

NOTAT

Oppdrag	Rapport - Solkraft i bygningsmassen og samfunnet	Dokumentkode	10249898-01-RISOL-NOT-001
Emne	Teknisk mulighetsstudie for hvor mye solkraft som kan innmates i dagens lokale distribusjonsnett	Tilgjengelighet	Begrenset
Oppdragsgiver	Solenergiklyngen, Nelfo, NBBL	Oppdragsleder	Mette Kristine Kanestrøm
Kontaktperson	Dag Tore Seierstad	Utarbeidet av	Håkon Person, Mette Kristine Kanestrøm, Kristian Ludvik Rørmark Ek
Kopi	Referansegruppe og styringsgruppe for hver leveranse	Ansvarlig enhet	10105030 Seksjon solenergi, smart grid og lagring

SAMMENDRAG

Multiconsult jobber på oppdrag fra Solenergiklyngen, Nelfo og NBBL med en rapport som skal legge et faglig grunnlag for videre diskusjon om teknisk, økonomisk og regulatorisk tilrettelegging for trygg, smart og kostnadseffektiv storskala lokal energiproduksjon i det norske kraftsystemet. Som del i arbeidet lages det en rekke én-saks notater per tema iht. «sten på sten»-metodikken. Eksempel på emner som berøres i hver sine notater er:

- Vurdering av innmatingskapasitet for solkraft i eksisterende nett uten dyre tiltak
- Teknisk verktøykasse
- Tekno-økonomisk potensial for solkraft på bygg
- Samfunnsøkonomisk Vurdering

Inneværende notat har som målsetning å sannsynliggjøre et teknisk potensial for solkraft som kan innmates i distribusjonsnettet på en kostnadseffektiv måte på samme sted som kraften forbrukes. Notatet skal brukes som diskusjonsunderlag med myndigheter, interessenter, og beslutningstakere, bl.a. hos sluttbrukere og netteiere, for å komme frem til gode, omforente forutsetninger og teste rimeligheten i forslagene og tilnærmingen.

Metoden som er benyttet for å få et grovt overslag på innmatingskapasitet for solkraft i eksisterende nett uten dyre oppgraderingstiltak, er som følger:

1. Vurdering av dagens gjennomsnittlige innmatingskapasitet for solkraft i eksisterende nett per sluttkunde og per nettkategori. Spesifikk innmatingskapasitet baseres for privatboligsegmentet på funn fra PQA-rapporten [1]. For næringskategoriene beregnes innmatingskapasitet basert på gjennomsnittlig størrelse overbelastningsvern slik den fremgår av databasen til 4 norske nettselskaper.
2. Kartlegging av antall kunder per nettkategori, basert på tall hentet fra Fornybar Norges rapport «Hvordan få solkraft fra Norges hustak inn i kraftsystemet» [2]
3. Multiplisere den spesifikke innmatingskapasiteten med antallet for å få total innmatingskapasitet.

På bakgrunn av metode og forutsetninger viser resultatene et metningspunkt for innmating i distribusjonsnettet på 31 GW uten fordyrende tiltak dersom det «fordeles perfekt» på overbelastningsvernene. 31 GW solcelleanlegg tilsvarende en årlig energiproduksjon på omtrent 22 TWh. Ved å i tillegg hensynta at mye av kraften brukes direkte på stedet, potensialet som ligger i mulige innstillinger i vekselretter, samt andre tiltak i den tekniske verktøykassen som behandles i eget notat, vil potensialet for tilknyttet solkraft i eksisterende nett være betydelig større. Dette understreker poenget om at det er plass til betydelige mengder lokalprodusert solkraft i eksisterende strømnett uten at det nødvendigvis medfører dyre nettinvesteringer.

02	26.09.23	Revidert ifm utgivelse hovedrapport	Håkon Person	Kristian Ludvik Rørmark Ek	Håkon Person
01	09.06.23	Iterasjon 2 – med data for OV-vern fra industri/næringskategori	Håkon Person	Kristian Ludvik Rørmark Ek	Håkon Person
00	15.03.23	Notat - for tilbakemelding fra referansegruppe	Håkon Person Kristian Ludvik Rørmark Ek Mette Kristine Kanestrøm	Stanislas Merlet Mette Kristine Kanestrøm	Mette Kristine Kanestrøm
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innhold

1	Vurdering av kapasitet for solkraft i eksisterende nett uten dyre tiltak	3
1.1	Bakgrunn.....	3
1.2	Metode og hovedforutsetninger	3
1.2.1	Gjennomsnittlig inntakingskapasitet per overbelastningsvern og per nettkategori ...	3
1.2.2	Matching av inntakingspotensialet mot solkraftpotensialet	5
1.3	Resultat.....	7
1.4	Diskusjon.....	8
1.5	Konklusjon	9
	Vedlegg – Beregningsforutsetninger og tilhørende resultater.....	11
	Referanser	14

1 Vurdering av kapasitet for solkraft i eksisterende nett uten dyre tiltak

1.1 Bakgrunn

Overordnet målsetning for oppdraget er å legge et faglig grunnlag for videre diskusjon om teknisk, økonomisk og regulatorisk tilrettelegging for trygg, rask og rettferdig storskala lokal energiproduksjon i det norske kraftsystemet. Inneværende notat har som målsetning å begrunne et teknisk potensial for solkraft som kan innmates i eksisterende strømnnett i Norge uten behov for dyre nettinvesteringer. Notatet er et dialogverktøy mot netteiere for å på et tidlig prosjektstadium vurdere om de innledende forutsetningene og funnene anses å være noe som kan bygges videre på.

Solkraft er en jevnt fordelt ressurs, og det er godt samsvar mellom hvor vi plasserer bygninger og hvor det er gode solforhold. Dermed har solkraft som energikilde en unik posisjon i kraftsystemet gjennom muligheten for å produsere energi direkte der den forbrukes.

Tilnærmingen til oppgaven «Hvor mye solkraft kan innmates i eksisterende nett uten dyre nettinvesteringer» har vært på å identifisere den mest lavhengende frukten: Hvilket potensiale ligger for direkte innmating i distribusjonsnettet i dag? Vi ønsket også å basere oss mest mulig på tidligere arbeider som har utforsket handlingsrommet i hvor mye solkraft som kan innmates i nettet i svakere deler av distribusjonsnettet uten at nettproblemer oppstår.

Beregningene baserer seg på ferske data av eksisterende nett i dag og danner dermed et øyeblikksbilde. Beregningene er basert på snittbetraktninger slik at det gir et bilde av metningspunkt for innmating i et område uten nett-tiltak. Overstiger vi metningspunktet vil sannsynligheten for større investeringer øke betraktelig. Rapporten er ikke ment å svare ut enkeltsaker, men heller det store volumet som faktisk er mulig å få inn i nettet uten at det trigger stort volum av tiltak.

1.2 Metode og hovedforutsetninger

Metoden som er benyttet for å få et grovt overslag på innmatingskapasitet for solkraft i eksisterende distribusjonsnett uten dyre oppgraderingstiltak er som følger:

- Vurdering av gjennomsnittlig innmatingskapasitet for solkraft per overbelastningsvern og per nettkategori i eksisterende nett
- Matching av innmatingskapasitet for solkraft med teknisk potensiale for solkraftproduksjon.
 - Estimere antall overbelastningsvern per bygg for å finne innmatingskapasitet per bygg.
 - Multiplisere gjennomsnittlig innmatingskapasitet per bygg med antall bygg for å finne total innmatingskapasitet.

1.2.1 Gjennomsnittlig innmatingskapasitet per overbelastningsvern og per nettkategori

For å vurdere kapasitet for solkraft i eksisterende distribusjonsnett per kunde i ulike tilknytningspunkt-kategoriene er det tatt utgangspunkt i nøkkelresultater fra PQA-rapporten «Prosumenterens innvirkning på lavspente distribusjonsnett» [1]. Målet med rapporten var å beskrive forventet innvirkning fra plusskunder i det lavspente distribusjonsnettet (240 og 400 V), samt de viktigste tekniske begrensningene som bestemmer nettets innmatingskapasitet. For å dekke et representativt utvalgt av norske lavspenningsnett – ble det identifisert fem ulike typer nett:

- Grisgrendt 1
- Grisgrendt 2
- Forstadsområde
- Rekkehusområde

- Lett industri

Vi har i prosessen hatt dialog med PQA for å få verifisert at notatet er benyttet på en formålstjenlig måte som informasjonsunderlag. Rapporten kvantifiserte en estimert gjennomsnittlig innmatingskapasitet for de 4 første kategoriene på hhv. 4 kW, 4 kW, 7,5 kW og 8,5 kW. Det ble oppgitt i rapporten at modellert innmatet kapasitet er ca. 75 % av den oppgitte tilknyttete kapasitet i modellene.

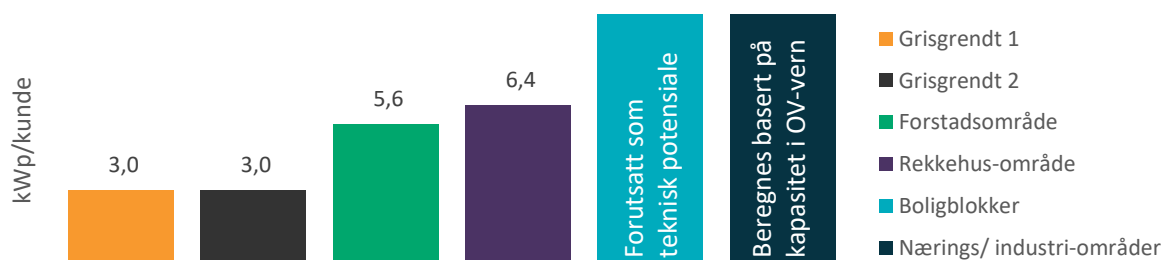
Innmatingskapasiteten for lett industri er i PQA-rapporten angitt som «casespesifikk, men høy», og nærings/industrikategorien måtte derfor kvantifiseres fra andre kilder. Vi har etter dialog med nettselskaper i referansegruppen valgt å estimere innmatingskapasiteten for næringskategoriene basert på følgende formel:

$$\begin{aligned} & \text{Innmatingskapasitet solkraft per hovedsikring og næringskategori} \\ & = \text{Gjennomsnittlig størrelse overstrømsvern pr kategori [kW]} \\ & * \text{sammenlagningsfaktor} * \text{antall målepunkter pr kategori} \end{aligned}$$

For kategorien «Næring og industri» er det innhentet OV-data per målepunkt for datagrunnlaget som har vært tilgjengelig fra fire nettselskaper: Lnett, Fagne, Elvia og Glitre Energi Nett. Hvert nettselskap har oppgitt størrelse overbelastningsvern for flere tusen målepunkter, og underlaget er antatt representativt. Følgende hovedforutsetninger er gjort i vurderingene:

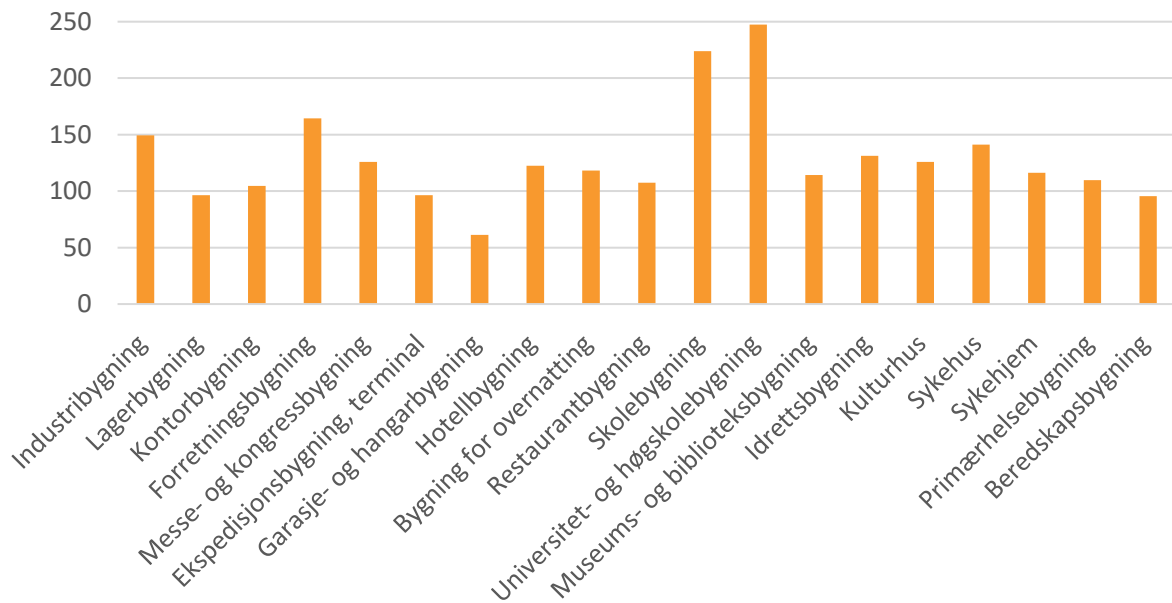
- Kategorisering: Nettselskapene kategoriserer sine målepunkt innbyrdes forskjellig og ulikt fra bygningskategoriene. Dermed er alle nettselskapets målepunkter harmonisert og fordelt på bygningskategorier etter en subjektiv vurdering. Kategoriene «messe- og kongressbygning» og «garasje/hangar» er satt med lik gjennomsnittlig OV-vern-kapasitet som hhv. «kulturhus» og «lagerbygg» - for disse var det ellers vanskelig å lage en direkte bro fra nettselskapenes kategorier.
- Utvalg: Alle målepunkter som tilhører næringskategorier er medtatt, uavhengig av størrelse på OV-vern. For Glitre Energi Nett er eksempelvis over 50 % av OV-vernene i næringskategoriene på 63 A eller mindre. I praksis medfører dette at gjennomsnittlig kapasitet på OV-vern blir lav for alle næringskategoriene. Samtidig gir dette samsvar med det tekniske potensialet for produksjon fra solkraft, der også de små takflatene er medtatt.
- Valg av sammenlagningsfaktor: Et av nettselskapene oppga en sammenlagningsfaktor for nettdimensjonering på 0,45-0,5. 0,45 er derfor lagt til grunn for beregningen i dette notatet.

Av metoden følger at gjennomsnittlig innmatingskapasitet blir som vist av Figur 1. Trenden som ble beskrevet i rapporten er at jo nærmere en er bynære strøk, områder av nyere alder og industriområder, jo sterkere er generelt kapasiteten og sannsynligheten for å kunne tilknytte solkraft uten dyre nettinvesteringer. Som tabellen viser og sitert fra rapporten – er «kapasitet for solkraft i norske distribusjonsnett i utgangspunktet god». Dette gjelder spesielt om en tar hensyn til at innmatet effekt for plusskunder ofte er lavere enn solcelleanleggenes installerte ytelse, og anleggenes mulighet for reaktiv regulering.»:



Figur 1: Forventet generell innmatingskapasitet [kW] per kunde - i eksisterende nett i følge PQA-rapporten.

For næringskategoriene blir gjennomsnittlig innmatingskapasitet per OV-vern som vist av Figur 2



Figur 2: Gjennomsnittlig innmatingskapasitet per overbelastningsvern og per næringskategori for 4 norske nettselskaper [kW].

1.2.2 Matching av innmatingspotensialet mot solkraftpotensialet

Matching av innmatingspotensialet mot solkraftpotensialet er gjort ved følgende hovedaktiviteter og grovforutsetninger:

- Identifisering av solkraftpotensiale:** I forbindelse med Markedsrapporten «Norsk solkraft 2022 – innenlands og eksport», utgitt av Solenergiklyngen og Multiconsult – ble det gjennomført en omfattende kartlegging av teknisk potensiale av solceller på bygningsmassen. Beregningene tok utgangspunkt i geografiske kartdata og matrikkelen for å få en presis beregning av antall bygg og aktuelle solcelleflater via programvaren Arcgis. Resultatet er at Multiconsult besitter datagrunnlag for det tekniske potensialet for solceller på bygningsmassen i Norge med oppløsning per bygningskategori innenfor hver kommune [3].
- Matche byggkategorier mot nettkategorier:** Bygningskategoriene som er benyttet ved kartlegging av teknisk potensiale er gitt av Tabell 2.1 datagrunnlaget har vi ikke en direkte kobling mellom nettselskapenes målepunkt-ID og antall bygg eller arealer på tilknyttet bygg. Samtidig er navn på de oppgitte kategoriene tilstrekkelig intuitive til at det er mulig å resonnerer seg til noen rimelige antakelser. Eksempelvis vil eneboliger i praksis være fordelt på kategoriene Grisgrendt 1, Grisgrendt 2, forstadsområde og rekkehusområder. For å kunne matche byggkategorier mot nettkategorier er følgende forutsetninger lagt til grunn:
 - Antall bygg per nettkategori er hentet fra Fornybar Norge-rapporten «Hvordan få solkraft fra Norges hustak inn i kraftsystemet» [2] - I denne rapporten ble det oppgitt antall kunder per nettkategori som ble benyttet i PQA-rapporten.
 - Fordeling av bygningskategorier er på nettkategoriene utført basert på subjektive vurderinger slik at andelen bygg per nettkategori tilsvarer fordelingen som gitt av Fornybar Norge-rapporten. Forholdet mellom antall målepunkt-ID-er og antall bygg er ca. 4:3 for kategoriene der datagrunnlaget foreligger, og det er forenklet antatt at dette forholdet gjelder for alle kategorier, herunder også nærings- og industrikategorien.

Teknisk mulighetsstudie for hvor mye solkraft som kan innmates i dagens lokale distribusjonsnett

- Ettersom bygningskategorien «Garasje og uthus til bolig» sannsynligvis ikke innebærer egne nettilknytningspunkter, eller mulighet for økt tilknyttet solkraft sett fra nettbegrensningsperspektivet, er disse i helhet utelatt fra resultatene.

Andre hovedforutsetninger: For store boligbygg, som vi har ønsket å fremheve eksplisitt som egen kategori i rapporten, har vi antatt at innmatingskapasitet uten dyre nettkostnader er lik teknisk produksjonskapasitet for solkraft på bygningsflater. Dette anses som en rimelig forutsetning ettersom denne byggkategorien er spesielt kjennetegnet av høyt forbruk / antall kunder per m² takflate.

Resultatet av hvordan bygningskategorier er forutsatt fordelt på nettilknytningskategoriene er gitt av Tabell 2 i Vedlegg – Beregningsforutsetninger og tilhørende resultater.

1.3 Resultat

Nøkkresultatene som fremkommer iht. beskrevet metode og tilnærming er gitt av Tabell 1. For mer utfyllende resultater og kontekst for tallene henvises det til Tabell 3 og Tabell 4 i *Vedlegg – Beregningsforutsetninger og tilhørende resultater*. På bakgrunn av metode og forutsetninger viser resultatene at 31 GWp med estimert årlig strømproduksjon på 22 TWh kan innmattes direkte i strømmettet uten fordyrende tiltak dersom det «fordeles perfekt» på overbelastningsvernene.

Tabell 1: Oppsummerte nøkkresultater

Byggtype / Nettkategori	Grisgrendt 1	Grisgrendt 2	Forstads- område	Rekkehus- område	Boligblokker	Nærings/ industri- områder	Sum
Sum antall bygg	568 300	449 948	583 414	871 505	41 745	194 352	2 709 264
Forutsatt generell kapasitet for innmating av solkraft [kWp/bygg]	3,0	3,0	5,6	6,4	Lik teknisk potensiale	Begrenset av kapasitet OV-vern	
Total generell innmatingskapasitet [GW]	1,7	1,3	3,3	5,6	5,1	13,6	30,6
Total teknisk potensiale for solkraftproduksjon iht Multiconsult-rapport [GWp]	10,1	8,3	11,4	17,0	5,1	25,7	77,6
Iht forutsetninger: Andel solkraft av teknisk potensiale som kan innmattes direkte i nettet	17 %	16 %	29 %	33 %	100 %	53 %	39 %
Årlig produksjonspotensiale solkraft iht Multiconsult-rapport (garasje og uthus bolig trukket fra) [TWh]	7,8	6,3	8,9	13,3	3,6	18,1	58,0
Årlig produksjonspotensiale som kan innmattes direkte i nettet [TWh]	1,3	1,0	2,6	4,4	3,6	9,5	22,4

Det understrekes at det oppgitte tallet er potensialet for *innmating* av kraft i nettet, og at *den reelle tilknytningskapasiteten/egenproduksjonskapasiteten* vil kunne øke ved å hensynta og designe anlegg mot direkte egenforbruk, netttjenester fra vekselretter og andre tiltak i den tekniske verktøykassen for å øke handlingsrommet for tilknytning av solkraft i eksisterende strømmett. Det understrekes også at solkraftpotensialet som er benyttet er *det tekniske potensialet* fra solkraft på tak og fasader i bygningsmassen. Det *realistiske og teknisk/økonomiske* produksjonspotensialet for solkraft vil i praksis være langt mindre enn det teoretisk tekniske potensialet. Å vurdere det reelle handlingsrommet for hva som er et realistisk potensial for solkraftutbygging på bygg i distribusjonsnettet, opp mot hvor mye som kan tilknyttes i nettet ved å ta i bruk den riktige tekniske verktøykassen, overlates til andre notater.

1.4 Diskusjon

Grove/forenklede forutsetninger er benyttet for å komme frem til et begrunnet anslag for solkraft som kan direkte innmates i eksisterende nett uten dyre nettinvesteringer. Flere av forutsetningene kan utfordres, og en kan både argumentere for at det riktige resultatet vil være høyere eller lavere enn resultatet tilsier. Under følger noen eksempler på argumenter som kan fremsettes, i en ikke-uttømmende liste. Vi har sendt notatet på høring mot nettselskaper for tilbakemelding på notatet for å få frem alle hovedmomentene vi mener vil være argumenter for at resultatet er for høyt/lavt, slik at en kan vurdere resultatene helhetlig og overordnet basert på disse.

- **Resultatet er for høyt – eksempel på argument:**

- Det er knyttet usikkerhet til hvorvidt en i snitt kan innmate 3 kWp solkraft per bygg i grigrendte strøk. I flere tilfeller vil det være behov for nettinvesteringer også ved små solkraftanlegg, noe som også er nevnt i PQA-rapporten. Det er generelt stor variasjon i nettene utenfor tettstedene – noen kan mate inn mer solkraft og andre mindre. Dersom alle skulle matet inn 3 kW må en i praksis regne med mye nettinvesteringer, ettersom det i mange tilfeller vil være lavere innmatingskapasitet i nettet. Selv om det er svakt nett og ikke solkraft som er den reelle årsaken til problemstillingen, vil det sannsynligvis ikke være samfunnsøkonomisk fornuftig å tilknytte små solkraftanlegg i de tilfellene der det medfører dyre nettinvesteringer. Dermed kan en argumentere for at potensialet for nettene «Grisgrendt 1» og «Grisgrendt 2» er satt for høyt i vurderingene.

- **Resultatet er for lavt – eksempel på argumenter:**

- Innmatingskapasiteten for nærings/industrikategorien er bare beregnet for OV-vern i lavspent distribusjonsnett. Ved å legge til potensialet i høyspent distribusjonsnett vil potensialet bli høyere.
- Mange industri/næringsbygg har større behov for kraft enn det som samtidig kan produseres på egne takflater. Flere av disse byggene kan ligge fysisk nær de ovennevnte byggene som har for store takflater sammenlignet med eget forbruk. Det forventes derfor ikke betydelige investeringer i infrastrukturen for området, men at enkelte bedrifter må søke om økt OV for utmating på nettet. Dette vil kun medføre mindre tiltak, som utskifting av transformator, og vil omfattes av reglene for anleggsbidrag.

Noen industri/næringsbygg har også betydelig høyere OV/stabilt kraftforbruk enn energi som kan produseres på egne bygningsflater – eksempel på dette er kraftkrevende industri. I slike tilfeller er bygningsflater en større begrensning for produsert solkraft enn den elektriske innmatingskapasiteten. Ved å plassere bakkemonteerte solkraftverk på eksempelvis bakken eller over parkeringsplasser vil en øke teknisk produksjonskapasitet, samtidig som den kan tilknyttes eksisterende nett og egenforbrukes på forbruksstedet.

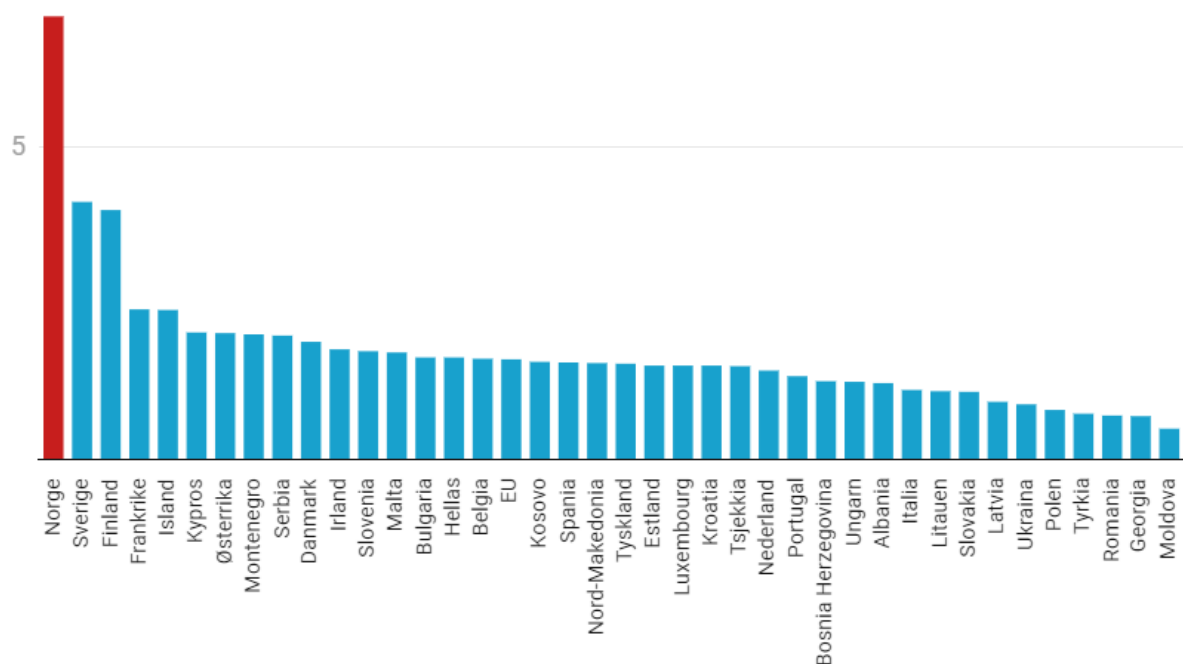
Beregningsresultatene har som mål å beskrive et metningspunkt for innmating i lokalt distribusjonsnett, basert på grovforutsetninger er dette beregnet til 31 GW. Til sammenligning er snitt forbruk på sommeren i Norge er ca 15 GW, det er ca 9 GW kapasitet på utenlandskablene, og total installert effekt i Norge i dag er 33 GW vannkraft og 5 GW vindkraft. Notatets rolle er ikke å se på overliggende nett og utfordringer så store volum vil skape som helhet, temaet berøres i notatet som omhandler teknisk verktøykasse.

Videre vil vi understreke at gjennomsnittlig innmatingskapasitet ikke er egnet som informasjonsunderlag for å bestemme netteiers grenseverdier for tilknyttet kapasitet for solkraft. Solkraften som produseres og solkraften som innmates i nettet avhenger sterkt av andre faktorer som eksempelvis direkte egenforbruk og nettjenester som er teknisk tilgjengelig i vekselretter. Videre bør tillatte grenseverdier settes ut fra et helhetlig samfunnsøkonomisk perspektiv, eksempelvis i lys av politiske mål for solkraftproduksjon. Et annet moment er at det er langt fra alle bygningseiere som har investert i, eller kommer til å investere i, et solcelleanlegg. Det tekniske

potensialet for solkraft er betydelig større enn det økonomisk lønnsomme potensiale for solkraft, og hva en vurderer som økonomisk fornuftig vil bl.a. formes av hva en tror om fremtidige strømpriser, tilgjengelig kapital og alternative investeringsmuligheter for den enkelte. Ettersom ikke alle norske nettkunder på alle radialer kommer til å investere i solkraft, vil det i praksis være rom for at de som investerer vil kunne investere godt over gjennomsnittsverdiene.

Kapasiteten i det norske strømmettet per bruker er i utgangspunktet ganske god, dette har sammenheng med vårt særskilt høye forbruk av strøm og historisk sett lave strømpriser. I Norge benytter husholdninger direktevirkende elektrisitet til oppvarming og gjennomsnittlig strømforbruk for en norsk husholdning er over tre ganger så høyt som snittet i Europa. I tillegg benytter norske bedrifter elkjel til spisslast, og hovedandelen av vår kraftkrevende industri går på elektrisitet. Det samme strømmettet som er dimensjonert for stort uttak kan i de fleste tilfeller brukes til å mate inn store mengder solkraft i det norske strømmettet, selv når netteiers sammenlagingsfaktor legges til grunn. I tillegg kommer muligheten for direkte egenforbruk av elektriske laster som bare vil øke med pågående elektrifisering.

Antall MWh per innbygger i hjemmet



Figur 3: Årlig strømforbruk (MWh) per innbygger i Norge sammenlignet med andre land [4]

De aller fleste solkraftanlegg kan tilknyttes strømmettet uten at problemer oppstår i strømmettet. De spesielle/dimensjonerende tilfellene bør håndteres med andre verktøy enn ved generelle krav som setter begrensninger for alle anlegg – ettersom det ville medføre unødvendige begrensninger for de anleggene som faktisk kan tilknyttes strømmettet uten at det oppstår utfordringer i distribusjonsnett. Valgte retningslinjer og rammebetingelser bør ta høyde for alle disse faktorene.

1.5 Konklusjon

Energikommisjonens rapport 2023:3 [5] har satt frem følgende overordnede målsetning for styrket energiforsyning innen 2030:

- Minst 40 TWh høyere fornybar kraftproduksjon fra vannkraft, vindkraft, havvind og solkraft. Bidrag fra solkraft i perioden er estimert til 5-10 TWh.
- Minst 20 TWh energieffektivisering

Basert på metoden og forutsetningene som er beskrevet, vil anslagsvis 22 TWh solkraft kunne innmates i nettet uten dyre nett-tiltak. Kapasiteten for solkraft i norske distribusjonsnett i utgangspunktet god, de aller fleste solkraftanlegg kan tilknyttes strømmettet uten at problemer oppstår i strømmettet. Potensialet for tilknyttet solkraft i et strømmettperspektiv vil kunne bli betydelig større dersom den tekniske verktøykassen tas i bruk. Resultatene sannsynliggjør at mulighetsrommet er stort for at solkraft kan bidra mye til ønsket om styrket kraftforsyning på både kort og lang sikt, samtidig som den kan tilknyttes kraftsystemet på en samfunnsøkonomisk rasjonell måte. De spesielle/dimensjonerende tilfellene bør håndteres med andre verktøy enn ved generelle krav som setter begrensninger for alle anlegg – ettersom det ville medføre unødvendige begrensninger for de anleggene som faktisk kan tilknyttes strømmettet uten at det oppstår utfordringer i distribusjonsnettet.

Det understrekes at funnene i studien ikke betyr at strømmettet som helhet kan ta imot så store kraftmengder som 31 GW. Høyspent regionalnett og sentralnettet vil i praksis begrenses hvor mye solkraft som kan innmates i strømmettet. Å dytte inn 31 GW inn i nettet uten at dette benyttes lokalt ville medført mangfoldige milliarder i nettinvesteringer. Den typiske flaskehalsen ligger i transformatorstasjoner mellom regionalnettet og sentralnettet, som ifølge Glitre Nett ligger på rundt 1000 MW, å bytte ut en slik kan koste en milliard. Hovedbudskapet blir at strømmettet kan ta imot store mengder distribuert solkraft, så lenge denne forbrukes i lavspent distribusjonsnett og ikke dyttes videre opp nettnivåene. Solkraften trenger ikke brukes i samme bygg som den produseres, men vil med fordel måtte brukes under netstasjonen/trafostasjonen den er tilknyttet for å unngå overbelastning på høyere nettnivå. Løsningene som bidrar til at 31 GW kan *tilknyttes* uten at overliggende nedd overbelastes gjennom for høy *innmating* vil diskuteres i egnede notater som berører teknisk verktøykasse og regulatorisk verktøykasse.

Det er et stort potensial knyttet til bygningskategoriene næring, industri og boligblokker. Disse kategoriene vil også generelt representere store solkraftanlegg, lave investeringskostnader og lave nettilknytningskostnader, og Regjeringens vedtatte delingsordning for boligbygg og foreslåtte delingsordning for næringsbygg og næringsparker vil bidra til at bygges større og mer lønnsomme anlegg. Som svar på spørsmålet: Hvordan kan solkraft bidra med et stort volum i den norske energimiksen – vil det dermed på kort sikt være naturlig å legge mest vekt på solkraftverk på bygg der nettet har god kapasitet i dag. På kort sikt vil det være kostbart å realisere det tekniske potensialet i spredt bebyggelse i distriktene, ettersom nettilknytningspotensialet er begrenset og i de tilfeller der solkraftutbygging vil medføre behov for dyre nettinvesteringer.

Notatet skal brukes som diskusjonsunderlag med referansegruppe, bl.a. netteiere, for å komme frem til gode, omforente forutsetninger og teste rimeligheten i forslagene og tilnærmingen. Videre vil notatet bidra som et av flere faglige grunnlag for videre arbeid med strategi for hvordan solkraft bør innføres i det norske kraftnettet – i spørsmålene som skal svares i øvrige ensaksnotater.

Vedlegg – Beregningsforutsetninger og tilhørende resultater

Tabell 2: Forutsatt prosentvis fordeling av bygningskategorier på nettilknytningskategorier.

Byggtype / Nettkategori	Grisgrendt 1	Grisgrendt 2	Forstads- område	Rekkehus- område	Boligblokker	Nærings/ industri- områder	Antall bygg [stk]
Enebolig	15 %	10 %	40 %	35 %			1 169 830
Tomannsbolig				100 %			170 618
Rekkehus, kjedehus, andre småhus				100 %			172 724
Store boligbygg					100 %		41 745
Bygning for bofellesskap				100 %			5 315
Fritidsbolig	56 %	44 %					458 017
Koie, seterhus og lignende	56 %	44 %					40 400
Garasje og uthus til bolig	0 %	0 %	0 %	0 %			1 284 358
Annen boligbygning	33 %	33 %	33 %				7 342
Industribygning						100 %	37 142
Lagerbygning						100 %	39 449
Fiskeri- og landbruksbygning	25 %	25 %	25 %	25 %			440 886
Kontorbygning						100 %	15 209
Forretningsbygning						100 %	21 969
Messe- og kongressbygning						100 %	106
Ekspedisjonsbygning, terminal						100 %	2 133
Garasje- og hangarbygning						100 %	2 871
Veg- og trafikktilsynsbygning	15 %	15 %	35 %	35 %			1 149
Hotellbygning						100 %	2 209
Bygning for overnatting						100 %	23 061
Restaurantbygning						100 %	4 846
Skolebygning						100 %	17 230
Universitet- og høyskolebygning						100 %	931
Museums- og biblioteksbygning						100 %	5 160
Idrettsbygning						100 %	8 632
Kulturhus						100 %	7 038
Bygning for religiøse aktiviteter	15 %	10 %	35 %	40 %			6 959
Sykehus						100 %	480
Sykehjem						100 %	3 517
Primærhelsebygning						100 %	1 509
Beredskapsbygning						100 %	860
Sum antall bygg iht bygningdelstabell - garasje og uthus bolig trukket fra	568 300	449 948	583 414	871 505	41 745	194 352	2 709 264
Fornybar Norge rapport - antall kunder	750 000	590 000	780 000	1 180 000			3 300 000
% fordeling av bygningskategorier på nettkategorier - valgt	23 %	18 %	24 %	35 %			
% fordeling av bygningskategorier mot nettkategorier iht referanserapport	23 %	18 %	24 %	36 %			

Teknisk mulighetsstudie for hvor mye solkraft som kan innmates i dagens lokale distribusjonsnett

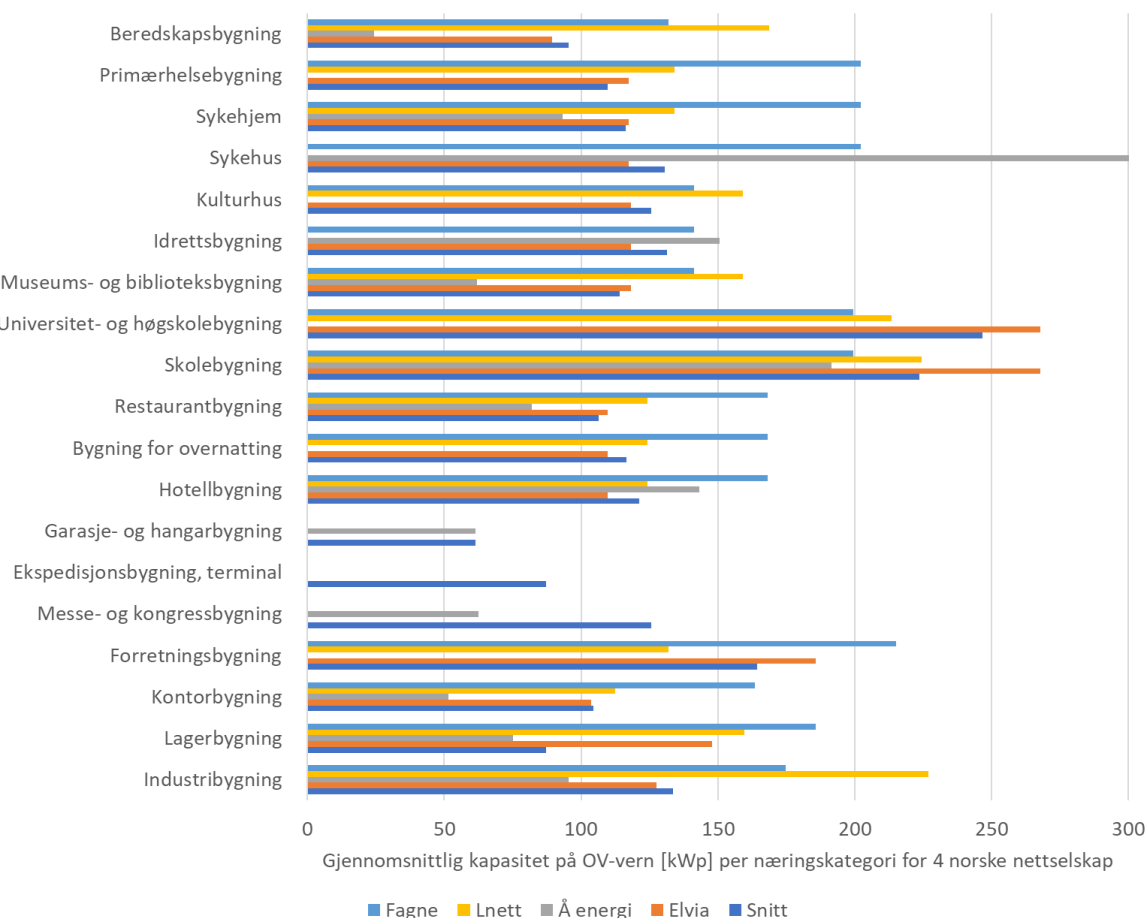
Tabell 3: Nøkkresultater detaljert – sammen med antall bygg fordelt på nettkategorier som ligger til grunn.

Byggtype / Nettkategori	Grisgrendt 1	Grisgrendt 2	Forstads- område	Rekkehus- område	Boligblokker	Nærings/ industri- områder	Sum
Enebolig	175 475	116 983	467 932	409 441	0	0	1 169 830
Tomannsbolig	0	0	0	170 618	0	0	170 618
Rekkehus, kjedehus, andre småhus	0	0	0	172 724	0	0	172 724
Store boligbygg	0	0	0	0	41 745	0	41 745
Bygning for bofellesskap	0	0	0	5 315	0	0	5 315
Fritidsbolig	256 353	201 664	0	0	0	0	458 017
Koie, seterhus og lignende	22 612	17 788	0	0	0	0	40 400
Garasje og uthus til bolig	0	0	0	0	0	0	-
Annen boligbygning	2 423	2 423	2 423	0	0	0	7 269
Industribygning	0	0	0	0	0	37 142	37 142
Lagerbygning	0	0	0	0	0	39 449	39 449
Fiskeri- og landbruksbygning	110 222	110 222	110 222	110 222	0	0	440 886
Kontorbygning	0	0	0	0	0	15 209	15 209
Forretningsbygning	0	0	0	0	0	21 969	21 969
Messe- og kongressbygning	0	0	0	0	0	106	106
Ekspedisjonsbygning, terminal	0	0	0	0	0	2 133	2 133
Garasje- og hangarbygning	0	0	0	0	0	2 871	2 871
Veg- og trafikktilsynsbygning	172	172	402	402	0	0	1 149
Hotellbygning	0	0	0	0	0	2 209	2 209
Bygning for overnatting	0	0	0	0	0	23 061	23 061
Restaurantbygning	0	0	0	0	0	4 846	4 846
Skolebygning	0	0	0	0	0	17 230	17 230
Universitet- og høyskolebygning	0	0	0	0	0	931	931
Museums- og biblioteksbygning	0	0	0	0	0	5 160	5 160
Idrettsbygning	0	0	0	0	0	8 632	8 632
Kulturhus	0	0	0	0	0	7 038	7 038
Bygning for religiøse aktiviteter	1 044	696	2 436	2 784	0	0	6 959
Sykehus	0	0	0	0	0	480	480
Sykehjem	0	0	0	0	0	3 517	3 517
Primærhelsebygning	0	0	0	0	0	1 509	1 509
Beredskapsbygning	0	0	0	0	0	860	860
Sum antall bygg	568 300	449 948	583 414	871 505	41 745	194 352	2 709 264
Forutsatt generell kapasitet for innmating av solkraft [kWp/bygg]	3,0	3,0	5,6	6,4	Lik teknisk potensiale	Begrenset av kapasitet OV-vern	
Total generell innmatingskapasitet [GW]	1,7	1,3	3,3	5,6	5,1	13,6	30,6
Total teknisk potensiale for solkraft-produksjon iht Multiconsult-rapport [GWp]	10,1	8,3	11,4	17,0	5,1	25,7	77,6
Iht forutsetninger: Andel solkraft av teknisk potensiale som kan innmates direkte i nettet	17 %	16 %	29 %	33 %	100 %	53 %	39 %
Årlig produksjonspotensiale solkraft iht Multiconsult-rapport (garasje og uthus bolig trukket fra) [TWh]	7,8	6,3	8,9	13,3	3,6	18,1	58,0
Årlig produksjonspotensiale som kan innmates direkte i nettet [TWh]	1,3	1,0	2,6	4,4	3,6	9,5	22,4

Tabell 4: Nøkkelresultater - beregning av innmatingskapasitet for næringskategorier.

Byggtype / Nettkategori	Antall bygg	Gj.snitt OV-kapasitet pr målepunkt (kWp):	Faktor - antall bygg per målepunkt*	Gj.snitt OV-kapasitet pr bygg (kWp):	Sammenlagringsfaktor **	Antatt innmating-potensial basert på OV (MWp):	Teknisk potensial solkraft-produksjon (MWp):	Hva kan innmates i nettet (MWp):
Industribygning	37 142	133	0,75	178	0,45	2 975	6 674	2 975
Lagerbygning	39 449	87	0,75	116	0,45	2 064	4 064	2 064
Kontorbygning	15 209	104	0,75	139	0,45	953	2 415	953
Forretningsbygning	21 969	164	0,75	219	0,45	2 166	3 984	2 166
Messe- og kongressbygning	106	126	0,75	168	0,45	8	41	8
Ekspedisjonsbygning, terminal	2 133	87	0,75	116	0,45	112	528	112
Garasje- og hangarbygning	2 871	61	0,75	82	0,45	106	544	106
Hotellbygning	2 209	121	0,75	162	0,45	161	438	161
Bygning for overnatting	23 061	117	0,75	156	0,45	1 614	504	504
Restaurantbygning	4 846	106	0,75	142	0,45	309	304	304
Skolebygning	17 230	224	0,75	298	0,45	2 312	2 666	2 312
Universitet- og høyskolebygning	931	247	0,75	329	0,45	138	267	138
Museums- og biblioteksbygning	5 160	114	0,75	152	0,45	353	201	201
Idrettsbygning	8 632	132	0,75	175	0,45	681	1 318	681
Kulturhus	7 038	126	0,75	168	0,45	531	498	498
Sykehus	480	130	0,75	174	0,45	38	232	38
Sykehjem	3 517	116	0,75	155	0,45	245	805	245
Primærhelsebygning	1 509	110	0,75	146	0,45	99	184	99
Beredskapsbygning	860	96	0,75	127	0,45	49	83	49
Sum						14 914	25 749	13 613

*Basert på statistikk fra Fornybar Norge har man i snitt flere målepunkt per bygg. Faktoren utfører overgangen fra målepunkt i kolonne C til bygg i kolonne E
 ** Antatt gjennomsnittlig sammenlagringsfaktor for nettselskaper



Figur 4: Gjennomsnittlig kapasitet på OV-vern [kWp] per næringskategori for 4 norske nettselskap.

Referanser

- [1] PQA AS, «Prosumenters innvirkning på lavspente distribusjonsnett,» [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/rme_eksternrapport/2020/rme_eksternrapport2020_09.pdf. [Funnet 06 February 2022].
- [2] Fornybar Norge, «Hvordan få solkraft fra Norges hustak inn i kraftsystemet?,» 01 Desember 2022. [Internett]. Available: <https://www.fornybarnorge.no/solenergi/rapport-2022/>. [Funnet 06 Februar 2023].
- [3] Multiconsult, «Markedsrapport: Norsk solkraft 2022 - innenlands og eksport,» 15 August 2022. [Internett]. Available: <https://www.solenergiklyngen.no/wp-content/uploads/2022/08/220815-markedsrapport-solenergiklyngen-final-.pdf>. [Funnet 06 Februar 2023].
- [4] Teknisk Ukeblad, «Norske strømpriser blant de laveste i Europa,» 29 September 2022. [Internett]. Available: <https://www.tu.no/artikler/norske-strompriser-er-blant-de-laveste-i-europa/522597>. [Funnet 21 Juni 2023].
- [5] Energikommisjonen, «Mer av alt - raskere - Energikommisjonens rapport,» 01 Februar 2023. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-3/id2961311/>. [Funnet 06 Februar 2023].