonivå. Sammenligningen viste at én av solcellemodulprodusentene skilte seg klart fra de andre. Dette gjorde det mulig å ta et så informert valg som mulig, gitt prosjektets begrensede økonomiske rammer og det krevende risikobildet.

Ingen av produsentene har oppgitt underleverandører med lokasjoner i Xinjiang eller som skal ha brukt tvangsarbeid utenfor Xinjiang, jf. kildene ovenfor. Selv om man får tredjeparts verifisert sporbarhetsdokumentasjon på modulen, kan man likevel ikke være sikker på at informasjonen stemmer. Å vurdere alle

underleverandørene gir et ekstra grunnlag for helhetlig risikovurdering.

Det har ikke vært økonomisk og tidsmessig mulig å gjennomføre tredjepartsrevisjoner av den valgte produsenten og ledd i leverandørkjeden. Samtidig er det anerkjent at sosiale revisjoner ikke er egnet som verktøy for å avdekke slik risiko, og at det i seg selv kan sette mennesker i fare for statlig forfølgelse i Kina.¹⁶

Selv om sporbarhet anses som et viktig verktøy i å avdekke tvangsarbeid i leverandørkjede, må det anerkjennes at informasjon kan unnlates. Det er vanskelig å få verifisert informasjon med tilstrekkelig notoritet. Dette betyr at det ikke er mulig å garantere at leverandørkjeden er fri for tvangsarbeid.

Erfaringen i dette prosjektet er at sporbarhet ned til polysilisium er vanlig, og for noen leverandører standard til det utenlandske markedet. Erfaringen var at det også er mulig å få sporbarhet ned til MGS og kvarts. Det er viktig å merke seg at sporbarhet ned på MGS og kvarts nivå koster ekstra og fører gjerne til en måned ekstra leveringstid per ekstra ledd det skal produseres sporbarhets dokumentasjon for. Det må derfor tas hensyn til at leveringstid kan bli opp til 7-8 måneder og prisen høyere.

Å få tak i solcellemoduler uten kinesisk leverandørkjede har vist seg vanskelig. Noen ikke-kinesiske produsenter ble forsøkt kontaktet, men de svarte ikke. Selv om produsenten av solcellemodulen ikke er kinesisk, er det svært vanlig at deler av leverandørkjeden er i Kina. En del produsenter har egne leverandørkjeder for det amerikanske markedet hvor de nederste leddene fra polysilisiumet produseres utenfor Kina, men disse har de ikke vært villige til å selge til oss.

Gjennom innhenting av informasjon om solcellemodulprodusenten, har vi blitt kjent med at flere også har bygd og drifter/har driftet eller

¹⁶ Worker-Driven Social Responsibility Network | No Bar too Low: Social Auditing State-Sponsored Forced Labor; Social Audits Fail to Identify State-Imposed Forced Labour - Uyghur Human Rights Project; Commentary: Five international firms refuse to conduct social audits in Xinjiang; time to recognise limitation of

[social audits everywhere, says NGO - Business & Human Rights Resource Centre; The Unreliability of Social Compliance Audits For Uncovering Forced Labor Explored at Hearing | CECC](#)

3.4.4.3 Anbefalinger

Lov om offentlige anskaffelser gir mindre fleksible rammer. Vår forståelse er likevel at offentlige innkjøpere gjennom kontraktskrav om rett til å godkjenne leverandørens underleverandører og krav om aktsomhetsvurderinger har handlingsrommet til å ta etiske valg om solcellemoduler i samarbeid med kontraktsmotpart.





4 Del 2: Detaljprosjektering og byggefase

4.1 Detaljprosjektering og forarbeid

Dette kapitlet handler om det arbeidet som ble utført før oppstart av fysiske byggearbeider.

4.1.1 Teknisk design og valg av løsninger

4.1.1.1 Bakgrunn

Detaljprosjekteringen startet da entreprenør var kontrahert. I den valgte entreprisformen, totalentreprise, har entreprenøren forpliktet seg til funksjonskrav gitt av konkurransegrunnlaget, men står relativt fri til å velge tekniske løsninger og produkter forutsatt at disse oppfyller funksjonskravene.

4.1.1.2 Erfaring

Detaljprosjekteringen av solkraftverket på Furulund var veldig lik som detaljprosjektering i andre, ordinære byggeprosjekt. Detaljerte arbeidstegninger ble utarbeidet av entreprenøren, og fremlagt for prosjekteringsgruppen.

I dette prosjektet var det kontraktskrav om at byggherren (Hafslund) skulle forelegges og godkjenne arbeidstegninger før arbeid ble påbegynt. Hafslund konsulterte med Statens vegvesen og tekniske rådgivere i Norconsult før godkjenning av løsninger. Dette førte til at et par uønskede løsninger ble fanget opp og endret. For

eksempel planla entreprenøren å legge kabler mellom rader med solcellepaneler på kabelbro i luft, noe som ville vanskeliggjort tilkomst og klipp av gress mellom radene. Løsningen ble endret til at alle kabler ligger i rør i grunn, slik at gressklipper kan kjøres fritt mellom radene.

I tillegg hadde SVV som krav å vurdere og akseptere all prosjektering med hensyn til trafiksikkerhet før byggestart. Etter ferdig prosjektering ble det arrangert et eget møte med byggeleder fra SVV for å avklare nødvendige tiltak i byggefasen.

Først ble detaljprosjektering av fundamentering, flytting av viltgjerde og sammenkobling av rekkverk langs E18 utført. Deretter fulgte detaljprosjektering av monteringsystem og layout for radene med solcellemoduler, før nettilknytning, kabling og overvåking. Detaljprosjekteringen pågikk delvis samtidig med byggefase, og varte hele våren 2025. For eksempel foregikk detaljprosjektering av kabling samtidig som grunnarbeider ble utført. Det tok nesten 3 måneder fra kontrahering av entreprenør til nok detaljprosjektering var utført til at arbeidet kunne gå i gang. Dette skyldtes en kombinasjon av flere forhold, blant annet begrenset erfaring med

bygging av bakkemonterte solkraftverk hos alle involverte parter og at grunnforholdene viste seg å ha mer stein enn forventet.

Sistnevnte ga utfordringer for fundamenteringsløsning. Entreprenør valgte betongfundament (for å redusere risiko), men dette førte til spørsmål i prosjektgruppen om reversibilitet, klimaavtrykk og livsløp – og om jordspyd kunne ha redusert inngrep/kost. Disse spørsmålene måtte belyses før løsningen kunne godkjennes.

Entreprenøren valgte å utnytte maksimal høyde på radene med solcellemoduler gitt av bestemmelser i godkjent reguleringsendring og krav til design fra konkurransegrunnlaget. For det flate området på felt A var designet relativt detaljert i kravspesifikasjonen, og ble dermed som forventet. På område B i skråningen ned mot E18 ble det valgt en høyere byggehøyde enn prosjektgruppen hadde sett for seg i forprosjektet. Høydevalget ga gode lysforhold for solcellemodulenes bakside og svært lav sannsynlighet for oppsamling av snø på modulene, men betyr også mulig økt materialbruk og utfordringer knyttet til arbeid i høyden ved montering.

Det var noen utfordringer med dokumentasjonen som ble oversendt fra entreprenør, der denne var mangelfull, ikke hadde tilstrekkelig informasjon i tittelfelt eller hadde høy nok detaljgrad, hadde ikke fulgt rutiner for fagkontroll, eller lignende.

Det ble valgt å inngå avtale med en tredjepart om SCADA-system (Supervisory Control and Data Acquisition), noe som viste seg å være uheldig da tjenesteleverandøren gikk konkurs.

4.1.1.3 Anbefalinger

Det kan være fordelaktig med relativt høy detaljeringsgrad i kravspesifikasjon sammenlignet med andre byggeprosjekter med bakgrunn i at solkraft er en ung bransje der mange aktører inkludert entreprenører har begrenset erfaring. Nærhet til veg skaper ytterligere behov for kontroll over tekniske løsninger.

Kravene til utforming av solkraftverket tok utgangspunkt i hoveddelen av anlegget som ble bygget på delområde A (det flate området). Det kunne med fordel vært satt noen flere krav i kravspesifikasjonen til utforming av den anleggsdelen som ble bygget i skråningen mot vegen (delområde B), spesielt for maksimal byggehøyde. Krav til estetikk eller føringer for hvordan solkraftverket skal se ut er viktige i eventuelle nye prosjekt som har høy grad av synlighet og/eller der det ligger føringer for utforming gjennom regulering eller andre tillatelser.

Krav om godkjenning av teknisk løsning før arbeid iverksettes anbefales videreført, da dette viste seg å fange opp og avverge flere uønskede løsninger. Det kan være fordelaktig å definere/detaljere prosessen for byggherres involvering, gjennomsyn og aksept av løsninger utover det som ligger i kontraktstandarden.

Det anbefales det å stille strengere og tydeligere krav i konkurranseutlysningen til omfang, kvalitet, gjennomsynsprosesser, detaljgrad, fremdrift m.m. på tegninger og annet prosjekteringsunderlag.

4.1.2 Enterprise- og kontraktstrategi i detaljprosjektet

4.1.2.1 Bakgrunn

Valg av entreprisetypen og kontraktsform har stor betydning for ansvarsfordeling og grad av byggherrekontroll i detaljprosjekteringen.

4.1.2.2 Erfaring

Kombinasjonen av totalentreprise og uforutsette grunnforhold ga krevende risikodeling mellom byggherre og entreprenør. Det var gjennomført innledende grunnundersøkelser i forprosjektet, men det viste seg å være mer stein i grunnen enn disse ga grunn til å forvente. Dette førte til behov for merarbeid med forberedende grunnarbeider og utfordringer med bruk av peler eller skruer for fundamentering. Dette førte til at man valgte å benytte prefabrikkerte gravitasjonsfundamenter i betong, noe som førte til forsinkelser og kostbare endringer.

Kontrakten inneholdt for dårlige incentiver for totalentreprenørs fremdrift, spesielt i detaljprosjekteringsfasen. Detaljprosjekteringen tok lang tid, noe som kanskje kunne vært fremskyndet dersom incentiver for raskere fremdrift hadde vært til stede.

4.1.2.3 Anbefalinger

Det kan være en god ide å vurdere general- eller samspillsentreprise, eventuelt oppdelt totalentreprise, i eventuelle fremtidige prosjekt der grunnforhold er lite kjent. Et relativt umodent leverandørmarked er også en grunn til å vurdere andre entreprisformer enn totalentreprise. Dersom totalentreprise velges, bør leverandørene bes om å prise alternative fundamenteringsløsninger allerede i tilbudsfasen. Det bør også vurderes å skille ut forberedende grunnarbeider som en egen kontrakt.

En fagperson bør involveres i utarbeidelse av et program for grunnundersøkelser for å sikre at undersøkelsene er av tilstrekkelig omfang og kvalitet til at man kan bruke resultatene som et effektivt beslutningsunderlag under planlegging av fundamenteringsløsning.

Kontrakten bør inneholde incentiv for fremdrift i form av for eksempel avtalte milepæler for betaling knyttet til godkjente leveranser. Dette bør starte helt fra detaljprosjekteringen. Det bør også vurderes å innføre dagbøter ved forsinkelser, inkl. for leveranse av komplett prosjekteringsunderlag.

4.1.3 Byggesøknad

4.1.3.1 Bakgrunn

I forprosjektet ble det gjennomført en mindre reguleringsendring av området for solkraftverket, som er en planendring. Det vil si en bestemmelse av hva slags formål et areal kan benyttes til, samt hvilke forbehold eller krav som stilles ved bruk av arealet. Reguleringsendringen behandles politisk i kommunen.

I tillegg kreves det godkjenning av byggesøknad iht. plan- og bygningsloven (pbl) for tiltaket før en kan igangsette bygging. Byggesøknaden behandles administrativt i kommunen av byggesaksavdelingen, og skal som hovedregel godkjennes så lenge tiltaket er i tråd med gjeldende reguleringsplan for området, alle krav i bygningsteknisk forskrift (TEK) er oppfylt, og at naboer ikke har store ulemper ved tiltaket.

Man kan sende inn byggesøknad enten som to trinns rammesøknad, eller som ett-trinns søknad. For ett-trinns søknad søker man om både rammetillatelse og igangsettingstillatelse samtidig, noe som krever at all teknisk detaljprosjektering er utført, og at alle ansvarlig utførende entreprenører er valgt. I to-trinns søknad søker man først om de ytre rammene og får svar på om det kan gjennomføres iht. disse, så søker man deretter om igangsettingstillatelse når detaljprosjektering er avklart før byggearbeidene starter. Ett-trinns søknad har som regel kortere saksbehandlingstid enn to-trinns.

4.1.3.2 Erfaring

For pilotprosjektet på Furulund ble det valgt å sende ett-trinns byggesøknad, hovedsakelig fordi det ble gjennomført en grundig prosess med reguleringsendringen for området, slik at de ytre rammene for prosjektet i stor grad var avklart. Det ble vurdert å ikke være behov for nabovarsling i forbindelse med byggesøknaden, i og med at reguleringsendringen ble nabovarslet (uten å motta innsigelser) og fordi løsningene i detaljprosjekteringen var innenfor rammene gitt av reguleringsendringen.

Som grunnlag til byggesøknaden trengs en del dokumentasjon, herunder ferdig detaljprosjektering av tiltaket med tilhørende tegninger. Det er også nødvendig med erklæring av ansvarsrett for relevante fag. Selve byggesøknaden og alle dokumenter som ble sendt inn, inkludert kommunens vedtak, finnes på Sandefjord kommunes nettsider for saksinnsyn¹⁷.

¹⁷ Gbnr 650/01 - Byggesøknad - Solkraftverk Furulund - Sandefjord kommune

4.2 Byggefase

Her beskrives erfaringer med selve byggefasen for pilotprosjektet, med alle praktiske arbeider. Det beskrives kun erfaringer som er ansett spesielt relevante for solkraftprosjekt, ikke erfaringer som er generelle og gjelder i alle byggeprosjekter.

4.2.1 Byggeplassen, logistikk og tilkomst

4.2.1.1 Bakgrunn

Trafikksikkerhet og framkommelighet på E18 har vært den viktigste forutsetningen for hele pilotprosjektet. Byggeplassen må være funksjonell, og by på trygge arbeidsforhold. Det var viktig at selve byggeplassen, logistikk på denne og tilkomst til byggeplassen ble løst på en måte som hensyntok alle disse aspektene. Samtidig skal behovene til prosjektet møtes, med adkomst for og plass til nødvendige maskiner og utstyr.

4.2.1.2 Erfaring

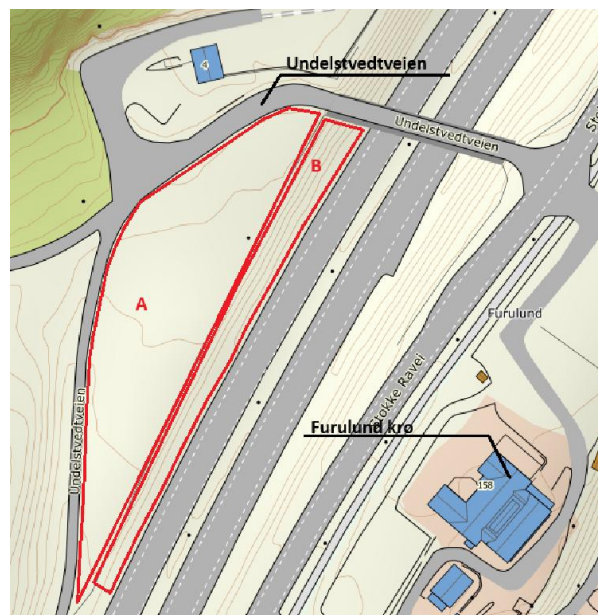
Byggeplassen ble klargjort av Statens vegvesen gjennom deres entreprenør som forlenget og sammenkoblet eksisterende rekkverk langs E18, og flyttet på viltgjerde som lå midt i prosjektområdet. Når dette var gjort var det klart for at totalentreprenør kunne påbegynne sine arbeider.

Tilkomst til byggeplassen ble løst via Undelstvedtveien, slik at trafikk til og fra byggeplassen ikke berørte E18. Nærheten til og samarbeidet med Furulund kro var svært gunstig, både for parkering og fasiliteter.

Byggeplassen var sikret med et standard byggegjerde, og ble avlåst når det ikke var aktivitet. Allikevel skjedde det et tyveri der 3 vekselrettere og omtrent 20 solcellemoduler ble stjålet¹⁸. Tyveriet skjedde på kveld/natt, usikkert nøyaktig når da det ikke var overvåkning av lagerplassen. Utstyret ble oppbevart i kontainer

¹⁸ Det var flere hendelser der solcellemoduler og/eller vekselrettere ble stjålet fra byggeplasser sommeren 2025

innenfor avlåst byggegjerde, men selve kontaineren var ikke låst. Tyveriet førte til noe forsinkelse i fremdrift, da det var noe bestillingstid på nye vekselrettere.



Figur 4-1 Oversikt over prosjektområdene

4.2.1.3 Anbefalinger

Det fungerte bra at SVV med sine rammeavtaleentreprenører gjorde den aller første klargjøringen av byggeplassen. Å tidlig få forlenget rekkverk var en forutsetning både for trafikksikkerhet og for tryggheten til arbeidere på byggeplassen.

Det å tenke på tilkomst til byggeplass og området for solkraftverket for fremtidig drift- og vedlikeholdsarbeider er viktig i utvelgelse av areal for eventuelle nye prosjekt med solkraft langs veg. Å ha Undelstvedtveien som adkomst til byggeplassen var en forutsetning for god logistikk til byggeplassen.

For å unngå tyverier bør det være lagerplass for utstyr med overvåkning og bedre sikring i overgangsfaser. Sikringstiltak bør tydelig spesifiseres i kontrakten som et entreprenøransvar. Det kan være aktuelt å stille

krav om låsbare containere og kameraovervåkning av byggeplassen. Et annet tiltak kan være å sikre tilstrekkelig bemanning i rigg- og byggefasen hvor utstyr er særlig utsatt.

4.2.2 Trafikksikkerhet og framkommelighet

4.2.2.1 Bakgrunn

Trafikksikkerhet og framkommelighet på E18 har vært grunnleggende og føringsgivende prinsipper gjennom hele pilotprosjektet på Furulund. Det å benytte gråareal langs veg til energiproduksjonsformål kan ikke gå på bekostning av trafikksikkerheten eller vegens funksjon, altså framkommeligheten for trafikk. Dette gjelder gjennom både planlegging, bygging og drift av solkraftverket.

Under byggefasen har det vært spesielt fokus på trafikksikkerhet, både for trafikanter på E18 med tanke på om og hvordan aktivitet på byggeplassen kan påvirke trafikk og motsatt – hvilken risiko trafikken på E18 utgjør for selve byggeplassen og de som arbeider der med oppføringen av solkraftverket.

4.2.2.2 Erfaring

I detaljprosjekteringen hadde SVV ansvar for å vurdere, avklare og akseptere løsninger med hensyn til vegnormaler, trafikksikkerhet, framkommelighet og vegdrift før byggestart. Helt konkret ble oppfølging av autovernforlengelse, gjerde-arbeider og spørsmål om mulige informasjonsskilt for solkraftverket styrt av hensyn til trafikksikkerhet. I tillegg ble det kontrollert at løsningene valgt i detaljprosjekteringen ikke endret resultatene fra refleksjonsanalysen på en måte som gikk ut over trafikksikkerheten, både med hensyn til vegtrafikk og flytrafikk til Torp Lufthavn Sandefjord.

Før byggearbeidene til LOS kunne starte, var det nødvendig å forlenge/koble sammen to eksisterende betongrekkverk langs E18 for å få kontinuerlig autovern langs hele skråningen med område B av solkraftverket. Dette var av trafikksikkerhetshensyn et nødvendig tiltak som

følge av at det etableres konstruksjoner såpass nært vegbanen som solkraftverket på felt B, som er plassert innenfor vegens sikkerhetssone. Denne barrieren virker også motsatt veg, altså som et sikkerhetstiltak for de som utfører arbeid på solkraftverket både i byggefase og i driftsfase.

I forbindelse med arbeidet med å forlenge og koble sammen betongrekkverk var det nødvendig å stenge ett felt på E18 i sørgående retning. For å sikre framkommelighet og holde trafikkflyt ble dette utført som nattstenging, fordelt over tre netter. Arbeidet ble utført uten uønskede hendelser, og trafikkflyten var god.

En praktisk forutsetning for at trafikkflyten på E18 kunne opprettholdes var muligheten for å bruk Undelstvedtveien for tilkomst til byggeplassen gjennom hele byggeperioden. Gjerdet som gikk langs Undelstvedtveien ble flyttet og retablert som del av anleggsarbeidene etter å ha tilpasset dette til plassering av solkraftverket slik at sikring mot tilkomst til E18 for uvedkommende fremdeles ble beholdt.

God orden på byggeplass er alltid viktig med hensyn til sikkerhet, men i dette prosjektet ble sikring av løse gjenstander løftet frem som et spesielt viktig punkt med tett oppfølging gjennom både planlegging og bygging. Kun noe løs plast eller annet lett byggemateriale på avveie som blåser inn på E18 kan få store konsekvenser dersom det fører til hindret sikt for en trafikanter. Dette ble fulgt tett opp gjennom byggefasene, og det forekom ingen uønskede hendelser.

Det var ønske fra Hafslund om oppføring av informasjonsskilt langs E18 ved solkraftverket for informasjon til forbipasserende om solkraftverket og utnyttelse av gråareal langs veg til fornybar kraftproduksjon. Søknad om informasjonsskilt ble avslått av SVV med henvisning til forbud mot reklame langs veg. Informativ skilting om prosjektet ble utført på anleggsgjerdet som vendte mot Undelstvedtveien.

4.2.2.3 Anbefalinger

Anbefalinger til eventuelle nye prosjekt med solkraft langs veg er å gjøre mye av det samme som ble gjort i pilotprosjektet på Furulund. Det vil

si å tenke på trafiksikkerhet og framkommelighet gjennom hele prosjektets levetid i alle prosjektfaser.

I detaljprosjektet betyr dette konkret at vegeier må involveres i avklaringer av tekniske løsninger, slik at vegtekniske hensyn og vegnormaler blir ivarettatt av ressurser med rett kompetanse og erfaring til å fange opp eventuelle påvirkninger på trafiksikkerhet, framkommelighet og vegdrift. Dersom det gjøres endringer på layout for solkraftverket i forhold til slik det ble simulert i refleksjonsanalyse utført i forprosjektet, må denne oppdateres for å sikre at endringer ikke fører til uheldig refleksjon fra solkraftverket.

I byggefasen anbefales det å starte arbeidene med eventuelle trafiksikringstiltak, og at disse koordineres av vegeier og utføres av entreprenører vegeier har rammeavtale med for denne typen arbeid. Dersom vegen må stenges helt eller delvis, anbefales dette utført på natt eller andre tidspunkt med lite trafikk slik at framkommelighet påvirkes så lite som mulig. På byggeplassen er det viktig med spesielt fokus på sikring av løse gjenstander, slik at disse ikke havner i vegbanen.



4.2.3 SHA og kvalitetsoppfølging

4.2.3.1 Bakgrunn

SHA (sikkerhet, helse og arbeidsmiljø) er viktig i alle byggeprosjekt, og i dette prosjektet var det i tillegg til vanlig arbeid med SHA byggeplass et stort faremoment med nærheten til E18 og risiko for trafikkulykke. Byggeplassens nærhet til motorveg medfører fare for arbeidere for eksempel dersom de går for nært vegen til å være dekt av sikringstiltak som betongtrekkverk, og/eller byggeplassen kan være til fare for trafikanter på E18 dersom eks. løst materiell fra byggeplassen blir tatt av vind og havner i vegbanen. Det var dermed ekstra stort fokus på SHA og arbeidsrutiner på byggeplassen.

Golden Row (pilotrad) var besluttet brukt i prosjektet som prinsipp for å sikre kvalitet i utførelse. Golden Row går ut på at én enkelt rad i solkraftverket bygges og ferdigstilles, før den inspiseres og eventuelt godkjennes. Når denne raden er godkjent kan øvrige installasjonsarbeider påbegynnes, og disse skal utføres som blåkopi av den omforente godkjente Golden Row. Dette sikrer at alle interessenter omforenes om forventninger og krav til kvalitet, prosedyrer og utførelse, og er ment å hindre at en og samme feil repeteres mange ganger før den oppdages. Dette skal redusere opprettingsarbeider, og bidra til at prosjektet ferdigstilles til rett tid, avtalt pris og med omforent kvalitet, og redusert risiko for konflikter og tvister.

4.2.3.2 Erfaring

Hafslund tok SHA på alvor fra start, og hadde fokus på dette i byggeplassoppfølgingen. I oppstartsmøtet med entreprenør på byggeplass var dette hovedtema. SVV deltok på oppstartsmøte på byggeplassen og byggemøter gjennom byggefasen for å ivareta de spesielle hensynene til trafiksikkerhet i prosjektet.

Byggherrens SHA-plan ble utarbeidet i forprosjektet, og revidert med oppdatert risikovurdering ved oppstart av byggefasen. Entreprenøren utarbeidet både HMS-plan og risikoanalyse før oppstart av byggearbeider, og reviderte disse ved behov gjennom

prosjektperioden. Det ble avholdt ukentlige byggemøter, og vernerunder ble gjennomført for hver ny fase av prosjektet for å sikre kontinuerlig oppfølging av SHA.

Oppfølging av SHA og kvalitet ble dokumentert gjennom prosjekthotellet Interaxo der referater fra byggemøter ble lagret og aksjoner ble opprettet med ansvarlig part og status tydelig beskrevet.

Som følge av at entreprenør i detaljprosjektet valgte å benytte seg av spillerommet som ble gitt av kravspesifikasjonens bestemmelser for byggehøyde måtte installasjonsarbeid foregå unødvendig høyt over bakken på felt B i skråningen. Montør måtte klatre på stativene for å få festet øverste rad med solcellepaneler, da innfestingen på disse var slik at den strammes til fra oversiden. Det ble brukt personlig fallsikringsutstyr, men høyden var for lav til at fallsikring antas å ville fungerte hensiktsmessig ved en hendelse. Risiko for fallskade i forbindelse med montering av modulene anses dermed å være unødvendig stor, selv om den ble håndtert på en måte som tilfredsstiller krav. Det ble ikke rapportert om noen faktiske uheldige hendelser i forbindelse med arbeid i høyden. På felt B som er en bratt skråning ble det glatte arbeidsforhold ved regnvær, noe som ble hensyntatt i slik at det ikke ble arbeidet der når forholdene var for vanskelige.

Hafslund som byggherre var ukentlig på byggeplassen, og Norconsult var med på flere av byggemøtene og rundene på byggeplass. Mindre løse gjenstander, løse/hengende DC-kabler som ikke var terminert rett og måten utstyr ble håndtert på (eks. ikke løftet på rett måte iht. produsent) var gjentatte observasjoner. Hyppig tilstedeværelse med korte runder på plassen ga bedre oppfangning av avvik enn lengre og grundigere runder sjeldnere.

Det ble også identifisert svakheter i dokumentasjon av SJA (sikker jobbanalyse), spesielt gjaldt dette situasjoner med arbeid i skråning og for arbeid i høyden inkludert fallsikring.

Golden-row-tilnærming var krevende å få til å fungere som tiltenkt da entreprenøren ikke hadde fanget opp forventning til ferdigstillingsgrad fra

funksjonsbeskrivelsen. Det ble utført to golden row inspeksjoner, en i start av juni og en i starten av august. I starten av juni var alle fundamenter og stativer montert på område B, og rundt halvparten av solcellepanelene var montert her. På område A hadde oppmåling og plassering av betongfundament så vidt begynt. Selv om det var flere rader på område B der solcellepanelene var mekanisk innfestet, var ikke de elektriske arbeidene utført, og kravene for å gjennomføre en komplett golden row befaring dermed ikke tilfredsstilt. Arbeidene var ikke ferdigstilt på noe sted, samtidig som de var kommet langt på andre steder, slik at hensikten med golden row metodikken ikke vil oppnås til fulle - eventuelle feil var allerede kopiert. Tilstrekkelig dokumentasjon var heller ikke utarbeidet og delt i forkant. I starten av august var det et nytt forsøk på en golden row befaring, men da var allerede flere rader mekanisk ferdig. Det ble gjort noen funn og justeringer på utførelse som ble avtalt at skal følges for alle rader der dette ikke allerede er utført, eksempelvis er kabler ført etter leap-frog prinsippet på golden row mens det for gjenstående rader ble besluttet å kable «vanlig» fra modul til modul langsetter raden. Dette medfører blant annet at det er noe ulike løsninger for kabelføring innad i solkraftverket – nettopp det golden row prinsippet skal forhindre.

Oppsummert gjorde manglende prosessforståelse og parallelle arbeider at golden row prinsippet ikke ble fulgt som planlagt. Innen første rad var ferdigstilt og klar for inspeksjon, var arbeidene allerede i gang på andre rader, slik at inspeksjon ble for sen til å gi ønsket effekt med hindring av repeterende feil, men tidsnok til at det var mulig å gjøre nødvendige og anbefalte rettinger for resten av anlegget.

4.2.3.3 Anbefalinger

Byggherre anbefales å være ofte til stede på byggeplassen, spesielt i start av byggearbeidene, for å være med på å etablere gode SHA-rutiner gjennom hyppige vernerunder fra start. Etter hvert som byggearbeidene skrider frem og prosjektet har funnet frem til gode rutiner, trengs ikke nødvendigvis like hyppig tilstedeværelse fra byggherre.

Fra Furulund pilotprosjekt er et par konkrete anbefalinger å lage en styrket SJA-mal for arbeid i bratt terreng (skråningen ned mot E18), og å legge strengere føringer i kravspesifikasjonen om montering «fra undersiden» av solcellemodulene der dette er mulig.

For alt av arbeider på byggeplass langs eller i nærhet til veg, må det være spesielt fokus på kontroll av løse gjenstander slik at disse ikke havner i vegbanen.

Dersom en skal benytte seg av Golden row som prinsipp for kvalitetsoppfølging i eventuelle fremtidige solkraftprosjekt bør prosedyre og ev. sanksjoner tydeliggjøres ytterligere. Krav bør beskrive gjennomføring i flere faser: når de første fundamentene er installert så inspiseres disse før entreprenøren kan installere resten av fundamentene, og tilsvarende for de neste anleggsdelene: festesystemer, moduler m.fl. Dette kan gi en enklere og smidigere gjennomføring som passer bedre med fremdriften og logistikken i prosjekter sammenlignet med inspeksjon av en komplett ferdig rad.

For enklere og bedre kvalitetsoppfølging fra prosjektert løsning til bygget installasjon bør det utarbeides tydeligere krav til dokumentasjon, en prosess for gjennomsyn av prosjektert løsning sett opp mot bygget løsning, og spesifiseres ansvar for byggeplasstilpasninger og eventuell oppretting.

4.3 Samhandling, økonomi og fremdrift

Her følger alle erfaringer knyttet til samhandling, økonomi og fremdrift i både detaljprosjekteringen og byggefase.

4.3.1 Ansvarsfordeling

4.3.1.1 Bakgrunn

Furulund pilotprosjekt er et samarbeidsprosjekt mellom SVV og Hafslund, og det er derfor relevant å beskrive hvordan aktørene delte ansvar og arbeidsoppgaver mellom seg.

4.3.1.2 Erfaring

Hafslund fungerte som byggherre på alle andre måter enn nabohåndtering, og var den parten som håndterte alt mot totalentreprenør og oppfølging av byggeplass.

SVV hadde i hovedsak rolle som observatør og kontrollerende part gjennom detaljprosjektering og byggefase, noe som fungerte bra. SVV ønsket selv å ha ansvar for og å ta en direkte rolle i nabohåndtering, og holdt i dialogen med viktige interessenter i prosjektet som ledelsen på Furulund kro i tillegg til andre naboer. Dette fungerte bra, og var viktig for godt samarbeid med naboer i forbindelse med prosjektet. SVV har historikken fra tidligere nabosaker, og vil også måtte håndtere nabosaker i fremtiden i forbindelse med sin rolle som forvalter av vegen.

På selve byggeplasser fungerte samarbeidet effektivt med en fordeling der LOS med underentreprenør Kim Steinholt utførte praktiske oppgaver som flytting av SVV sitt gjerde langs Undelstvedtveien, med SVV som godkjenning- og kontrollpart. Et eget firma på rammeavtale med SVV håndterte på forhånd trafikksikringstiltakene med forlengelse av betongrekkverk langs vegbanen og nattstengingen av ett kjørefelt i den forbindelse, dette ble i sitt fulle håndtert av SVV men koordinert med Hafslund slik at arbeidet ble utført i god tid før selve byggeplassarbeidene skulle starte.

Hos totalentreprenør var det av ulike grunner behov for å skifte ut prosjektleder flere ganger i løpet av prosjektperioden, noe som svekket kontinuitet og bød på visse utfordringer for prosjektet.

4.3.1.3 Anbefalinger

Det anbefales å gjøre mye likt som på Furulund pilotprosjekt i eventuelle nye prosjekt med sol langs veg når det kommer til ansvarsfordeling, gitt at strukturen da også er samarbeidsprosjekt der vegeier ikke selv er byggherre og prosjekteier. Uansett bør vegeier ha en observatør- og kontrollørrolle i denne delen av prosjektet, i tillegg til å selv ha ansvar for nabohåndtering og eventuelle trafikksikringstiltak.

Vegeier kan selv velge å være byggherre og prosjekteier i eventuelle fremtidige liknende prosjekt, eller å ha liknende samarbeidsmodeller som her med Hafslund. Dersom vegeier selv skal være byggherre vil dette kreve mer av ressursene som følger prosjektet.

For avtaler med totalentreprenør bør det etableres minimumskrav i kontrakt til kontinuitet for nøkkelpersonell, sammen med tydelige krav til kompetansen til nytt nøkkelpersonell og tydelig beskrivelse av kunnskapsoverføring dersom en situasjon oppstår der det blir nødvendig med utskiftning av nøkkelpersonell.

4.3.2 Fremdrift

4.3.2.1 Bakgrunn

Fremdrift er alltid et viktig punkt i byggeprosjekt, og i pilotprosjekt der man gjør ting for første gang er det spesielt interessant å samle erfaring til eventuelle fremtidige liknende prosjekt.

I prosjekt nært veg og som kan påvirke framkommelighet gjennom forstyrrelser i trafikkflyt, er fremdrift ekstra viktig i byggefasen for å ikke påvirke framkommeligheten mer enn absolutt nødvendig.

4.3.2.2 Erfaring

Kontrakt med totalentreprenør LOS Cable Solutions AS ble inngått tidlig i januar 2025. Detaljprosjektering av monteringssystem og layout foregikk i januar og februar, mens det i mars var runder med gjennomsyn, revisjoner og til slutt aksept av prosjekterte løsninger med prosjektgruppen.

Detaljprosjekteringsfasen tok mer tid enn forventet grunnet uerfarne aktører, for svake incentiver til god fremdrift i denne fasen i kontrakt, og at det ble gått flere runder med leverandører av moduler og vurdering av menneskerettigheter og sporbarhet før modultype ble landet. Fra kontrakt ble inngått til oppstart av byggearbeider fra totalentreprenør tok det ca. 3 måneder. Da var ikke detaljprosjekteringen ferdig for hele prosjektet, men den var ferdig for de arbeidene som skulle utføres først. Videre pågikk detaljprosjektering

samtidig som bygging, men detaljprosjekteringen lå foran byggearbeidene hele tiden.

Det var oppstartsmøte for byggeplassen første uken i april og da startet grunnarbeid på felt B som er skråningen ned mot E18, først med forberedende arbeider, deretter utplassering av prefabrikerte betongfundamenter før montering av festestruktur. I april og mai fortsatte detaljprosjekteringen av kabelføringer, strengplan og elektrisk anlegg, samtidig som monteringssystem ble oppført på felt B. De første solcellepanelene ble montert på felt B den første uken i juni 2025, og felt B ble mekanisk ferdigstilt i juni samtidig som fundamenter ble støpt og festestrukturer ble montert på felt A. I juli ble solcellepanelene montert på felt A, og felt A ble i stor grad mekanisk ferdigstilt. I august og september ble elektriske arbeider utført og ferdigstilt på begge felt, både DC-siden med sammenkobling av solcellepaneler og tilkobling til vekselrettere og AC-arbeid med tavler og tilkobling til nett. Offisiell åpning av Furulund solkraftverk ble arrangert 9.oktober 2025, altså ca. 9 måneder etter kontraktsinngåelse.

Opprinnelig var det estimert at byggearbeidene skulle være ferdig sommeren 2025, ikke høsten. Det var flere faktorer som bidro til dette utover tidligere nevne grunner til at detaljprosjekteringen tok mer tid enn forventet: vanskeligere grunnforholdene med mer stein enn en hadde grunn til å forvente ga avvik i både tid og kostnad, tyveri av vekselrettere ga en liten forsinkelse i påvente av ny leveranse, og generelt det at alle involverte aktører var uerfarne med denne typen prosjekt. Sistnevnte er å forvente for et pilotprosjekt, men det er allikevel vanskelig å på forhånd beregne hva det betyr for fremdrift.

4.3.2.3 Anbefalinger

Prosjektet ble noe forsinket i forhold til plan, men for et pilotprosjekt som ikke har blitt gjort før er kanskje ferdigstillelse ca. 4 måneder etter planlagt ferdigdato et relativt godt resultat. Total byggetid på omtrent 6 måneder er et kortvarig prosjekt sammenliknet med det gjengse prosjektet innen både infrastruktur og fornybar energi, noe som

viser at denne typen kraftprosjekter kan realiseres på relativt kort tid.

For å få raskere fremdrift i eventuelle fremtidige prosjekt med solkraft langs veg er det flere aspekter en kan vurdere å gjøre endringer ved: entreprisemodell med hensyn på risikodeling for fundamentering, tydelige milepæler med incentiver og sanksjoner i kontrakt for fremdrift, og på sikt tilrettelegging for gjenbruk av løsninger og standardisering.

Entreprisevalg og risikodeling for fundamentering bør tenkes grundig gjennom, og bør ses i sammenheng med aktuell fundamenteringsmetode og lokale grunnforhold. Det kan være aktuelt å dele opp entreprisen, og/eller se på en variant der det er en samspillsfase + åpen bok for grunnarbeid og fundamentering.

Angående incentiver og milepæler for fremdrift underveis i detaljprosjekt og byggefase, bør det kontraktfestes milepæler som er knyttet til utbetalinger til entreprenør for å gi incentiv til fremdrift utover eventuell dagmulkt eller andre virkemidler ved forsinket ferdig leveranse som treffer langt senere i prosjektet.

Gjenbruk av løsninger og standardisering vil ha en gradvis større effekt ettersom bransjen og aktørene i den får mer erfaring med solkraftprosjekter. Dette punktet kan dreie seg om inngåelse av rammeavtaler med aktuelle aktører, en preakseptert liste med solcellemoduler som oppfyller krav til menneskerettigheter og sporbarhet, gjenbruk av tekniske kravspesifikasjoner og standardisering av tekniske løsninger med mer.

4.3.3 Kostnader

4.3.3.1 Bakgrunn

Det er knyttet risiko til flere elementer i det å gjøre noe for første gang, og dette gjelder også når det kommer til kostnader for pilotprosjektet. Hafslund og Statens vegvesen deler her sine kostnader ved prosjektet på et overordnet nivå, for transparens og læring til andre.

4.3.3.2 Erfaring

Kostnadsfordeling mellom SVV og Hafslund var at Hafslund dekket alle kostnader ved selve solkraftverket, mens SVV dekket kostnader knyttet til trafikksikringstiltak, flytting av et viltgjerde og sine egne arbeidstimer i prosjektet. SVV har i tillegg bekostet utarbeidelsen av denne erfaringsrapporten. Hafslund får til gjengjeld inntektene fra energiproduksjonen.

Kostnadsposter for SVV på trafikksikkerhetstiltak var knyttet til forlengelse av rekkverk (ca. 0,45 MNOK) og flytting av viltgjerde (ca. 0,26 MNOK), samlet ca. 0,71 MNOK. Kostnad til Norconsult for utarbeidelse av erfaringsrapport er ca. 240 000 kr.

Omfang på SVV sin egeninnsats i gjennomføringsfasen var på omtrent 1 dags arbeid per måned, typisk fordelt på møter med varighet 1-2 timer. Dersom større tiltak på trafikksikkerhet hadde vært nødvendig, ville nok arbeidsbelastningen vært større.

CAPEX for Hafslund fordelte seg som følger:

Tabell 1 Kostnadsoppstilling CAPEX Furulund pilotprosjekt fra Hafslund

Post	Sum [MNOK]
Totalentreprisen	5,73
Solcellemoduler	1,21
SCADA	0,11
Endringer	0,47
Rådgiver	0,20
Nettilknytning	0,53
Interne timer	0,58
Diverse	0,04
Totalt	8,87

Kostnadsoppstillingen fører til en forventet LCOE (Levelized Cost Of Energy) på ca. 1,29 kr/kWh. Dette er en høy pris per produsert energi for et solkraftverk, noe som på mange måter var forventet i et pilotprosjekt.

Kostnadsposten «endringer» skyldtes i hovedsak uforutsette grunnforhold, og noen designvalg, som førte til avvik i både tid og kostnad. Dette på tross av at det ble gjennomført grunnundersøkelser i forprosjektet, da de faktiske grunnforholdene viste

seg å være vanskeligere med mer stein enn forundersøkelsene ga grunn til å tro.

4.3.3.3 Anbefalinger

Dersom solenergi skal bygges ut på gråareal langs veg med formål å tjene penger i kraftmarkedet, må kostnadene senkes betraktelig for å oppnå lønnsomme prosjekt. Dersom den produserte energien ikke skal selges i kraftmarkedet, men gå til vegrelatert forbruk og tilkobles lokale eksisterende behov, er det mulig å få til prosjekt med tilfredsstillende økonomi i uten så stort behov for å redusere kostnader.

Risikoen som tas ved å gjennomføre et pilotprosjekt gjenspeiles i kostnadsnivå for prosjektet. Et pilotprosjekt handler mye om å finne ut av hvordan noe gjøres, og er forventet å være mer tidkrevende og dyrere enn modne prosjekt der alle involverte parter har erfaring fra tidligere. Noe prisreduksjon forventes derfor å komme uten behov for eksplisitte tiltak, i takt med at markedet for bakkemontert solkraft i Norge blir større, mer modent og alle aktører får mer erfaring.

Hafslund har identifisert følgende forventede forbedringsmuligheter i kostnader basert på læring fra pilotprosjektet:

Tabell 2 Hafslunds forventninger til mulig kostnad ved nytt forbedret case

Post	Sum [MNOK]
Totalentreprisen inkl. solcellemoduler og SCADA	3,45
Rådgiver	0,02
Nettilknytning	0,26
Interne timer	0,29
Totalt	4,03

Hafslund mener altså at det kan være mulig med besparelser på opptil 4,8 MNOK tilsvarende 55%,

for en forbedret case der læring fra pilotprosjektet medtas. Den største besparelsen ligger i redusert kostnad for selve totalentreprisen, som er avhengig av at en nytt case er oppskalert i størrelse, har enklere grunnforhold og at det er mulig å få lavere pris på selve solcellemodulene. Disse ble relativt dyre i pilotprosjektet grunnet strenge krav til sosial bærekraft og tidspress. De rimeligere solcellemodulene som også oppfylte Hafslunds krav til sosial bærekraft, hadde lang ledetid og ville ført til en ytterligere forsinkelse av prosjektet. For å oppnå full kostnadsreduksjonen har Hafslund forutsatt at det er mulig å finne større arealer, slik at fastpriselementer som koster like mye uavhengig av størrelsen på solkraftverket kan deles på mer energiproduksjon.

Videre er det lagt til grunn at man kan bruke læring fra pilotprosjektet til å tette kontraktsmessige hull, og slik unngå kostbare endringer. Erfaring fra pilotprosjektet gjør også at behovet for innkjøpte rådgivertjenester forventes å være mindre for Hafslund som byggherre. Merk at dette gjelder for eventuelle nye, men veldig liknende prosjekt. Nettilknytning antas å kunne gjøres i ett punkt fremfor to med endringene i konsesjonsverket som har kommet underveis i prosjektet, og dermed halveres.

Det at aktørene i markedet blir mer erfarne forventes å ha en kostnadsreduserende effekt på sikt, både fordi man arbeider mer effektivt med noe en har gjort før og fordi uerfarenhet og risikoen dette innebærer må prises inn i prosjektet. På Furulund pilotprosjekt ble det bevisst valgt å bygge på det skrå arealet helt ned mot E18 (felt B) nettopp for å høste erfaringer fra planlegging, bygging og etter hvert drift av solkraftverk som er helt nært veg. Et kostnadsreduserende tiltak er å velge et eventuelt neste prosjekt der det kun er ett homogent område, slik at design, utstyr og arbeidsmetodikk er lik for hele prosjektet.



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag