
RAPPORT

Potensial for kraftproduksjon ved utvalgte samferdselsprosjekter

OPPDRA GSGIVER

Nye Veier, Statens vegvesen, Bane NOR

EMNE

Energiproduksjon i utvalgte vei og
baneprosjekter

DATO / REVISJON: 21. mars 2024 / 02

DOKUMENTKODE: 10254990-01-RIEN-RAP-001



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.



RAPPORT

OPPDRAAG	Potensial for kraftproduksjon ved utvalgte samferdselsprosjekter	DOKUMENTKODE	10254990-01-RIEN-RAP-001
EMNE	Energiproduksjon i utvalgte vei og baneprosjekter	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Nye Veier, Statens Vegvesen, Bane NOR	OPPDRAAGSLEDER	Øystein Bindesbøll Holm
KONTAKTPERSON	Maarten Lohne van der Eynden, Åshild Johnsen	UTARBEIDET AV	Øystein Bindesbøll Holm, Oda Andrea Hjelme, Hassan Gholami, Andreas Østenå, Torun Lynnebakken, Kaj W. Halvorsen, Magne Grødem, Eirik Øie, Gunnar Bratheim
		ANSVARLIG ENHET	10105030 Seksjon Sol og smart grid

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Nye Veier, Statens Vegvesen og Bane NOR til å vurdere potensialet for solkraft i definerte anlegg for veg- og jernbaneinfrastruktur i Norge i anleggs- og driftsfase som en del av Nye Veiers «Kunnskapsprogram for utslippsfrie anleggsplasser». For å bestemme egnethet for kraftproduksjon er de definerte samferdselsprosjektene evaluerte innen hovedtemaene trafiksikkerhet, kraftnett, produksjonspotensial, strømforbruk og samfunnsøkonomi.

Totalt 16 samferdselsprosjekter fra Oppdragsgiverne er vurdert med tanke på egnethet for kraftproduksjon. Det er utført mer detaljerte vurderinger for et utvalg prosjekter og overordnede vurderinger av egnethet for kraftproduksjon for resterende prosjekter. Forventet energiproduksjon per strukturdelt og delareal for ulike typer vei- og jernbaneanlegg er definert basert på detaljerte vurderinger av de utvalgte prosjektene. Disse nøkkeltallene kombineres med karakteristiske størrelser innhentet fra hvert av de øvrige prosjektene i prosjektlisten i den overordnede vurderingen for å estimere potensialet per prosjekt. Sammen med øvrige tematiske vurderinger av trafiksikkerhet, kraftnett og kraftbehov og samfunnsøkonomisk lønnsomhet, legges dette til grunn for en helhetsvurdering av prosjektene.

Samlet kraftproduksjonspotensial for prosjektporteføljen utgjør ca. 110-210 GWh/år avhengig av hvilke arealer som inkluderes. Potensialet innenfor LNF-areal tilgrenset samferdselsprosjektene utgjør ca. 40 GWh/år og deponiarealer ca. 60 GWh/år. Det vil si at potensialet uten disse arealene utgjør ca. 110 GWh/år, som tilsvarer ca. halvparten av totalt kartlagt potensial knyttet til samferdselsprosjektene. Solkraft langs motorveier har dermed potensial til å dekke strømforbruket for minst 25 eneboliger per km. Til sammenligning er forventet årsproduksjon fra solkraft i Norge 459 GWh ifølge NVE. Det betyr at potensialet bare fra den analyserte prosjektporteføljen utgjør ca. 25-50 % av samlet produksjon av solkraft i Norge per dags dato.

Konklusjonen er at potensialet for energiproduksjon langs vei og jernbane er betydelig og anbefales utnyttet til beste for samfunnet så raskt som mulig. I en situasjon der samfunnet må prioritere arealer til utbygging av fornybar kraftproduksjon vil etablering av solcelleanlegg langs/på transportinfrastruktur kunne være et godt samfunnsøkonomisk tiltak dersom alternativet er å beslaglegge arealer som ellers kan benyttes til produksjon av mat, trevirke eller liknende.

02	21.03.2024	Ferdig rapport	Øystein Bindesbøll Holm, Oda Andrea Hjelme, Hassan Gholami, Andreas Østenå, Torun Lynnebakken, Kaj W. Halvorsen, Magne Grødem, Eirik Øie, Gunnar Bratheim	Mette Kristine Kanestrøm	Øystein Holm
01	16.02.2024	Ferdig rapport til kommentar	Øystein Bindesbøll Holm, Oda Andrea Hjelme, Hassan Gholami, Andreas Østenå, Torun Lynnebakken, Kaj W. Halvorsen, Magne Grødem, Eirik Øie, Gunnar Bratheim	Øystein Holm	Øystein Holm
00	22.12.2023	Utkast til kommentar	Øystein Holm, Oda Andrea Hjelme	Øystein Holm	Øystein Holm
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Oppdragsbeskrivelse.....	5
2	Metodebeskrivelse og forutsetninger	6
2.1	Metode	6
2.2	Forutsetninger og grunnlag	7
3	Samferdselsprosjekter	9
3.1	Prosjektlisten	9
3.2	Utvalgte prosjekter	10
4	Vurdering av samferdselsprosjektene	16
4.1	Arealuthenting	16
4.2	Produksjonspotensial.....	19
4.3	Sikkerhet og byggegrenser.....	22
4.4	Kraftnett og kraftbehov	25
4.5	Samfunnsøkonomi	26
5	Resultater og drøfting	34
5.1	Totalt produksjonspotensial i samferdselsprosjektene	34
5.2	Produksjonspotensialet for vegprosjektene	35
5.3	Produksjonspotensial for jernbaneprosjektene	36
5.4	Produksjonskostnad over levetiden (LCOE)	37
6	Anbefaling	38
7	Referanser	39
8	Vedlegg.....	40
8.1	Eksempler på aktuelle arealer til solkraft i samferdselsprosjektene	40

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Nye Veiers «Kunnskapsprogram for utslippsfrie anleggsplasser» er en del av oppfølgingen av Handlingsplan for utslippsfrie anleggsplasser. Kunnskapsprogrammet skal utføres som et samarbeid mellom de tre transportvirksomhetene Nye Veier, Statens vegvesen og Bane NOR. Gjennom kunnskapsprogrammet skal det utføres analyser, evalueringer og andre kunnskapsarbeider som har som mål å sørge for at samfunnet får mest mulig kunnskap og erfaring ut ifra de pågående pilotprosjektene for utslippsfrie anleggsplasser.

Transportvirksomhetene har et samfunnsansvar i å redusere egne direkte klimagassutslipp i tillegg til å framskaffe kraft til anleggene de bygger. Reduksjon av direkte klimagassutslipp ved å elektrifisere maskiner og redusere annen fossil energibruk på anleggsplassen krever større mengder elektrisk kraft. Kraftproduksjon i tilknytning til infrastruktur kan ha nytte på lokasjoner der transportvirksomhetene har lokalt forbruk og spesielt på lokasjoner hvor det i utgangspunktet ikke er tilstrekkelig tilgang på kraft. Et vel så viktig perspektiv handler om å gi samfunnet mest mulig nytte tilbake når det først gjøres arealbeslag i infrastrukturprosjekter gjennom å utnytte infrastrukturområder til fornybar strømproduksjon også. Det er bred enighet om at Norges kraftoverskuddet går mot null mot 2030 og at det er behov for ny fornybar kraftproduksjon de nærmeste årene [1] [2].

1.2 Oppdragsbeskrivelse

Dette prosjektet er en del av «Kunnskapsprogram for utslippsfrie anleggsplasser» og skal gå mer i dybden på potensialet for solkraft og vindkraft i definerte anlegg for veg- og jernbaneinfrastruktur i Norge i anleggs- og driftsfase. For å bestemme egnethet for kraftproduksjon vil de definerte samferdselsprosjektene evalueres innen hovedtemaene trafiksikkerhet, kraftnett, produksjonspotensial, strømforbruk og samfunnsøkonomi. Målet med prosjektet er å levere konkret verdi som kan implementeres i eksisterende eller pågående samferdselsprosjekt samt å fremskaffe representative resultater som kan brukes i videre analyser, planlegging og formidling.

2 Metodebeskrivelse og forutsetninger

2.1 Metode

Oppdragsgiverne Nye veier, Statens vegvesen og Bane NOR leverte en prioritert liste over prosjekter med prosjektinformasjon og kontaktpersoner per prosjekt. Det er utført overordnede vurderinger av egnethet for kraftproduksjon av listen av prosjekter og mer detaljerte vurderinger for et utvalg prosjekter. Målet med den overordnede og den detaljerte vurderingen var å levere konkret verdi som kan implementeres i eksisterende eller pågående samferdselsprosjekt samt å fremskaffe representative resultater som kan brukes i videre analyser, planlegging og formidling.

2.1.1 Arbeidsform

Nøkkelressursene i Multiconsult har jobbet tett med fagekspertene fra veg og bane i Multiconsult og hos Oppdragsgivere for å finne teknisk, estetiske fornuftige og trygge løsninger både med hensyn til trafiksikkerhet, risiko for tap/skade samt drift og vedlikehold. Det ble arrangert workshops av Multiconsult med Oppdragsgiverne med fokus på vurdering av utvalgte prosjekter eller utvalgte deler av objekt (veg/bane) eller infrastruktur der trafiksikkerhet og veg/banenormaler ble spesielt vurdert med tanke på etablering lokal energiproduksjon. Ved behov har Multiconsult tatt kontakt med nettselskaper for å bestemme kapasitet for innmating av overskuddskraft, og løsning og kostnader for nettilknytningen. I tillegg har samarbeidet med Norconsult om informasjon rundt nettilknytningen vært gjort, spesielt der det har vært overlappende interessepunkter mellom oppdragene. Videre har løsningsmuligheter og kostnader ved installasjon av solceller på aktuelle strukturer og arealer blitt diskutert med leverandør av solcellesystemer og bergsikringsentreprenør.

2.1.2 Overordnet vurdering

For de definerte eksisterende eller pågående samferdselsprosjektene i Norge er det gjort overordnede vurderinger innenfor hovedtemaene trafiksikkerhet, kraftnett, produksjonspotensial, strømforbruk og samfunnsøkonomi for å bestemme prosjektenes egnethet for lokal kraftproduksjon fra solkraft (og vindkraft). Den overordnede vurderingen av prosjektene resulterer i en anbefaling om hvilke prosjekter som er spesielt egnede. Innenfor hvert hovedtema er følgende vurdert:

- **Trafiksikkerhet:** Kraftproduksjonen skal etableres uten å komme i konflikt med veg/banenormaler.
- **Kraftnett:** Vurdering av behov for oppgradering av lokalt kraftnett, eller ekstra nett-/tilknytningskostnader nødvendig for lokal energiproduksjon.
- **Produksjonspotensial:** Energiproduksjonspotensial og anbefalt eksisterende teknologi. Solkraft er hovedfokus mens muligheter for vindkraft eller batterier er nedprioritert.
- **Strømforbruk:** Strømforbruk (maksimalt behov for effekt og målt/beregnet/estimert årlig energibehov) for ulike prosjekttypene (veg, bru, tunnel, bane) i anleggs- og driftsfase kartlegges for å vurdere hvorvidt kraftproduksjonen kan nyttiggjøres lokalt og til dimensjonering av produksjonsanleggene.
- **Samfunnsøkonomi:** Anslåtte kostnader for utbygging av produksjonsanlegg og tilkobling til lokalt kraftnett. Vurdering av samfunnsøkonomisk lønnsomhet for produksjonsanlegget.

2.1.3 Detaljert vurdering

For et utvalg av prosjekter høyt på Oppdragsgivernes prioriterte liste av prosjekter ble det utført mer detaljerte vurderinger. Utvelgelsen av disse prosjektene ble gjort i samråd med Oppdragsgiverne.

Prosjektene ble valgt hvor terrenget er skannet etter bygging eller det der foreligger 3D-modeller siden dette benyttes som grunnlag i analysen. Det ble valgt 1-2 prosjekter fra hver Oppdragsgiver. De utvalgte prosjektene ble gjennomgått og arealer identifisert i tilgjengelig kartdata og et tilpasset GIS-verktøy. De aktuelle prosjektspesifikke arealene ble gjenstand for kritisk realitetsbehandling i workshops med Oppdragsgiverne hvor også generiske utnyttelsesmuligheter på ulike strukturer og arealdeler ifm. vei- og baneanlegg ble drøftet i forhold til blant annet:

- Trafikk-, materiell- og personsikkerhet
- Reguleringsbestemmelser og eiendomsgrenser
- Kraftbehov og tilgang til strømnnett
- Forretningsmodeller, eierskap og finansiering

2.2 Forutsetninger og grunnlag

Teknisk grunnlag tilgjengeliggjort per prosjekt varierte mellom Oppdragsgiverne og mellom prosjektene og inkluderte i all hovedsak reguleringsplaner, plankart og digitale kart med valgbare informasjonskart.

Følgende forutsetninger ble framlagt i tilbudet:

- Oppdragsgiver leverer en prioritert liste med utvalgte samferdselsprosjekter.
- Oppdragsgiver bistår med å innhente kartgrunnlag fra reguleringsplan eller annet planarbeid der det foreligger.
- Oppdragsgiver leverer informasjon om strømforbruk i tidligere og eksisterende samferdselsprosjekter i anleggsfase og under drift.
- Oppdragsgiver stiller med fagressurser som kjenner normer og regelverk spesielt knyttet til sikkerhet for veg og bane.
- Oppdragsgiver er delaktig i utvelgelsen av prosjekter som skal analyseres med høyest detaljeringsgrad.

I tilbudet ble følgende grunnlag etterspurt av Multiconsult fra Oppdragsgiverne:

- For veg- og banestrekninger: kart/modell (med identifisering og avgrensning av prosjektområdet), relevante føringer/premissnotater, reguleringsplan/referanse/Link
- For bygg og strukturer: skallmodell/3D + info og areal av flater tilgjengelig for solceller, situasjonsplan,
- Normer og standarder for aktuelle veg- og banestrekninger
- Kontaktdata til aktuelle fageksperter vi kan snakke med om: krav mht. sikkerhet, drift/vedlikehold, kraftbehov og -forsyning i anleggs- og driftsfase, utforming/landskapsarkitekt/vanndrenering- og avløp, forutsetninger for beregning av samfunnsøkonomi,
- Elektrisk forbruk (effekt og energi eventuelt driftstider) for anleggsfase og driftsfase [kW/prosjekt evt. pr objekttype; bru, tunnel, dagsone, bane etc.)

Analysen har lagt til grunn at kommersiell kraftproduksjon kan etableres på samferdselsarealer. Dette vil i de fleste tilfeller være i strid med arealformålet. Avhengig av størrelse på energiproduksjonen kan det også utløse krav om konsesjon, som igjen kan kreve en

områderegulering (per nå for vindkraft, men foreslått lovendring som også omfatter solkraft [3]) og konsekvensutredning. Problemstillingen bør adresseres av transportetatene og antakelig utredes nærmere.

3 Samferdselsprosjekter

I oppstarten av prosjektet fikk Multiconsult tildelt en liste med samferdselsprosjekter per oppdragsgiver (Bane NOR, Nye veier og Statens vegvesen) med prosjekter som var ønsket vurdert med tanke på egnethet for lokal kraftproduksjon.

3.1 Prosjektlisten

Tabell 3-1 gjengir de totalt 16 prosjektene, hvorav 7 fra Nye veier, 6 fra Statens vegvesen og 3 prosjekter fra Bane NOR. Statens vegvesens prosjekt E16 Nymoen-Eggemoen er ikke kartlagt fordi det manglet tilstrekkelig underlag for å gjennomføre en kartlegging. Bane NORs stasjonsprosjekt Strømmen - Oslo S - Ski er vurdert som uegnet for kraftproduksjon basert på en grovscanning av prosjektet og det er derfor ikke kartlagt et teknisk potensial for dette prosjektet.

Tabell 3-1: Liste over samferdselsprosjekter fra Oppdragsgiverne.

Prosjekteier	Prosjektnavn
Nye veier	E6 Kolomoen-Ankern
	E6 Arnkvern-Moelv
	E18 Rugtvedt-Dørdal
	E18 Tvedestrand - Arendal
	E39 Mandal øst - Mandal by
	E6 Kvål - Melhus
	E39 Kristiansand - Mandal
Statens vegvesen	Rv. 22 Hafslund-Dondern
	E134 Oslofjord-forbindelsen
	E39 Smiene - Harestad
	E39 Storehaugen - Førde
	E134 Saggrenda - Elgsjø
	(E16 Nymoen-Eggemoen)
Bane NOR	(Stasjonsprosjekt Strømmen - Oslo S- Ski)
	Togparkering Moss
	Avgreining Østre linje

3.2 Utvalgte prosjekter

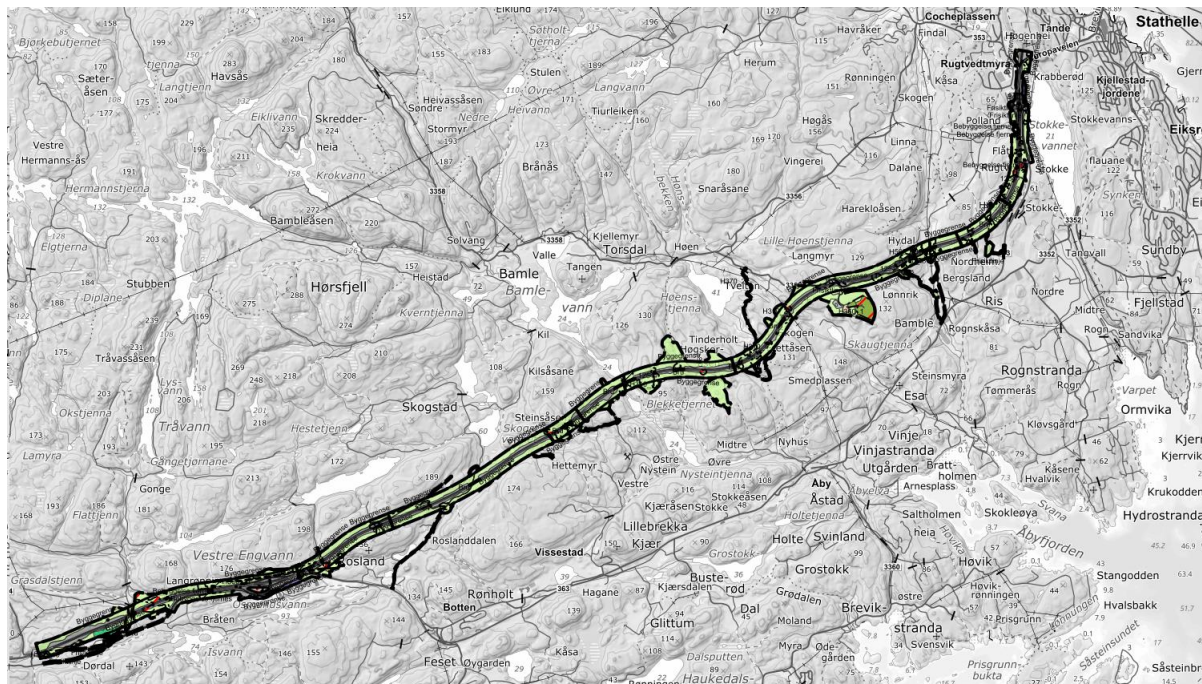
Prosjektene i uthevet skrift i Tabell 3-1 er vurdert med høyere detaljnivå og er nærmere beskrevet i Tabell 3-2. Totalt fire prosjekter er vurdert mer detaljert enten i workshop eller ved detaljert arealuthenting; to baneprosjekter (Togparkering Moss og Avgreining østre linje), to prosjekt med firefelts motorvei (E18 Rugtvedt – Dørdal og E143 Oslofjordforbindelsen) og ett veiprojekt i urbane områder (Rv. 22 Hafslund-Donderen). Prosjektene som er vurdert i workshoper er nærmere presentert i delkapitlene nedenfor.

Tabell 3-2: Prosjekter til detaljert analyse.

Prosjekteier	Prosjektnavn	Informasjon om prosjektet
Nye veier	E18 Rugtvedt - Dørdal	Firefeltsvei på 16 km, 110 km/t. Åpnet 2. desember 2019.
Statens vegvesen	Rv. 22 Hafslund - Dondern	Økt framkommelighet for myke trafikanter og kollektivt. Lokasjon Sarpsborg sentrum. Godkjent reguleringsplan. Planlagt anleggsstart 2025.
	E143 Oslofjordforbindelsen	Sikker kryssing av Oslofjorden i eksisterende trase for E134. Vedtatt reguleringsplan og bestemmelser.
Bane NOR	Togparkering Moss	Parkeringsplasser for inntil 16 tog på 110 meter. Lokasjon Gon. Reguleringsplanforslag.
	Avgreining østre linje	Ny trasé med strekning på 5,2 kilometer på Østfoldbanens østre linje med avgreining fra Vestre linje sør for Ski og fram til Kråkstad stasjon på østre linje.

3.2.1 Nye veier – E18 Rugtvedt-Dørdal

Nye veier sitt prosjekt E18 Rugtvedt-Dørdal ble åpnet 2. desember 2019 og omfatter 16 km firefelts veg med fartsgrense 110 km/t. Figur 3-1 viser reguleringsplanen for strekningen.



Figur 3-1: Reguleringsplan for E18 Rugtvedt-Dørdal.

E18 Rugtvedt-Dørdal omfatter store arealer med flere mulige egnede arealer og strukturer for solceller så lenge N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr [4] overholdes og strukturer med solceller godkjennes av Vegdirektoratet. I workshopen mellom Nye veier og Multiconsult 8. desember 2023 ble følgende arealer identifisert som aktuelle:

- Fjellskjæringer utenfor sikkerhetssonen med eller uten rekkverk mot vegen.
- Alle gjerder er i utgangspunktet aktuelle: Eksisterende sikringsgjerder (disse er ikke eid av Nye veier) eller viltgjerder (plasseres ofte 2 m innenfor Nye veiers eiendomsgrensa for å kunne rydde på begge sider).
- Støyskjermer utenfor sikkerhetssonen. Støyskjermer står som regel utenfor sikkerhetssonen, men kan stå på eiendomsgrensa og da vil den ene siden av støyskjermeren være naboeiendommen sin.
- Voller utenfor sikkerhetssonen og innenfor eiendomsgrensa til Nye veier.
- Permanente masselager/deponier som etableres ved bygging av vei. Slike arealer kan reetableres til solcelleanlegg istedenfor til for eksempel skog. Disse arealene ble pekt på som spesielt aktuelle for solcelleanlegg og bruk av arealene til solceller bør inngå i reguleringsbestemmelsene for å forenkle prosessen mot kommune på et senere tidspunkt.
- Arealer som leies av Nye veier til bygging av vei etter avtale med grunneier.
- Sidearealer ved broer.

Det ble også framhevet arealer som ikke er aktuelle:

- Arealer innenfor sikkerhetssonen. Sikkerhetsavstanden langs en veg med fartsgrense 100-110 km/t er 11 m i henhold til N101.
- Arealer innenfor krevd avstand utenfor sikkerhetsrekkverk i henhold til N101 (rundt 2 meter avstand).

- Mykt sideterreng som voller eller skjæringer langs veien som demper støtet ved utforkjøring for trafikanter.
- Bruer grunnet risiko for nedfall på veien under brua eller behov for stenging av brua til vedlikehold av solcelleanlegget.
- Senterøy i rundkjøringer med hensyn til sikkerhet og sikt for trafikanter.
- Arealer med reguleringsformål LNFR i nærhet av veiprojektet. Bruk av slike arealer til solceller vil kreve omregulering eller dispensasjon fra gjeldende reguleringsplan.
- Grøfter som benyttes til overvannshåndtering og drenering.

Andre erfaringen fra workshopen inkluderer at det er svært viktig at vedlikehold av solcelleanlegget ikke påvirker oppetiden til trafikken. Solcelleanlegg langs veien vil behandles som reklame og skal ikke forstyrre trafikantene med gjenskinn eller refleksjon. Konstruksjonen skal også tåle vindhastigheten fra trafikantene. E18 Rugtvedt-Dørdal har ingen tunneler, men etablering av solcelleanlegg ved tunnellinnløp i andre prosjekter er spesielt interessant pga. strømforbruk til belysning av tunnelen på dagtid.

3.2.2 Statens vegvesen – Riksveg 22 Hafslund-Dondern

Statens vegvesen sitt prosjekt Riksveg (Rv.) 22 Hafslund-Dondern innebærer en utvidelse av riksveg 22 fra to til fire felt på strekningen mellom Hafslund skole og Dondern for å tilrettelegge for kollektivfelt i begge retninger. Prosjektet skal også oppgradere tilbudet for gående og syklende. Status for prosjektet er reguleringsplanen for prosjektet ble vedtatt i Sarpsborg kommune i 2022 og anleggsstart er planlagt i 2025. Reguleringsplanen er vist i Figur 3-2.



Figur 3-2: Reguleringsplan for Riksveg 22 Hafslund Dondern.

Prosjektet Rv. 22 Hafslund-Dondern ligger i et urbant område med begrenset tilgang på arealer som egner seg til solceller. For prosjekter i urbane områder er det solcelleanlegg på bygg og på støyskjermer som ikke er i direkte nærhet til myke trafikanter som er mest egnet. For det aktuelle prosjektet er følgende arealer identifisert som aktuelle og uaktuelle i workshopen mellom Statens vegvesen og Multiconsult 11. desember 2023:

- Eksisterende eller nye støyskjermer uten direkte nærhet til myke trafikanter med tanke på personsikkerhet og mulig hærverk på solcellene er aktuelle. Sikkerhetsavstand med tanke på trafiksikkerhet vil være mindre konfliktylt i dette prosjektet.

- Grøntarealer i prosjektet er viktig å bevare og bør ikke benyttes til solcelleanlegg.

3.2.3 Statens vegvesen – Oslofjordforbindelsen

Hensikten med prosjektet er sikker kryssing av Oslofjorden i eksisterende trase for E134, utvidelse fra 2 til 4 felt mellom Måna og Vassum, og å bedre vegsystemet på Hurumsiden av Oslofjordtunnelen. Dette skal sikre økt framkommelighet og økt sikkerhet for trafikantene på E134. Prosjektet er omtalt i Nasjonal transportplan (NTP) 2022-2023. Figur 3-3 viser en illustrasjon av prosjektet.



Figur 3-3: Illustrasjon av Oslofjordforbindelsen byggetrinn 2. [5]

Oslofjordforbindelsen er et stort prosjekt med flere arealer som kan egne seg til etablering av solcelleanlegg så lenge *N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr* [4] overholdes. I workshopen mellom Statens vegvesen og Multiconsult 11. desember 2023 ble følgende arealer identifisert som aktuelle for solceller:

- Store arealer og skjæringer rundt tunnellinnløpene. Slike arealer finnes på vestsiden/Verpen og ved et tunnellinnløp på Bråtan.
- Sidearealer ved avkjøring utenfor sikkerhetsavstanden uten at det påvirker sikten til trafikantene. Slike arealer finnes for eksempel på østsiden/Måna.
- Større arealer benyttet til bygging av veien der Statens vegvesen ikke er eier eller kun er midlertidig eier. Et slikt areal som nå er regulert til næring ligger ved Måna som i dag eies av Statens vegvesen, men som må selges etter vegarbeidet. Et annet egnet areal ligger ved Frogn tunnelen der Statens vegvesen ikke er eier. Ved en tunnel på Vassum brukes et areal til deponi for masser der Statens vegvesen heller ikke er eier. Slike arealer er direkte konsekvenser av veiprojektet og egner seg godt for bakkemontert solkraft der solforholdene er gode.
- Voller ved veien utenfor sikkerhetsavstand iht. N101.

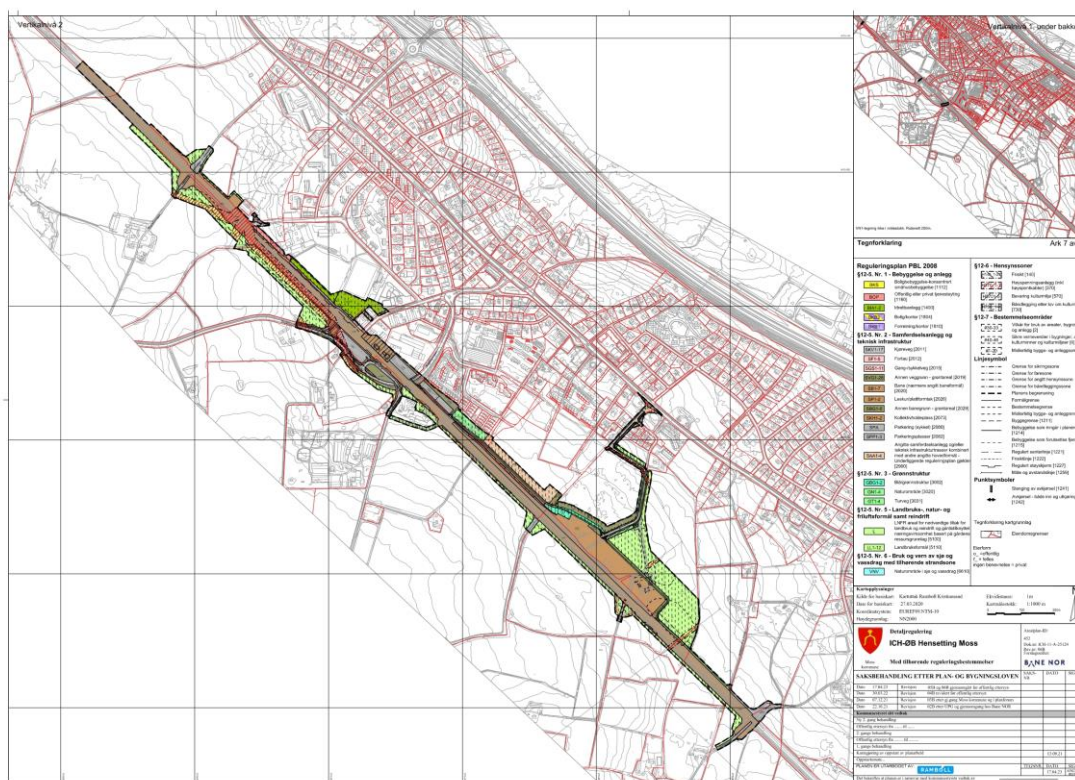
- Sidearealer ved broer.

I workshopen ble det også framhevet arealer som ikke er aktuelle for solceller:

- Senterøy i rundkjøringer.
- Arealer der vedlikehold av solcelleanlegg påvirker oppetid av trafikken, for eksempel ved solcelleanlegg på broer.

3.2.4 Bane NOR – Togparkering Moss

Bane NOR sitt prosjekt Togparkering Moss omfatter bygging av et togparkeringsanlegg på Gon med parkeringsplasser for inntil 16 tog på 110 meter. Bakgrunnen for prosjektet er å øke antall avganger fra Oslo til Moss til seks tog i rushtiden. Status for prosjektet er at det foreligger et reguleringsplanforslag, men planene er enda ikke vedtatt, og det er planlagt prosjekteringstart i 2024. Kraftproduksjon kan derfor inkluderes og hensyntas i prosjekteringsfasen i situasjoner som ikke er i strid med planforslaget. Figur 3-4 viser reguleringsplanforslaget.



Figur 3-4: Reguleringsplanforslag for Togparkering Moss (17.4.2023).

Solkraft har tidligere vært vurdert av Bane NOR i prosjektet Togparkering Moss, da spesielt knyttet til solcellepaneler på perrongtak eller på bygningers tak. For Bane NOR er en motivasjon til å inkludere solkraft i prosjekter knyttet til BREEAM-sertifisering av prosjekter. I workshopen mellom Bane NOR og Multiconsult 4. desember 2023 ble følgende arealer identifisert som egnet til solkraft i prosjektet Togparkering Moss:

- Eksisterende gjerder eller støyskjermer (Bane NOR har planlagt å benytte eksisterende strukturer i prosjektet).
- Nyetablering av gjerder eller støyskjermer med sterkere strukturer.
- Nyetablering av carporter over parkeringsområder.

- Skråning i omkringliggende terreng med naturlig helning.
- Tak på planlagte tekniske bygninger.

Det må tas spesielle hensyn ved etablering av solkraft i tilknytning til jernbane. I workshopen ble følgende hensyn framhevet som spesielt viktige:

- Nærhet til høyhastighetstog som medfører høy vind.
- Nærhet til høyspentanlegg tilknyttet jernbanen.
- Omforming av kraftproduksjonen til jernbanens strømnnett for lokalt forbruk.
- Jording av solcelleanlegget.
- Økonomisk bærekraft.
- Bevaring av kulturlandskap omkring stasjonen.

4 Vurdering av samferdselsprosjektene

Egnede flater for solkraftproduksjon i samferdselsprosjektene er identifisert basert på tilgjengelig kartdata og modeller, input fra workshops med Oppdragsgivere og gjeldende vei- og banenormaler. For å gi et estimat på produksjonspotensial per samferdselsprosjekt er forventet energiproduksjon per strukturdelt og delareal for ulike typer vei- og jernbaneanlegg definert basert på detaljerte vurderinger av utvalgte prosjekter (se Figur 4-1). Disse nøkkeltallene kombineres med karakteristiske størrelser innhentet fra hvert av de øvrige prosjektene i prosjektlisten i den overordnede vurderingen for å estimere potensialet per prosjekt. Sammen med øvrige tematiske vurderinger (trafikksikkerhet, kraftnett og kraftbehov og samfunnsøkonomisk lønnsomhet) legges dette til grunn for rangering av prosjektlisten (se Figur 4-2).



Figur 4-1: Metodikk for estimering av produksjonspotensial for utvalgte prosjekter (detaljert vurdering).



Figur 4-2: Metodikk for estimering av produksjonspotensial for hele prosjektporteføljen (overordnet vurdering).

4.1 Arealuthenting

4.1.1 Egnede og uegnede arealer for kraftproduksjon

Arealer og strukturer både ifm. 4-felts motorvei og 2-felts veier ble gjennomgått i workshoper med Statens vegvesen og Nye Veier for å klargjøre hvilke deler av veisystemene som kan inngå i det kartlagte potensialet for kraftproduksjon som følger forutsatt at normkrav til sikkerhetsavstand etc. hensyntas. Funnene fra workshopene er oppsummert i Tabell 4-1 og Tabell 4-2.

Tabell 4-1: Egnede arealer til solcelleanlegg i veganlegg.

Egnede arealer til solcelleanlegg	Kommentar
Tunnel portal	Kan brukes.
Fjellskjæring	Kan brukes.
Gjerde, viltgjerde	Kan brukes. Sikringsgjerder er iht. plan og bygningsloven – kan være aktuelle, men ikke del av vegprosjekt.
Støyskjerm	Kan brukes. Står som regel utenfor sikkerhetssonen til vei. Kan stå akkurat på eiendomsgrensa, da vil den andre siden av støyskjermen tilhøre grunneier. Vanlig der det er tett på bebyggelse.
Brukar - skrå arealer uten vegetasjon på begge sider av bru	Kan brukes.
Restarealer, større fyllinger	Aktuelle.
Midlertidig eller permanent brukte arealer i vegprosjektet (for eksempel massedeponi)	Aktuelle forutsatt avtale med grunneier. Normalt skal arealene revegeteres. Reetablering av arealer 'forberedt for solkraft' bør også kunne være et alternativ. Må inn i reguleringsbestemmelsene så man slipper omregulering. Kun 'grå' arealer i Reguleringsplanen kan disponeres av vegprosjektet uten omregulering.

Tabell 4-2: Uegnete arealer til kraftproduksjon i veganlegg.

Uegnete arealer til solcelleanlegg	Kommentar
LNF arealer	Ikke aktuelle. Utenfor vegprosjektet.
Bro	Bru over vei er ikke aktuelt/skeptisk pga. nedfall på vegen under. Det samme gjelder for snø. Vedlikehold for å stenge vei er ikke aktuelt mtp. opptidsmål på 99,9 %. Hvis vi har det så må vi ta forbeholdene om at et er driftsmessig mulig. Generelt: alle konstruksjoner skal godkjennes i vegdirektoratet. Installasjoner på bro må godkjennes av vegdirektoratet.
Sentraløy i rundkjøringer	Ikke aktuelle.
Grøft	Ikke ok (håndterer vann). Annen veggrunn som av sikkerhetsårsaker ikke kan brukes.

Det ble gjort en tilsvarende gjennomgang i en workshop med Bane NOR for å klargjøre hvilke deler i jernbaneprosjektene som kan inngå i det kartlagte potensialet for kraftproduksjon forutsatt at normkrav til sikkerhetsavstand etc. hensyntas. Funnene fra workshopen er oppsummert i Tabell 4-3 og Tabell 4-4.

Tabell 4-3: Egnede arealer til kraftproduksjon ved jernbane.

Egnede arealer til solcelleanlegg	Kommentar
Gjerder	Kan brukes.
Støyskjermer	Kan brukes.
Carport (nyetablering)	Oppføring av carporter med solceller kan være aktuelt på parkeringsområder i tilknytning til togstasjoner. Kombinasjonsformål med parkering og solcelleanlegg bør inngå i planprosessen der det er aktuelt.
Tak	Stasjonsbygg (ikke fredede bygninger) og tekniske bygninger.
Skråning i sideterreng	Ok ved tilstrekkelig avstand til tog og høyspenningsanlegg

Tabell 4-4: Ueguede arealer til kraftproduksjon ved jernbane.

Ueguede arealer til solcelleanlegg	Kommentar
Nærhet til høyspenningsanlegg (kontaktledning)	Jernbanetekniske hensyn og sikkerhetshensyn.
Nærhet til høyhastighetstog	Av sikkerhetshensyn dersom strukturer skulle løsne pga vind/kastevind fra passerende tog.
LNFR-arealer	LNFR-områder er ofte midlertidige arealbeslag til anleggsområdet som vil tilbakeføres til typisk jordbruksformål etter byggefasen. Ved bruk av disse områdene til kraftproduksjon må det etableres egen avtale med grunneier.
Kulturlandskap	I områder med kulturlandskap omkring jernbanen kan det være utfordrende å få godkjent etablering av solceller i planprosessen.

4.1.2 Kartlagte arealer

For å kartlegge egnede arealer for solkraftproduksjon for hvert enkelt prosjekt er en kombinasjon av tilgjengeliggjorte 3D-modeller og reguleringsplaner samt webbaserede kartverktøy (Google streetview og Finn-kart) benyttet. Egnede flater er identifisert med skjønsmessige vurderinger som hensyntar vegnormaler og lovverk, erfaringer innhentet fra workshopene med oppdragsgiverne, tilgang på areal og solforhold. E18 Rugtvedt – Dørdal er benyttet som referanseprosjekt til arealuthenting. Alle kartlagte arealer er loggført med kommentarer og koordinater. For resterende prosjekter generaliseres arealuthenting basert på referanseprosjektet og prosjektspesifikke hensyn.

Energiproduksjon i utvalgte vei og baneprosjekter

Kartlagte arealer forutsetter at det ikke trengs store endringer for installasjon av solceller. Arealer som er vurdert har en orientering mot øst, sør og vest med unntak av enkelte tilnærmet flate arealer som har en lett helning mot nord. Vertikale strukturer (støyskjerm, gjerder) er kartlagt per lengde på struktur og mulig konfigurasjon av paneler (antall paneler montert i høyden portrett eller landskap), mens resterende arealer kartlegges per oppmålt areal. Minimum areal for kartlagte arealer tilsvarer en installert effekt på 21,5 kWp som tilsvarer ca. 153 m² avhengig av teknologi og struktur. Ytterst få av de kartlagte arealene hadde en kapasitet på mindre enn 100 kWp (ca. 712 m²).

De kartlagte arealene ligger innenfor byggegrensen og eiendomsgrensen bortsett fra deponier og egnede arealer regulert til LNF i reguleringsplanen. I henhold til *N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr* [4] er det ikke inkludert arealer innenfor en sikkerhetsavstand på 11 meter målt horisontalt fra veibanen der det ikke er rekkverk langs veien. For deler av veien der det er rekkverk er areal innenfor utbøyingssrommet ekskludert. Arealer som grøfter og utsatte områder for skitt og snø fra veibane er også ekskludert. Langs ramper i planskilte kryss er det ikke inkludert arealer nærmere enn 6 meter og frisktlinjer er hensyntatt. Det er antatt at eksisterende strukturer (gjerder, støyskjermer og tak) har tilstrekkelig styrke for montering av solcellemoduler. Kartlagte og ekskluderte arealer er oppsummert i Tabell 4-5.

Tabell 4-5: Kartlagte arealtyper og ekskluderte arealer i arealuthentingene.

Arealer som er inkludert	Arealer som er ekskludert
Bakkemontert areal (innenfor byggegrensen og eiendomsgrensen, og spesielt egnede arealer utenfor grensene)	Arealer innenfor sikkerhetsavstand fra vei
Deponi	Nordvendte arealer
Veikryss	Grøfter
Veiskjæring	Sentraløyere i rundkjøring
Skråareal	Rekkverk på broer
Gjerde/viltgjerde	Arealer med dyrket jord
Støyskjerm	Arealer med eksisterende skog
Tunellinnløp	

4.2 Produksjonspotensial

4.2.1 Energiproduksjonsberegninger

Det er utført generiske produksjonsestimater med det anerkjente verktøyet PVsyst. Simuleringene er utført for solcelleanlegg med dagens tilgjengelige teknologi og ensidige solcellemoduler. For et sett orienteringer og helningsvinkler er spesifikk strømproduksjon beregnet for solcelleanlegg lokalisert i samme geografiske område som samferdselsprosjektene. De generiske produksjonsberegningene er utført for kombinasjoner av helningene 15, 35 og 90 grader, og orienteringene sør, øst, sør-øst, vest og sør-vest. For å bestemme solkraftproduksjonen per identifiserte areal til solceller er de generiske produksjonsestimatene multiplisert med kartlagt areal i et tilpasset excel-verktøy.

Arealutnyttelse til solceller, skyggetap og økt energiproduksjon ved tosidige paneler (bifacial-effekt) er lagt til basert på typen kartlagt areal til solceller i samferdselsprosjektene og lokale forhold i

Energiproduksjon i utvalgte vei og baneprosjekter

prosjektene ved skjønnsmessige vurderinger. Antakelsene i Tabell 4-6 er basert på erfaringstall og produksjonsberegninger i PVsyst. Vertikalt monterte solceller med lite til ingen avskjerming på baksiden vil produsere tilnærmet like mye strøm per år fra baksiden av panelet som panelets fremside. Alle kartlagte arealer har en middels til god innstråling. Støyskjermer med en vestlig eller østlig orientering hadde lavest potensial for kraftproduksjon av de kartlagte arealene.

Tabell 4-6: Antakelser i energiproduksjonsberegninger per type areal og struktur.

Type areal	Antatt bifacial-faktor	Antatt arealutnyttelse
Bakkemontert flatt areal	10 %	40 %
Bakkemontert skråareal	10 %	70 %
Støyskjerming	0 %	90 %
Gjerde, viltgjerde	20 % (sørvendt) 30 % (sørvest-, sørøstvendt) 65 % (vest-, østvendt)	90 %
Veiskjæring	0 %	70 %
Tak	0 %	70 %

Den beskrevne metodikken er benyttet for kartlegging av teknisk potensial for solkraft til de utvalgte prosjektene; Nye vei E18 Rugtvedt-Dørdal, Statens vegvesens Rv 22. Hafslund-Dondern og Bane NORs prosjekter Togparkering Moss og Østre Avgreining. I tillegg er det gjort en egen potensialkartlegging for veikryss. Resultatene benyttes i en generaliseringsmetodikk for å kartlegge teknisk potensial for resterende prosjekter. Et utklipp av excel-verktøyet som benyttes er vist i Figur 4-3. Tabell 4-7 angir inputdata og resultatdata til verktøyet.

Prosjekt	E18 Rugtvedt - Dørdal		
Generelt om arealet	Viltgjerde		
Struktur/infrastruktur	Vei		
Generelt om området	Bebygde områder/varierte		
Hvis veg, antall felter	4		
Prosjekt lokasjon/Pvsyst	Stathelle		Antatt arealutnyttelse for teknologi % PVm2/m2
Orientering	S		
Teknologi	Støyskjerming/viltgjerde/gjerde portrett		Antatt bifacial faktor for teknologi %
Lengde gjerde/støyskjem [m]	[m]	836	
Modul i høyden gjerde/støyskjem	[antall]	1	
Tilt	[grader]	90	
Skyggetap/år	[%]	20	
Bifacial ekstra prod	[%]	20	
Areal bakkemontert/skråareal/veiskjæring/tak	[m2]	0	
Areal/løpemetere utnyttelse	[PVm2/m2]	0,9	
Koordinater lokasjon / kommentarer	59.000251, 9.594778		Bakkemontert skråareal 10 Bakkemontert 10 Støyskjerming 0 Viltgjerde/gjerde netting S 20 Viltgjerde/gjerde netting SV/SØ 30 Viltgjerde/gjerde netting Ø/V 65 Veiskjæring 0 Tak 0
Areal PV	[m2]	1589,1	
Installert effekt	[kWp]	318,2	
Produksjon	[kWh]	252048,3	
Produksjon/installert effekt/år	[kWh/kWp/år]	792,0	
Pris installasjon	[NOK]	2864185,7	
Add data			

Figur 4-3: Utklipp fra excelverktøyet som er utviklet for beregning av teknisk potensial for utvalgte prosjekter.

Tabell 4-7: Inputdata og resultatdata i excelverktøyet for beregning av teknisk potensial for utvalgte prosjekter.

Kartlagt inputdata for detaljert vurderte prosjekter	Generell informasjon om kartlagte prosjekter	Automatisk generert input data for beregninger	Resultatdata
Valg av prosjekt Type areal/struktur Orientering Helning Modul konfigurasjon for gjerde og støyskjerm Lengde på gjerde og støyskjerm Skyggetap Tilgjengelig areal for bakkemontert, skråareal, veiskjæring og tak	Valg av type prosjekt Koordinater Kommentarer (eksempelvis om kartlagt areal er LNF, deponi eller innenfor eiendomsgrense)	PVsyst produksjonsdata Bifacial bidrag Areal utnyttelse	Areal PV (areal dekket av solceller) Installert effekt Energiproduksjon Spesifikk ytelse Pris av installasjon

4.2.2 Generaliseringsmetodikk for produksjonspotensial for arealtype og struktur i ulike veiprojekter

Alle kartlagte arealer og strukturer i referanseprosjektet E18 Rugtvedt-Dørdal, syv tilfeldig utvalgte veikryss i syv ulike prosjekter og en standardisert installert effekt på 122 kWp for tunnelinnløp fra rapporten «Potensialet for solkraft i samferdsel i Norge» av Norconsult [5] benyttes for å estimere produksjonspotensial for resterende prosjekter. Metodikken resulterer i et typisk produksjonspotensial for ulike typer arealer oppgitt per meter egnet vei (ekskludert lengde på tunneller) eller antall strukturer i prosjektet. Produksjonspotensial per bakkemontert flatt areal og skråareal (inkl. deponi), støyskjerm, gjerde og veiskjæring beregnes per meter vei, mens produksjonspotensial for veikryss og tunnelinnløp beregnes per antall struktur. I tillegg inkluderer metoden en korreksjonsfaktor for å justere for om prosjektet som kartlegges har en større eller mindre andel av de ulike strukturene (støyskjermer og veikryss etc.) enn referanseprosjektet. Det inkluderes også en korreksjonsfaktor for produksjonspotensial for å hensynta prosjektets lokasjon og orientering på struktur og arealtype. Potensialet for tunnelinnløp i Norconsults rapport er basert på et sørvendt tunnelinnløp og produksjonspotensialet er derfor videre omregnet for varierende himmelretning mot øst, sør og vest. Et utklipp av beregningsverktøyet er vist i Figur 4-4. Data fra hvert generaliserte prosjekt og detaljert vurderte prosjekter sammenstilles med resultater for estimert produksjonspotensial per prosjekt totalt og per km.

Energiproduksjon i utvalgte vei og baneprosjekter

Prosjekt		E39 Tvedestrand - Arendal		Total lengde prosjekt [m]		22000						
PV syst lokasjon		Arendal/Mandal										
Meter firefelts motorvei eks tunnel [m]		20100										
Struktur/Arealtype	Antall	Inkluderes i prosje %	korreksjonsfa	Orientering ref fra	PV syst produk	Lengde gjerde/s [m]	Areal bak [m2]	Areal PV [m2]	Installert [kwp]	Produksjon [kwh]	Produksj [kwh/kw]	Pris [NOK]
Bakke montertskråareal utenfor eiend	Ja	125	Sørlig	0,972583962	0	289 414	115 766	23 184	22 064 037	952	139 106 181	
Støyskjerm	Ja Ø, SØ, S, SV, V	100	Variert	0,957405881	1056	0	2 006	402	260 369	648	2 812 760	
Gjerde/tiltgjerde	Ja	100	Variert	0,957405881	33 124	0	31 362	6 281	4 512 240	718	56 527 986	
Veiskjæring KAT 1	Ja Ø, SØ, S, SV, V	100	Sørlig	0,873913043	0	6 786	4 750	951	533 411	624	9 513 098	
Veiskjæring KAT 2	Ja Ø, SØ, S, SV, V	100	Sørlig	0,873913043	0	16 922	11 846	2 372	1 473 216	621	23 723 104	
Veiskjæring KAT 3	Ja Ø, SØ, S, SV, V	100	Sørlig	0,873913043	0	9 500	6 650	1 332	844 064	634	13 317 991	
Skråareal	Ja SØ, S, SV	125	Sørlig	0,972583962	0	47 511	33 258	6 661	6 685 453	1 004	46 623 558	
Bakke monterts eksl veikryss innenfor eie	Ja	100	Sørlig	0,972583962	0	0	0	0	0	0	0	
Veikryss	2 Ja	100	Sørlig	0,972583962	0	19 529	9 098	1 822	1 825 556	1 002	14 576 637	
Tunnellinnløp	4 Ja Ø, SØ, S, SV, V	100	Variert	0,975468332	0	3 480	2 436	488	422 510	866	3 902 862	
Deponi, del av areal utenfor eiendomsgrense men innefor		50				144 707	57 883	11 592	11 032 019	952	69 553 090	
For prosjekt						34 180	393 142	217 171	43 493	38 680 857	889	310 104 176
For prosjekt per km						1 700	19 559	10 805	2 164	1 924 421	889	15 428 068
For prosjekt inkl deponi						34 180	248 435	159 289	31 901	27 648 838	867	240 551 086
For prosjekt eksklusiv områder utenfor eiendomsgrense						34 180	103 728	101 406	20 309	16 616 820	818	170 997 995

Figur 4-4: Generaliseringsverktøy for estimering av teknisk potensial for resterende prosjekter.

4.2.3 Usikkerhet

Nøyaktigheten på kartleggingen avhenger av kvaliteten på tilgjengelig datagrunnlag for prosjektene og antagelser om egnethet til flater og strukturer. Kartleggingen av egnede arealer og strukturer til solceller i den detaljerte vurderingen for de utvalgte samferdselsprosjekt er basert på skjønn. Derfor er det ikke garantert at arealene som er tatt ut for solceller er byggbare. Når produksjonspotensial per strukturdelt og arealdelt er kvantifisert er resultatene videre benyttet i en overordnet vurdering for å bestemme produksjonspotensial per prosjekt. Dette gir en grov estimering av produksjon og garanterer ikke at hele potensialet er byggbart.

Ved å kartlegge potensialet for et referanseprosjekt og videre bruke disse tallene til å si noe om de resterende prosjektene vil man ha enkelte prosjektspesifikke parametere som vil være ganske forskjellige for ulike prosjekter. For å hensynta dette ble en generalisering av data fra referanseprosjekt også basert på prosjektspesifikke parametere som kan justeres for å gi et mer nøyaktig resultat. Dette er parametere som total veilengde, antall veikryss og tunnellinnløp samt korreksjonsfaktorer for å justere andelen av de andre typene av strukturer og arealer. For enkelte strukturer og arealer var det et begrenset antall i de detaljert vurderte prosjektene, og generalisering basert på begrenset grunnlag er en utfordring.

Lokale forhold som redusert strømproduksjon grunnet skygge og økt produksjon fra Albedo (innstråling på baksiden av tosidige solcellemoduler) er ivarettatt av en bifacial-faktor i produksjonsestimatene, men vil ikke nødvendigvis være likt for andre prosjekter. Eksempler som påvirker dette er områder med nærhet til skog, varierende terreng og lokale snøforhold.

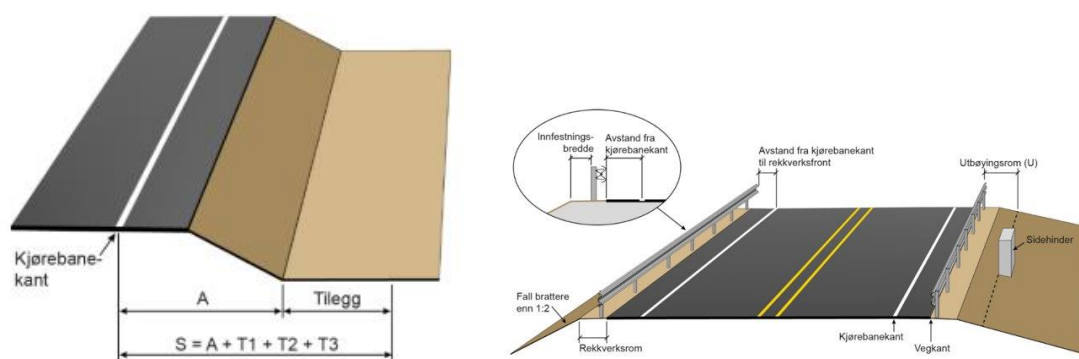
4.3 Sikkerhet og byggegrenser

Tilgjengelige arealer i samferdsprosjektene er bestemt basert på gjeldende vegnormaler, lovverk og informasjon i datagrunnlaget fra Oppdragsgiverne i tillegg til opplysninger innhentet i arbeidsmøte/workshop med Oppdragsgiverne.

4.3.1 Vegnormaler

Gjeldende vegnormaler skal ligge til grunn for alle tiltak i tilknytning til vegger. N200 Vegbygging er den grunnleggende tekniske manualen for bygging av vei i Norge utenom tunnel og bru. N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr [4] er spesielt relevant da den blant annet definerer krav til sikkerhetssoner og dermed setter grensen for eventuelle tiltak langs veg avhengig av årlig trafikkmengde (ÅDT). Sikkerhetsavstand per årlig trafikkmengde og fartsgrense er vist i Tabell 4-8 og

Figur 4-5 viser prinsipp for beregning av sikkerhetssonens bredde. Tilleggsavstander (T1 ytterkurve, T2 fallende terreng, T3 øvrige tillegg) kan utvide denne sikkerhetsavstanden.



Figur 4-5: Prinsipp for beregning av sikkerhetssonens bredde og utbøying (U) bak rekkverk [4].

Tabell 4-8: Krav til sikkerhetsavstand (A) langs en veg [4].

ÅDT	Fartsgrense			
	60 km/t	70 og 80 km/t	90 km/t	100-110 km/t
0-1500	3 m	5 m	6 m	11 m
1500-4000	4 m	6 m	7 m	
4000-12000	5 m	7 m	8 m	
>12000	6 m ^a	8 m	10 m	

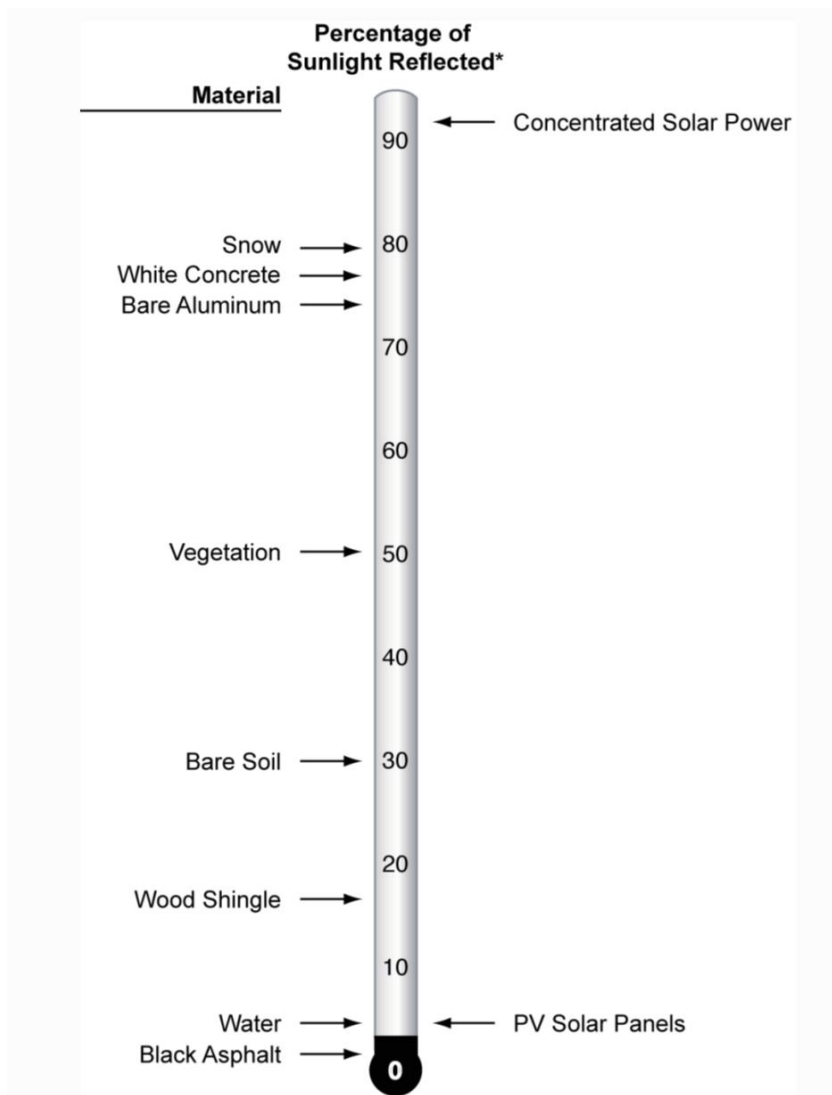
4.3.2 Andre krav og hensyn til installasjoner ved veg

Siktlinjer

Solceller må behandles som reklame i forhold til muligheter for å hindre sikt eller forstyrre trafikanter. Krav til fri sikt utelukker en del arealer ifm rundkjøringer, kryss og påkjøringsfelt blant annet.

Gjenskinn eller refleksjon

Solceller er som material optimalisert for å absorbere maksimalt med lys og normalt er modulene overflatebehandlet så glasset er anti-refleksivt. Refleksjonsgraden er typisk under 2 % som er lavere enn fra vann og vinduer (se Figur 4-6), og vil variere med innfallsvinkelen mot den modulflaten. Det kan settes krav til bruk av svarte modulrammer og eventuelt tilsvarende krav til montasjestrukturer ved behov.



Figur 4-6: Andel reflektert sollys fra solcellemoduler i forhold til andre materialer. Solcellepaneler er på ca. likt nivå som vannoverflater, rundt 2%. [6]

Skadeverk

Tyveri, vi mangler erfaringer med solceller installert i offentlig rom i Norge, men det er grunn til å forvente relativt lite svinn pga stjeling eller hærverk fordi det er generelt høy levestandard og at PV-moduler er relativt store og tidkrevende å demontere noe som øker sjansen for å bli oppdaget, samt at stjalne moduler trolig må føres ut av landet for å kunne omsettes illegalt. Sannsynligheten for at noe slikt skal inntreffe og bli et regulært problem vurderes som svært liten så risikoen anses å være lav.

Tagging, erfaringer fra andre land med PV i offentlig rom viser at solceller reduserer tagging - sannsynligvis fordi taggere flest har høy miljøbevissthet eller at miljøet har egen selvjustis som ivaretar bl.a miljøhensyn. Sannsynligheten for at noe slikt skal inntreffe og bli et regulært problem vurderes som svært liten så risikoen anses å være lav.

Vandalisme, mangler erfaringer med solceller installert i offentlig rom i Norge, men av samme årsaker som nevnt ovenfor er forventes lite vandalisme. Det er generelt ikke åpent for fri ferdsel i områdene nær vei og bane det her er snakk om, og anleggene vil være godt merket med 'høyspenning livsfare' på samme måte som annen elektrisk infrastruktur i det offentlige rom, noe de

fleste har respekt for. Det kan ikke utelukkes enkelttilfeller, f.eks ved kasting av stein, flasker etc fra passerende biler, men sannsynligheten for at noe slikt skal inntreffe, medføre skader og bli et regulært problem vurderes som svært liten så risikoen anses å være lav.

4.3.3 Jernbaneloven

Jernbaneloven skal ligge til grunn ved bygging ved jernbanen. Etter jernbaneloven § 10 [7] er det forbudt uten tillatelse fra kjøreveiens eier å oppføre bygning, anlegg eller annen installasjon, foreta utgraving eller oppfylling mv. innen 30 meter fra nærmeste spors midtlinje. Tillatelse skal alltid gis hvis det ikke foreligger særlige grunner for avslag. I tilfeller der solcelleanlegg erstatter etablerte strukturer som skjerming, gjerder eller fyllinger etc. kan bygging innenfor byggegrensen tillates, men dette må avklares i hvert enkelt prosjekt.

4.4 Kraftnett og kraftbehov

Optimal plassering av solcelleinstallasjoner i nærheten av dagsbruksanlegg muliggjør parallell drift, hvor solcelleproduksjonen kan erstatte strøm fra nettet, og dermed maksimere lønnsomheten. Denne strategien er utformet med grundig hensyn til nettkapasitet, som er avklart gjennom samarbeid med Norconsult. Den samlede prisen for nettstrøm inkluderer flere faktorer, blant annet kraftpris, nettleie og avgifter. For andre typer installasjoner, der produksjon og forbruk ikke er synkronisert, kan overskuddsstrøm mates inn i kraftnettet og generere inntekter basert på gjeldende kraftpris, i tillegg til innmatingstariffer og marginale tap i distribusjonsnettet. Disse tapene kan potensielt være negative, og dermed bidra til økt lønnsomhet. Imidlertid er potensialet for inntjening gjennom eksport av strøm betydelig lavere enn den totale prisen for nettstrøm.

4.4.1 Kraftbehov til vegbelysning

Veglys i dagsoner vil bare være i bruk når det er mørkt. Det vil si at ved bruk av solceller til kraftproduksjon vil det ikke være effektforbruk når solcellene produserer strøm. Veglys i tunnel vil ha størst effektforbruk på dagen når solceller produserer strøm. Ved bruk av solceller vil en være avhengig av å ha belysning i tunnel for å ta imot kraftproduksjonen, ha egen batteribank eller levere strøm til kraftnettet.

Typiske verdier for effektbehov til belysning langs dagsoner og til belysning på dagtid i innkjøringssonen til tunneler er angitt i Tabell 4-9. De typiske verdiene for effektbehov til belysning langs vei i dagen er under forutsetningene om belysningsklasse M3, mastehøgde 12 m og ensidig belysning. Forutsetningene for tunellbelysning i innkjøringssonen er høytrafikkert tunnel med to felt i hver retning med en tunnel for hver retning, og en innkjøringssone i hver ende av tunnelløpet med to innkjøringssoner i hver ende for 4-felts veg (ved hver dagsone).

Tabell 4-9: Typiske verdier for effektbehov til belysning langs vei i dagen og til belysning i innkjøringssonen av tunell på dagtid.

	2-feltsveg	4-feltsveg
Effektbehov belysning i dagsoner	4,7 kW/km	5,8 kW/km
Effektbehov belysning dagtid innkjøringssone tunell	-	30 kW

Det vil være mulig å levere strøm til kraftnettet i de fleste tennpunktsskapene. For de fleste relativt nye anlegg vil det normalt være et tennpunktsskap for hver 2 km. Hvert tennpunktsskap vil ha flere veglyskurser sikret med effektbrytere. Styring av veglyset er normalt av og på med kontaktorer. Kabel til veglys er vanligvis 5G50 mm² Al, og spenning 400 V TN-S. De fleste tennpunktsskap vil ha egen forsyning direkte fra netteier.

Dersom en styrer armaturene på individnivå og slår de av/på i selve armaturen og ikke ved kontaktor i forsyningskabelen, vil det være mulig å benytte veglyskablene til å overføre effekt fra solcelleanlegg tilbake til tennpunktsskapet og videre til kraftnettet. Dette gjelder for nye anlegg eller ved bytte av armaturer. Veglyskabelen er 5G50 mm² Al og det er problem med større tverrsnitt i lysmastene. Det kan være det er noen problemer her som det ikke er tenkt på, og løsningen må diskuteres i hvert vegprosjekt.

4.5 Samfunnsøkonomi

Behovet for å øke produksjonen av fornybar energi ligger som et premiss for denne samfunnsøkonomiske betraktningen. Produksjon av fornybar energi, enten det er vannkraft, vindkraft eller solkraft som skal utnyttes, vil kreve disponering av arealer, som har en alternativ anvendelsesverdi. Ved vannkraft- og vindkraftutbyggingene er konfliktpotensialet knyttet til arealbeslag stort. For solkraft kan det finnes løsninger som utnytter bygningsflater og andre «grå» arealer, men også solkraftanlegg planlegges på arealer som har stor alternativ verdi som for eksempel matjord eller produktiv skog.

Behovet for å produsere mer fornybar energi nasjonalt, samtidig som man begrenser beslag av knappe arealressurser og inngrep i natur, er den viktigste drivkraften bak dette prosjektet. I den samfunnsøkonomiske vurderingen legges det til grunn et referansealternativ (sammenlikningsalternativ) for solkraft som legger beslag på arealer som kan anvendes til andre samfunnstjenlige formål som produksjon av mat eller biomasse (eks. trevirke). Videre anses det hensiktsmessig om den produserte kraften kan anvendes nær produksjonsstedet for å unngå unødvendig merbelastning av strømmettet, og ytterligere nettutbygging.

Samferdselsinfrastruktur, og arealer som er bundet opp til denne, representerer et hittil uutnyttet potensial for produksjon av fornybar energi. Bruk av disse arealene og denne infrastrukturen kan løse flere fundamentale konflikter knyttet til å etablere nye produksjonsanlegg for fornybar energi. Konfliktpotensialet spenner over mange tema, men i denne sammenhengen er det særlig konflikt relatert til inngrep i natur, beiteområder og LNF-områder samt visuell forurensning som er relevant å peke på. Konfliktpotensialet for landbasert produksjon er større for vindkraft enn solkraft.

Transportinfrastruktur som veier og jernbane beslaglegger et bredt bånd av areal på begge sider. Dette arealet utformes med tanke på trafiksikkerhet og er snauhogd og glattet ut med tanke på å minimere konsekvenser av utforkjøring, avgrenset av viltgjerd etc. Andre steder kan det være etablert skjæringer, voller og støyskjermer. Slike arealer, der det er gjort og vil bli opprettholdt tiltak for å sikre åpen sikt, vil ha bedre solforhold enn andre tilsvarende arealer. I tillegg er det ofte allerede etablert en vei som kan benyttes i anleggs- og driftsfasen for adkomst til kraftproduksjonsanlegget. Ved stasjoner og andre anlegg knyttet til transportinfrastrukturen vil blant annet vegger og tak representere et interessant potensial. Alt dette utgjør gode utgangspunkt for å sette opp samfunnsøkonomisk lønnsomme kraftproduksjonsanlegg – særlig solkraft (PV).

Hypotesen er at sammenliknet med andre arealer så kan relativt store solcelleanlegg etableres langs transportinfrastruktur:

1. På arealer med lavere konfliktpotensial i forhold til arealbruk.

2. Til en lavere kost.
3. På arealer/flater der det er åpnere vegetasjon og bedre solforhold.

I den samfunnsøkonomiske vurderingen nedenfor gjennomgår:

1. Økonomiske beregninger
2. Drøfting av kritiske forutsetninger
3. Drøfting av samfunnsøkonomiske lønnsomhet versus bedriftsøkonomisk lønnsomhet
4. Drøfting av offentlig eller privat samarbeid

4.5.1 Økonomiske beregninger

Lønnsomheten til et anlegg for produksjon i fornybar energi ligger i differansen mellom markedsprisen på strøm og produksjonskostnad, begge målt per kWh. Markedsprisen på strøm har variert mye de siste årene, og forventningene til videre utvikling er tilsvarende blitt mer usikre.

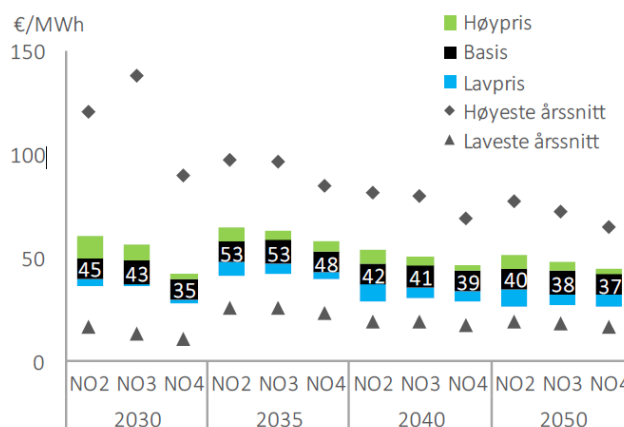
Statnett og NVE presenterer sine strømprisprognoser og markedsanalyser gjennom Statnetts Langsiktige Markedsanalyse og NVEs Langsiktige Markedsanalyse. Historiske data fra Nord Pool spotmarked gir informasjon om forventet fremtidig timesvariasjon. Denne analysen går ikke dypt inn i disse relativt usikre prognosene, utover å konstatere at Statnett i sin analyse fra 2023 [8] forventer gjennomsnittlige at strømprisene i de norske områdene NO2, NO3 og NO4 vil ligge i leiet 35-53 EUR/MWh i 2030, 2035, 2040 og 2050 (jf. Figur 4-7). Dette tilsvarer 40-60 øre/kWh med gjeldende kronekurs¹. Variasjonen gjennom døgn, årstider og år er store.

Prognosene for høyeste årsgjennomsnitt i de samme årene ligger mellom 60-140 EUR/MWh, som tilsvarer om lag 70-160 øre/kWh. De beregnede produksjonskostnadene nedenfor må sees i lys av disse markedspektivene.

Multiconsult har lang erfaring med innhenting og analyser av kostnader for solkraft og har de siste årene vært direkte involvert i utviklingen av flere prosjekter, noe som blant annet inkluderer innhenting av kostnader og budsjettering for solkraft på bygg og bakkemonterte solkraftverk. Installasjonskostnader i denne analysen vil estimeres ved å ta utgangspunkt i egne erfaringstall fra vår database og publikasjoner. Ofte vurderes økonomien for energiproduserende enheter ved diskontering av kostnader og produksjon over en valgt økonomisk levetid som varierer med type teknologi. Dette er en standardisert beregningsmetode (eng: «Levelized Cost Of Energy», LCOE).

De to vesentligste kostnadene knyttet til et produksjonsanlegg er

1. Erverv av arealer, samt klargjøring og opparbeidelse av disse – klar til teknisk installasjon
2. Anskaffelse og installasjon av teknisk produksjonsanlegg



Figur 4-7: Simulert årlig snittpris i Norge for Basis, Høypris og Lavpris for NO2, NO3, NO4, årlig snitt over 29 værår. Punktene viser henholdsvis prisene i enkeltåret med høyest og lavest pris i henholdsvis høy- og lavprisscenarioet [8].

¹ 11,45 NOK/EUR. Google Finance 05.02.2034 [23]

I tillegg kommer ikke-prissatte virkninger og konsekvenser, som for eksempel nedbygging av natur, LNF, friluftsområder etc.

Kostnad knyttet til erverv av arealer og opparbeiding av disse i en referansesituasjon vil variere mye og kunne være vanskelig å anslå på generelt grunnlag. Det vil være naturlig å se til arealer med lav arealverdi og lavt konfliktpotensial. Dette kan for eksempel være skogsområder av lav verdi, med gode solforhold, mulighet for adkomst og tilgjengelighet til strømnnett.

LNF-arealer som har vært midlertidig i bruk i anleggsperioden og/eller til massedumping som normalt revegeteres etter byggeperioden vil kunne være attraktive tomter for bakkemonterte solkraftanlegg. Slike «grå areal» kan anses som «gryteklare» tomter for solkraftverk, og vil redusere tid- og utviklingskostnader særlig dersom reguleringsbestemmelsene beskriver solkraft som et alternativ til revegetering av arealet.

Anskaffelse og installasjon av teknisk anlegg avhenger av hvordan anlegget skal monteres. Standard montering på flat bakke med egnede grunnforhold for konvensjonell pæledriving anses som det billigste. Tabell 4-10 angir anslag for spesifikk kostnad for relevante lokasjonstyper.

Bakkemontert solkraft på flatt eller skrånende terreng langs transportinfrastruktur er også mulig, men heftet med usikkerhet mht. økte kostnader for adkomst og mindre egnede grunnforhold. I tillegg er montering på egnede objekter langs transportinfrastrukturen sett på som godt egnet, men også heftet med usikkerhet siden løsninger ikke er utviklet og utprøvd i Norge enda. Denne merkostnaden kan bli oppveiet ved at kostnadene til opparbeiding av arealer er lavere og konfliktpotensialet mindre. Det forventes at kostnadene vil kunne reduseres med pilotering og tilpasninger av som gjør strukturer og arealer «klargjort for solcelleinstallasjon». Dette er p.t. noe dyrere enn bakkemontert og skråarealer.

Multiconsult har utviklet verktøy for beregning av forventet produksjonskostnad pr kWh (LCOE). Pga. usikkerheten beskrevet ovenfor, er det her utført relativt konservative beregninger forutsatt:

- Merkeeffekt (Typisk effekt per installasjon) 100-1000 kWp,
- Anskaffelses- og monteringskostnad pr Wp 5-15 kr/Wp
- Årlige vedlikeholdskostnader (% av teknisk investeringskostnad) 1-2 %
- Levetid 25 år
- Spesifikk produksjon (kWh pr kWp), geografisk betinget 550-850 kWh/kWp

LCOE-kostnaden fremkommer som en kostnad målt i kroner per kWh som forventes produsert over levetiden. Kostnaden er en neddiskontering av alle kostnader over levetiden, med en diskonteringsfaktor på 4 %². Det er ikke inkludert skattefinansieringskostnad (20 %) ettersom det er uavklart om dette vil være en offentlig eller privat investering. Merverdiavgift på omsetningspris og skatt på fortjeneste kommer i tillegg.

Tabell 4-10: Anslag kostnader til anskaffelse og installasjon, relevante lokasjonstyper (NOK/Wp).
Kilde: Multiconsult

Relevante lokasjonstyper	Anskaffelse og installasjon (kr/Wp)
Flatt standard bakkemontert	6
Skråareal bakkemontert	7
Støyskjermer	7
Veikryss	8
Tunnel	8
Tak	8
Gjerde/Viltgjerde	9
Vegskjæring	10

² Iht Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser, Rundskriv R-109/2021 [26]

LCOE beregner ingen lønnsomhet fra kraftproduksjonen. Til det behøves antakelser om markedspriser for kWh og strømforbruk. LCOE brukes til å vurdere ulike energiproduksjonsteknologier, men kan også sammenlignes med en fastprisavtale på kraft over samme tidsrom som benyttet i LCOE-beregningen.

Tabell 4-11 viser noen resultater fra LCOE-beregninger der ulike parametere er variert. Årlig strømproduksjon som varierer med solforhold med mer er angitt som Maksimum, Typisk og Minimum og angir ytterpunktene av produksjon som forventes avhengig av prosjektenes geografiske plassering, klima og terreng. Installasjon angir kostnaden per Wp, og det er her valgt ulike varianter som spenner fra 5 til 15 kr/Wp inkludert merkostnader forbundet med uprøvde løsninger beskrevet ovenfor. Prisanslagene er basert på Multiconsults erfaringer kombinert med drøftinger med leverandører. Særlig for vegskjæring er det usikkerhet knyttet til adkomst og installasjonskostnader før man har opparbeidet seg erfaringer med løsninger og metoder. Det er grunn til å forvente vesentlig lavere kostnader i fremtidige prosjekter hvor arealer og strukturer er «klargjort for solcelleinstallasjon» og de nye løsningene og installasjonsmetodene er ferdig utviklet.

Tabell 4-11: Produksjonskostnad (NOK/kWh), LCOE, for vertikalmontert PV-anlegg på støyskjerm og vegskjæring.

Lokasjons Type	Støyskjerm		Vegskjæring		
	5 kr/Wp	8 kr/Wp	10 kr/Wp	13 kr/Wp	15 kr/Wp
Installasjon	Enkelt tilgang og montasje	Dårlig tilgang og komplisert montasje	Enklest	Middels	Krevende
Minimum	0,96	1,44	1,78	2,24	2,56
Typisk	0,7	1,05	1,28	1,63	1,86
Maksimum	0,61	0,92	1,12	1,43	1,63

Tabell 4-11 viser at lavest kostnad per kWh, 61 øre/kWh, kan oppnås om man benytter lett tilgjengelige støyskjermer med enkel montasje i et område med gode solforhold. Dette antas å ligge noe høyere enn standard bakkemonterte solcelleparker (referansesituasjon). Montering i relativt krevende vegskjæringer i områder med dårlige solforhold gir en kostnad i overkant av 2,5 kr/kWh.

Solkraft i bufferarealer

Nedenfor i Tabell 4-12 gjøres en overordnet sammenstilling av estimert produksjonskostnad per kWh, antatt kostnadsnivå for arealer og opparbeiding samt konfliktpotensial, der man sammenlikner kraftutbygging på arealer med en alternativ verdi/anvendelse for samfunnet (referansesituasjonen) med kraftutbygging på bufferarealer allerede avsatt til transportinfrastruktur (foreslått tiltak) uten tomte- og opparbeidingskostnad.

Tabell 4-12: Forenklet samfunnsøkonomisk vurdering. Bruk av veiinfrastruktur kontra beslag i nye arealer.

	Tidligere ubebygde areal (Referansesituasjon)	Langs transportinfrastruktur (Foreslått tiltak)
Beskrivelse	Etablering på ubebyggede naturarealer	Montering på klargjorte bufferarealer og enkleste strukturer langs vei
LCOE	0,45 - 0,73 kr/kWh	0,29 – 1,3 kr/kWh

	Tidligere ubebygget areal (Referansesituasjon)	Langs transportinfrastruktur (Foreslått tiltak)
	(bakkemontert flatt/skråning)	
Tomt/Opparbeidingskostnader (felling av skog, planering, anleggsvei, nettilkobling etc)	Middels høy	Liten eller null
Ikke-prissatte konsekvenser og virkninger	Middels	Ingen

4.5.2 Kritiske forutsetninger

Levetiden på tiltaket som analyseres er alltid en kritisk del av den samfunnsøkonomiske analysen. Alle tekniske installasjoner forvitrer over tid. På et tidspunkt vil anlegget ikke lenger utføre sin tekniske funksjon. Solcelleanlegg har en fordel ved at de har få bevegelige deler, de er ikke spesielt utsatt for korrosjon, får sjelden vannskader etc. Samtidig skjer det stadig tekniske forbedringer av solcellepaneler og på et tidspunkt vil det være lønnsomt å skifte ut panelene med nye paneler som gir større energiproduksjon per investert krone eller per kvadratmeter. Solcelleprodusenter garanterer ytelsen for en levetid på 25-30 år mens teknisk levetid forventes å være vesentlig lengre. Typisk øker denne garantitiden i takt med at flere solcelleanlegg demonstrerer en reell levetid og effektivitet over tid. Det er grunn til å tro at solcelleanlegg som settes opp i dag kan ha en levetid som er vesentlig lengre enn 25-30 år. Dette representerer en oppside i de økonomiske beregningene som ikke er inkludert.

4.5.3 Samfunnsøkonomi versus bedriftsøkonomi

Etableringer basert på offentlig/privat samarbeid forutsetter lønnsomhet for begge parter. Dersom utbyggingen av et solcelleanlegg er lønnsomt for samfunnet, men ikke for den private aktøren vil tiltaket kanskje ikke bli realisert. I en slik situasjon vil løsningen kunne være en offentlig støtteordning (for eksempel billigere leie) som gir tilstrekkelige incentiver til at etableringen også blir lønnsom for den private aktøren.

Motsatt er det heller ikke ønskelig at bedriftsøkonomisk lønnsomme prosjekter realiseres dersom de ikke også er samfunnsøkonomisk lønnsomme. En slik situasjon kan for eksempel oppstå dersom det er vesentlige negative konsekvenser for det offentlige eller samfunnet ellers, som en privat aktør ikke pålegges å ta hensyn til i sin investering/utbygging. Dette kan for eksempel være visuell forurensing eller beslag av arealer med høyere verdi enn hva som reflekteres i tomteverdien.

Historisk har produksjonsanlegg for fornybar energi – spesielt vannkraft og vindkraft – medført omfattende negative virkninger for allmennhetens interesser. Dette er et problem som fortsatt er dagsaktuelt. Samtidig har samfunnet behov for mer kraft. Utbygging av anlegg som kan produsere fornybar kraft på arealer som allerede er avsatt til transportformål synes å representere en løsning på dette problemet ved at de negative virkningene er langt mindre enn for tradisjonelle/konvensjonelle utbygginger av produksjonsanlegg.

4.5.4 Samfunnskostnaden av å bygge ned natur

Rent intuitivt gir det, når man følger argumentasjonen i kap. 4.5.3, en samfunnsøkonomisk gevinst dersom en kan utnytte allerede beslaglagt natur til kraftproduksjon i stedet for å beslaglegge ny

natur. En forutsetning for den argumentasjonen er at den samme kraften uansett vil bli produsert med inngrep i natur. Ved å inkludere verdien av «spart natur» i det samfunnsøkonomiske regnestykket kan en høyne den samfunnsøkonomiske gevinsten av et samferdselsanlegg. Det er imidlertid utfordrende å finne en metodikk for prissetting av natur i kroner og øre som kan benyttes direkte inn i en samfunnsøkonomisk analyse. Natur har verdi på flere nivå, som areal som kan brukes til noe annet, som biologisk mangfold med en egenverdi og i form av økosystemtjenester for oss mennesker [9]. Økosystemtjenester er forsynende tjenester, regulerende tjenester, støttende tjenester og kulturelle tjenester [10] [11], som i noen grad kan omsettes til verdier som kan prissettes, men også aspekter ved natur som ikke lett kan prissettes.

En samfunnsøkonomisk analyse omfatter både prissatte og ikke prissatte konsekvenser. Naturmangfold er i dagens omforente utredningsmetodikk for samferdselsprosjekter (Statens vegvesens veileder for konsekvensanalyser, V712 [12], betraktet som en av fem ikke-prissatte virkninger, i tillegg til landskapsbilde, friluftsliv, by- og bygdeliv, naturressurser og kulturarv. Drøftingen nedenfor fokuserer på natur, men er i prinsippet også gyldig for de andre ikke-prissatte temaene.

I håndbok V712 er det lagt som premiss at verdiene enten ikke kan eller ønskes verdsatt i kroner og øre. Verdi av natur er i stedet vurdert etter en kvalitativ skala fra ubetydelig til svært stor verdi basert på faglig kriterier ift. verdi for naturmangfold, særegenhet, sjeldenhet, truetthet etc. Konsekvens for natur framkommer ved å sammenholde verdien av et areal mot påvirkning på arealet etter faglige og i hovedsak kvalitative kriterier for hvor forbedret, forringet eller ødelagt arealet blir av tiltaket. Konsekvensgrad for arealet følger en åttedelt skala fra stor positiv via ubetydelig til kritisk negativ konsekvens.

Det er to utfordringer med manglende metodikk for prissetting av natur i utbyggingssaker:

1. At naturverdiene ikke når opp mot de prissatte, og slik sett taper ved at prosjekter blir erklært samfunnsøkonomiske lønnsomme uten at naturverdier er tilstrekkelig belyst eller hensyntatt.
2. At prosjekter som sparer natur ved å benytte allerede nedbygd areal, ikke får den rettmessige samfunnsøkonomiske oppsiden som følger av spart natur.

Manglende metodikk for prissetting av natur gjør dermed at Norge ut fra naturens perspektiv bygger ut feil prosjekter, prosjekter som stadig krever nye inngrep i verdifull natur. En metode for prissetting av natur i plan- og konsesjonsprosesser vil trolig løfte natur i den samfunnsøkonomiske vektingen [13]. Det kan medføre at prosjekter som gir inngrep i natur kanskje bikker over fra å være samfunnsøkonomisk lønnsomme til å bli ulønnsomme, og ikke blir bygd ut. Denne rapporten fokuserer på det motsatte; at prosjekter blir samfunnsmessig lønnsomme ved å la være å belaste natur for nødvendige tiltak. For å løfte prosjekter som sparer natur, trengs en metode for samfunnskostnaden av natur, en alternativkostnad som kan virke i positiv retning samfunnsøkonomisk dersom man bygger ut et kraftproduksjonsanlegg på et allerede naturmessig ødelagt areal i stedet for å beslaglegge ny natur.

Grønn skattekommissjon (NOU:15 2015) la grunnlag for bruk av klima- og miljøbegrunnede avgifter og reduksjon av skatter og avgifter for å oppnå kutt i klimagassutslipp og bedre miljø. Mange naturvitere og samfunnsøkonomer har tatt til orde for prissetting av natur på ulike måter [13] [14] [15]. Ulike måter å betrakte natur på, bidrar på ulikt vis til å påvirke samfunnsøkonomisk verdi og beslutninger om utbygging.

Man kan få fram en alternativkostnad for spart natur gjennom en naturavgift per arealenhet (investeringskostnad), naturleie (driftskostnad), økologisk kompensasjon, kostnaden ved å istandsette annen natur som går tapt og naturregnskap som forutsetter arealnøytralitet, det vil si at

arealbeslag i natur må kompenseres med å spare, istandsette eller kompensere likeverdig natur. En kan også erstatte pisk med gulrot ved å innføre subsidier som gir incitament for å spare natur [9] [16]. Dette gir grunnlag for få fram en kroneverdi, men utfordringen er at natur varierer fra svært inngrepspreget til helt urørt og ellers har svært ulike parametere som gjør det svært komplisert å verdisetten. Økologisk kompensasjon vil aldri erstatte tapt natur 100 %, og må derfor tillegges en kostnad for verdien som allikevel er tapt. Nivået på naturavgiften vil ha betydning for alternativkostnaden og den er ikke lik fra naturområde til naturområde.

Menon har på oppdrag for Nye Veier sett på hvordan ikke-prissatte virkninger bedre kan tilpasses selskapets metodikk for porteføljestyring som i sin helhet er basert på samfunnsøkonomisk lønnsomhet [17]. Menon har også gjort analyser av hvor høy en eventuell naturavgift må være for at den har effekt på arealbruksendringer ved å påvirke beslutningene. Det kan for eksempel skje ved at utbygger velger et annet areal, arealbruken begrenses eller prosjektet skrinlegges [16]. I ett annet studium for Statsforvalteren i Oslo og Viken knyttet til etablering av Østmarka nasjonalpark, er det brukt metoder for å sette verdi på nyttevirkinger av naturgoder og tjenester som ikke har markedspriser, basert på økosystemtjenester [10]:

«En av de største nyttepostene ved etablering av en nasjonalpark i deler av Østmarka er knyttet til verdien for samfunnet av å bevare naturmangfold og naturverdier i området. Denne nytten er ansett å være svært høy fordi det berører mange, og det innebærer vern av skog i lavereliggende områder av høy bonitet som er en naturtype som i liten grad er vernet fra før i Norge, men som har stort biologiske mangfold.

.... gir et nedre anslag på i størrelsesorden 350 millioner kroner i nåverdi; altså vesentlig høyere enn de verdsatte kostnadene forbundet med vernet»

Konklusjon: Alternativkostnaden ved å spare natur ved bygging på arealer som fra naturens perspektiv allerede ødelagt, er komplisert. Det finnes metoder som kan benyttes for å prissette natur for å løfte samfunnsøkonomisk nytte for samferdselsprosjekter som benytter allerede nedbygd natur til nødvendig kraftproduksjon som ellers ville beslaglagt annen natur. Disse bør vurderes nærmere og tilpasses behovet knyttet til kraftproduksjon i samferdselsprosjekter. Uavhengig av om man kommer fram til en metode for prissetting av natur, er det viktig å presisere at naturen har egenverdi som i seg selv gir grunn til å bygge infrastruktur på allerede ødelagt areal. Det vil bidra til redusert arealbeslag som på sikt vil redusere de store arealbeslagene som følger av moderne samferdselsanlegg.

Samfunnsøkonomisk anbefaling

I en situasjon der samfunnet må prioritere arealer til utbygging av fornybar kraftproduksjon vil etablering av solcelleanlegg langs/på transportinfrastruktur kunne være et godt samfunnsøkonomisk tiltak, dersom alternativet er å beslaglegge arealer som ellers kan benyttes til produksjon av mat, trevirke eller liknende. Det anbefales derfor at slike produksjonsanlegg vurderes inkludert i alle aktuelle transportinfrastrukturprosjekter. En samfunnsøkonomisk analyse bør gjøres for hvert enkelt prosjekt der dette kan være aktuelt. Denne må legge til grunn den anslåtte størrelsen på anlegget – eller anleggene - og den estimerte kostnaden. Inntektssiden bør beregnes med utgangspunkt i prognoser fra NVE og Statnett. Levetiden bør settes til 25 år eller lengre. Konsekvenser og konfliktpotensial bør utredes for hvert enkelt prosjekt. Disse bør sammenholdes mot de forventede konsekvenser og konflikter ved etablering av solcelleanlegg av tilsvarende størrelse på arealer som samfunnet ellers ville måtte ha avsatt til produksjon av samme mengde fornybar energi.

4.5.5 Forretningsmodeller

Etablering, eierskap og drift av et solcelleanlegg er ikke nødvendigvis en oppgave for det offentlige. Det finnes flere mulige forretningsmodeller, og fordeler og ulemper med disse bør utredes nærmere. Nedenfor følger en kort motivasjon for videre utredning som skisserer noen konseptuelt forskjellige forretningsmodeller. I utredningen av forretningsmodeller bør det avklares hvilke muligheter og begrensninger transportetatene har når det gjelder modeller for offentlig-privat samarbeid.

Operasjonell drift av et solcelleanlegg – eller vindkraft på land – er ikke en type virksomhet transportetatene eller andre offentlige etater har mye erfaring med. I andre markeder slik som mobilnett, bredbånd, distribusjon og salg av drivstoff har samfunnet valgt å la private aktører håndtere driften.

Når det gjelder eierskap kan det offentlige ha et fortrinn gjennom lavere kapitalkostnad enn private. Samtidig ligger det en oppsiderisiko i levetiden til særlig solcelleanlegg. Hvis anlegg med anslått/garantert levetid på 25-30 år faktisk får en levetid på opp mot det dobbelte, vil det være åpenbart gunstig å sitte som eier av anlegget.

Offentlig eierskap og privat drift krever offentlig/privat samarbeid. Om drøftingen avgrenses til arealer som er i offentlig eie, kan man i det ene ytterpunktet (1) vurdere en forretningsmodell der det offentlige leier ut landarealer eller arealer på vegger og tak, og mottar en årlig leie for denne. En privat aktør finansierer, etablerer, eier og drifter anlegget, og tar inntektene for strømmen som produseres. Det andre ytterpunktet (2) kan være et anlegg eid av det offentlige, som leier inn en leverandør av drifts- og vedlikeholdstjenester. Den offentlige eieren selger strømmen i markedet og mottar inntektene for denne. En mellomløsning (3) kan være et offentlig eid anlegg, men der en privat aktør leier anlegget, overtar ansvaret for kraftproduksjonen og mottar inntektene fra energisalg.

En løsning (4) etter modell av hjemfallsretten for vannkraftanlegg kan også vurderes [18]. Da vil en privat aktør få konsesjon til å bygge og drifte et kraftproduksjonsanlegg i en avgrenset tidsperiode. Aktøren finansierer sin investering gjennom inntektene fra den kraften som produseres og selges. Når perioden utløper tilfaller eierskapet av anlegget det offentlige. Tidsperioden må være lang nok til at den private aktøren ser en lønnsom investeringsmulighet. I vannkraftsamheng har 60 år vært vanlig. En kortere periode kan vurderes for eksempel dersom levetid på anlegget er kortere eller finansieringen antas å være raskere nedbetalt. Etter at det offentlige har overtatt anlegget kan det leies ut til en privat aktør i tråd med forretningsmodellene (2) eller (3) over. Hjemfallsretten ble utfordret av EØS og EFTA-domstolen i 2007, med påfølgende lovendringer i 2008. Det bør derfor gjøres særskilte juridiske vurderinger før en slik løsning velges.

5 Resultater og drøfting

5.1 Totalt produksjonspotensial i samferdselsprosjektene

Samlet kraftproduksjonspotensial for prosjektporteføljen utgjør 110-210 GWh/år avhengig av hvilke arealer inkluderes som vist i Figur 5-1. Potensialet for LNF-areal utgjør ca. 40 GWh/år og deponiareal ca. 60 GWh/år. Det vil si at potensialet uten disse arealene er ca. 110 GWh/år, altså omkring halvparten av totalt kartlagt potensial i disse samferdselsprosjektene. Til sammenligning er forventet årsproduksjon fra solkraft i Norge 459 GWh ifølge NVE per februar 2024 [19]. Det betyr at potensialet bare fra den analyserte prosjektporteføljen utgjør ca. 25-50 % av samlet energiproduksjon fra solkraft i Norge per dags dato.

Prosjekt	Benevning	Veikryss	Tunnellinnløp	Skråareal	Veisløsslagings	Støyskjermer	Gjerdel/utlagde	Bakkemontert	Tak	Deponi bakkemontert	LNF bakkemontert/skråareal	Sum prosjekt	Sum prosjekt eies. LNF	Sum prosjekt eies. LNF og deponi
Nye Veier														
E18 Rugtvedt Dørdal	MWh/år	1 452	-	4 459	2 701	221	3 822	-	-	11 715	3 002	27 373	24 370	12 655
E39 Mandal Øst - Mandal By	MWh/år	1 826	106	3 539	2 107	172	2 986	-	-	9 297	2 383	22 415	20 032	10 735
E39 Kristiansand - Mandal	MWh/år	2 738	845	3 007	1 790	160	2 537	-	-	7 899	2 024	21 001	18 976	11 077
E39 Tvedestrand - Arendal	MWh/år	1 826	423	6 182	2 911	260	4 512	-	-	11 032	11 032	38 178	27 146	16 114
E6 Kvål - Melhus	MWh/år	932	97	856	-	633	1 175	-	-	1 138	292	5 121	4 830	3 692
E6 Kolomoen Ankværn	MWh/år	3 472	-	1 050	-	1 472	3 060	-	-	5 637	5 637	20 329	14 692	9 054
E6 Ankværn Moelv	MWh/år	6 077	109	5 835	745	2 207	5 667	-	-	2 088	8 352	31 079	22 728	20 640
Sum Nye Veier	MWh/år	18 322	1 579	24 929	10 254	5 125	23 758	-	-	48 806	32 722	165 495	132 773	83 967
Statens vegvesen														
E39 Storehaugen Førde	MWh/år	1 708	198	461	267	24	414	-	-	1 308	335	4 715	4 380	3 072
E39 Smiene Harestad	MWh/år	1 708	99	1 038	601	54	932	-	-	2 943	754	8 128	7 374	4 431
E134 Saggrenda Elgsjø	MWh/år	-	-	2 449	767	-	1 077	-	-	3 217	824	8 335	7 510	4 294
Oslofjordforbindelsen	MWh/år	2 646	407	1 183	-	59	1 029	-	-	3 107	796	9 227	8 430	5 324
Rv. 22 Hafslund-Dondern	MWh/år	-	-	-	-	38	-	-	-	-	-	38	38	38
Sum Statens vegvesen	MWh/år	6 061	704	5 131	1 636	175	3 453	-	-	10 574	2 710	30 442	27 732	17 158
Bane NOR														
Togparkering Moss	MWh/år	-	-	74	-	364	522	-	965	-	-	1 925	1 925	1 925
Avgreining Østre linje	MWh/år	-	-	-	-	-	2 999	5 044	-	1 513	4 472	14 029	9 557	8 043
Sum Bane NOR	MWh/år	-	-	74	-	364	3 522	5 044	965	1 513	4 472	15 954	11 481	9 968
Sum totalt	MWh/år	24 383	2 283	30 133	11 890	5 663	30 733	5 044	965	60 893	39 904	211 891	171 987	111 094

Figur 5-1: Årsproduksjonspotensial for samferdselsprosjektene per struktur og arealtype.

Produksjonspotensialet som vist i Figur 5-1 viser hvilke deler av store motorveiprojekt som har stort energiproduksjonspotensial og hvilke som har relativt begrenset potensial. I Nye vei-prosjekter bidrar eksempelvis tunnellinnløp og støyskjermer i liten grad til det totale produksjonspotensialet sammenlignet med øvrige struktur- og arealdeler i motorveiprojekt. Dette må ikke mistolkes til hen at tunnelinnløp og støyskjermer ikke er egnede struktur- og arealdeler. Nærheten til tunnel gir mulighet for direkte forsyning av solstrøm til tunnelbelysning på dagtid, og støyskjermer er godt egnede fundamenter som reduserer installasjonskostnader samt at de befinner seg i urbane områder som har kort avstand til nettforsyning og strømforbruk.

I enkelte prosjekter har spesifikke arealer og/eller strukturer ingen produksjonsverdi i resultattabellen (Figur 5-1). Dette betyr ikke nødvendigvis at det ikke er et potensial for energiproduksjon, men grunnet tilgjengelig datagrunnlag og benyttet generaliseringsmetode for estimering av produksjonspotensial var det vanskelig å tallfeste disse potensialene og de er derfor ikke medregnet. Et eksempel er potensialet for bakkemontert solkraft innenfor eiendomsgrensen. I reguleringsplanen for E18 Rugtvedt-Dørdal ble det ikke identifisert konkrete arealer egnede for standard flatt bakkemontert solkraftverk innenfor eiendomsgrensen annet enn ifm. veikryss. Det

kartlagte potensialet totalt for alle prosjektene forventes derfor å være noe konservativt. I hvilken grad ytterligere arealer kan inngå i produksjonspotensialet kan undersøkes nærmere ved konkret prosjektering av pilotanlegg.

5.2 Produksjonspotensialet for vegprosjektene

Figur 5-2 viser produksjonspotensialet pr km veg ('spesifikke tall'). Produksjonspotensialet er angitt per km 'prosjekt lengde' og per km 'kartlagt lengde'. Prosjekt lengden angir total lengde for prosjektet inkludert strekning gjennom tunnel. Kartlagt lengde angir total lengde uten strekning gjennom tunnel.

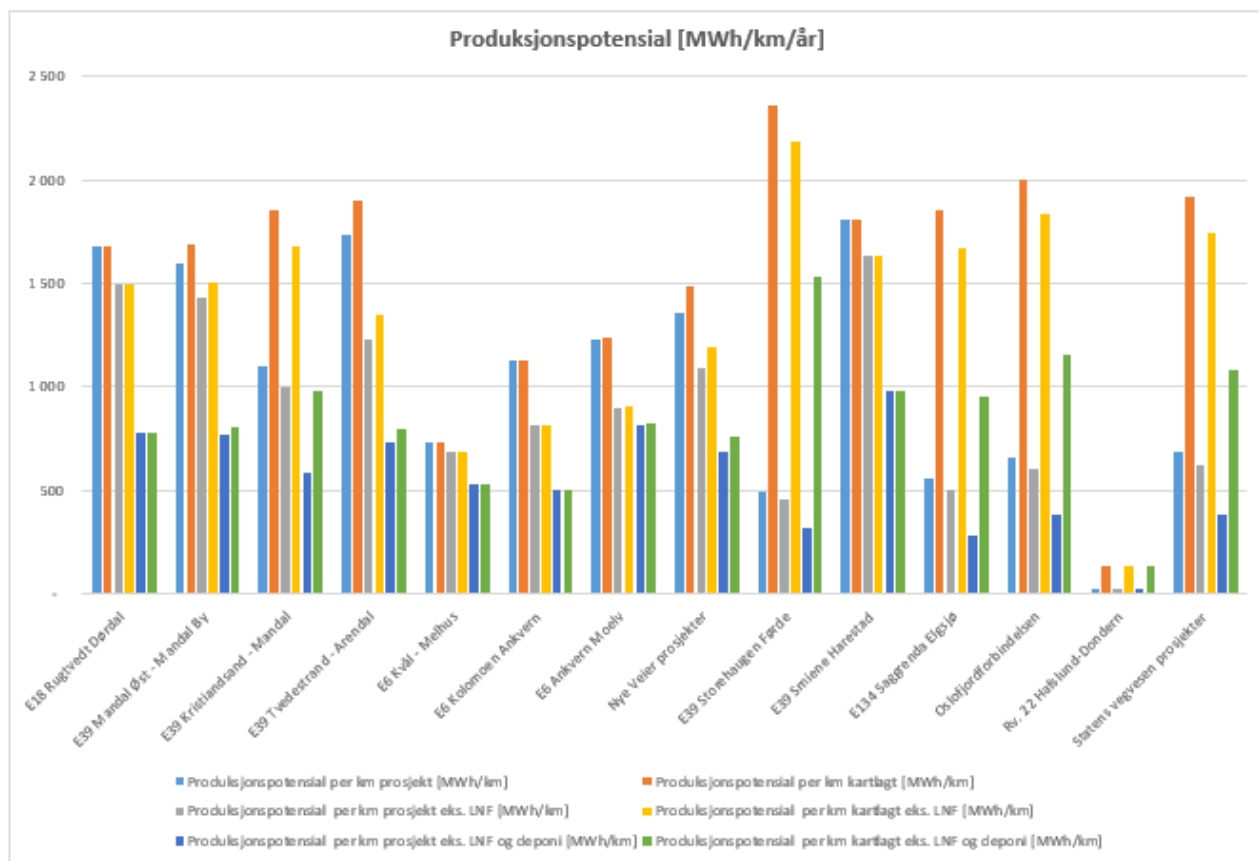
Prosjekt	Prosjekt lengde [km]		Kartlagt lengde av prosjekt [km]		Sum per km prosjekt [MWh/km]		Sum per km kartlagt [MWh/km]	
	inkl. tunnel	ekskl. tunnel	inkl. tunnel	ekskl. tunnel	inkl. LNF og deponi	ekskl. LNF og deponi	inkl. LNF og deponi	ekskl. LNF og deponi
Nye Veier								
E18 Rugtvedt Dørdal	16,3	16,3	1 679	1 679	1 495	1 495	776	776
E39 Mandal Øst - Mandal By	14,0	13,3	1 601	1 685	1 431	1 506	767	807
E39 Kristiansand - Mandal	19,0	11,3	1 105	1 858	999	1 679	583	980
E39 Tvedestrand - Arendal	22,0	20,1	1 735	1 899	1 234	1 351	732	802
E6 Kvål - Melhus	7,0	7,0	732	732	690	690	527	527
E6 Kolomoen Ankvern	18,0	18,0	1 129	1 129	816	816	503	503
E6 Ankvern Moelv	25,3	25,0	1 228	1 243	898	909	816	826
Nye Veier prosjekter	122	111	1 361	1 491	1 092	1 196	691	756
Staten vegvesen								
E39 Storehaugen Førde	9,5	2,0	496	2 358	461	2 190	323	1 536
E39 Smiene Harestad	4,5	4,5	1 806	1 806	1 639	1 639	985	985
E134 Saggrenda Elgsjø	15,0	4,5	556	1 852	501	1 669	286	954
Oslofjordforbindelsen	14,0	4,6	659	2 006	602	1 833	380	1 157
Rv. 22 Hafslund-Dondern	1,5	0,3	25	140	25	140	25	140
Statens vegvesen prosjekter	45	16	684	1 918	623	1 747	386	1 081
Bane NOR								
Togparkering Moss	2,9	2,9	664	664	664	664	664	664
Avgreining Østre linje	5,2	5,2	2 698	2 698	1 838	1 838	1 547	1 547
Bane NOR prosjekter	8,1	8,1	1 970	1 970	1 417	1 417	1 231	1 231

Figur 5-2: Spesifikt produksjonspotensial [MWh/km] per medregnet arealtype. Produksjonspotensial per km prosjekt lengde (inkl. tunnel) og for kartlagt lengde (ekskl. tunnel).

Nye vei-prosjekter (nye 4-felts motorveier) har et spesifikt produksjonspotensial fra ca. 750 MWh/km kartlagt vegstrekning (fratrasket bl.a. tunnelstrek) ekskl. LNF-arealer og deponiarealer til ca. 1500 MWh/km kartlagt inkl. LNF og deponi. Forutsatt at årsforbruket i en enebolig er 30 MWh/år betyr det at solkraft langs slike motorveier har potensial til å dekke strømforbruket for minst 25 eneboliger per km.

Estimert produksjonspotensial i prosjektene til Statens vegvesen har større variasjon som følge av at prosjektene omfatter 2- og 4-felts veier i ulikt terreng samt at Rv.22 Hafslund-Dondern befinner seg i urbant strøk hvor muligheten for kraftproduksjon er begrenset til solceller på støyskjerm. Størrelsen på arealer avsatt til massedeponi varierer mellom prosjektene avhengig av topologi med mer. LNF-

arealer utenfor eiendomsgrensen, men innenfor byggegrensen eller reguleringsplan for prosjektet er identifisert som et potensial, men i hvilken grad dette potensialet kan tilskrives samferdselsprosjektet kan diskuteres. Det vil uansett være opp til grunneier å utnytte potensialet i disse LNF-arealene forutsatt at det er mulig innenfor reguleringsbestemmelsene fastsatt av kommunen. Figur 5-3 viser produksjonspotensial per km prosjekt (inkl. tunnel) og per km kartlagt vei (ekskl. tunnel) for vegprosjektene.



Figur 5-3: Produksjonspotensial per km prosjekt (inkl. tunnel) og per km kartlagt vei (ekskl. tunnel) for vegprosjektene.

5.3 Produksjonspotensial for jernbaneprojektene

For jernbaneprojektene var det store variasjoner i produksjonspotensial og prosjektene var relativt unike. Ved en grovscanning av prosjektene ble det klart at Stasjonsprosjekt Strømmen hadde begrenset produksjonspotensial, og ble av den grunn ekskludert fra nærmere kartlegging. De 8 stasjonene ligger i urbane omgivelser med generelt eldre stasjonsbygninger med relativt små takflater og ellers begrensede muligheter for solceller på gjerder og andre strukturer. Sikringsgjerdet på nordsiden langs jernbanen kan vurderes, men nær skygge fra bygg og trær må forventes.

De to resterende to jernbaneprojektene Togparkering Moss og Avgreining Østre Linje har godt egnede arealer fr kraftproduksjon. Avgreining Østre Linje - Oslo S – Ski er det kartlagte prosjektet som har høyest produksjonspotensial per km jernbane. Dette skyldes hovedsakelig store arealer på Sjønhaug på delstrekning A mellom spor som egner seg godt for bakkemontert solkraft dersom disse arealene tas i bruk. Samtidig er det skråarealer, enkelte mulige veiskjæringer og veikrysninger som ikke er inkludert i kartleggingen grunnet usikkerhet rundt endelig utforming av prosjektet. Dette fører til at et realistisk produksjonspotensial for denne strekning etter all sannsynlighet er større enn hva som kommer frem av resultatene i denne vurderingen.

5.4 Produksjonskostnad over levetiden (LCOE)

LCOE er her utregnet spesifikt for de relevante lokasjonstyper fra prosjektporteføljen og det er derfor brukt forutsetninger tilpasset dette. I kapittel 4.5 Samfunnsøkonomi er det til sammenligning utført en mer generell beregning på variasjonen av LCOE ved utvalgte muligheter for bygging av solkraftanlegg i forbindelse med veiprosjekter. Tabell 5-1 viser resultatet av LCOE-beregninger basert på et gjennomsnitt av produksjonspotensial med data fra kartleggingsfasen for alle prosjekter. Følgende forutsetninger er lagt til grunn i beregningene.

- 25 år levetid
- Kalkulasjonsrente 4%
- Ett bytte av vekselretter med kostnad 1000 NOK/kWp
- Installasjonskostnader basert på Tabell 4-10 som basis og sensitivitet for +/- 20 % variasjon
- Årlig vedlikeholdskostnader på 1 % av investeringskostnad

Det er verdt å merke seg at LCOE beregninger i Tabell 5-1 er basert på data fra kartlagt/generalisert produksjonspotensial. Her er parametere som skyggetap, ulike orienteringer og ulik innstrålingsdata for forskjellige prosjektlokasjoner hensyntatt som vil ha stor innvirkning på LCOE. Dette vil si at LCOE beregninger i Tabell 5-1 i hovedsak sier noe om LCOE for de ulike lokasjonstypene for alle prosjekter sett som helhet. Dette medfører at LCOE vil kunne være betydelig lavere for svært godt egnede arealer med lite avskygning og god lokasjonsspesifikk innstråling og omvendt.

Tabell 5-1: Produksjonskostnad over levetiden LCOE [NOK/kWh] ved ulike installasjonskostnader [NOK/Wp] basert på varierende installasjonskostnader med midlere verdier iht. Tabell 4-10.

Relevante lokasjonstyper	NOK/Wp 20% redusert anskaffelseskostnad	NOK/Wp anskaffelseskostnad	NOK/Wp 20% høyere anskaffelseskostnad	LCOE 20% redusert anskaffelseskostnad	LCOE basis anskaffelseskostnad	LCOE 20% høyere anskaffelseskostnad
Veikryss	6,67	8,00	9,60	0,57	0,68	0,81
Tunnelinnløp	6,67	8,00	9,60	0,65	0,77	0,92
Skråareal	6,67	8,00	9,60	0,52	0,61	0,73
Veiskjæring	8,33	10,00	12,00	1,03	1,22	1,45
Støyskjerm	5,83	7,00	8,40	0,74	0,88	1,04
Gjerder/Viltgjerde	7,50	9,00	10,80	0,83	0,98	1,17
Bakkemontert	5,00	6,00	7,20	0,45	0,53	0,63
Tak	6,67	8,00	9,60	0,65	0,77	0,91

6 Anbefaling

Potensialet for energiproduksjon langs vei og jernbane er betydelig og anbefales utnyttet til det beste for samfunnet så raskt som mulig. Beregningene viser at solkraft langs motorveier har potensial til å dekke strømforbruket for 25-50 eneboliger per km avhengig av forutsetningene som legges til grunn for utnyttelsen. Særlig for vegskjæring er det usikkerhet knyttet til adkomst og installasjonskostnader før man har opparbeidet seg erfaringer med løsninger og metoder. Det er grunn til å forvente vesentlig lavere kostnader i fremtidige prosjekter hvor arealer og strukturer er «klargjort for solcelleinstallasjon» og de nye løsningene og installasjonsmetodene er ferdig utviklet.

Det bør utredes nærmere hvilke regulatoriske grep som kan iverksettes og hvilke løsninger som skal anbefales knyttet til å anvende arealer regulert til samferdselsformål (eller andre formål) til kraftproduksjon i tillegg. LNF-arealer som har vært midlertidig i bruk i anleggsperioden og/eller til massedumping som normalt revegeteres etter byggeperioden vil kunne være attraktive tomter for bakkemonterte solkraftanlegg. Slike 'grå' areal kan anses som 'gryteklare' tomter for solkraftverk, og vil redusere tid- og utviklingskostnader særlig dersom reguleringsbestemmelsene beskriver solkraft som et alternativ til revegetering av arealet.

I en situasjon der samfunnet må prioritere arealer til utbygging av fornybar kraftproduksjon vil etablering av solcelleanlegg langs/på transportinfrastruktur kunne være et godt samfunnsøkonomisk tiltak, dersom alternativet er å beslaglegge arealer som ellers kan benyttes til produksjon av mat, trevirke eller liknende. Det anbefales derfor at slike produksjonsanlegg vurderes inkludert i alle aktuelle transportinfrastrukturprosjekter.

En samfunnsøkonomisk analyse bør gjøres for hvert enkelt prosjekt der kraftproduksjon kan være aktuelt. Analysen må legges til grunn den anslåtte størrelsen på anlegget – eller anleggene - og den estimerte kostnaden. Inntektssiden bør beregnes med utgangspunkt i prognoser fra NVE og Statnett. Levetiden bør settes til 25 år eller lengre.

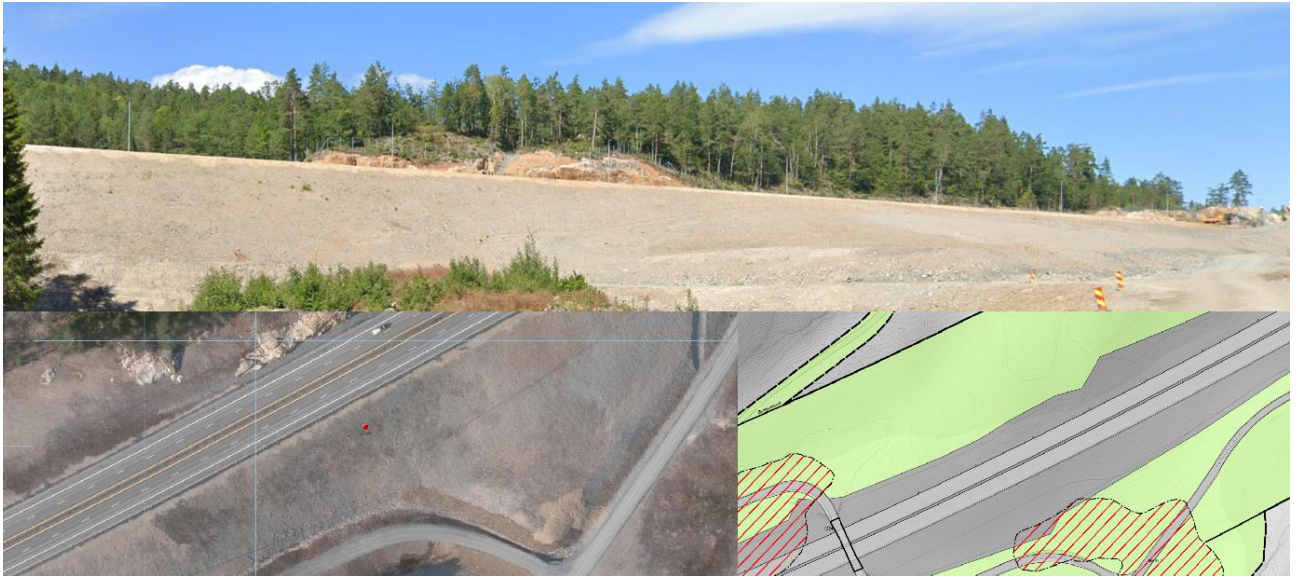
Konsekvenser og konfliktpotensial bør utredes for hvert enkelt prosjekt. Disse bør sammenholdes mot de forventede konsekvenser og konflikter ved etablering av solcelleanlegg av tilsvarende størrelse på arealer som samfunnet ellers ville måtte ha avsatt til produksjon av samme mengde fornybar energi.

7 Referanser

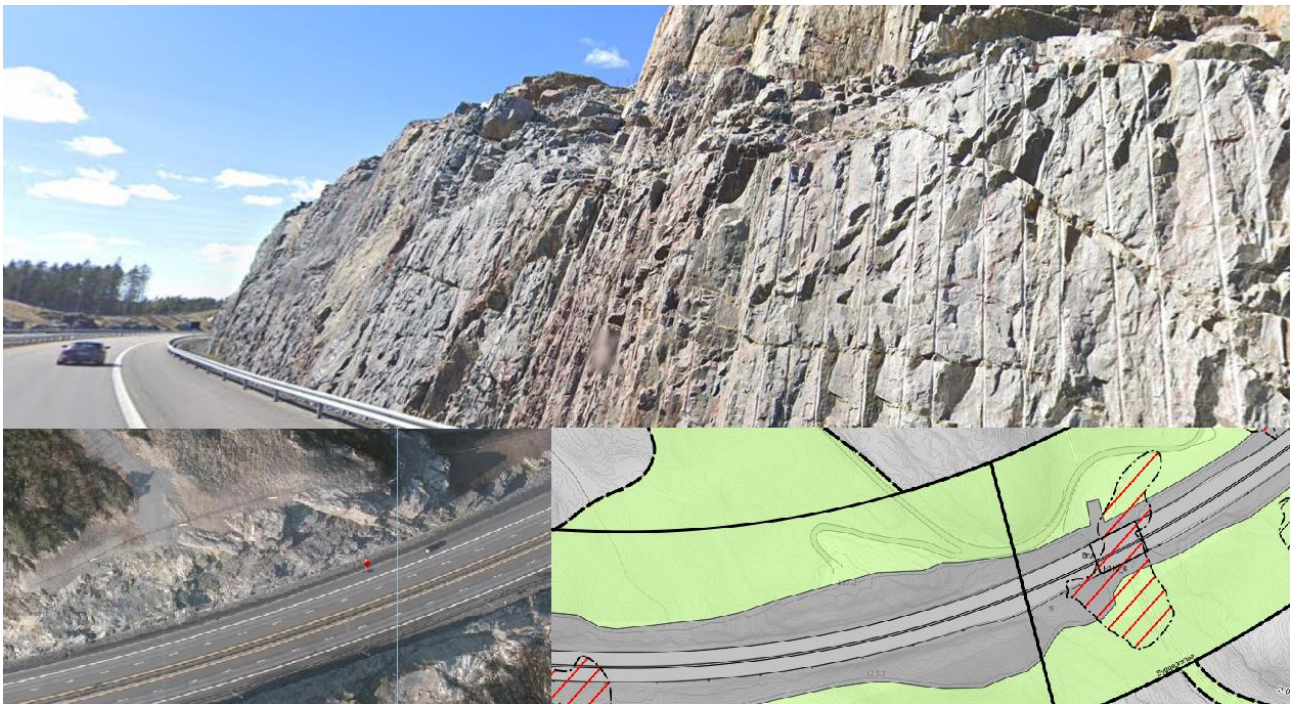
- [1] NVE, «Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2023,» 2023.
- [2] Statnett, «Kortsiktig Markedsanalyse 2023-28,» 2023.
- [3] «Høring - forslag fra Kommunal- og distriktsdepartementet og Olje- og energidepartementet til endringer i energiloven og plan- og bygningsloven knyttet til solkraftanlegg på land,» Kommunal- og distriktsdepartementet og Olje- og energidepartementet, desember 2023. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/alminnelig-horing-forslag-fra-kld-og-ed-til-endringer-i-energiloven-og-plan-og-bygningsloven-knyttet-til-solkraftanlegg/id3019529/?expand=horingsnotater>.
- [4] Vegdirektoratet, «N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr,» 2022.
- [5] «Statens Vegvesen,» [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/prosjekt/oslofjordforbindelsen/illustrasjoner-bilder-presentasjoner/>.
- [6] Barrett, «Investigating Safety Impacts of Energy Technologies on Airports and Aviation,» Transportation research board, 2011.
- [7] «Lov om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven),» Lovdata, [Internett]. Available: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1993-06-11-100/KAPITTEL_5#%C2%A710.
- [8] Statnett, «Langsiktig markedsanalyse - Noge, Norden og Europa 2022-2050,» 2023.
- [9] H. o. M. K. Lindhjem, «Grunnlag for nærmere utredning av en naturavgift. Vista Analyse Rapport 20/2015».
- [10] NOU 2013:10, «Naturens goder- om verdier av økosystemtjenester,» 2013.
- [11] Sabima, «Økosystemtjenester- naturens goder,» Samarbidsorgan for biologiske foreninger i Norge, 2024. [Internett]. Available: <https://www.sabima.no/okosystemtjenester-naturens-goder/>.
- [12] Statens vegvesen, «Håndbok V712 Konsekvensanalyser,» 2021.
- [13] Jernbaneverket, «Prising av naturinngrep. KVV Grenlandsbanen- vurdering av sammenkobling av Vestfoldbanen og Sørlandsbanen,» 2016.
- [14] Norsk institutt for naturforskning, «Nye virkemidler i arealforvaltningen- naturrestaurering, arealregnskap og naturavgift. NINA Rapport 2097,» 2022.
- [15] NOU, «Grønn skattekomisjon,» 2015:15.
- [16] Ø. L. H. o. G. G. Handberg, «Hvor høy må en eventuell naturavgift være for å endre utbyggingsbeslutninger) En utredning gjennom 12 eksempelstudier. MENON 76/2017,» 2017.
- [17] U. e. a. Gulbrandsen, «Metode for vurdering av ikke-prissatte virkninger for Nye Veier. MENON-publikasjon 118,» 2021.
- [18] M. Reusch, G. Eriksen og K. A. Rosvold, «Hjemfallsrett,» Store norske leksikon, 13 november 2023. [Internett]. Available: <https://snl.no/hjemfallsrett>. [Funnet 16 januar 2024].
- [19] NVE, «Oversikt over solkraft i Norge,» [Internett]. Available: <https://www.nve.no/energi/energisystem/solkraft/oversikt-over-solkraft-i-norge/>. [Funnet mars 2024].
- [20] «Research and Analysis Demonstrate the Lack of Impacts of Glare from Photovoltaic Modules,» NREL, 2018. [Internett]. Available: <https://www.nrel.gov/state-local-tribal/blog/posts/research-and-analysis-demonstrate-the-lack-of-impacts-of-glare-from-photovoltaic-modules.html>.
- [21] Statens vegvesen, «Konsekvensanalyser. Håndbok V712,» 2018.
- [22] D. S. A. E. M. N. S. S. T. o. K. A. Hagen, «Nye virkemidler i arealforvaltningen- naturrestaurering, arealregnskap og naturavgift. NINA rapport 2097,» 2022.
- [23] «Google Finance,» Google, 2024 feb 5. [Internett].
- [24] Norconsult, «Potensialet for solkraft i samferdsel i Norge,» 2023.
- [25] Elhub, «Forbruk, produksjon og installert effekt,» [Internett]. Available: <https://elhub.no/data/forbruk-og-produksjon/#str%C3%B8mproduksjon>.
- [26] Finansdepartementet, «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser, Rundskriv R-109,» 2021.

8 Vedlegg

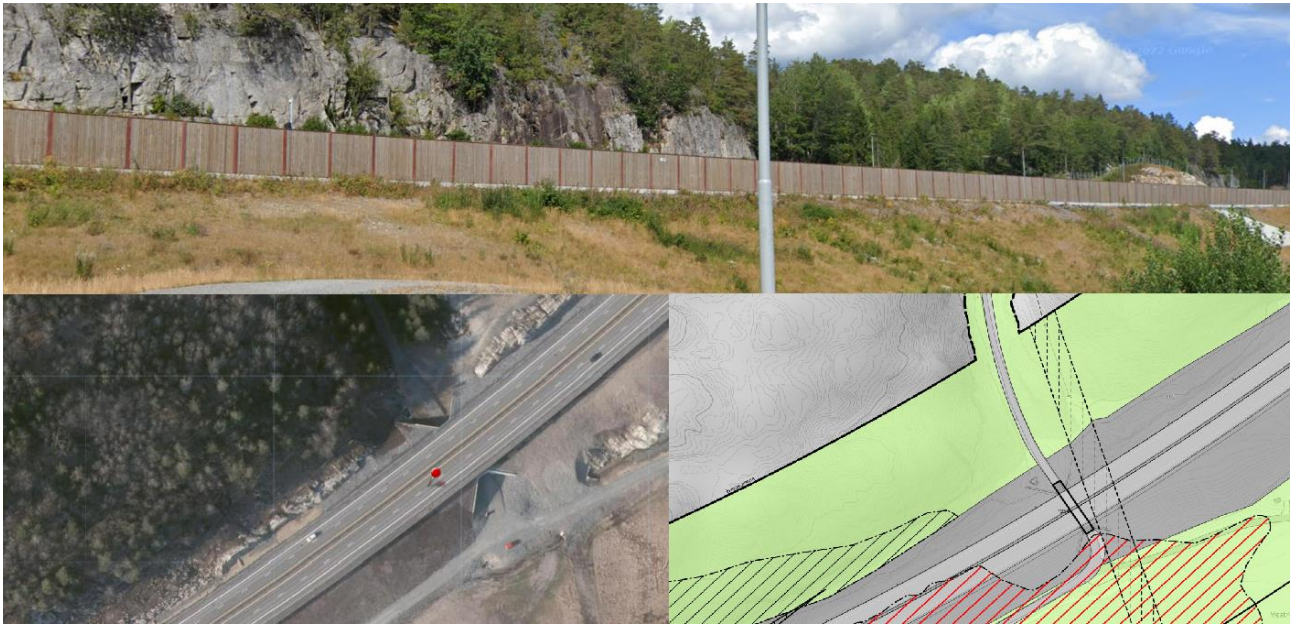
8.1 Eksempler på aktuelle arealer til solkraft i samferdselsprosjektene



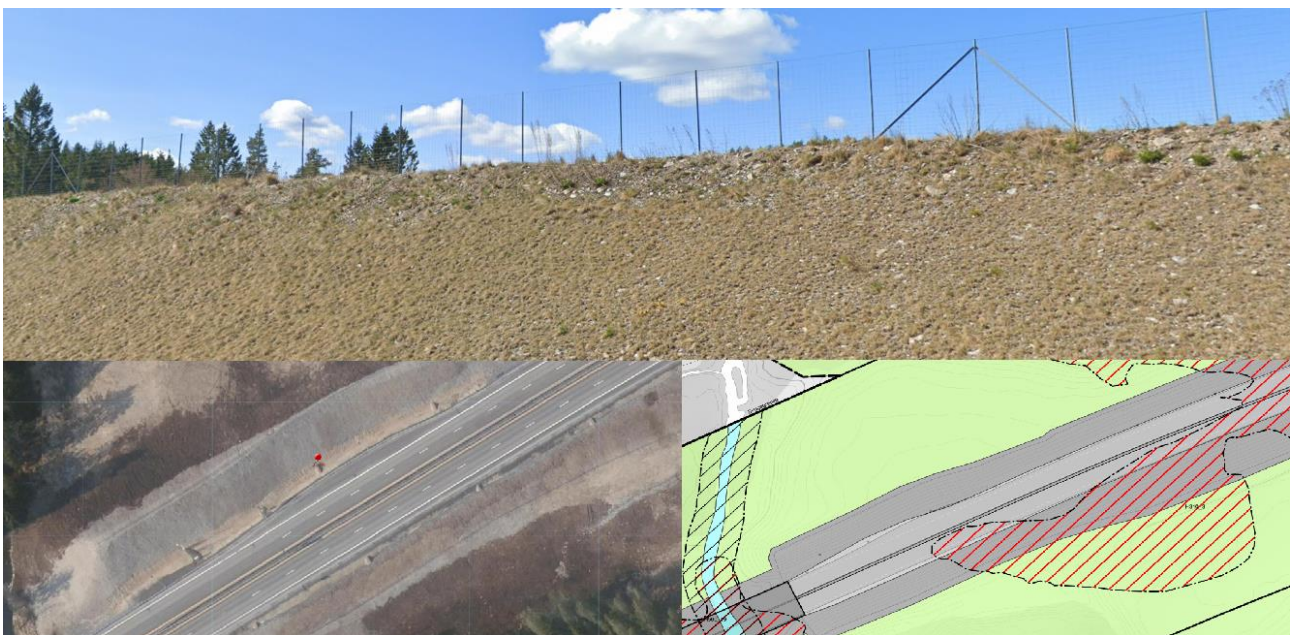
Figur 8-1: Eksempel på kartlagt skråareal innenfor eiendomsgrense og skråareal/standard flatt bakkemontert LNF areal.



Figur 8-2: Eksempel på kartlagt veiskjæring.



Figur 8-3: Eksempel på kartlagt støyskjerm og skråareal.



Figur 8-4: Eksempel på kartlagt gjerde og øverste deler av voll.