

SOL
ENERGI
KLYNGEN

Rapport:

Solkraftpotensial på nedbygde arealer i Norge



Forord fra Solenergiklyngen

Multiconsult har på oppdrag fra Solenergiklyngen kartlagt nedbygde arealer i Norge som kan benyttes til solkraftproduksjon.

Den 5 juni 2023 vedtok Stortinget blant annet å be regjeringen legge frem en plan med mål og virkemidler for å fremme utbygging av produksjon av fornybar kraft i næringsarealer, langs motorveier og i andre nedbygde arealer, med mål om minst 5 TWh produksjon innen 2030.

<https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Saker/Sak/?p=93645>

Solenergiklyngen støtter en aktiv politikk for å bygge solkraft på bakkearealer som er nedbygde, båndlagte eller allerede regulerte til andre formål. Vi mener at det, sammen med utbygging av sol på bygninger og solparker på skog- og landbruksarealer, kan bidra til at Norge når målet om 8 TWh solkraft innen 2030.

Hvorvidt det er realistisk med 5 TWh nærenergi på nedbygde eller grå arealer innen 2030 er et ubesvart spørsmål. Nærenergi vil hovedsakelig være solenergi og mindre vindkraft. Svaret på hvor mye solkraft som kan bygges ut på nedbygde eller grå arealer avhenger av tre faktorer. For det første hvor mye nedbygd eller grått areal har vi i Norge - det tekniske potensialet. For det andre hvor mye av dette er det praktisk og økonomisk mulig å bygge ut - det teknoøkonomiske potensialet. Og for det tredje hva myndighetene gjør for å fjerne barrierer og tilrettelegge for utbygging av solkraft på disse arealene.

Når det gjelder solkraft på nedbygde eller grå arealer, så har det ikke vært gjort beregninger som viser det tekniske potensialet og det har ikke vært presentert noen metodikk for å gjøre dette. Denne rapporten foreslår en metodikk for å definere det tekniske potensialet og også en definisjon av denne typen arealer. Rapporten kommer fram til et teknisk potensial på snaue 6 TWh. Det er usikkerheter rundt anslaget, men rapporten slår samtidig fast, basert på barrierene som er beskrevet, at det i praksis er veldig få areal som faktisk står ledig, og har lav nok alternativverdi og utbyggingskostnad til at de kan brukes til solkraftutbygging på nedbygde arealer.

Solenergiklyngen mener at rapporten tilsier at det ikke er realistisk at solkraft på nedbygde arealer kan bidra med en hovedandel av 5 TWh nærenergi på nedbygde arealer innen 2030. Det er også sannsynliggjort i rapporten at skal solkraft på nedbygde arealer bidra vesentlig til dette målet, så krever det at myndighetene aktivt tilrettelegger for det. Solenergiklyngen mener at det er betydelige muligheter for økt utbygging av solkraft på nedbygde arealer ved å fjerne barrierer, stille krav om solkraft på nedbygde offentlig arealer og gjøre det mer økonomisk attraktivt – for eksempel ved å innføre en auksjonsbasert støtteordning for solkraft på nedbygde arealer. Solenergiklyngen mener at dette bør være en del av regjeringens plan med mål og virkemidler for 5 TWh nærenergi innen 2030, som Stortinget bad om 5. juni 2023.

Solenergiklyngen mener også at det bør gjøres et systematisk videre arbeid med å identifisere de konkrete nedbygde arealene som faktisk, praktisk og økonomisk er aktuelle for solkraftutbygging kan gjøres ved å bygge videre på kartmaterialet og analysegrunnet i denne rapporten. Det betyr at databasen med 25 000 konkrete nedbygde arealer kan utvides, kvalitetssikres og suppleres med praktiske og økonomiske vurderinger fra grunneier, lokale myndigheter, naboer og utbyggere.

Rapport

OPPDRAAG	Nedbygde Areal	DOKUMENTKODE	10260125-01-RISOL-RAP-01
EMNE	Solkraftpotensial på nedbygde areal i Norge	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Solenergiklyngen	OPPDRAAGSLEDER	Sigrid Sunde
KONTAKTPERSON	Janne Distad	UTARBEIDET AV	Sigrid Sunde, Thomas Dybvig Hansen, Johannes Flesjø, Mette Kristine Kanestrøm, Torje Evensen, Edwin Amwoka
KOORDINATER	Sone: / Øst: / Nord:	ANSVARLIG ENHET	Seksjon Sol, Lagring og Smart Grid

SAMMENDRAG

Denne studien har kartlagt nedbygde arealer egnet for solkraftutbygging. I underkant av 25 000 spesifikke arealer er identifisert. Samlet representerer de identifiserte arealene et areal på totalt 69,7 km², noe som tilsvarer et areal nesten like stort Haugesund (73 km²). Med de forutsetningene som legges til grunn tilsvarer dette et teknisk potensial som til sammen utgjør installert kapasitet på 5,8 GWp og 5,7 TWh. Det lønnsomme potensialet vil være betydelig lavere.

Kostnadene for kraftproduksjonen er fremstilt i form av energikostnad over levetiden kalt LCOE, eller *levelized cost of energy*. LCOE varierer basert på størrelse av arealet, solinnstråling (hvor i Norge arealet er) og arealtype, som krever ulik teknologi for utbygging av solkraft (f.eks. så er det dyrere å bygge carport løsning over en parkeringsplass enn standard bakkemontert anlegg på et opparbeidet næringsområde). LCOE for områdene varierer fra 0,56 kr/kWh til 2,64 kr/kWh.

Til sammenligning har NVE i sin kalkulator et estimat på bakkemontert solkraft på 0,63 kr/kWh. Flere av konsesjonene som ligger til behandling hos NVE på bakkemontert solkraft er store og i skogsarealer. De beste prosjektene har estimert en LCOE så lav som NOK 0,370 per kWh (med et avkastningskrav på 6 %) (ENERGEIA, 2024). Sammenlignes dette med LCOE i dette oppdraget, kommer 0,8 TWh ut som lønnsomme.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Introduksjon	5
1.1	Generelle barrierer for bygging av solkraftverk på nedbygde areal	5
2	Metode	6
2.1	Innhenting av eksisterende data og supplerende kartlegging med AI	6
2.2	Beregning av solkraftproduksjon	7
2.3	Økonomisk vurdering.....	8
3	Resultater, diskusjon og analyse av usikkerheter	9
3.1	Kartlagt tilgjengelig areal.....	9
3.1.1	Generelle usikkerheter	11
3.1.2	Eksempel på uttrekk av områder	11
3.1.3	Avstand til nett.....	13
3.2	Tilgjengelig areal og installasjonskapasitet per prissone	13
3.2.1	Areal intervall.....	13
3.2.2	Prissone	15
3.2.3	LCOE.....	16
4	Oppsummering og samlet resultat	17
4.1	Videre arbeid	17

1 Introduksjon

Multiconsult har, på oppdrag fra Solenergiklyngen, kartlagt nedbygde arealer i Norge som kan være egnet for solkraftproduksjon. Selv om det finnes store mengder nedbygd areal, er langt fra alt egnet for solkraftutbygging. Begreper som «grå arealer», «nedbygde arealer» og «båndlagte arealer» brukes om hverandre, men i denne rapporten er det valgt å bruke «nedbygde arealer» og foreslått en definisjon for dette i solkraftsammenheng, samt beregnet det tekniske potensialet.

Områder som er definert som nedbygde arealer i denne rapporten er nedlagte deponi, næringsarealer, parkeringsplasser, randsone flyplass, randsone vei, randsone jernbane, kaianlegg og fergeterminaler og grus og masseuttak.

Det å bygge solkraftverk på nedbygde arealer blir ofte brukt som en løsning i samfunnsdebatten for å redusere konflikter rundt etablering av solkraftverk. Det er dermed behov for å avdekke hvor mye faktisk areal som er tilgjengelig. Dette er forsøkt kartlagt i denne rapporten, men med mange usikkerheter i datasettet og flere barrierer er det realistiske potensialet en brøkdel av det som er presentert her. Basert på en grov teknoøkonomisk analyse gjort på arealene funnet i denne studien, kommer 0,8 TWh ut som lønnsomme sammenlignet med NVEs oppnådde strømpris for solkraft i 2030.

1.1 Generelle barrierer for bygging av solkraftverk på nedbygde areal

Mange nedlagte industriområder og deponier er allerede avsatt til andre formål, og arealene har ofte høy alternativ verdi, noe som gjør dem mindre tilgjengelige. Dette fordi de gjerne har konkurrerende bruksområder med høyere avkastning. Solkraftanlegg krever også en lang tidshorisont, ofte minst 30 år, noe som kan være en utfordring for grunneiere som ønsker fleksibilitet i fremtidig bruk av arealet.

Avtaler med grunneiere, f.eks offentlige etater som gjerne eier randsoner langs vei og bane, kan være kompliserte og tidkrevende. Trafikksikkerhet er en annen viktig faktor som kan påvirke mulighetene for utbygging, spesielt på områder nær veier, jernbane eller havner hvor pågående aktiviteter kan hindre enkel tilgang til arealene. Uavklarte reguleringsprosesser også ofte en betydelig barriere, da mangel på klare retningslinjer kan forsinke prosjekter og øke både kostnader og kompleksiteten knyttet til solkraftutbygging. Det er også juridiske og miljømessige hensyn som må tas i betraktning, som kan føre til ytterligere utfordringer.

Denne rapporten omhandler ikke det realistiske eller teknoøkonomiske potensialet, men fokuserer på det tekniske potensialet. Analysen har laget første versjon av et kart over Norge som identifiserer nedbygde arealer egnet for solkraftproduksjon. For videre arbeid er det nødvendig å forbedre kartunderlaget og gjennomføre en mer detaljert kostnadsanalyse for å finne et mer realistisk potensial.

2 Metode

Dette kapitelet beskriver fremgangsmåten for å identifisere og evaluere nedbygde arealer med potensial for solkraftutbygging. Prosjektet har forsøkt å kombinere eksisterende data med ny informasjon innhentet ved hjelp av AI-teknologi, for å skape en omfattende oversikt over tilgjengelige arealer som kan benyttes til solenergi. Arealene har videre blitt kategorisert innen ulike kategorier, som har blitt definert som nedbygde arealer i denne studien. Videre har det blitt regnet ut et solteknisk potensial for arealene og det er regnet ut et grovt estimat på LCOE for disse.

Svakheter, begrensninger og avgrensninger i metoden er forklart videre i delkapitlene i metoden, samt i kapittel 3.1.1.

2.1 Innhenting av eksisterende data og supplerende kartlegging med AI

Det første steget i prosjektet gikk ut på å samle inn eksisterende data om nedbygde arealer fra offentlige datasett og andre tilgjengelige kilder. Disse dataene gir et utgangspunkt for videre kartlegging og vurdering. For å komplettere de eksisterende dataene, er det brukt AI-teknologi for å kartlegge arealer som ikke er tilgjengelig i de offentlige datasettene. AI-teknologi kan identifisere potensielle områder ved å analysere satellittbilder. Offentlige eksisterende datasett har blitt sammenstilt med AI-data. Det gjør at man kan skille ut områder identifisert med AI som overlapper med eksisterende data, men også nye områder identifisert med AI som ikke er tilgjengelig i de offentlige datasettene. Dette steget er kritisk for å sikre nøyaktigheten av kartleggingen og for å oppdage områder som tidligere ikke har blitt vurdert.

For formålet av denne rapporten er det valgt ut arealer som er egnet for utbygging av solkraft. Det vil si at blant annet arealer som er bebygd, parker og aktivitetsområder er luket ut. Tabellen under viser kategoriene som har blitt vurdert relevante for solkraft utbygging.

Tabell 2-1: Gir en oversikt over områdekategori og respektive vurderingskriterier og kilder.

Områdekategori	Begrunnelse av valg	Kilde / metode
Randsone flyplass	Ligger ofte rundt flyplassene og har potensial for solkraftutbygging på grunn av deres store, åpne arealer.	Avinor / Kartverket
Randsone jernbanetrasé	Har ofte randsoner som ikke brukes til noe og kan derfor være egnet for solcelleinstallasjoner.	Områder som ligger i randsone er identifisert av AI.
Randsone vei	Områdene har ofte randsoner som ikke brukes til noe og kan derfor være egnet for solcelleinstallasjoner.	Områder som ligger i randsone, er identifisert av AI.
Parkeringsplasser	Representerer flate, åpne arealer som kan brukes til å installere solcellepaneler i form av carporter eller vertikale paneler mellom parkeringsrader	Geovekst, OpenStreetMap, Kommunene
Avsluttede deponier	Kan omdannes til solkraftverk etter at de har blitt stengt og sikret.	Miljødirektoratet
Næringsarealer	Kan ha ubrukte, planerte arealer som er passende for solenergiinstallasjoner.	Kommunene

Kaianlegg og fergeterminaler	Områdene kan ha åpne flater som kan benyttes til solkraft.	Kommunene
Andre Nedbygde arealer	Dette er en kategori for arealene som ble identifisert av AI. Dette detekterer gjerne nye næringsarealer, hogstflater og andre planerte områder eller områder som har blitt tatt i bruk til nye formål.	Basert på NINAs metodikk for identifisering av nedbygde arealer, brukt i NRK-artikkelen Norge i rødt, hvitt og grått.
Grus- og masseuttak*	Det finnes betydelige arealer brukt for masseuttak som kan være relevant for bygging av solkraft.	NGU, kommuneplan

* Denne kategorien ble besluttet tatt bort da det ikke finnes en måte å filtrere vekk aktive grus- og masseuttak fra nedlagte. Bakkemontert solkraft er arealkrevende og passer ikke på arealer hvor det drives aktivt uttak. Likevel er det viktig å understreke at det finnes aktuelle områder innunder grus- og masseuttak som vil være egnet for solenergi.

Etter at arealene ble identifisert ble det påført kriterier for videre å luke ut områdene som ikke er gunstig for utbygging. Arealene ble sjekket opp mot plandata og andre data for bruksformål. Dette ble gjort for å undersøke hvorvidt de identifiserte arealene skulle benyttes til andre formål som utbygging av veier, boliger, næring etc. Følgende områder er luket ut:

Tabell 2-2: Utelukket områder kategorisert

Kategorisering	Arealtype
Infrastruktur	Sikkerhetssone veg, Gangvei, Gatetun, Holdeplass/Plattform, Tekniske bygg/konstruksjoner, Annen banegrunn – tekniske anlegg, Lufthavn – terminalbygg, Lufthavn- hangarer/administrasjonsbygg, Navigasjonsinstallasjon
Natur og Landbruk	Naturvernområder, Landbruksområder, Jord- og skogbruk, Landbruksområde reindrift, Gartneri, Parsellhager
Bygg og anlegg	Garasjeanlegg, Bebyggelse, Kontor, Hotell/overnatting, Bevertning, Lager, Bensinstasjon, Nærmiljøanlegg, Skytebane, Idrettsanlegg, Godslager, Fjernvarmeanlegg, Avløpsanlegg, Renovasjonsanlegg, Øvrige kommunaltekniske anlegg, Telekommunikasjonsanlegg
Offentlig tjenester	Grav- og urnelund, Krematorium, Nødvendige bygg og anlegg for grav- og urnelund, Bolig/forretning/tjenesteyting
Spesielle områder	Forbudssone kraftledning, SPR (Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen), Golfbane, Fornøyelsespark/temapark

2.2 Beregning av solkraftproduksjon

I denne rapporten er det gjennomført simuleringer for et standard bakkemontert solenergianlegg i fem norske byer: Oslo, Kristiansand, Bergen, Tromsø og Trondheim. Disse stedene er valgt som representative for solkraftproduksjonen i de ulike prissonene i Norge, selv om det er en grov forenkling. Det er naturligvis variasjoner i produksjonsnivåene innen hver prissone, hvor enkelte steder kan ha høyere eller lavere produksjon enn det som er simulert her.

Simuleringen benytter bifaciale solcellepaneler med en kapasitet på 615 Wp og en virkningsgrad på 23 %. Albedo- og soiling-verdier er hentet fra Norsk Standard og varierer avhengig av lokasjonene. Andre tap relatert til omgivelsene er ikke tatt med i betraktning. Et standard bakkemontert solenergianlegg er i denne sammenhengen definert som sørvendte rader med en helningsvinkel på 35 grader og en avstand mellom radene (pitch) på 9 meter.

Når det gjelder parkeringsplasser, er det antatt at carporter installeres. Disse er utformet med et saltak med 15 graders helning i øst-vest-konfigurasjon, og hver side har fem paneler i portrettformat, tilsvarende lengden på en parkeringsplass. Det er lagt til en midtgang på 6 meter, som er minimumskravet for parkeringsplasser. For parkeringsplassene er det simulert med monofaciale paneler med 615 Wp og en virkningsgrad på 23 %.

Simuleringen maksimerer kapasiteten for et areal på 10 dekar per teknologi. Arealutnyttelsen er satt til 75 % for å gi rom for veier, snuplass, kraftelektronikk, vegetasjonsbelte og gjerder. Dette gir en installert kapasitet på 0,08 kWp/m² for det sørvendte solkraftanlegget og 0,10 kWp/m² for parkeringsplassene.

2.3 Økonomisk vurdering

For å gjøre de økonomiske vurderingene har det blitt innhentet ulike kostnader for installasjon av solkraft på de ulike arealene. I tillegg er det differensiert i CAPEX ut ifra hvor stort arealet er. Kostnadsanslagene er basert på konsesjonssøknader som er tilgjengelig hos NVE. I analysen er det benyttet tre ulike arealer for å vurdere kostandene basert på høye og lave kostander blant konsesjonssøknadene. Grunnkostnaden gjelder for alle undersøkte areal typer. I tillegg er det lagt til en ekstra kostnad knyttet til parkeringsplass og deponi. For førstnevnte, er det lagt et påslag på 5 kr/Wp som et tillegg for carport løsning til parkeringsplasser. Når det gjelder deponi er det lagt et påslag på 1,5 kr/Wp. Dette fordi deponi gjerne krever spesielle festesystemer som blant annet ikke kan stikke for dypt ned i bakken. Den økonomiske analysen har generalisert kostnadene basert på tre størrelsesintervaller, men i praksis vil den totale kostnaden variere fra område til område.

- Over 100 Dekar: 6,5 kr/Wp
- Mellom 10 og 100 Dekar: 8 kr/Wp
- Under 10 Dekar: 10 kr/Wp

Videre er følgende parametre brukt for å regne LCOE:

Tabell 2-3: Parameter for å beregne LCOE

Parameter	Verdi
OPEX	2 % av CAPEX
Avkastningskrav	6 %
Solcellepanelets degradering	0.3 %
Kraftverkets levetid	30 år

Kostnadene er grunnlag for å anslå en LCOE per arealtype og per prisområde. Tomteleie er en tilleggskostnad som er viktig å ta høyde for nedbygde arealer, men vanskelig å anslå og fastsette. Eksempel fra utleieselskaper for næringseiendom i næringslivet, viser at kostnadene anslagsvis har vært 100 til 200 ganger større per kvadratmeter sammenlignet med en konsesjonssøknad som er tilgjengelig hos NVE for bakkemontert sol på skogstomt. Et annet eksempel er nedlagte deponi som i realiteten kan omreguleres til næringsliv eller bolig, og derav ha større verdi for den type utvikling, sammenlignet med utbygging av et solkraftverk. Dersom det er et nedlagt deponi som ikke kan omreguleres, kan det derimot være egnet til solkraft. Generelt sagt, for at solenergi skal være aktuelt, så må tomteprisen være lav (ref. skog), eller at solparken må utløse en annen merverdi som lokal bruk og deling, eller muliggjøre ny næringsvirksomhet på grunnlag av nettkapasitet som en flaskehals.

3 Resultater, diskusjon og analyse av usikkerheter

3.1 Kartlagt tilgjengelig areal

Totalt kartlagt areal tilgjengelig for solkraft installasjon er 73,6 km². Tabell 2-1

Tabell 3-2 er vedlagt for å gi en oversikt over områdekategori, og kilde eller kommentar til usikkerheten tilknyttet det undersøkte området.

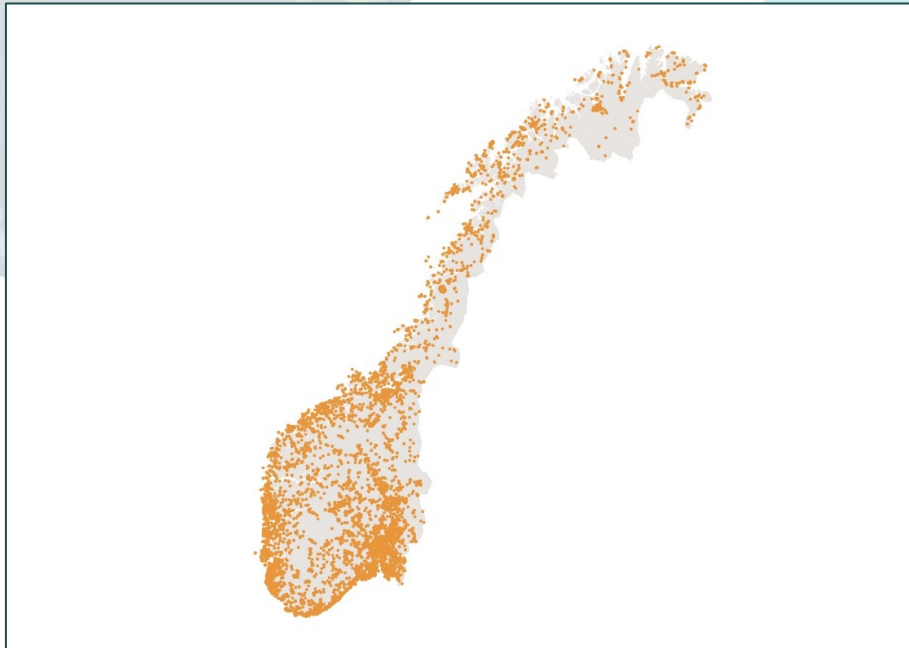
Tabell 3-2 viser arealene fordelt på kategorier og inkluderer en usikkerhet rundt uthentede areal. Generelle usikkerheter er listet i 3.1.1. Overordnet er det viktig å bemerke at resultatet er delvis basert på AI og har en feilmargin. En bør forvente å finne at områder kan være feilaktig identifisert av AI som nedbygging. På samme måte er det også mange nedbygde områder som vil savnes i kartet. Dette gjelder spesielt smale inngrep som langs veiutbygging og jernbane og arealmessig mindre områder tilknyttet blant annet næringsparker som kan ha et stort potensial for solkraft. En kan derfor argumentere for at resultatet bør være høyere enn det som er kartlagt til nå.

Tabell 3-1 Totalt areal fordelt på kategori

Arealtype	Totalt areal [km ²]	Fotballbaner
Nedlagte deponi	8,6	1 340
Havn og kai	1,7	259
Andre nedbygd areal	48,6	7 595
Parkering	8,4	1 311
Randsone flyplass	6,2	965
Totalt	73,6	11 470

Per nå finnes det ingen juridisk definisjon av nedbygd areal, noe som gjør det utfordrende å regulere og forvalte slike områder. Dette er en nødvendig avklaring spesielt dersom mindre solkraftverk på nedbygde arealer skal behandles i samsvar med plan- og bygningsloven (PBL) fremover. Denne studien kan dermed bidra som et underlag for å utvikle en slik juridisk definisjon, ved å synliggjøre hvor omfattende og komplekse disse områdene er. I store deler av datagrunnlaget som omfatter nedbygd areal, er mange av disse arealene ikke definert i arealplaner, verken på kommune- eller fylkesnivå. Dataen viser at en betydelig andel (66 %) av arealene ikke er regulert i det hele tatt (ut ifra datagrunnlaget benyttet som gjeldende arealplaner), og mangler dermed en avgjørelse om hva arealet skal benyttes til videre. Dette skaper usikkerhet rundt fremtidig bruk og forvaltning av disse områdene.

Videre finnes det heller ingen nedre effektgrense på konsesjonssøknader for nedbygde arealer, nettopp på grunn av mangelen på en klar definisjon. Det er imidlertid vedtatt at en definisjon skal etableres. Dokumentene som ligger til grunn for vedtaket er Meld. St. 2 (2022–2023) og Innst. 490 S (2022–2023) (Regjeringen, 2022-2023). I oppfølging av vedtaket har departementet bedt NVE om å vurdere unntak fra konsesjonsplikt for mindre kraftproduksjonsanlegg på grå arealer, som nærings- og industriområder, samt utarbeide nødvendige lov- og forskriftsendringer. Dette forsøket på å identifisere «nedbygd areal» kan derfor være med på å legge føringer for hvordan slike områder skal kartlegges, defineres og forvaltes fremover. Figur 3-1 viser en oversikt over konsentrasjon av kartlagte nedbygde arealer.



Figur 3-1: Illustrasjon av alle områdene kartlagt i studien. Tettast konsentrasjon av arealer finnes på Sør-Østlandet

Tabell 3-2 er vedlagt for å gi en oversikt over områdekategori, og kilde eller kommentar til usikkerheten tilknyttet det undersøkte området.

Tabell 3-2: Areal per områdekategori og kilde/ kommentar på usikkerheten knyttet til uthentet areal.

Områdekategori	Areal km ²	Kilde/ kommentar ang. usikkerhet
Randsone flyplass	6,2	Avinor / Kartverket (flyplassarealer minus sikkerhetszone) er hentet ut. Potensialet kan være større da en kan bruke nedlagte flyplasser og det ikke er skilt på dette i analysen. Det som kan trekke potensialet ned er at det allerede er bebygde områder eller jordbruk i randsonene til flyplassene som ikke blir filtrert bort.
Randsone jernbanetrasé	-	Områder som ligger i randsonene, er identifisert av AI og er en del av potten «nedbygde arealer». Her er ikke AI god nok til å klare å identifisere randsoner og potensialet er nok mye større.
Randsone vei	-	Områder som ligger i randsonene, er identifisert av AI og er en del av potten «nedbygde arealer». Her er ikke AI god nok til å klare å identifisere randsoner og potensialet er nok mye større.
Parkeringsplasser	8,4	Geovekst, OpenStreetMap, Kommuneplan er brukt for å hente ut parkeringsplasser. Her kan det eksistere parkeringsplasser som ikke er regulert som parkering enda.
Avsluttede deponier	6,6	Miljødirektoratet er brukt som kilde for å hente ut arealene for nedlagte deponier. Generelle usikkerheter er listet i 3.1.1
Næringsarealer	-	Plandata fra kommunene ble opprinnelig brukt for å hente ut informasjon om næringsarealer. Mange av disse har kombinerte formål, som betyr at det også er avsatt til kontorer, lager o.l. Næringsarealene som ble funnet har gjerne bebyggelse og ble derfor tatt bort. I noen kommuner finnes det ingen informasjon. Imidlertid identifiseres det næringsarealer som ikke allerede er bebygd i «nedbygde arealer».
Kaianlegg og fergeterminaler	1,7	Plandata fra kommunene er brukt for å hente ut data for kai og fergeterminaler. Arealene er ofte små, men flate og er godt egnet til

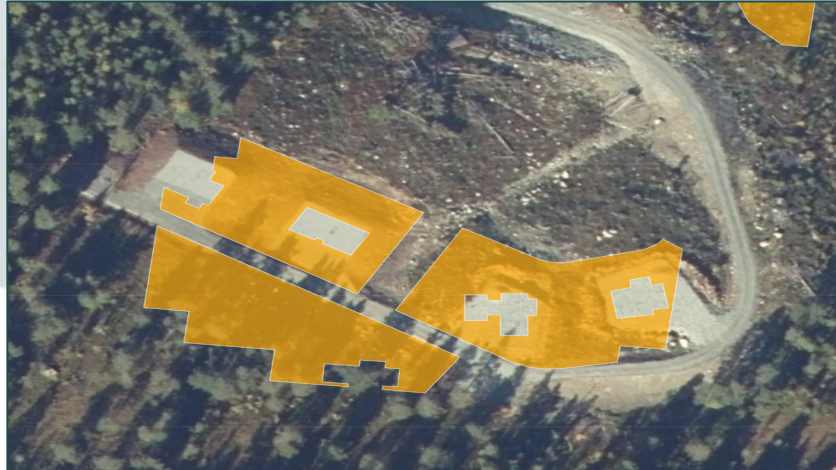
		<p>installasjon av solkraft. Samtidig brukes gjerne arealet aktiv til av- og pålessing av båter som kan overestimere potensialet av disse arealene.</p>
<p>Andre nedbygde arealer</p>	<p>48,6</p>	<p>Basert på NINAs metodikk for identifisering av nedbygde arealer, brukt i NRK-artikkelen Norge i rødt, hvitt og grått. Dette er arealet som er kartlagt ved hjelp av AI. AI klarer ikke detektere hvilke typer arealer dette er og har dermed en del usikkerheter knyttet til seg. Deler av arealene er områder opparbeidet for hytteutbygging, dette gjelder spesielt de største arealene. Områdene er også ransoner langs vei og jernbane og industritomter. Alle disse områdene er sjekket opp mot arealplaner og er altså områder hvor det ikke finnes offentlig informasjon. Så langt som mulig er det tatt høyde for i områdene som er tatt bort, slik at man ikke detekterer områder som er nedbygd, men hvor det skal bygges vei, hytter, etc. Det vil likevel kunne være områder som har fått formål som ikke er tilgjengelig eller oppdaterte i dataene, eksempelvis grunnet manglende kommuneplan.</p>

3.1.1 Generelle usikkerheter

- Uttrekkene avhenger av dataenes oppdatering og vedlikehold. Enkelte datasett anses å ha svært god kvalitet, mens andre kan være mangelfulle når det gjelder dekningsområde, oppdateringshyppighet, vedlikehold og egenskaper i datasettet.
- Parkeringsplasser er særlig utfordrende å finne fra offentlige tilgjengelige data. Derfor er det benyttet data fra OpenStreetMap for å innhente relevante data. OpenStreetMap baserer seg på crowdsourcing som betyr at det er frivillige som utfører kartlegginger. Det gjør at en ikke har offentlig forvaltning som kvalitetssikrer dataen. Fordelen er at det er utført store kartlegginger over hele landet. Tilfeldige undersøkelser av datasettet fra OpenStreetMap viser at kartleggingene er av god kvalitet og er et godt og viktig supplement til hva man finner i data fra Geovekst og kommunene, for å gjøre anslag på disse arealene.
- Da det finnes usikkerheter rundt oppdatering og vedlikehold i enkelte av datasettene kan det finnes tilgjengelige arealer som ikke har blitt identifiserte.
- For å hindre at det er identifisert arealer som ikke er tilgjengelig grunnet andre formål er det forsøkt å ekskludere disse. Det er gjort ved å innhente relevante datasett for områder man ikke kan bygge på. Dette gjelder eksempelvis byggeforbudssoner, naturvernområder og plandata. På grunn av tilgjengelighet og vedlikehold av disse dataene som gjør at det finnes mangler, kan man ha identifisert arealer som det ikke vil være mulig å bygge på. Resultatene gir likevel et godt anslag gitt omfanget til rapporten.
- Natur i randsoner av infrastruktur og næringsområder kan være svært verdifulle, og må kartlegges individuelt. Dette kan føre til at deler av identifisert areal blir uaktuelt for solkraftutbygging. Dette gjelder også for nedlagte deponi hvor det har blitt beplantet.
- For de økonomiske beregningene er det benyttet en pris per arealintervall (6, 8 og 10 kr/Wp), som danner grunnlaget for vurderingen av alle analyserte områder i en forenklet modell. Selv om enkelte områder kan være rimeligere eller påløpe merkostnader ved utbygging av solkraftverk, er det valgt å behandle alle arealer likt for å forenkle analysen. Dermed er de ulike områdene sammenlignet på et felles økonomisk grunnlag, til tross for den mulige variasjonen, noe som reduserer kompleksiteten og gir en mer oversiktlig sammenstilling av arealene.

3.1.2 Eksempel på uttrekk av områder

Under følger tre eksempler av areal funnet i studien som reflekterer usikkerheten i uttakene, og det totale potensialet. Figur 3-2 viser et område AI har detektert og klassifisert som nedbygd. Området er helt klart nedbygd, men begynt å bli utbygd enten, med boliger eller hytter, og blir derfor lite relevant å bygge solkraft på.



Figur 3-2: Arealet som er identifisert. Det er tydelig at det nedbygde området har begynt å bli utbygd til hytter eller boliger.

Figur 3-3 viser et nedlagt deponi som nå ser ut til å være brukt til landbruk. Arealet er flatt og egnet til solkraft, men da arealet allerede er benyttet til landbruk kan det ikke lenger klassifiseres som «nedbygd areal».



Figur 3-3: Arealet er et nedlagt deponi som, basert på bildet, i dag ser ut til å være brukt til landbruk.

Figur 3-4 viser et nedbygd areal langs vei, med høy sannsynlighet er det et masseuttak. Hvis dette uttaket er i drift, vil det ikke være mulig å bygge solkraft der før det eventuelt legges ned. Imidlertid kan deler av arealet som ikke er i bruk, utnyttes til solkraft.



Figur 3-4: Areal detektert langs vei. Området ser ut til å være et masseuttak.

3.1.3 Avstand til nett

Når det gjelder avstand til nett er det satt en øvre begrensning på 2 000 meter, som gjelder for 1 661 områder. Denne begrensningen er basert på et standard 6 MWp anlegg med en total kostnad på 6,5 MNOK per MWp. Med 10% av det totale budsjettet avsatt til nettilknytning, viser beregninger ved bruk av RENs kostnads kalkyle at en maksimal avstand på omtrent 2 kilometer til nærmeste nettilkoblingspunkt er nødvendig for å holde seg innenfor de økonomiske rammene for tilknytning.

Totalt dekker disse områdene 3 423 dekar, med en gjennomsnittlig størrelse på 2 dekar per område. Samlet sett utgjør områdene som er begrenset på grunn av avstand til nett og infrastruktur omtrent 4,7 % av det totale undersøkte arealet.

Tabell 3-3 Begrensning på lengde til nett (2 000 meter)

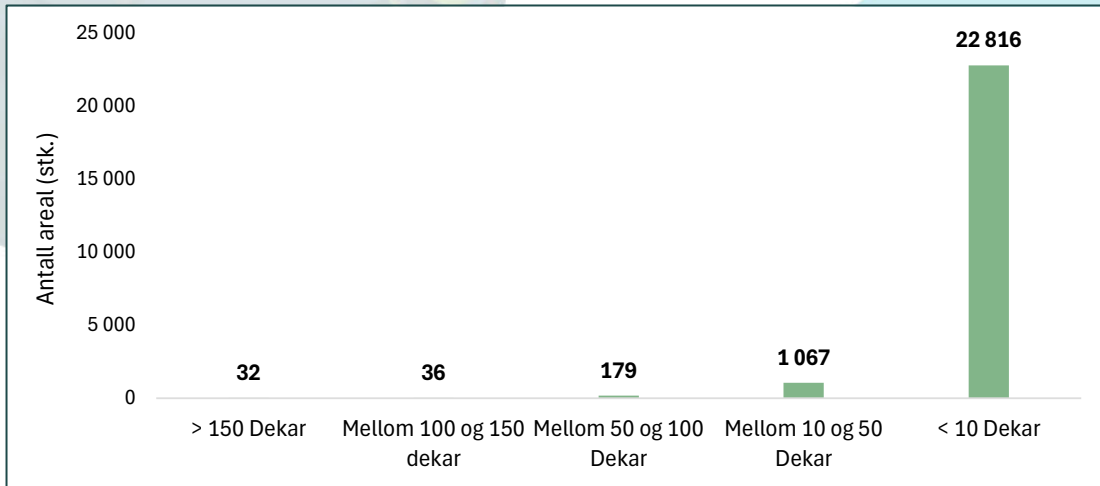
Arealtype	Areal [Dekar]	Antall areal (stk.)
Deponi	43	977
Havneterminal	52	8
Kai	41	14
Nedbygd areal	2 874	2
Parkering	340	57
Randsone Flyplass	73	603
Sum [Dekar]	3 423	1 661

3.2 Tilgjengelig areal og installasjonskapasitet per prissone

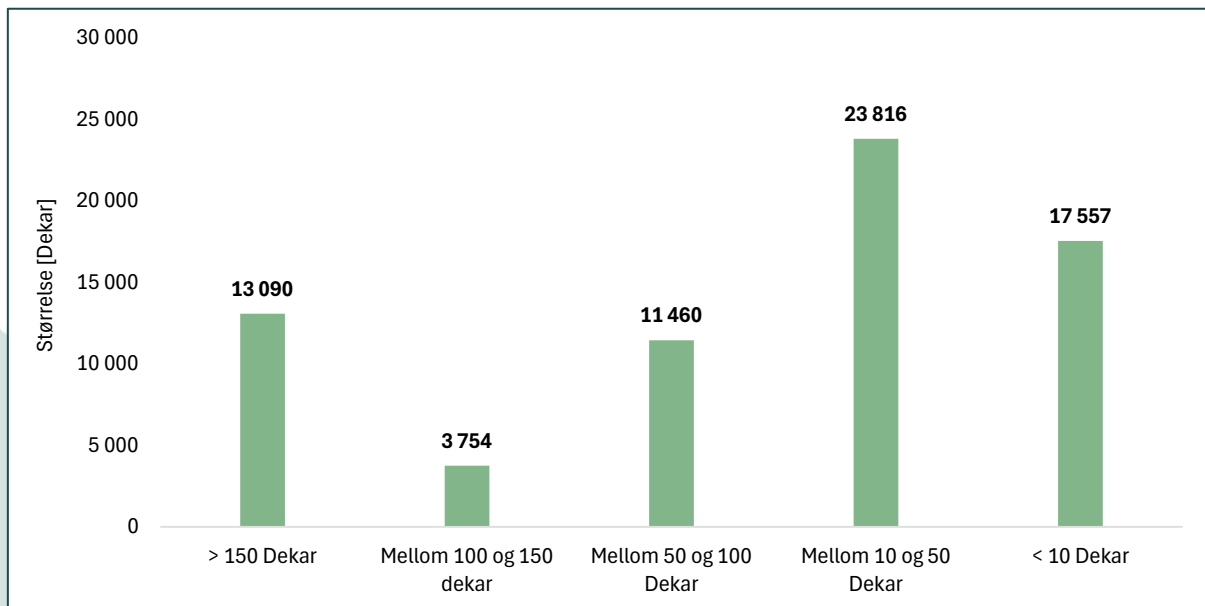
Grunnlagsdata fra GIS er videre analysert i et økonomisk potensial for utbygging av solenergi på de respektive arealene. Kapitlet viser resultatene fra analysen.

3.2.1 Arealintervall

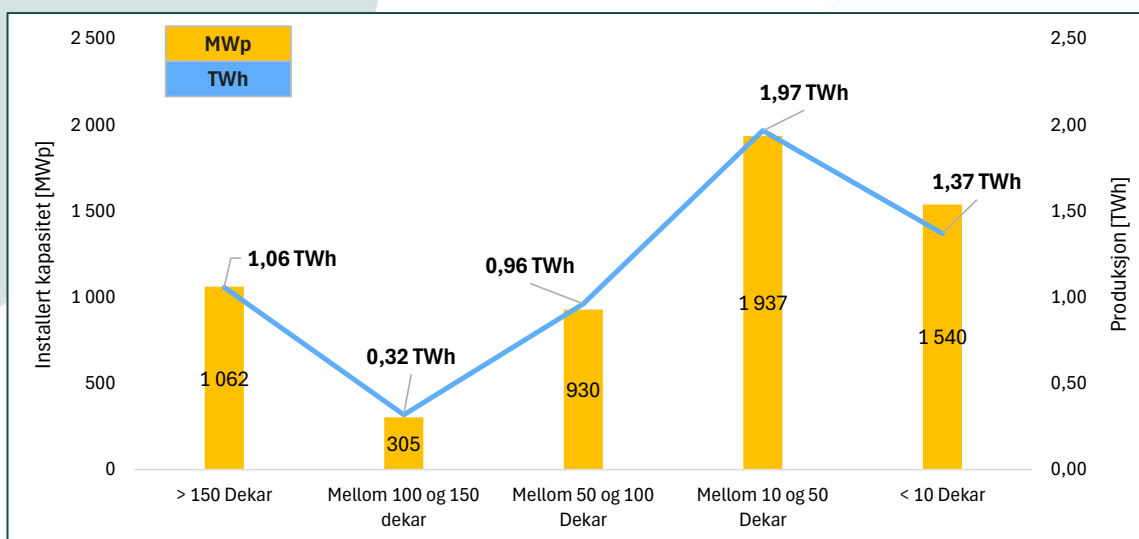
Totalt er det analysert et potensial for solenergi på 24 130 områder, som dekker et samlet areal på 69 677 dekar (cirka 70 km²). Det opprinnelige antall områder kartlagt var 31 801 områder, men etter filtrering av et minimum størrelse på areal på 100 m² og lengde til nettilknytning, er det regnet frem et potensial for 24 130 områder. Resultatene er presentert basert på ulike arealintervaller: over 150 dekar, mellom 100 og 150 dekar, mellom 50 og 100 dekar, mellom 10 og 50 dekar, og under 10 dekar. Selv om enkelte områder under 10 dekar ikke er relevante for installasjon av solenergi, er det likevel andre områder som er tatt med, som for eksempel parkeringsplasser. Dette fordi parkeringsplasser kan være godt egnet for solenergi. Figurene i delkapitlet viser ulike resultater fra dataene basert på arealintervaller. Dataene er presentert i fem intervaller, basert på et størrelsesintervall i dekar. Figurene viser produksjon, installert effekt og totalt areal i forhold til intervallene.



Figur 3-5 Antall areal (stk.) per areal intervall



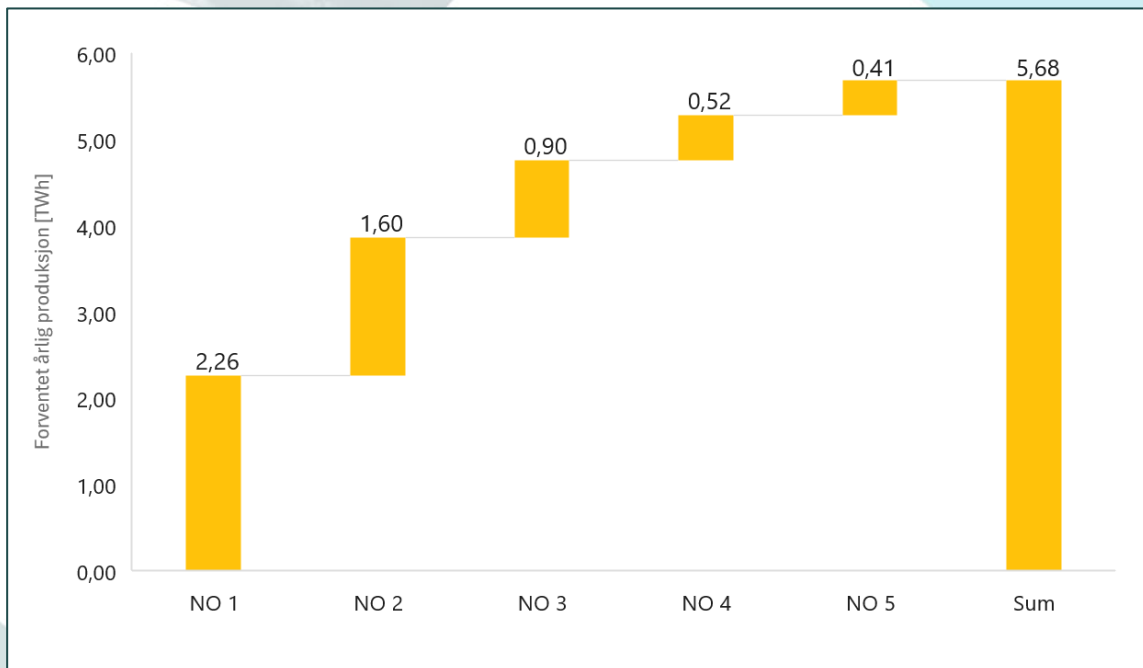
Figur 3-6 Samlet totalt tilgjengelig areal for hvert intervall



Figur 3-7: Installert kapasitet og samlet årsproduksjon for hvert areal intervall

3.2.2 Prissone

Figur 3-8 viser at de nedbygde arealene har et samlet produksjonspotensial på 5,68 TWh per år. Blant disse områdene har prisområdet NO 1 høyest potensial, med en årlig produksjon på 2,26 TWh, noe som utgjør omtrent 40 prosent av den totale produksjonen som er analysert. NO 2 følger deretter med omtrent 28 % av potensialet, mens NO 3, NO 4 og NO 5 har en mer jevn fordeling av det resterende potensialet. Dette illustrerer en betydelig konsentrasjon av produksjonsmuligheter i enkelte regioner, spesielt i NO 1.



Figur 3-8: Årlig produksjon per prissone

Videre er det presentert årlig produksjon (TWh) i

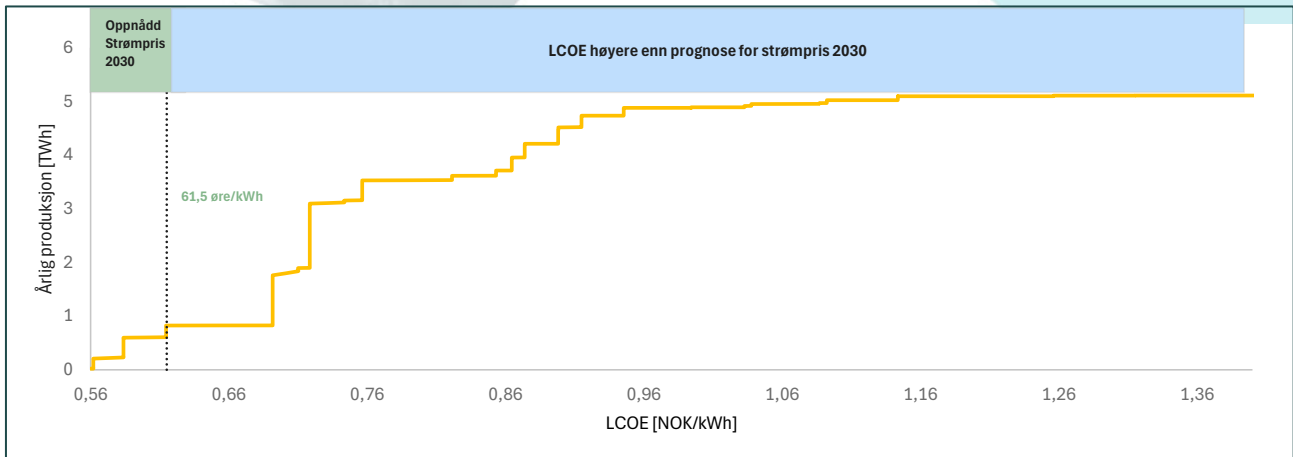
Tabell 3-4 for de undersøkte arealene, hentet fra GIS basert på prissonene. Det er tydelig at arealtypen nedbygd areal har klart høyest produksjon av de undersøkte arealtypeene, med høyest produksjonspotensial i NO 1 og NO 2 med henholdsvis 2,26 og 1,60 TWh. Fra datagrunnlaget har vi lite areal tilgjengelig på havneterminal og kai, og dermed er det lite produksjon fra de respektive områdene.

Tabell 3-4: Årlig produksjon for respektive areal basert på prissone

Prisområde/Arealtype	NO 1 [TWh]	NO 2 [TWh]	NO 3 [TWh]	NO 4 [TWh]	NO 5 [TWh]	SUM [TWh]
Deponi	0,31	0,17	0,06	0,15	0,01	0,70
Havneterminal	-	0,01	-	0,01	-	0,02
Kai	0,01	0,04	0,03	0,02	0,01	0,11
Nedbygd areal	1,43	1,26	0,57	0,20	0,33	3,80
Parkering	0,29	0,12	0,09	0,03	0,04	0,56
Randsone Flyplass	0,22	0,01	0,15	0,11	-	0,49
Sum [TWh]	2,26	1,60	0,90	0,52	0,40	5,68

3.2.3 LCOE

Basert på metoden beskrevet er det gjort et grovt estimat på LCOE på de ulike områdene i Figur 3-9. For å ha noe å sammenligne med er det brukt NVE sin prognose for oppnådd strømpris i 2030 som grunnlag, og er derfor satt til 61,5 øre/kWh. Dette er kun en sammenligning, og prognosen antar et videre fall i 2035 og 2040, på henholdsvis 40,3 og 32,7 øre/kWh. En sammenligning av LCOE for analyserte områder, sett opp mot oppnådd strømpris i 2030, viser at lønnsomme prosjekter vil tilsvare cirka 0,80 TWh.



Figur 3-9 LCOE sett opp mot årlig produksjon

Lønnsomheten for bakkemonterte solkraftprosjekter på disse nedbygde arealene er begrenset. Tiltak som kan øke lønnsomheten:

- **Delingsordninger:** Innføring av delingsordninger, spesielt for områder på og i nærheten av industriområder, kan forbedre prosjektøkonomien betraktelig. Dette gjør det mulig for flere parter å dele på strømmen som produseres, noe som kan redusere kostnadene per enhet og øke lønnsomheten, spesielt hvis delingsordningene kan gjennomføres uten krav om konsesjon.
- **Reduksjon av konsesjonskrav:** Konsesjonssøking er ofte en kostbar og tidkrevende prosess som kan gjøre små til mellomstore prosjekter mindre økonomisk gjennomførbare. Ved å senke terskelen for hvilke prosjekter som krever konsesjon, eller ved å forenkle prosessen for nedbygde arealer, kan kostnadene reduseres. Det vil gjøre flere prosjekter økonomisk attraktive.
- **Subsidier og insentiver:** Innføring av offentlige subsidier og økonomiske insentiver for nedbygde arealer, som skattefradrag eller direkte støtteordninger, er nødvendig for at størstedelen av det kartlagte arealet skal være lønnsomt for solkraftutbygging.

4 Oppsummering og samlet resultat

Tabell 4-1 viser et samlet resultat for analysen basert på arealintervall. Tabellen viser antall areal i hvert intervall, summen av arealet og potensialet i forhold til installert kapasitet og produksjon.

Tabell 4-1 viser et samlet resultat for analysen og presenterer antall tilgjengelige arealer og summert areal i dekar for de gitte størrelsene av intervallene. Videre er det installert kapasitet og produksjon for de gitte areal intervallene. Avslutningsvis er det presentert gjennomsnittlig, minimum og maksimum LCOE kostnad for intervallene. Når det gjelder lønnsomhet i arealintervallet under 10 dekar, viser det til ingen eller få som er lønnsomme i forhold til NVE sin prognose for oppnådd strømpris på solkraft i 2030 (0,615 NOK/kWh). Dette er basert på mange antakelser og lik behandling av alle arealer. I virkeligheten vil det være store prosjektspesifikke variasjoner som ikke er fanget opp her, og det er derfor ikke grunnlag for å si noe om det teknoøkonomiske potensialet uten videre arbeid.

Arbeidet viser at det er et betydelig nedbygde areal, men basert på usikkerheter og store og mange barrierer for utbygging av solkraftverk, er det i realiteten få av arealene som er realistisk å bygge på.

Tabell 4-1: Samlet resultat av potensial basert på areal intervall

Areal intervall	Antall areal [stk.]	Sum areal [Dekar]	Installert kapasitet [MWp]	Produksjon [TWh/år]
> 150 Dekar	32	13 090	1 062	1,06
Mellom 100 og 150 Dekar	36	3 754	305	0,32
Mellom 50 og 100 Dekar	179	11 460	930	0,96
Mellom 10 og 50 Dekar	1 067	23 816	1 937	1,97
< 10 Dekar	22 816	17 557	1 540	1,37
Sum	24 130	69 677	5 774	5,68

4.1 Videre arbeid

- Oppdatering av dataen, inkludering av nye kartlag, og kvalitetssikring av arealene som er funnet vil være nødvendig i videre arbeid for å få et mer nøyaktig og realistisk potensial.
- Innhente oppdaterte kostnader, etter hvert som det bygges ut mer bakkemontert solkraft i Norge, for å få et mer korrekt lønnsomhetsbilde av de ulike nedbygde arealene.
- Videre opptrening av kunstig intelligens som kan detektere gode arealer tilgjengelig for solkraftutbygging.
- Finne realistisk teknisk potensial og teknoøkonomisk potensial for solkraftutbygging på nedbygde areal. Basert på barrierene beskrevet i rapporten er det veldig få areal som faktisk står ledig og kan brukes til solkraftutbygging på nedbygde arealer.

5 Kilder

- 1 **ENERGEIA. (2024).** *Konsesjonssøknad Seval Skog.* NVE.
- 2 **Geonorge. (2024).** Hentet fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/n50-kartdata/ea192681-d039-42ec-b1bc-f3ce04c189ac>
- 3 **Geonorge kommuneplan. (2024).** Hentet fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kommuneplaner/1cab28e5-6eec-4c9d-b3b7-4400a69a674e>
- 4 **Geonorge Reguleringsplan. (2024).** Hentet fra Reguleringsplan: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/reguleringsplaner/00036352-a2aa-4b90-89d1-862bc80439d3>
- 5 **Kirkerud, J. G. (2023).** *NVE.* Hentet fra Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2023: <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/langsiktig-kraftmarkedsanalyse/langsiktig-kraftmarkedsanalyse-2023/>
- 6 **Miljødirektoratet. (u.d.). Geonorge.** Hentet fra Forurenset grunn: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/forurenset-grunn/e48e71ac-16fc-4e47-9e7f-c0a4a4bbfad0>
- 7 **NVE. (2024).** Hentet fra Konsesjonssøknader: <https://www.nve.no/konsesjon/konsesjonssaker/>
- 8 **OpenStreetMap. (2024).** Hentet fra <https://www.openstreetmap.org/>
- 9 **Regjeringen. (2022-2023).** *Meld. St. 2.*
- 10 **REN. (2024).** Hentet fra <https://www.ren.no/verktoy/kalkyle>
- 11 **Støstad, M. N. (2024, januar).** *NRK.* Hentet fra https://www.nrk.no/dokumentar/xl/nrk-avslorer_-44.000-inngrep-i-norsk-natur-pa-fem-ar-1.16573560

~~SOL~~
ENERGI
KLYNGEN