
RAPPORT

Teknoøkonomisk potensial for solkraft på bygg

OPPDRAAGSGIVER

Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg,
NBBL, Solenergiklyngen, Nelfo,
Byggevareindustriens Forening

EMNE

Rapport

DATO / REVISJON: 22. september 2023 / 00

DOKUMENTKODE: 10252111-01-RISol-RAP-001



Multiconsult



RAPPORT

| | | | |
|---------------|---|-----------------|--|
| OPPDRAG | Teknøkonomisk potensial for solkraft på bygg | DOKUMENTKODE | 10252111-01-RISol-RAP-001 |
| EMNE | Rapport | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAGSGIVER | Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg, NBBL, Solenergiklyngen, Nelfo, Byggevareindustriens Forening | OPPDRAGSLEDER | Oda Andrea Hjelme |
| KONTAKTPERSON | Heikki Holmås | UTARBEIDET AV | Oda Andrea Hjelme, Torje Evensen, Sigrid Sunde, Halvor Krunenes |
| | | ANSVARLIG ENHET | 10105030 Seksjon Sol og smart grid |

| | | | | | |
|------|------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|-------------------|
| 00 | 22.09.2023 | Lønnsomhetsberegninger og rapport | Oda Andrea Hjelme, Torje Evensen, Sigrid Sunde, Halvor Krunenes | Mette Kristine Kanestrøm | Oda Andrea Hjelme |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

SAMMENDRAG

Rapporten «Norsk solkraft 2022- innenlands og eksport» utarbeidet av Multiconsult for Solenergiklyngen viser et stort potensial for solkraft på bygg i Norge. Ved å ta i bruk hele Norges bygningsmasse (tak og fasader) er potensialet i installert effekt 87 GWp, med en årlig kraftproduksjon på 66 TWh, som tilsvarer rundt halvparten av Norges kraftforbruk. Stortinget og Regjeringen er enige om et mål om 8 TWh ny solkraft (bygg, bakke, infrastruktur etc.) innen 2030 der solkraft på bygningsmassen har et potensial til å bidra mot å nå dette målet. Hvor mye av det tekniske potensialet for solkraft som bygges ut vil avhenge av flere faktorer blant annet av hva som faktisk er lønnsomt. Multiconsult har derfor utført en beregning av et teknoøkonomisk potensial for solkraft i Norges eksisterende bygningsmasse.

Denne rapporten anslår et teknoøkonomisk potensial for solkraft i dagens bygningsmasse (solcelleanlegg på tak) under gitte forutsetninger i 2023. Det er utført bedriftsøkonomiske lønnsomhetsberegningene per prisområde for definerte bygningskategorier over en periode på 30 år. Inputdataene til lønnsomhetsberegningen er gruppert i en inntektsstrøm som inkluderer inntekter fra solgt solstrøm og reduserte utgifter fra selvkonsum av solstrøm samt støtteprogram, og en utgiftstrøm som inkluderer investeringskostnaden for solcelleanlegget og drift og vedlikeholdskostnader.

Beregnet lønnsomhet for et solcelleanlegg er tett knyttet opp mot andelen av produsert solstrøm som forbrukes direkte av kunden. Det er derfor utført en beregning som angir en gjennomsnittlig solcelleanleggstørrelse per bygningskategori for å oppnå ulike mål for årlig selvkonsum. Akkumulert viser resultatene at kun 17 % (10 TWh) av det tekniske potensialet for solcelleanlegg på tak kan bygges ut dersom all solstrøm skal forbrukes lokalt. Ved høyere grad av selvkonsum i hvert enkelt bygg begrenses størrelsen på solcelleanlegget av strømforbruket om sommeren som resulterer i ugunstig små størrelser per solcelleanlegg. Et mål om 60 % selvkonsum, valgt som rapportens basisscenario, gir et akkumulert utbyggingspotensial på 90 % av det tekniske potensialet tilsvarende 53 TWh årlig energiproduksjon.

Rapporten anslår et teknoøkonomisk potensial for solkraft på tak i dagens bygningsmasse på 0,4-6 TWh/år i basisscenarioet for selvkonsum avhengig av hvilken framtidig kraftpris som legges til grunn. Det er på kort sikt av stor betydning hva kraftprisen er før 2030 og solcelleanlegg som etableres i år med høy kraftpris nedbetales på få år. Resultatene viser at den største andelen av lønnsomt potensial er lokalisert i prissonene NO1 og NO2 som har høyest kraftpris i årene 2023-2030. Totalt lønnsomt utbyggingspotensiale øker fra 0,4 TWh/år og 6 TWh/år for henholdsvis Statnetts basis- og høyprisscenario til 15 TWh/år ved en høyere fastprisavtale for kjøp og salg av strøm de første 7 årene av solcelleanleggets levetid. I realiteten er en fastprisavtale for kjøp og salg av strøm mest aktuell for næringskunder som ønsker å sikre seg en pris for både kjøp og salg av strøm.

Delingsordninger på tvers av bygg og forbrukerfleksibilitet vil gi et høyere selvkonsum av solkraft der større solcelleanlegg bygges uten at solkraften eksporteres til høyere nivåer i kraftnettet. Med antakelsen om forbrukerfleksibilitet og delingsordninger der det ikke betales nettleie for bruk av delt solstrøm og at all solstrøm forbrukes lokalt (100 % selvkonsum) øker det teknoøkonomiske potensialet til 3 TWh/år i Statnetts basisscenario og 32 TWh/år i høyprisscenarioet.

Analysene er utført for gitte forutsetninger i 2023, men all ny solkraft vil ikke installeres i 2023 og forutsetningene vil endres i årene framover. Teknologit utvikling som resulterer i økt virkningsgrad og kostnadsreduksjoner vil drive lønnsomheten opp. Sensitivitetsanalysene viser at 10 % reduksjon i investeringskostnaden øker lønnsomt utbyggingspotensial til 6 TWh/år i basisscenarioet for selvkonsum. En ytterligere reduksjon til totalt 20 % øker lønnsomt potensial til 14 TWh/år.

Resultatene underbygger utviklingen i solkraftbransjen sommeren 2023 med en betydelig nedgang i investering i solkraft på bygg blant annet grunnet lave strømpriser og høy styringsrente. Virkemidler for å oppnå økt utbygging i bygningsmassen i tilfeller der investering i solkraft ikke er lønnsom er støtteordninger til investeringskapital eller krav som solcelleanlegg på deler av bygningsmassen. Store fordeler med solkraft på bygg er at man unngår å bygge ned natur og at man kan unngå tidkrevende prosesser med konsesjonsbehandling og nettilknytning som er nødvendig for større produksjonsanlegg.

INNHALDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introduksjon | 6 |
| 1.1 | Bakgrunn for rapporten | 6 |
| 1.2 | Rapportens oppbygning..... | 6 |
| 2 | Metode og avgrensninger | 7 |
| 2.1 | Definisjon på teknoøkonomisk potensial..... | 7 |
| 2.2 | Begrensninger og antakelser | 7 |
| 2.3 | Beregning av et teknoøkonomisk potensial..... | 8 |
| 2.3.1 | Lønnsomhetsberegning | 9 |
| 2.3.2 | Sensitivitetsanalyse..... | 9 |
| 3 | Inputdata | 12 |
| 3.1 | Bygningskategorier | 12 |
| 3.2 | Kostnad solcelleanlegg..... | 14 |
| 3.2.1 | Investeringskostnader..... | 14 |
| 3.2.2 | Driftskostnader | 14 |
| 3.2.3 | Kostnader per bygningskategori | 15 |
| 3.3 | Solstrømproduksjon..... | 15 |
| 3.4 | Selvkonsum av produsert solstrøm..... | 17 |
| 3.4.1 | Strømforbruk per bygningskategori..... | 17 |
| 3.4.2 | Installert kapasitet ved ulik grad av selvkonsum | 18 |
| 3.5 | Økonomiske parametere | 21 |
| 3.5.1 | Subsidier | 21 |
| 3.5.2 | Diskonteringsrente og avkastningskrav | 21 |
| 3.5.3 | Nettleie | 22 |
| 3.5.4 | Strømpris | 24 |
| 4 | Resultater | 28 |
| 4.1 | Akkumulert potensial basert på selvkonsum | 28 |
| 4.2 | Teknoøkonomisk potensial per bygningskategori | 28 |
| 4.2.1 | Påvirkningen av langsiktig kraftpris | 29 |
| 4.2.2 | Endring i investeringskostnad | 32 |
| 4.2.3 | Delingsordning og forbrukerfleksibilitet | 34 |
| 5 | Diskusjon og konklusjon | 36 |
| 6 | Videre arbeid | 38 |
| 7 | Referanser | 39 |

Forord

Enkle, men nødvendige grep, kan gi mye lønnsom solkraft

Solkraft på bygg er en viktig del av løsningen for å raskt og rimelig skaffe mer fornybar kraft for næringsliv og forbrukere. Stortinget og regjeringen har nylig satt mål om 8 TWh solkraft i 2030, tilsvarende forbruket til nærmere 550.000 husstander. Eiere av bygg og solkraftprodusenter skal mobiliseres til å investere i størrelsesorden 80-100 milliarder kroner for å produsere kraft til eget behov og for salg. NHO og LO har i Kraftløftet bedt regjeringen sette delmål om at 5,5 TWh av solkraften i 2030 kommer fra bygningsmassen.

Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA), Byggevareindustriens Forening, NBBL, Nelfo og Solenergiklyngen har bedt Multiconsult utføre beregninger av det tekno-økonomiske potensialet for solkraft i eksisterende bygningsmasse.

For å si noe om lønnsomhet av solkraft er kraftprisen og nettleien viktig, utvikling i teknologi og investeringskostnader for solkraft og andel solkraft som kan konsumeres lokalt. Denne rapporten beregner derfor ulike scenarier. **Et hovedfunn er: Om mer av solkraften konsumeres hos produsenten eller nabobygg med delingsordninger så øker lønnsomheten og mengden ny solkraft som kan bygges ut mot 2030.** Det understreker betydningen av å tilrettelegge for lokale energisamfunn med utstrakt egenbruk og deling, der også lagring og smart styring kan avlaste strømmettet og dempe prissvingninger i strømmarkedet.

Best forutsetninger for lønnsomme solkraftanlegg finner Multiconsult på store takflater. Multiconsults beregninger viser at med Statnetts basisscenario for kraftpris (42 €/MWh, ca. 50 øre/kWh) er det lønnsomme utbyggingspotensialet for solkraft på tak 0,4 TWh. Med bedre delingsordninger på områdenivå og forbrukerfleksibilitet, der vi oppnår 100 % selvkonsum uten å belaste nettleie og avgifter for delt solstrøm, øker potensialet til 3 TWh. Strømprisen har stor betydning for lønnsomheten. På samme måte som med en fastprisavtale gir en investering i solceller en forsikring mot høye strømpriser.

Oppdragsgiverne mener **solkraftmålet er innen rekkevidde, men forsterket politikk og virkemidler er nødvendig.** Teknologit utvikling og leverandørerfaring øker produktiviteten, og med 10 % reduserte investeringskostnader vil nær 6 TWh bli lønnsomt. Ytterligere kostnadsreduksjoner og innføring av investeringsstøtte for utvalgte bygningskategorier kan mer enn doble det privatøkonomisk lønnsomme potensialet. Med **disse forbedringene i rammebetingelsene kan vi tilrettelegge et tilstrekkelig utbyggingspotensial, slik at det norske samfunnet trygt kan nå 8 TWh målet i 2030:**

- Delingsordningen må utvides, det må bli fritt å dele og selge strøm mellom bygg under samme nettstasjon.
- Enovas støtte til solkraft i småhus og fritidsboliger må opprettholdes på samme støttenivå som 1. halvår 2023.
- Innfør investeringsstøtte til solkraft til offentlige og private yrkesbygg, borettslag og sameier.
- Enovas mandat for både boliger og yrkesbygg må utvides fra markedsintroduksjon til også å omfatte moden teknologi, herunder utrulling av solkraft, lagring og styring for forbrukerfleksibilitet.
- Høye investeringskostnader kan for mange være en barriere. Da kan et tilbud om lange og gunstige fastrentelån, f. eks i Husbanken, til kommuner, borettslag og sameier utløse mer investeringer i solkraft.
- Husholdningene må beholde en nettleiemodell der energileddet er minimum 50%. RME skal evaluere nettleiestrukturen i løpet av 2024.

Som representanter for leverandører og sluttbrukere bidrar vi på denne måten med kunnskapsgrunnlag og forslag til utforming av politikk. Vi ser nå frem til at regjeringen, med OED, RME og NVE i spissen, skal utarbeide en konkret handlingsplan med tiltak for å realisere målet om 8 TWh som legges frem våren 2024. Realisering innebærer å motivere for store private investeringer fra byggeiere og solkraftprodusenter, og handlingsplanen må derfor ha tiltak for å løse opp i barrierene som oppleves, og etablere enkle og gode virkemidler og incentiver, sett fra sluttbrukerne.

Noen av våre foreslåtte tiltak vil være naturlig å ta inn i handlingsplanen, mens andre tiltak haster mer å få på plass. For de tilfellene bør det søkes løsninger politisk og i embetsverket allerede denne høsten.

Oslo 21. september 2023

Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA)

Byggevareindustrien

NBBL

Nelfo

Solenergiklyngen

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn for rapporten

Rapporten «Norsk solkraft 2022- innenlands og eksport» [1] utarbeidet av Multiconsult for Solenergiklyngen viser et stort potensial for solkraft på bygg i Norge. Ved å ta i bruk hele Norges bygningsmasse (tak og fasader) er potensialet i installert effekt 87 GWp med en årlig kraftproduksjon på 66 TWh, som er rundt halvparten av årsproduksjonen vi har fra vannkraftverk i dag eller halvparten av landets kraftforbruk. Store fordeler med solkraft på bygg er at man unngår å bygge ned natur og at man kan unngå tidkrevende prosesser med konsesjonsbehandling og nettilknytning som er nødvendig for større produksjonsanlegg.

Stortinget og Regjeringen er enige om et mål om 8 TWh ny solkraft innen 2030 [2] [3] og solkraft på bygningsmassen har potensialet til å bidra til å nå dette målet. Rapporten «Solkraft i bygningsmassen og samfunnet» [4] konkluderer med at mer enn 8 TWh solkraft fra bygningsmassen kan bygges ut uten større oppgraderinger og tiltak i kraftnettet. Hvor mye solkraft på bygg som faktisk bygges ut vil avhenge av flere faktorer, blant annet av hva som faktisk er lønnsomt. Multiconsult har derfor utført en beregning av det teknøkonomiske potensialet for solkraft i Norges eksisterende bygningsmasse. Denne rapporten beskriver beregningene inklusive anvendt metodikk, inputdata og resultater.

1.2 Rapportens oppbygning

Kapittel 2 beskriver metoden som er benyttet til beregning av et teknøkonomisk potensial samt begrensninger.

Tekniske og økonomiske inputdata er beskrevet i kapittel 3.

Resultater med sensitivetsanalyser er presentert i kapittel 4.

I kapittel 5 diskuteres resultatene.

Forslag til videre arbeid listes i kapittel 6.

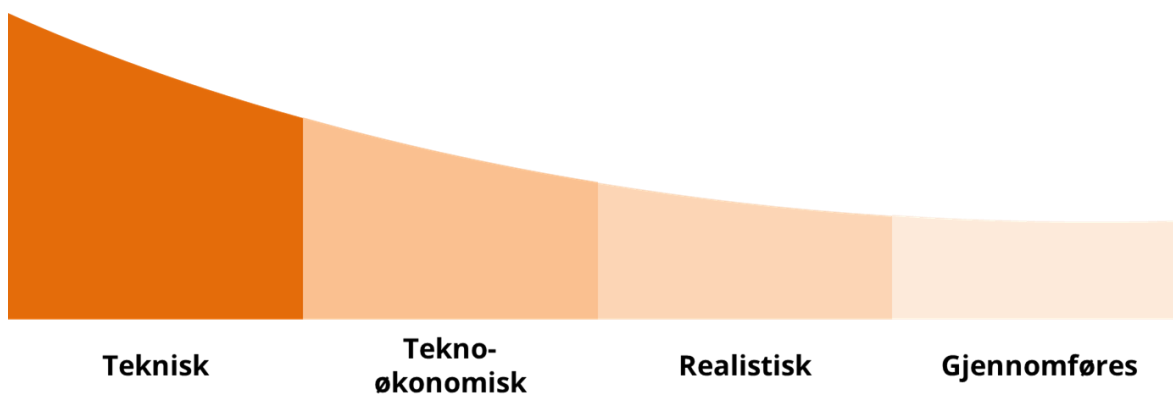
Referanser er oppgitt i kapittel 7.

2 Metode og avgrensninger

Dette kapittelet beskriver metodikk, begrensninger og antakelser for beregning av et teknoøkonomisk potensial for solkraft i eksisterende bygningsmasse.

2.1 Definisjon på teknoøkonomisk potensial

I denne rapporten er det utført en bedriftsøkonomisk beregning for å bestemme et teknoøkonomisk potensial for solkraft i dagens bygningsmasse begrenset til solcelleanlegg på tak under gitte forutsetninger i 2023. Resultatene fra lønnsomhetsberegningen avhenger av hvilke forutsetninger som legges til grunn, som blant annet framskrivning på framtidig kraftpris, selvkonsum av produsert solstrøm og investeringskostnader. Det teknoøkonomiske potensialet er mindre enn det teoretiske tekniske potensialet som er beregnet ved å ta i bruk all Norges bygningsmasse som illustrert i Figur 2-1. Det teknoøkonomiske potensialet vil være større enn hva som er realistisk å bygge og hva som faktisk gjennomføres. Selv om prosjektene er lønnsomme er det ikke alle prosjekter som realiseres fordi det ikke er rom for investering i solkraft i budsjettet til byggeier eller prosjekteier. En annen faktor som påvirker hva som realiseres vil blant annet være hvor komplekst det er å bygge solcelleanlegg på det aktuelle bygget og om det er behov for forbedringer av bygningskonstruksjonen for etablering av solcelleanlegg.



Figur 2-1: Illustrasjon av betydningen av et teknoøkonomisk potensial for solkraft i bygningsmassen.

2.2 Begrensninger og antakelser

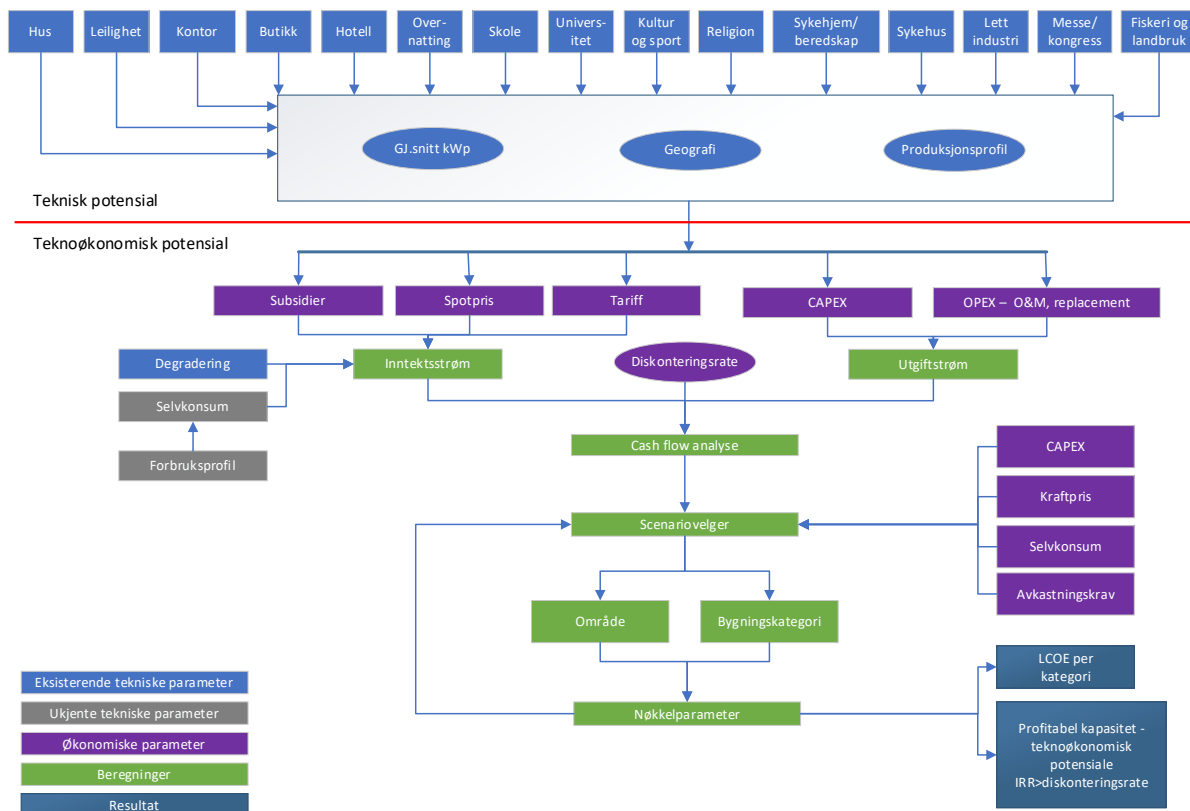
I beregningene at det teknoøkonomiske potensialet er følgende begrensninger og antakelser gjort. Antakelser knyttet til inputdata er beskrevet i kapittel 3:

- Beregningene er begrenset til solcelleanlegg på tak i dagens bygningsmasse. Nybygg og fasader er ikke inkludert.
- Beregningene tar utgangspunkt i hele bygningsmassen og hensyntar ikke hva som allerede er utbygd av solcelleanlegg på bygg i Norge. I henhold til NVEs oversikt over utbygd solkraft i Norge [5] er det utbygd solcelleanlegg med en akkumulert effekt på 451 MWp (342 GWh/år) tom juni 2023. Dette tilsvarer 0,5 % av det tekniske potensialet for solkraft i bygningsmassen på 87 GWp.
- Beregningene inkluderer ikke mulige nødvendig forbedringer av bygningskonstruksjonen og kostnader knyttet til dette.
- Det er forutsatt at kostnader for elektrisk tilkobling av solcelleanlegget til byggets elektriske anlegg utgjør under 10 % av den totale investeringskostnaden.

- Beregningene inkluderer ikke eventuelle kostnader knyttet til oppgradering av kraftnettet. Begrenset nettkapasitet vil kunne påvirke størrelsen til produksjonsanlegget. Rapporten «Solkraft i bygningsmassen og samfunnet» [4] viser at det kan bygges ut mer enn 8 TWh solkraft på bygg uten behov for større oppgraderinger og tiltak i kraftnettet.
- Det er lagt til grunn kraftprisprognoser fra Statnetts langsiktige markedsanalyse med årlige snittpriser per prissone [6]. Tidsserien for kraftpris som er benyttet i lønnsomhetsanalysen er basert på et historisk gjennomsnitt i kraftpris der nullpriser og negative priser ikke er inkludert.
- I beregningene av selvkonsum av produsert solstrøm er det lagt til grunn et estimert strømforbruk for et gjennomsnittsbygg per bygningskategori per prissone. Akkumulert strømforbruk i hele bygningsmassen som beregnes ved å multiplisere gjennomsnittlig strømforbruk per bygningskategori per prissone med antall bygg er 140,06 TWh/år ved bruk av metodikken beskrevet i rapporten. Dette er i størrelsesorden med Norges totale strømforbruk på 130-140 TWh/år [7] som også inkluderer annet strømforbruk enn i bygg. Beregnet strømforbruk i denne rapporten er kun benyttet til å estimere selvkonsum.
- Det er ikke utført selvkonsumberegninger for enkeltbygg, men kun for et gjennomsnittsbygg per bygningskategori per prissone. Selvkonsum av solstrøm er beregnet for bruk av strømmen i det aktuelle bygget der delingsordninger på tvers av bygg og forbrukerfleksibilitet ikke er inkludert. Det er utført sensitivitetsanalyser med antakelsen om forbrukerfleksibilitet og delingsordninger med økt selvkonsum av solstrøm.
- Lønnsomhetsberegningene er utført per bygningskategori samlet per prissone. Det vil si at det ikke er utført lønnsomhetsberegninger for enkeltbygg og beregningene angir om en bygningskategori per prissone er lønnsom eller ikke. Beregningene inkluderer heller ikke lokale forskjeller innen en prissone.

2.3 Beregning av et teknoøkonomisk potensial

Flytdiagrammet i Figur 2-2 viser benyttet fremgangsmåte for den bedriftsøkonomiske beregningen av det teknoøkonomiske potensialet. Delen av diagrammet som er over den røde streken illustrerer beregningen av et teknisk potensial for solkraft på bygg beskrevet i rapporten «Norsk solkraft 2022-innenlands og eksport» [1]. Lønnsomhetsberegningene er illustrert under den røde streken i flytdiagrammet.



Figur 2-2: Flyttdiagram som illustrerer metodikken i beregningen av et teknoøkonomisk potensial for solkraft i bygg.

2.3.1 Lønnsomhetsberegning

Det er utført bedriftsøkonomiske lønnsomhetsberegninger over en periode på 30 år i programmeringsspråket Python. Lønnsomhetsberegningene er utført per bygningskategori samlet per prissone. Det vil si at det ikke er utført lønnsomhetsberegninger for enkeltbygg og beregningene angir om en bygningskategori per prissone er lønnsom eller ikke. Inputdataene til den bedriftsøkonomiske beregningen er gruppert i en inntektsstrøm og en utgiftstrøm. Inntektsstrømmen inkluderer inntekter fra solgt solstrøm og reduserte utgifter fra selvkonsum av solstrøm samt støtteprogram. Utgiftstrømmen inkluderer investeringskostnaden for solcelleanlegget og drift- og vedlikeholdskostnader, inkludert erstatning av vekselretter etter endt levetid på 15 år. Inntekt- og utgiftstrømmen er definert per bygningskategori per prissone med inputdata som beskrevet i kapittel 3. For ulike mål for selvkonsum av produsert solstrøm er det utført en optimaliseringsprosess i Excel for å bestemme solcelleanleggstørrelsen som oppfyller selvonsummålet per bygningskategori per prissone. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 3.4.

2.3.2 Sensitivitetsanalyse

I sensitivitetsanalysen varieres parametere som har stor påvirkning på lønnsomheten. Tabell 2-1 forklarer mulige grunner til endringer i forutsetningene i rapportens basisscenario og hvordan dette påvirker lønnsomheten. Parameterne som varieres i sensitivitetsanalysene er systempris, kraftpris og selvkonsum.

Tabell 2-1: Forutsetninger som påvirker lønnsomheten til solcelleanlegg på bygg.

| Parameter | Redusert lønnsomhet | Basisscenario | Økt lønnsomhet |
|------------------------|--|---|--|
| Systempris | Prisøkning pga. knapt leverandørmarked, svak krone etc. | Prisnivå i 2023 fortsetter. | Fortsatt trend med prisreduksjon som følge av teknologiutvikling. Kvantumseffekt på pris ved innkjøp. |
| Kraftpris | Lavere oppnådd kraftpris for solkraft med nullpriser og negative priser. | Langsiktig kraftpris på rundt 40 euro/kWh fra 2030 (Statnetts basisscenario [6]). | Høyere kraftpris på kort sikt i flere prisområder og noe høyere på lang sikt. |
| Selvkonsum | Overdimensjonering av solcelleanlegg uten gode delingsordninger. | Dimensjonering av solcelleanlegget for høy grad av selvkonsum. | Økt selvkonsum med gode delingsordninger og forbrukerfleksibilitet. |
| Avkastningskrav | Høyere avkastningskrav for enkelte bygningskategorier. | Avkastningskrav på 4 og 8 % basert på offentlig eller privat innkjøper. | Lavere avkastningskrav for fornybarinvesteringer. |
| Virkningsgrad | | Konservativ virkningsgrad på 20,2 %. | Høyere virkningsgrad pga. teknologiutvikling på opp mot 25 %. |
| Støtte | Ingen støtteprogram. | Redusert Enova-støtte fra 2023 for private husholdninger (helårs- og fritidsbolig) [8]. | Støtteordninger til andre sektorer enn private husholdninger for å realisere mål om økt solkraftutbygging. |

Beregningene tar utgangspunkt i estimerte kostnader for solcelleanlegg på tak for 2023. Historisk har kostnaden for solcelleanlegg hatt en nedadgående trend blant annet grunnet teknologiutvikling og større leverandørmarked. Sensitivitetsanalysen vil vise hvordan lønnsomheten påvirkes av potensielle kostnadsreduksjoner i årene framover.

Kraftprisen som er lagt til grunn i rapportens basisscenario er basert på Statnetts langsiktige markedsanalyse 2022-2050 (mars 2023) [6] med historisk timevis variasjon i kraftpris. Det er stor usikkerhet knyttet til hva framtidig kraftpris blir og hvilken oppnådd kraftpris som solkraft vil få som typisk er lavere enn andre produksjonsteknologier. I sensitivitetsanalysen for kraftpris sammenlignes lønnsomheten for Statnetts basis- og høyprisscenario med et scenario med en høyere kraftpris på kort sikt i form av en fastprisavtale på strøm (kjøp og salg).

Erfaringsmessig er det mest lønnsomt å dimensjonere et solcelleanlegg for mest mulig selvkonsum. For å oppnå lønnsomme prosjekter begrenses derfor ofte størrelsen på solcelleanlegg av strømforbruket om sommeren ettersom et stort volum av salg til kraftnettet er en mer usikker inntektskilde enn besparelser tilknyttet selvkonsum. I sensitivitetsanalysene beregnes lønnsomheten for ulike grader av selvkonsum av solkraft der større solcelleanlegg kan bygges ut når strømmen deles mellom nabobygg.

Valg av diskonteringsrente har stor innvirkning på lønnsomhetsresultatet. I privat sektor vil avkastningskravet variere voldsomt fra selskap til selskap og kan være på opp mot 10 %. I offentlig

sektor er typisk avkastningskravet noe lavere og kan være på rundt 4 %. I lønnsomhetsberegningene er det gjort en antakelse om valg av diskonteringsrente for ulike bygningskategorier. For kategoriene der diskonteringsrenten er satt til høy er det interessant å se på hvordan lønnsomheten påvirkes dersom det settes krav om en lavere avkastning for investeringen i solcelleanlegg. Avkastningen knyttet til fornybare prosjekter er typisk mer forutsigbar i et langsiktig perspektiv og det kan derfor være akseptabelt med et lavere avkastningskrav. Denne sensitiviteten er ikke utført i arbeidet med denne rapporten, men kan utføres som en del av videre arbeid.

3 Inputdata

Inputdataene til kostnadsberegningen er gruppert i en inntektsstrøm og en utgiftstrøm som beskrevet i kapittel 2.3. Inntektsstrømmen inkluderer inntekter fra solgt solstrøm og reduserte utgifter fra selvkonsum av solstrøm samt støtteprogram. Utgiftstrømmen inkluderer investeringskostnaden for solcelleanlegget og drift- og vedlikeholdskostnader, inkludert utskiftning av vekselretter etter endt levetid på 15 år. Valg av inputdata per bygningskategori er oppsummert i Tabell 3-1 og beskrevet i det kommende delkapitlene. Alle inntekter og kostnader er ekskl. mva. Det er kun inkludert subsidier for bygningskategorien «Hus». I basisscenarioet for lønnsomhetsberegningene er det valgt et selvkonsum på 60 %. Beskrivelse av beregninger for selvkonsum er beskrevet i kapittel 3.4.

Tabell 3-1: Oppsummering av inputdata per bygningskategori. Subsidier i form av Enova-støtte er kun inkludert for bygningskategorien «Hus».

| Bygningskategori | Kostnad solcelleanlegg | Nettleie | Selvkonsum | Avkastningskrav |
|---------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------|-----------------|
| Hus | Kategori 1, ingen D&V-kostnad | Husholdninger | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Leilighet | Kategori 2 | Husholdninger | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Kontor | Kategori 3 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Høy |
| Butikk | Kategori 3 | Liten næring | 60 % (basisscenario) | Høy |
| Hotell | Kategori 3 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Høy |
| Skole | Kategori 3 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Universitet | Kategori 3 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Kultur og sport | Kategori 2 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Religion | Kategori 1 | Liten næring | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Sykehjem og beredskap | Kategori 2 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Sykehus | Kategori 3 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Lett industri og verksted | Kategori 4 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Høy |
| Messe og kongress | Kategori 3 | Stor næring | 60 % (basisscenario) | Høy |
| Overnatting | Kategori 1, ingen D&V-kostnad | Liten næring | 60 % (basisscenario) | Lav |
| Fiskeri og landbruk | Kategori 1 | Liten næring | 60 % (basisscenario) | Høy |

3.1 Bygningskategorier

Bygningstypene er gruppert inn i bygningskategorier som vist i Tabell 3-2. Det er valgt å bruke samme gruppering som verktøyet PROfet som er benyttet til å bestemme forbruksprofiler til beregning av selvkonsum av solstrøm per bygningskategori som beskrevet i kapittel 3.4. I tillegg til bygningskategoriene i PROfet er bygningstypene «Messe- og kongressbygning», «Bygning for overnatting» og «Fiskeri- og landbruksbygning» lagt til på grunn av bygningstypenes gjennomsnittlige størrelse på solcellanlegg sammenlignet med lignende bygningstyper.

Tabell 3-2: Inndeling av bygningstyper i bygningskategorier.

| Bygningskategori | Bygningstype |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Hus | Enebolig |
| | Tomannsbolig |
| | Rekkehus, kjedehus, andre småhus |
| | Garasje og uthus til bolig |
| | Fritidsbolig |
| | Koie, seterhus og lignende |
| | Annen boligbygning |
| Leilighet | Store boligbygg |
| | Bygning for bofellesskap |
| Kontor | Kontorbygning |
| | Forretningsbygning |
| Butikk | Restaurantbygning |
| | Ekspedisjonsbygning, terminal |
| | Garasje- og hangarbygning |
| | Veg- og trafikktilsynsbygning |
| Hotell | Hotellbygning |
| Skole | Skolebygning |
| Universitet | Universitet- og høyskolebygning |
| Kultur og sport | Museums- og biblioteksbygning |
| | Idrettsbygning |
| | Kulturhus |
| Religion | Bygning for religiøse aktiviteter |
| Sykehjem og beredskap | Sykehjem |
| | Primærhelsebygning |
| | Beredskapsbygning |
| Sykehus | Sykehus |
| Lett industri | Industribygning |
| | Lagerbygning |
| Messe og kongress | Messe- og kongressbygning |
| Overnatting | Bygning for overnatting |
| Fiskeri og landbruk | Fiskeri- og landbruksbygning |

3.2 Kostnad solcelleanlegg

Kostnaden for solcelleanlegg benyttet i denne rapporten er valgt basert på Multiconsults erfaringer fra solkraftbransjen i Norge i 2023 og oppdaterte kostnadsestimater fra Solcellespesialisten for ulike typer solcelleanlegg fra juli 2023 [9]. Beregningene tar utgangspunkt i estimerte kostnader for 2023. Sensitivitetsanalysene, der kostnadene varieres, viser hvordan lønnsomheten påvirkes av potensielle endringer i kostnad fra dagens nivå. Kostnadene til et solcelleanlegg er generelt lavere for større solcelleanlegg (kvantumseffekt på pris). I denne rapporten er det derfor benyttet en kostnadsinndeling basert på solcelleanleggets totale størrelse som vist i Tabell 3-3.

Tabell 3-3: Investeringskostnad og driftskostnader for solcelleanlegg på bygg inndelt basert på solcelleanleggets totale størrelse. Alle kostnader ekskl. mva.

| Kostnads-kategori | Installert effekt (kWp) | Systemkostnad (kr/kWp) | Vekselretter (% av system-kostnad) | Årlig drift og vedlikehold (% av system-kostnad) |
|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | < 50 | 15 000 | 8 % | 1,5 % |
| 2 | 50-100 | 10 000 | 7 % | 1 % |
| 3 | 100-500 | 8 000 | 6 % | 0,5 % |
| 4 | > 500 | 6 000 | 5 % | 0,5 % |

3.2.1 Investeringskostnader

Investeringskostnaden til solcelleanlegget inkluderer hardware (modul, montasjesystem, vekselretter, kabler og elektrisk utstyr) og installasjonsarbeider for et typisk anlegg. Spesielle krav til montasjesystem eller moduler, inndeling i flere solcelleanleggssoner og annet vil påvirke kostnadene og er ikke hensyntatt i disse kostnadsestimatene. Kostnader for tilkobling til elektrisk fordeling og eventuelle forbedringer av det eksisterende elektriske anlegget i bygget kan være høy og variere veldig. I kostnadsestimatene i Tabell 3-3 er det forutsatt at kostnaden knyttet til elektrisk tilkobling utgjør under 10 % av den totale investeringskostnaden når eksisterende føringsveier kan benyttes og det ikke er behov for forbedringer av det eksisterende elektriske anlegget. Ved etablering av solcelleanlegg på bygg kan det være behov for forbedring av bygningskonstruksjonen for eksempel dersom takbelegget må skiftes eller dersom restbæreevnen til bygget er lavere enn tilleggsvekten til solcelleanlegget. Slike kostnader er ikke inkludert i analysen.

3.2.2 Driftskostnader

Solcelleanlegg har typisk en levetid på 25-30 år mens vekselretteren har en levetid på rundt 12-15 år og må derfor skiftes ut i løpet av solcelleanleggets levetid. I beregningene er levetiden til vekselretter 15 år. Vekselretterkostnad som prosent av systempris i investeringsåret er typisk 5-10 % avhengig av anleggets størrelse med en høyere andel for mindre anlegg. Årlig reduksjon i vekselretterkostnad med referanse til installasjonsåret er satt til 3,5 %. Et solcelleanlegg krever generelt lite vedlikehold, men det er behov for ettersyn samt forebygging eller retting av feil. Årlig drift og vedlikehold av godt bygde solcelleanlegg utgjør typisk 0,5-1,5 % av investeringskostnaden der kostnaden utgjør en høyere andel av investeringskostnaden for mindre anlegg om man inkluderer stedlig kontroll. Drift og vedlikeholdskostnaden som en prosent av investeringskostnaden holdes relativt stabil for solcelleanlegg over en viss størrelse.

3.2.3 Kostnader per bygningskategori

Estimert kostnad per bygningskategori i Tabell 3-4 er valgt basert på gjennomsnittlig teknisk potensial angitt i installert effekt per bygningskategori på landsbasis som angitt i Tabell 3-5. For bygningskategorien «Lett industri og verksted» er det antatt solkraftkostnader for installerte effekter over 500 kWp selv om gjennomsnittlig effekt (totalt teknisk potensial dividert på antall bygg) er lavere. Dette fordi størrelsen på takflatene innenfor denne bygningskategorien varierer veldig innad i landet. For bygningskategoriene «Hus» og «Overnatting» med mindre solcelleanlegg antas det ingen årlig kostnad til drift og vedlikehold.

Tabell 3-4: Kostnadskategori per bygningskategori valgt basert på gjennomsnittlig teknisk potensial angitt i installert effekt per bygningskategori på landsbasis.

| Bygningskategori | Kostnadskategori |
|---------------------------|-------------------------------|
| Hus | Kategori 1, ingen D&V-kostnad |
| Leilighet | Kategori 2 |
| Kontor | Kategori 3 |
| Butikk | Kategori 3 |
| Hotell | Kategori 3 |
| Skole | Kategori 3 |
| Universitet | Kategori 3 |
| Kultur og sport | Kategori 2 |
| Religion | Kategori 1 |
| Sykehjem og beredskap | Kategori 2 |
| Sykehus | Kategori 3 |
| Lett industri og verksted | Kategori 4 |
| Messe og kongress | Kategori 3 |
| Overnatting | Kategori 1, ingen D&V-kostnad |
| Fiskeri og landbruk | Kategori 1 |

3.3 Solstrømproduksjon

Beregningen av det teknøkonomiske potensialet bygger videre på beregningen av det tekniske potensialet for solkraft som er beskrevet i rapporten «Norsk solkraft 2022- innenlands og eksport» [1] utarbeidet av Multiconsult for Solenergiklyngen. Ved å ta i bruk hele Norges bygningsmasse (tak og fasader) er potensialet i installert effekt 87,4 GWp med en årlig kraftproduksjon på 66,5 TWh, som er rundt halvparten av årsproduksjonen vi har fra vannkraftverk i dag. Solcelleanlegg på tak utgjør 76,8 GWp med en årlig kraftproduksjon på 59,4 TWh og solcelleanlegg på fasade utgjør 10,6 GWp med en årlig kraftproduksjon på 7,1 TWh/år. Gjennomsnittlig energiproduksjon og effekt per bygningstype for tak (total energi og effekt dividert på totalt antall bygg) er angitt nedenfor i Tabell 3-5. I beregningene av solstrømproduksjon er det benyttet solceller med en modulvirkningsgrad på 20,2 %. I dag tilbys typisk solceller med en modulvirkningsgrad på typisk 21 % og produksjonsestimatene oppnådd i det tekniske potensialet er derfor noe lavere enn det man ville

estimert ved bruk av dagens teknologi. Bakgrunn og flere antakelser for beregningene er beskrevet i rapporten «Norsk solkraft 2022- innenlands og eksport» [1].

Effektiviteten og degraderingen til et solcelleanlegg påvirkes av hvilket klima de er plassert i. Normalt leveres solceller med en garanti om at de skal produsere minst 86-88 % av det de gjorde som nye etter 30 år, som tilsvarer en årlig degradering på 0,45-0,4 % dersom man hensyntar oppgitt «first year degradation» på 1-2 % avhengig av solcellepanel. Varme og fuktighet kan gi en raskere degradering av solceller enn et kjøligere klima som vi har i Norge. Virkningsgraden til solceller forbedres stadig og virkningsgraden som ligger til grunn i beregningen av det tekniske potensialet for solkraft i bygningsmassen [1] er litt lavere enn for kommersielle paneler i dag. For å veie opp for den lavere virkningsgraden er det antatt en årlig degradering på et lavere nivå enn det som oppgis av mange leverandører. En årlig degradering på 0,2 % blir brukt i beregningene, som tilsvarer ca. 90 % av produksjonen etter 30 år.

Tabell 3-5: Gjennomsnittlig effekt og energiproduksjon per bygningstype for solcelleanlegg på tak (total energi og effekt dividert på totalt antall bygg) på landsbasis.

| Bygningskategori | Bygningstype | Gjennomsnitt per bygningstype (tak) | |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| | | Effekt (kWp) | Energi (kWh/år) |
| Hus | Enebolig | 17 | 13 903 |
| | Tomannsbolig | 17 | 14 004 |
| | Rekkehus, kjedehus, andre småhus | 18 | 14 643 |
| | Garasje og uthus til bolig | 7 | 5 918 |
| | Fritidsbolig | 14 | 11 229 |
| | Koie, seterhus og lignende | 8 | 6 219 |
| | Annen boligbygning | 18 | 14 592 |
| Leilighet | Store boligbygg | 58 | 44 011 |
| | Bygning for bofellesskap | 58 | 43 007 |
| Kontor | Kontorbygning | 103 | 74 238 |
| | Forretningsbygning | 134 | 95 230 |
| Butikk | Restaurantbygning | 42 | 29 206 |
| | Ekspedisjonsbygning, terminal | 165 | 116 933 |
| | Garasje- og hangarbygning | 115 | 80 925 |
| | Veg- og trafikktilsynsbygning | 42 | 29 594 |
| Hotell | Hotellbygning | 122 | 84 687 |
| Skole | Skolebygning | 118 | 83 312 |

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----|---------|
| Universitet | Universitet- og høyskolebygning | 202 | 141 866 |
| Kultur og sport | Museums- og biblioteksbygning | 30 | 21 328 |
| | Idrettsbygning | 95 | 67 752 |
| | Kulturhus | 52 | 36 375 |
| Religion | Bygning for religiøse aktiviteter | 29 | 23 291 |
| Sykehjem og beredskap | Sykehjem | 159 | 112 328 |
| | Primærhelsebygning | 83 | 58 283 |
| | Beredskapsbygning | 74 | 51 809 |
| Sykehus | Sykehus | 322 | 229 037 |
| Lett industri og verksteder | Industribygning | 156 | 111 508 |
| | Lagerbygning | 89 | 63 380 |
| Messe og kongress | Messe- og kongressbygning | 235 | 172 393 |
| Overnatting | Bygning for overnatting | 15 | 10 095 |
| Fiskeri og landbruk | Fiskeri- og landbruksbygning | 26 | 18 359 |

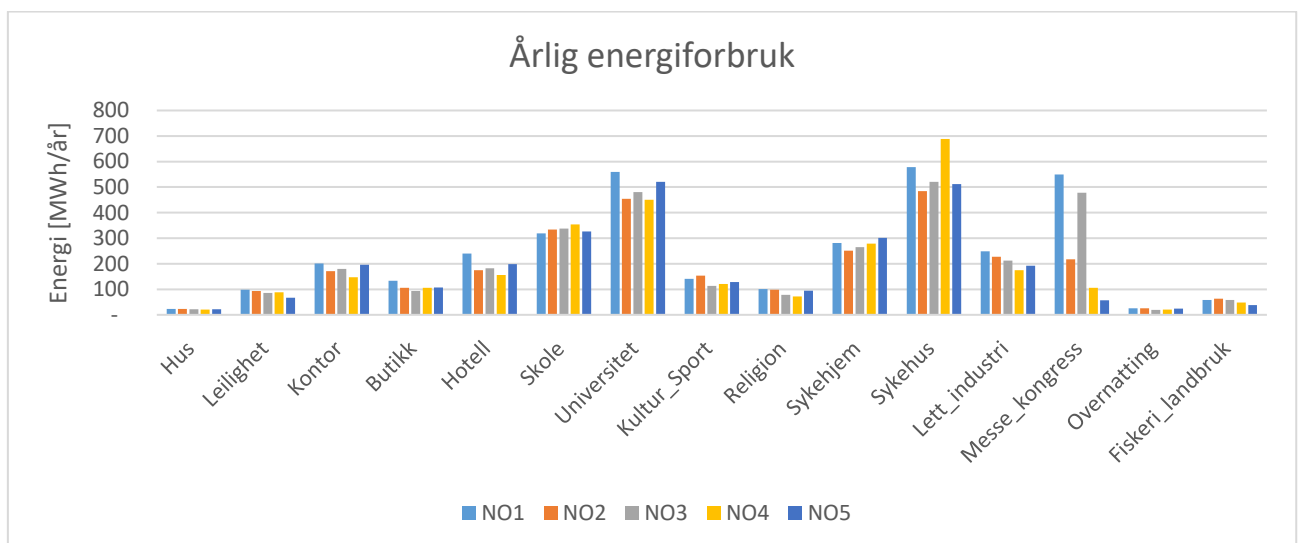
3.4 Selvkonsum av produsert solstrøm

Selvkonsum er andelen produsert solstrøm som forbrukes direkte av kunden og er beregnet basert på estimerte forbruksprofiler for de ulike bygningskategoriene og produksjonsprofilen fra teknisk potensial. Beregningene er utført for bruk av solstrøm i det aktuelle bygget der delingsordninger på tvers av bygg og forbrukerfleksibilitet ikke er inkludert som ville gitt et høyere selvkonsum enn det som er lagt til grunn. Beregningene er utført for et gjennomsnittsbygg per bygningskategori per prissone. Det vil si at det ikke er utført selvkonsumberegninger for enkeltbygg. Beregnet lønnsomhet for et solcelleanlegg er tett knyttet opp mot selvkonsumet og det er derfor utført en beregning av hvor stort solcelleanlegg som kan etableres for å oppnå ulike grader av selvkonsum av produsert solstrøm. Ved å bruke strømmen man produserer til å dekke eget forbruk bak måleren vil man erstatte kostnaden tilknyttet å kjøpe denne elektrisiteten fra nettet som vil være verdt både strømprisen og tilhørende nettleie i den timen. Ved å selge solstrømmen til nettet vil strømmen kun være verdt strømprisen. Det forutsettes at det ikke betales nettleie og offentlige avgifter for den selvkonsummerte energien. Dermed vil det alltid lønne seg å forbruke mest mulig av den produserte strømmen bak måleren (med antagelsen om at man har en strømprisavtale som følger markedsprisen).

3.4.1 Strømforbruk per bygningskategori

Forbruksprofiler per bygningskategori er beregnet ved bruk av metodikk fra PROFet, Meteonorm og SIMIEN. PROFet er et verktøy som kan produsere aggregerte lastprofiler for varme og elektrisitet for ulike bygningskategorier basert på bygningsareal og klimatiske parametere. Verktøyet beregner aggregerte profiler for nabolag og vil ikke vise en nøyaktig profil for enkeltbygg. Det er antatt å være

tilstrekkelig å benytte disse aggregerte profiler til å representere et timesforbruk for hver bygningskategori. Temperaturparameteren for å beregne oppvarmingsforbruket er hentet fra Meteororm og baserer seg på samme lokasjon og tradisjonelle meteorologiske år som bakgrunnen for beregningene av solstrømproduksjon. I etterbehandling av resultatene fra PROfet er det påført konverteringsfaktorer for oppvarming av rom og varmtvann for å oppnå et totalt timesforbruk av elektrisk strøm. Disse faktorene er beregnet gjennom simuleringsprogrammet SIMIEN fra Simenergi AS. Metodikken fra PROfet, Meteororm og SIMIEN er videre benyttet til å beregne en forbruksprofil i prosent for hver bygningskategori i hver prissone. Denne er deretter skalert etter forbruksdata per kvadratmeter bygningsmasse for ulike bygningskategorier basert på gjennomsnittlig bygningsstørrelse hver prissone samt forbruksdata fra Enovas statistikk for gjennomsnittlig energibruk i bygg [10]. Resulterende energiforbruk per år i gjennomsnitt per bygningskategori er angitt i Figur 3-1. Bygningskategorien «Messe og kongress» skiller seg ut med et høyere gjennomsnittlig årsforbruk i prissonene NO1 og NO3. Dette skyldes at gjennomsnittlig bygningsareal for denne bygningskategorien i prissonene NO1 og NO3 er høyere enn i de resterende prissonene. Akkumulert strømforbruk i hele bygningsmassen som beregnes ved å multiplisere gjennomsnittlig strømforbruk per bygningskategori per prissone med antall bygg er 140,06 TWh/år ved bruk av den beskrevne metodikken. Dette er i størrelsesorden med Norges totale strømforbruk på 130-140 TWh/år [7] som også inkluderer annet strømforbruk enn i bygg. Beregnet strømforbruk i denne rapporten er kun benyttet til å estimere selvkonsum.



Figur 3-1: Oversikt over estimert strømforbruk i gjennomsnitt per bygningskategori per år for de ulike prissonene.

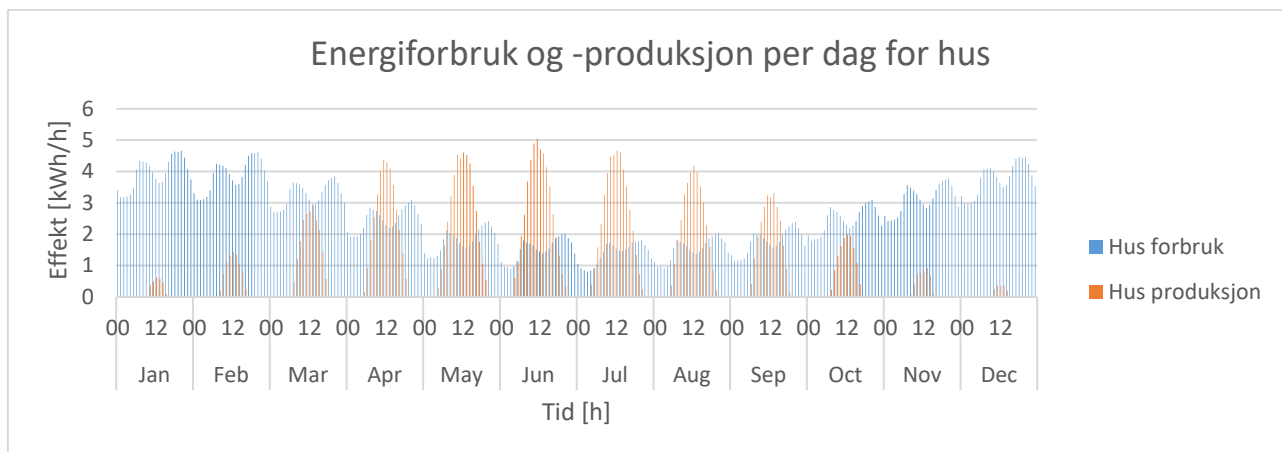
3.4.2 Installert kapasitet ved ulik grad av selvkonsum

Det er utført en beregning for å bestemme hvor mye solkraft i bygningsmassen som kan bygges ut for ulike grader av selvkonsum da dette har stor innvirkning på lønnsomheten. Selvkonsum er andelen produsert solstrøm som forbrukes direkte av kunden og er beregnet basert på estimerte forbruksprofiler og produksjonsprofiler per bygningskategori. For hver time sammenlignes estimert forbruk med estimert produksjon og mengden overproduksjon beregnes. For ulike mål for selvkonsum av produsert solstrøm er det utført en optimaliseringsprosess i Excel for å bestemme maksimal solcelleanleggstørrelse som oppfyller et selvkonsummål på 50-100 % per bygningskategori per prissone. Beregningene er utført for et gjennomsnittsbygg per bygningskategori per prissone. Det vil si at det ikke er utført selvkonsumberegninger for enkeltbygg. Potensialet for solkraft angitt i effekt og produksjon skaleres opp med det totale antallet bygg per bygningskategori og prissone for

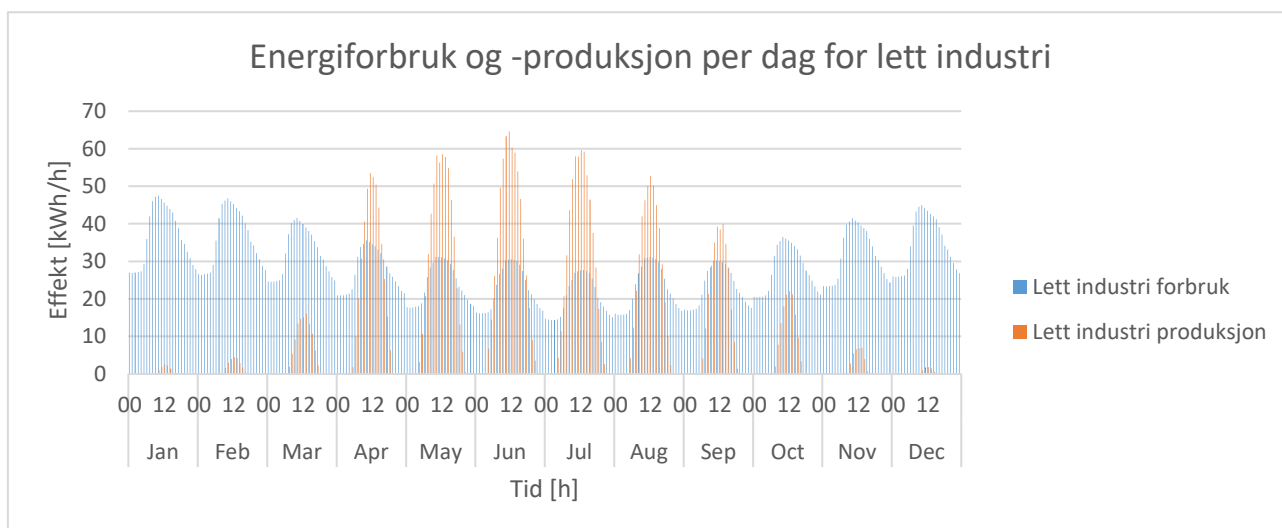
å bestemme det totale potensialet per prissone og bygningskategori for ulike selvkonsummål. Tabell 3-6 viser gjennomsnittlig installert effekt per bygningskategori for ulike grader av selvkonsum for prisområde NO1. Ved høyere grad av selvkonsum begrenses størrelsen på solcelleanlegget av strømforbruket om sommeren. Som illustrert i Figur 3-2 og Figur 3-3 for bygningskategoriene «Hus» ved en anleggsstørrelse på 10 kWp og «Lett industri» ved en anleggsstørrelse på 136 kWp forbrukes 60 % av strømproduksjonen lokalt mens resterende 40 % eksporteres til kraftnettet i månedene april til september.

Tabell 3-6: Gjennomsnittlig installert effekt per bygningskategori for ulike grader av selvkonsum for prisområde NO1.

| Installert effekt [kWp] per bygningskategori, NO1 | | | | | | |
|---|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Bygnings-kategori | 100 % selvkonsum | 90 % selvkonsum | 80 % selvkonsum | 70 % selvkonsum | 60 % selvkonsum | 50 % selvkonsum |
| Hus | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 13 |
| Leilighet | 8 | 18 | 25 | 33 | 44 | 60 |
| Kontor | 20 | 64 | 84 | 106 | 135 | 135 |
| Butikk | 12 | 42 | 56 | 72 | 92 | 101 |
| Hotell | 25 | 56 | 75 | 96 | 125 | 34 |
| Skole | 22 | 68 | 104 | 113 | 113 | 113 |
| Universitet | 70 | 169 | 220 | 223 | 223 | 223 |
| Kultur og sport | 13 | 42 | 56 | 68 | 68 | 68 |
| Religion | 9 | 31 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Sykehjem | 40 | 81 | 105 | 131 | 131 | 131 |
| Sykehus | 63 | 145 | 190 | 243 | 311 | 341 |
| Lett industri | 27 | 75 | 98 | 125 | 136 | 136 |
| Messe og kongress | 54 | 175 | 229 | 291 | 368 | 368 |
| Overnatting | 3 | 6 | 8 | 10 | 13 | 16 |
| Fiskeri og landbruk | 6 | 18 | 23 | 27 | 27 | 27 |



Figur 3-2: Gjennomsnittlig energiforbruk og -produksjon per dag per måned for bygningskategorien «Hus» i NO1 ved 60 % selvkonsum av produsert solstrøm. Solcelleanlegget størrelse er beregnet til 10 kWp ved 60 % selvkonsum.



Figur 3-3: Gjennomsnittlig energiforbruk og -produksjon per dag per måned for bygningskategorien «Lett industri» i NO1 ved 60 % selvkonsum av produsert solstrøm. Solcelleanlegget størrelse er beregnet til 136 kWp ved 60 % selvkonsum.

I de videre beregningene av et teknoøkonomisk potensial for solkraft i bygningsmassen er det tatt utgangspunkt i installerte effekter per bygningskategori som resulterer i 60 % selvkonsum av produsert solstrøm over året, videre omtalt som basisscenarioet. Dette resulterer i fornuftige anleggsstørrelser for bygningskategoriene. De resulterende solcelleanleggsstørrelsene for en bygningskategori per prissone varierer som følge av et varierende gjennomsnittlig strømforbruk innenfor hver bygningskategori som vist i Figur 3-1. Dette er hovedsakelig grunnet at estimert strømforbruk skaleres etter bygningskategoriene som har ulike gjennomsnittlige størrelser for de ulike prissonene.

Tabell 3-7: Gjennomsnittlig installert effekt (kWp) per bygningskategori per prissone ved 60 % selvkonsum.

| Installert effekt [kWp] for 60 % selvkonsum | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Bygnings-kategori | NO1 | NO2 | NO3 | NO4 | NO5 |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Hus | 10 | 11 | 11 | 12 | 13 |
| Leilighet | 44 | 46 | 44 | 57 | 39 |
| Kontor | 135 | 114 | 120 | 99 | 132 |
| Butikk | 92 | 78 | 69 | 79 | 81 |
| Hotell | 125 | 96 | 106 | 98 | 125 |
| Skole | 113 | 118 | 120 | 126 | 116 |
| Universitet | 223 | 182 | 192 | 180 | 209 |
| Kultur og sport | 68 | 74 | 55 | 59 | 62 |
| Religion | 32 | 31 | 25 | 23 | 30 |
| Sykehjem | 131 | 117 | 124 | 131 | 141 |
| Sykehus | 311 | 280 | 308 | 408 | 304 |
| Lett industri | 136 | 125 | 117 | 96 | 106 |
| Messe og kongress | 368 | 145 | 320 | 71 | 38 |
| Overnatting | 13 | 14 | 11 | 13 | 15 |
| Fiskeri og landbruk | 27 | 29 | 26 | 22 | 18 |

3.5 Økonomiske parametere

3.5.1 Subsidier

I beregningene er det kun inkludert subsidier til solcelleanlegg i form av Enova-støtte som gjelder private husholdninger i Norge, både helårsbolig og fritidsbolig. Enovatilskuddet til solcelleanlegg ble redusert fra 7.500 kr + 2.000 kr per kW til 7.500 kr + 1.250 kr per kW med virkning fra 1. oktober 2023. Støtten gjelder opptil 20 kW og er dermed begrenset til 47 500 kr [8]. I beregningene er det oppdaterte Enovatilskuddet benyttet for bygningskategorien «Hus».

3.5.2 Diskonteringsrente og avkastningskrav

Diskonteringsrenten, som er et risikojustert avkastningskrav brukt for å beregne nåverdi av framtidige kontantstrømmer, har stor innvirkning på lønnsomhetsresultatet. I privat sektor vil avkastningskravet variere voldsomt fra selskap til selskap og kan være på opp mot 10 %. I offentlig sektor er typisk avkastningskravet noe lavere og kan være på rundt 4 %. Investorer som investerer i fornybar energi, kan tillate et noe lavere avkastningskrav sammenlignet med andre investeringer fordi avkastningen knyttet til fornybare prosjekter typisk er mer forutsigbar i et langsiktig perspektiv. I tillegg har fornybarprosjekter en merverdi for blant annet omdømme og klimaprofil. I Finansdepartementet sitt rundskriv fra 2021 [11] fastsettes prinsipper og krav som skal følges ved gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser og andre økonomiske utredninger av statlige tiltak. I rundskrivet står det at det for statlige tiltak som ikke er i direkte konkurranse med private aktører skal benyttes en risikojustert kalkulasjonsrente på 4 % for en periode på 0-40 år. For statlig forretningsdrift som er i direkte konkurranse med private aktører skal kalkulasjonsrenten være tilsvarende den som private bedrifter benytter.

I lønnsomhetsberegningene i denne rapporten er benyttet et høyt avkastningskrav på 8 % eller et lavere avkastningskrav på 4 % avhengig av bygningskategori som angitt i Tabell 3-8 der offentlige bygg har et lavere avkastningskrav enn næringsbygg. Det er valgt et lavt avkastningskrav på 4 % for bygningskategoriene «Hus» og «Leilighet» i størrelsesorden med styringsrenta per august 2023 [12] selv om disse kategoriene typisk vil akseptere en lavere risiko enn dette. Beslutningen om å investere i et solcelleanlegg for privathus og rekkehus er hovedsakelig basert på tro om framtidig strømpris og om man har råd til å ta investeringen.

Tabell 3-8: Avkastningskrav per bygningskategori.

| Bygningskategori | Avkastningskrav |
|---------------------------|-----------------|
| Hus | Lav, 4 % |
| Leilighet | Lav, 4 % |
| Kontor | Høy, 8 % |
| Butikk | Høy, 8 % |
| Hotell | Høy, 8 % |
| Skole | Lav, 4 % |
| Universitet | Lav, 4 % |
| Kultur og sport | Lav, 4 % |
| Religion | Lav, 4 % |
| Sykehjem og beredskap | Lav, 4 % |
| Sykehus | Lav, 4 % |
| Lett industri og verksted | Høy, 8 % |
| Messe og kongress | Høy, 8 % |
| Overnatting | Lav, 4 % |
| Fiskeri og landbruk | Høy, 8 % |

3.5.3 Nettleie

Nettleie per bygningskategori er basert på NVEs nettleiestatistikk (juli 2022-d.d.) [13] og nettleiekostnader fra fem forskjellige netteiere (Elvia, Tensio TS, BKK, Lnett, Arva), en fra hvert prisområde. Det er valgt å benytte samme tall på nettleie for hele landet. Nettleien som er benyttet inkluderer kun energileddet da det er antatt at kostnader knyttet til fastledd ikke påvirkes i særlig grad av solstrømproduksjon og selvkonsum. Perioden august 2022 til juli 2023 er benyttet som grunnlag for nettleie ettersom det kom ny nettleie i juli 2022 [14] og det var ønskelig å se på en periode der denne var iverksatt. NVEs statistikk for perioden juli 2022 til i dag inneholder ikke nødvendig data for energiledd per måned for næringskunder. Det er derfor valgt å benytte nettleiekostnader for utvalgte netteiere for næringskunder. Regjeringens reduserte elavgift i perioden januar til mars 2023 er fjernet ettersom ordningen anses som et unntak [15]. Resulterende energiledd i nettleien per kundegruppe er oppsummert i Tabell 3-9.

Tabell 3-9: Energiledd (kr/kWh) i nettleie for ulike kundegrupper. Alle tall er ekskl. mva.

| | Husholdninger (NVE statistikk) | Liten næring (Landssnitt netteiere) | Stor næring (Landssnitt netteiere) |
|-----------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Januar | 0,31 | 0,29 | 0,16 |
| Februar | 0,31 | 0,29 | 0,16 |
| Mars | 0,31 | 0,29 | 0,16 |
| April | 0,32 | 0,35 | 0,22 |
| Mai | 0,32 | 0,36 | 0,22 |
| Juni | 0,32 | 0,36 | 0,22 |
| Juli | 0,33 | 0,37 | 0,22 |
| August | 0,31 | 0,35 | 0,21 |
| September | 0,31 | 0,35 | 0,21 |
| Oktober | 0,31 | 0,35 | 0,21 |
| November | 0,31 | 0,35 | 0,22 |
| Desember | 0,29 | 0,35 | 0,22 |

Fra forskrift om innbetaling av påslag på nettariffen til Energifondet (forskrift om Energifondet) §3 gjelder følgende om Enova-avgiften: «For husholdningsforbruk skal påslaget utgjøre 1 øre/kWh. For andre sluttbrukere enn husholdninger skal påslaget utgjøre 800 kr per år per målepunkt.» [16] For alle husholdningskunder er dermed påslaget (Enova-avgiften) på 1 øre/kWh medtatt i beregningene, mens påslaget for næringskunder er et fastbeløp og er dermed ikke inkludert. For hver av de fem tidligere nevnte netteierne er det kontrollert at forskriften praktiseres i netteierens prisoppbygning. For alle oppgitte priser er elavgiften inkludert.

Kundegruppe for nettleie og benyttet kilde til nettleie per bygningskategori er angitt i Tabell 3-10. For bygningskategoriene «Hus» og «Leilighet» er landssnittet for energiledd i NVEs nettleiestatstikk for kundegruppen «Husholdninger» benyttet. For resterende bygningskategorier er det benyttet tall på nettleie for små og store næringskunder avhengig av gjennomsnittlig årlig forbruk av strøm der store næringskunder har forbruk som overstiger 100 000 kWh/år. Det antas at bygningskategoriene «Butikk» og «Religion» har et forbruk på under 100 000 kWh/år med nettleiekostnader for små næringskunder. Resterende bygningskategorier antas å ha et høyere forbruk med nettleiekostnader for store næringskunder.

Tabell 3-10: Nettleiemodell per bygningskategori.

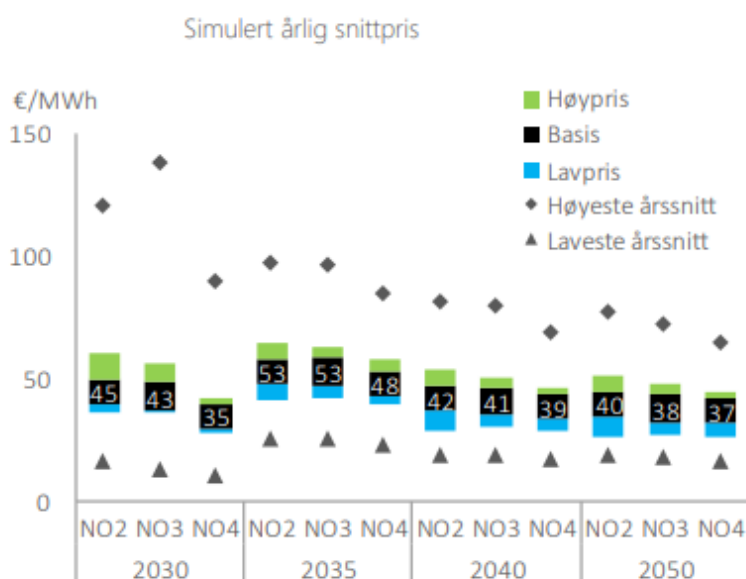
| Bygningskategori | Kundegruppe nettleie | Nettleie |
|------------------|----------------------|----------------------|
| Hus | Husholdninger | NVE statistikk |
| Leilighet | Husholdninger | NVE statistikk |
| Kontor | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Butikk | Liten næring | Landssnitt netteiere |

| | | |
|---------------------------|---------------|----------------------|
| Hotell | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Skole | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Universitet | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Kultur og sport | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Religion | Liten næring | Landssnitt netteiere |
| Sykehjem og beredskap | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Sykehus | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Lett industri og verksted | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Messe og kongress | Stor næring | Landssnitt netteiere |
| Overnatting | Husholdninger | NVE statistikk |
| Fiskeri og landbruk | Liten næring | Landssnitt netteiere |

3.5.4 Strømpris

Framskrivning for kraftpris

I analysen som beskrives i denne rapporten er det valgt å legge til grunn basis- og høypris-scenarier i Statnetts langsiktige markedsanalyse 2022-2050 (mars 2023) [6]. Statnett og NVE er leverandører av offentlig tilgjengelige analyserapporter om framskrivninger av kraftsystemet i Europa, Norden og Norge. Disse rapportene er hyppig referert til og benyttes som en form for «benchmark» i Norge. Simulert snittpris for prissone NO2, NO3 og NO4 i Statnetts scenarier for årene 2030, 2035, 2040 og 2050 er vist i Figur 3-4. I basisscenarioet forventer Statnett en snittpris i Sør-Norge (NO2) på 42 euro/MWh i 2040 og i høypris-scenariet forventes 54 euro/MWh i samme prissone.



Figur 3-4: Statnetts LMA. Simulert årlig snittpris for prissone NO2, NO3 og NO4. [6].

I tillegg til lønnsomhetsberegninger med Statnetts basis og høypris-scenarioer er det utført en beregning der det legges til grunn en fastprisavtale på strøm på 7 år. Fastprisavtaler har blitt mer populært i det siste da næringslivet har mulighet til å sikre seg forutsigbare kraftpriser. Her antas det at man både kjøper og selger til fastpris de første 7 årene for så å gå over til Statnett sitt basisscenario i resterende år. Antakelsen om å selge til fastpris istedenfor å selge til spotpris er å anse som en PPA-kraftavtale («Power Purchase Agreement») der det sikres en fast energipris for salg av strøm. I lønnsomhetsberegningene er fastprisscenarioet for spotpris benyttet for alle bygningskategorier for å illustrere effekten av en høyere spotpris de første årene av levetiden til et solcelleanlegg. I realiteten er en fastprisavtale for kjøp og salg av strøm mest aktuell for næringskunder som ønsker å sikre seg en pris for både kjøp og salg av strøm. Fastprisene gjengitt i Tabell 3-11 er basert på kontrakter for profilert uttak med tenkt oppstart 01.07.23 hentet fra Fjordkraft. [17]

Tabell 3-11: Fastprisavtale på strøm med profilert uttak (øre/kWh) eks. mva. [17] [18]

| Prissone | NO1 | NO2 | NO3 | NO4 | NO5 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fastprisavtale med profilert uttak med oppstart 01.07.2023 (øre/kWh) ekskl. mva | 84,13 | 95,47 | 44,88 | 40,62 | 85,85 |

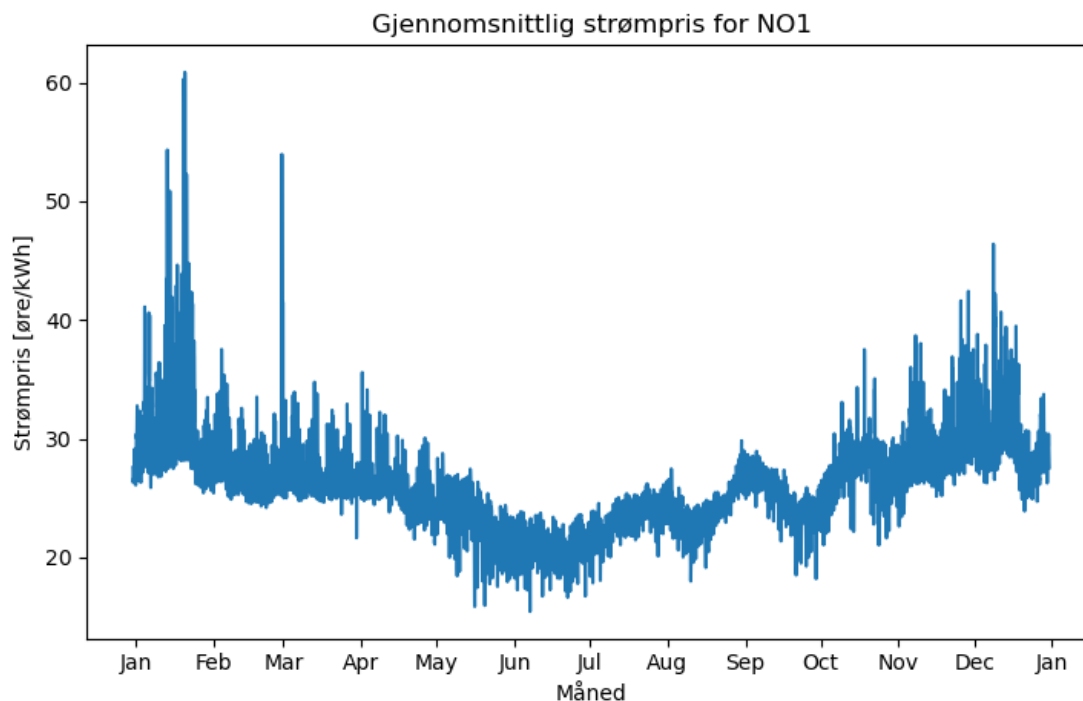
Tidsserie for kraftpris

Statnetts prognoser inneholder kun snittpriser for enkeltår fra 2030. For å bestemme en snittpris for resterende år i perioden 2023-2050 er det utført en interpolasjon per prissone med utgangspunkt i en historisk snittpris for 2023. Snittprisen i 2023 vist i Tabell 3-12 er satt som gjennomsnittlig spotpris de 6 første månedene av 2023.

Tabell 3-12: Gjennomsnittlig spotpris (øre/kWh) per prissone jan-juni 2023 eks. mva.

| Prissone | NO1 | NO2 | NO3 | NO4 | NO5 |
|---|--------|--------|-------|-------|--------|
| Gjennomsnittlig spotpris (øre/kWh) ekskl. mva | 102,82 | 107,04 | 51,22 | 35,16 | 102,95 |

Markedsanalysen til Statnett angir en gjennomsnittspris gjennom året. For å bestemme en tidsserie med timesoppløsning for kraftpris til lønnsomhetsberegningene er det benyttet gjennomsnittlig historisk variasjon i kraftprisen for årene 2013-2020, se Figur 3-5. En svakhet med en slik antakelse er at større variasjoner i kraftprisen per time gjennom året utjevnes. Den genererte tidsserien for kraftpris vil dermed ikke inkludere timer med nullpriser eller negative priser som kan oppstå som følge av årsaker som høyere andeler uregulerbar kraft eller store nedbørsmengder.



Figur 3-5: Gjennomsnittlig strømpris i NO1 basert på årene 2013-2020.

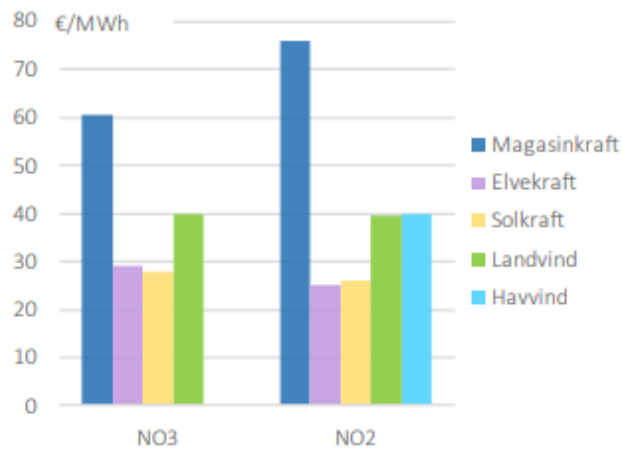
Ved bruk av Statnetts prognose sammenfattet med historisk variasjon for kraftpris inkluderes ikke fastpristillegg for noen kunder. Dette anses som uproblematisk ettersom strømproduksjonen fra et solcelleanlegg i liten grad vil påvirke hvor mye kunden betaler i fastledd. Videre er det ikke inkludert påslaget til strømleverandør på spotprisen som typisk varierer mellom 2 og 10 øre/kWh. Altså vil oppnådd strømpris benyttet i analysene være noe lavere enn hva som forventes. [19]

Oppnådd kraftpris for solkraft

Med en økende andel uregulerbar kraft, som sol- og vindkraft, vil kraftprisene variere i større grad med været. I perioder der den samlede produksjonen fra solkraft, vindkraft eller andre uregulerbare produksjonsteknologier er tilstrekkelig til å dekke hele forbruket eller mer, vil dette bidra til å presse kraftprisene ned og det kan det oppstå perioder med nullpriser eller negative priser. Dette omtales som «kannibaliseringseffekten». Statnett har simulert en oppnådd kraftpris for solkraft som er lavere enn snittprisen på i underkant av 30 euro/MWh i nesten hele analyseperioden 2030-2050 i sitt basisscenario. Oppnådd kraftpris i 2030 for ulike produksjonsteknologier er vist i Figur 3-6. Til sammenligning forventer NVE i rapporten «Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2021-2040» (oktober 2021) [20] en gjennomsnittspris gjennom året i Norge på 50-52 øre/kWh i sitt basisscenario med en lavere oppnådd kraftpris for solkraft på rundt 40 øre/kWh i 2040. I markedsanalysen til Statnett er det forventet en betydelig mengde solkraft i Norden på rundt 22 TWh i 2030 med en videre økning i utbyggingstakt som resulterer i en samlet produksjon av solkraft på rundt 70 TWh i Norden i 2050. Veksten av solkraft er lavest i Norge i basisscenarioet på 8 TWh i 2050. Kannibaliseringseffekten med lavere oppnådde kraftpriser for solkraft vil kunne forsterkes ved ytterligere solkraftutbygging. Likevel er det grunn til å tro at høyere andel fleksibilitet i forbruk som produksjon av hydrogen ved elektrolyse vil vokse fram slik at det vil være plass til større andel uregulerbar kraft før kannibaliseringseffekten slår til. Økt kraftoverskudd vil også kunne redusere kraftprisene i Norge, men Statnett og NVE virker samstemte i at ny produksjon i hovedsak vil utløse nytt forbruk i Norge slik at kraftprisene ikke nødvendigvis reduseres i særlig grad. I beregningene av et teknoøkonomisk potensial for solkraft er det ikke inkludert en lavere oppnådd kraftpris for solkraft annet enn at

prognosene for kraftpris er basert på en historisk variasjon i kraftpris med lavere priser i sommermånedene som vist for NO1 i Figur 3-5.

Oppnådd snittpris for ulike typer produksjon i 2030



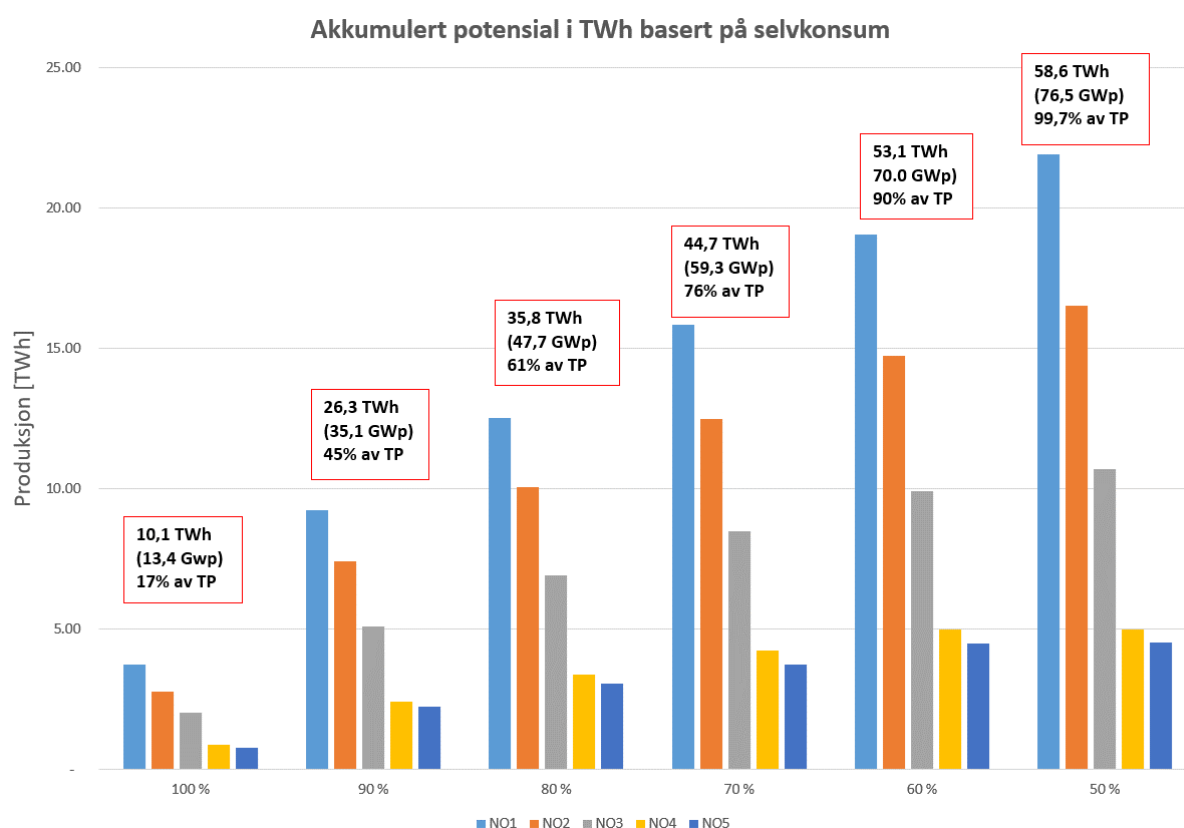
Figur 3-6: Statnetts LMA. Oppnådd snittpris i Statnetts basisscenario for solkraft i 2030 i NO3 og NO2 på i underkant av 30 euro/MWh [6].

4 Resultater

Resultatene fra den teknoøkonomiske analysen er sterkt avhengig av input parameterne. Rapportens basisscenario legger til grunn kostnader for 2023 som angitt i kapittel 3.2, 60 % selvkonsum av produsert solstrøm (uten delingsordninger og fleksibilitet) og Statnetts basis scenario for langsiktig kraftpris. Kapittel 4.1 viser resultater for akkumulert potensial for solkraft ved ulike grader av selvkonsum. I kapittel 4.2 presenteres resultater fra den teknoøkonomiske beregningen av mengden lønnsom solkraft i bygg.

4.1 Akkumulert potensial basert på selvkonsum

Akkumulert potensial for solkraft ved ulike grader av selvkonsum av produsert solstrøm er angitt per prissone i Figur 4-1. Størrelsen på solcelleanleggene begrenses av strømforbruket om sommeren som vist i Figur 3-2 i kapittel 3.4.2. Dette resulterer i mye mindre anlegg enn det som er teknisk mulig å installere på byggets tak. Dersom all solstrøm som produseres skal forbrukes i det aktuelle bygget vil kun 17 % av det totale tekniske potensialet i Norge kunne bygges ut som vist i Figur 4-1. I rapportens basisscenario med 60 % selvkonsum kan 90 % av det tekniske potensialet bygges ut. For bygningskategorien «Hus» i NO1 tilsvarer 100 % selvkonsum solcelleanlegg med en gjennomsnittlig størrelse på 2 kWp og 60 % selvkonsum tilsvarer solcelleanlegg på 10 kWp (se Tabell 3-6).



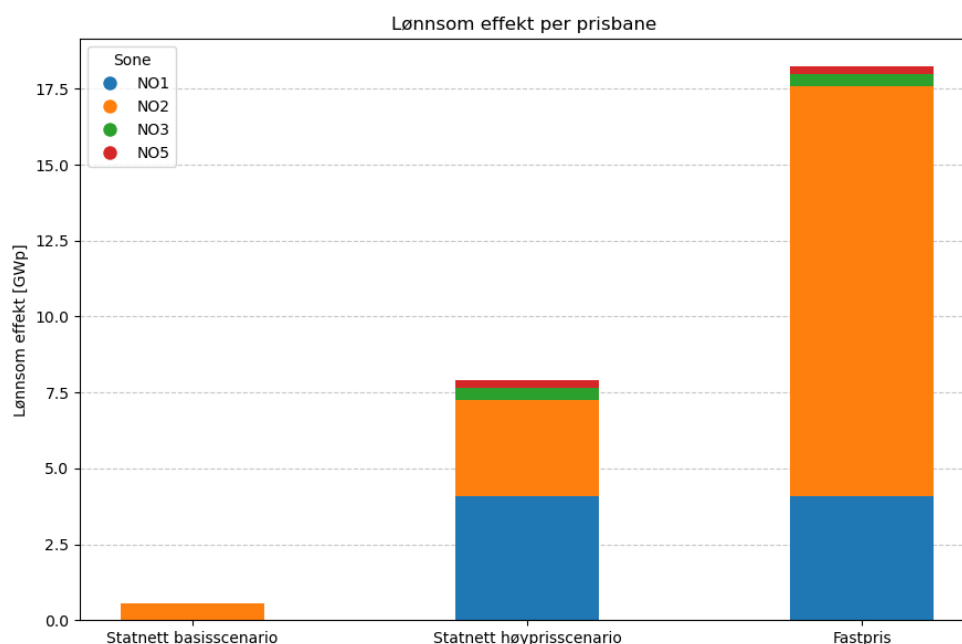
Figur 4-1: Akkumulert potensial for energiproduksjon [TWh] ved ulike grader av selvkonsum per prissone. Andel av teknisk potensial dette tilsvarer er oppgitt som prosent av teknisk potensial (TP). Akkumulert potensial er angitt i effekt [GWp] i parentes.

4.2 Teknoøkonomisk potensial per bygningskategori

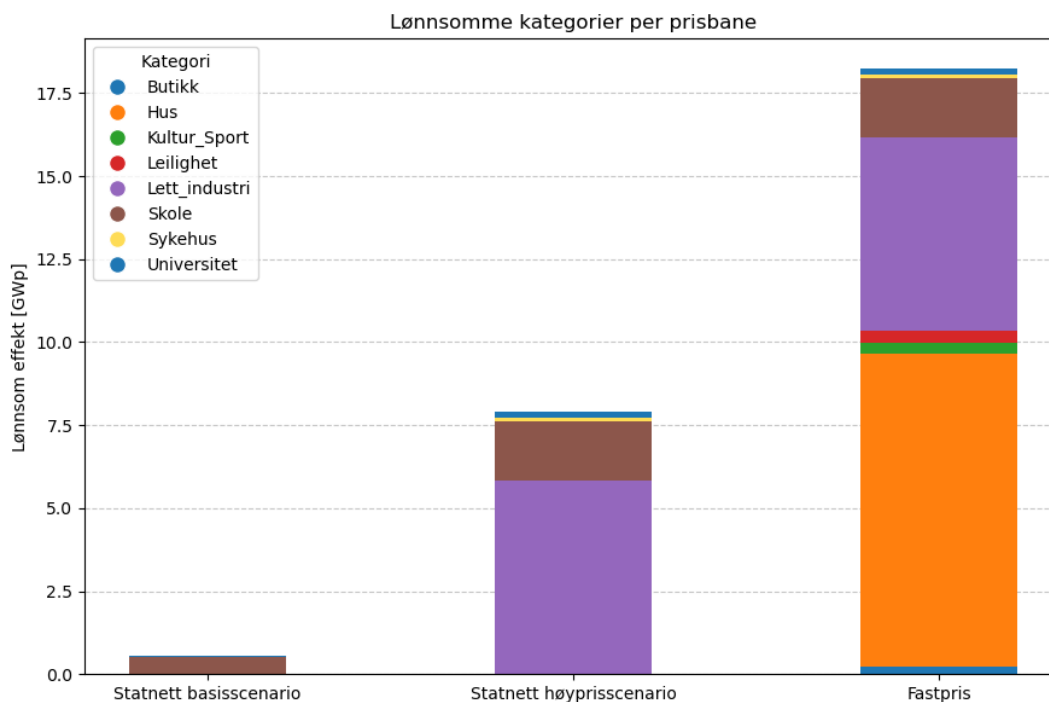
Dette kapittelet anslår et teknoøkonomisk potensial for solkraft på tak i dagens bygningsmasse under gitte forutsetninger i 2023. Resultatene viser hvordan endringer i forutsetningene for langsiktig kraftpris, investeringskostnad og selvkonsum av produsert solstrøm påvirker mengden lønnsom solkraft.

4.2.1 Påvirkningen av langsiktig kraftpris

Det er stor usikkerhet knyttet til hva framtidig kraftpris blir og hvilken oppnådd kraftpris som solkraft vil få som typisk er lavere enn for andre produksjonsteknologier. Figur 4-2 og Figur 4-3 viser resulterende mengde solkraft på tak i bygningsmassen som er lønnsomt å bygge ut for tre scenarier for kraftpris; Statnetts basisscenario, Statnetts høyprisscenario og en fastprisavtale for kjøp og salg av strøm som beskrevet i kapittel 3.5.4. Resultatene viser at totalt 0,6 GWp (0,4 TWh/år) og 8 GWp (6 TWh/år) er lønnsomt å bygge ut ved bruk av henholdsvis Statnetts basis- og høyprisscenario. Det er mest lønnsomt å bygge ut i prisområdene NO1 og NO2 med høyest kraftpris og høyest solinnstråling som resulterer i høyere energiproduksjon per installert effekt solkraft. Resultatene viser også at lønnsomt utbyggingspotensial er størst for bygningskategoriene «Skole» og «Lett industri» med lav investeringskostnad på grunn av store tak. I tillegg har kategorien «Skole» lavt avkastningskrav. Dersom det inngås en kraftavtale med høyere oppnådd kraftpris både ved kjøp og salg av strøm økes totalt lønnsomt utbyggingspotensial til 18 GWp (15 TWh/år). I lønnsomhetsberegningene er fastprisscenarioet for spotpris benyttet for alle bygningskategorier for å illustrere effekten av en høyere spotpris de første årene av levetiden til et solcelleanlegg. I realiteten er en fastprisavtale for kjøp og salg av strøm mest aktuell for næringskunder som ønsker å sikre seg en pris for både kjøp og salg av strøm.

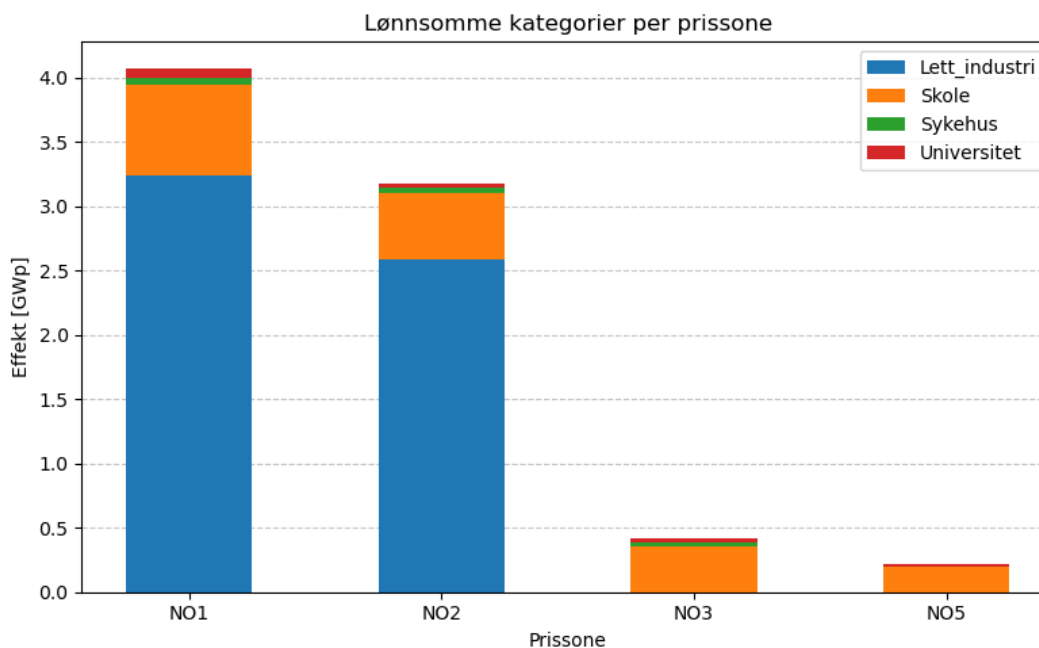


Figur 4-2: Lønnsomt utbyggingspotensial av solkraft på tak i bygningsmassen angitt per prisbane for Statnetts basis- og høyprisscenario og en fastprisavtale på strøm ved basisscenario for selvkonsum på 60 %.

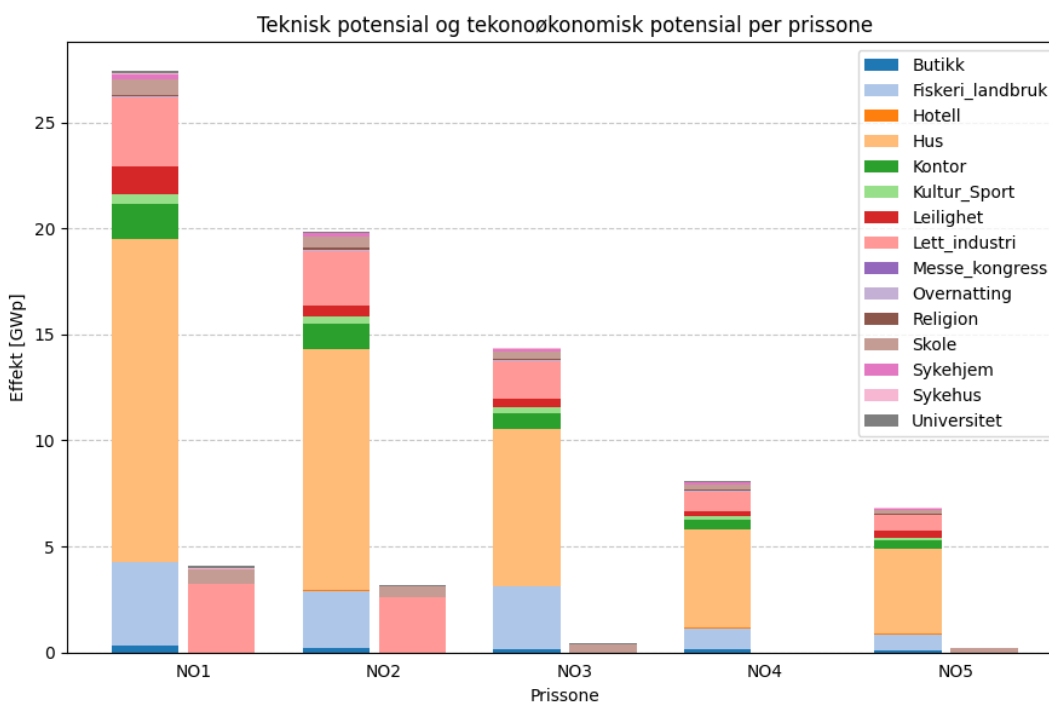


Figur 4-3: Lønnsomt utbyggingspotensial av solkraft på tak i bygningsmassen angitt per bygningskategori for Statnetts basis- og høyprisscenario og en fastprisavtale på strøm ved basisscenario for selvkonsum på 60 %.

Figur 4-4 viser fordelingen av lønnsomme bygningskategorier innenfor hver prissone ved bruk av Statnett sitt høyprisscenario. I Figur 4-5 sammenlignes det tekniske potensialet med lønnsomt utbyggingspotensial. Kategoriene som utgjør størst andel av lønnsomt utbyggingspotensial er «Lett industri» i prissonene NO1 og NO2, og «Skole» i prissonene NO3 og NO5. Gitt forutsetningene som er lagt til grunn er det ikke lønnsomt å bygge solkraft på bygg i NO4. Benyttet kraftpris tar utgangspunkt i gjennomsnittlige kraftpriser for første del av 2023 (angitt i Tabell 3-12) med lineær nedgang mot Statnetts prognose for 2030. Følgelig oppnår prissonene NO1, NO2 og NO5 med høy kraftpris i 2023 også en høyere kraftpris i årene fram mot 2030 som har sterk innvirkning på resultatet fra lønnsomhetsberegningen. I NO1 og NO2 utgjør bygningskategorien «Lett industri» til sammen 6 GWp (4,4 TWh/år), noe som tilsvarer 75 % av det totale lønnsomme potensialet på landsbasis.



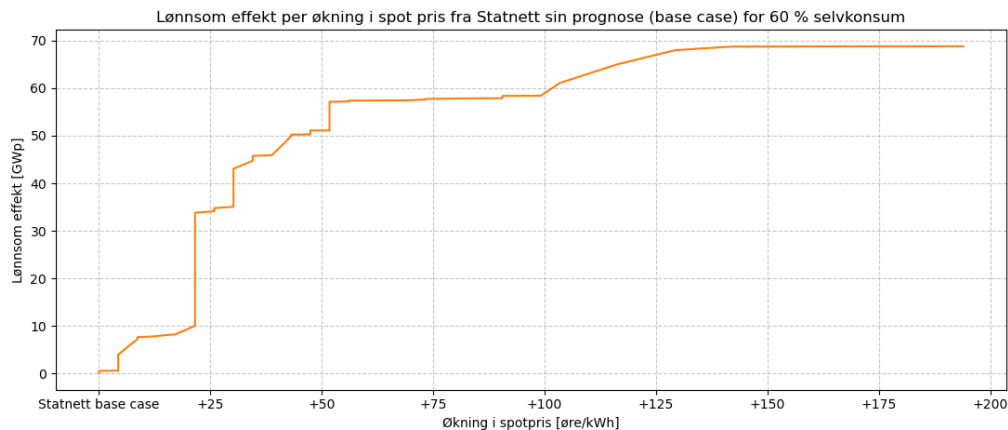
Figur 4-4: Lønnsomt utbyggingspotensial av solkraft på tak i bygningsmassen angitt per bygningskategori og prissone for Statnetts høyprisscenario. Basisscenario for selvkonsum på 60 %.



Figur 4-5: Teknisk potensial (venstre søyle) og lønnsomt utbyggingspotensial (høyre søyle) for solkraft på tak i bygningsmassen angitt per bygningskategori og prissone for Statnetts høyprisscenario. Basisscenario for selvkonsum på 60 %.

Det er utført en sensitivitet som viser endringen i samlet lønnsomt utbyggingspotensial ved endring i spotpris fra Statnetts basisscenario som vist i Figur 4-6. En enhet økning i spotpris i figuren vil være en enhet økning i spotpris i hvert år av levetiden til solcelleanlegget på 30 år. Lønnsomt utbyggingspotensial for solkraft på landsbasis øker betraktelig fra 0,6 GWp (0,4 TWh/år) til 34 GWp (27 TWh/år) ved en økning i spotpris på 20 øre/kWh fra Statnetts basisscenario. Ved denne økningen blir bygningskategorier med stort totalt bygningsareal lønnsomme slik som «Lett industri» i NO3 og NO5 i

tillegg til «Hus» i NO1 og NO2. «Hus» har et stort antall av mindre solcelleanlegg mens «Lett industri» har et mindre antall bygg med større solcelleanlegg.

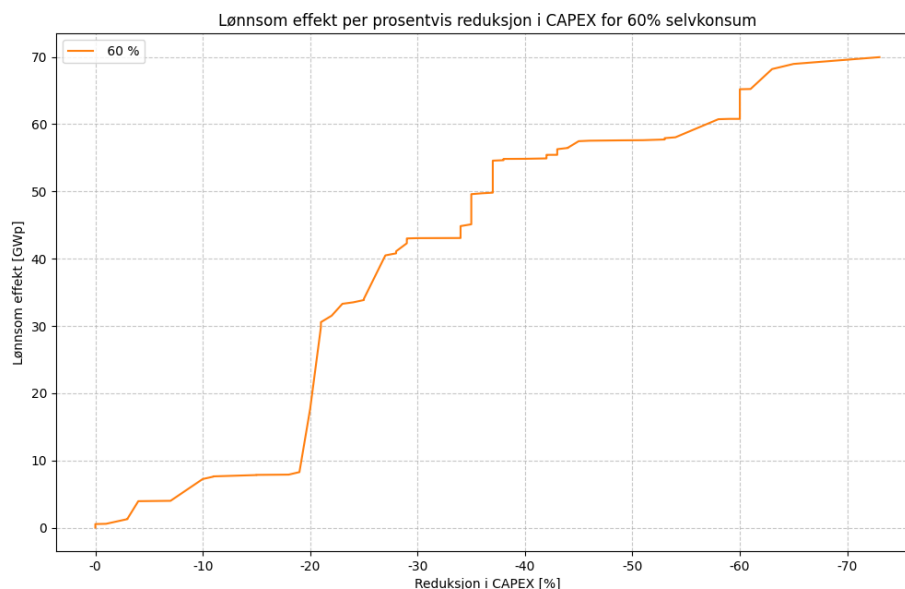


Figur 4-6: Lønnsomt utbyggingspotensial av solkraft på tak i bygningsmassen på landsbasis ved økning i spotpris med utgangspunkt i Statnetts basisscenario. En enhet økning i spotpris i figuren vil være en enhet økning i spotpris i hvert år av levetiden til solcelleanlegget på 30 år.

4.2.2 Endring i investeringskostnad

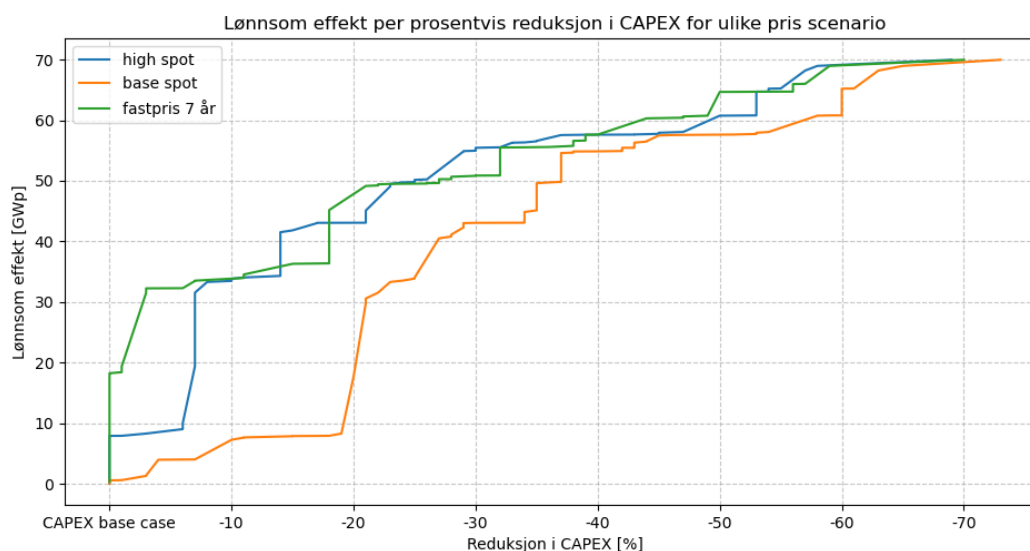
I beregningene er det lagt til grunn estimerte kostnader for solcelleanlegg i 2023.

Kostnadsreduksjoner fra dette nivået vil drive lønnsomheten opp. Figur 4-7 viser lønnsomt utbyggingspotensial på landsbasis for prosentvis reduksjon i investeringskostnad (CAPEX, «Capital Expenditures»). Det er lagt til grunn basisscenarioet for selvkonsum på 60 % og Statnetts basisscenario for framtidig kraftpris. Til høyre i figuren oppnås maksimal akkumulert effekt på 70 GWp ved et selvkonsummål på 60 % som vist i Figur 4-1. Figur 4-7 viser at en kostnadsreduksjon på 10 % fra dagens nivå øker lønnsomt utbyggingspotensial fra 0,6 GWp (0,4 TWh/år) til 7,3 GWp (5,5 TWh/år). En ytterligere kostnadsreduksjon til 20 % øker lønnsomt potensial til 18 GWp (14 TWh/år). For kostnadskategori 1 tilsvarer dette en reduksjon i investeringskostnad på 3 000 kr/kWp, fra 15 000 kr/kWp til 12 000 kr/kWp som for en enebolig med et solcelleanlegg på 10 kWp tilsvarer en reduksjon på 30 000 kr.



Figur 4-7: Lønnsomt utbyggingspotensial av solkraft på tak på landsbasis ved prosentvis reduksjon i investeringskostnad fra rapportens basisscenario.

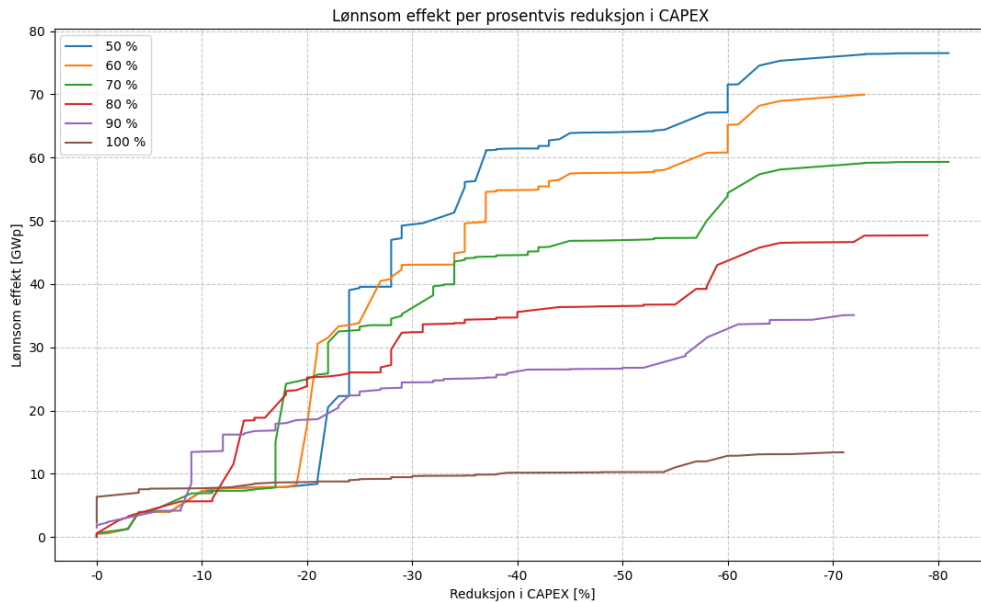
Tilsvarende resultater av lønnsomt utbyggingspotensial for solkraft på landsbasis ved prosentvis reduksjon i investeringskostnad er vist for ulike scenarier for kraftpris i Figur 4-8. Ved en reduksjon i investeringskostnad på ca. 8 % øker lønnsomt potensial fra 8 GWp (6 TWh/år) til 33 GWp (27 TWh/år) ved bruk av Statnetts høyprisscenario.



Figur 4-8: Lønnsomt utbyggingspotensial av solkraft på tak på landsbasis ved prosentvis reduksjon i investeringskostnad for ulike nivåer av kraftpris.

Figur 4-9 viser lønnsomt utbyggingspotensial for solkraft ved reduksjon i investeringskostnad for ulike grader av selvkonsum av produsert solstrøm. Til høyre i figuren oppnås maksimal akkumulert effekt for hvert selvkonsummål som er 70 GWp for 60 % selvkonsum og 13 GWp ved 100 % selvkonsum som vist Figur 4-1. Ved dagens nivå på investeringskostnad og Statnetts basisscenario for kraftpris er lønnsomt utbyggingspotensial høyest for 100 % selvkonsum av produsert solstrøm. Dette er grunnet at det er mer lønnsomt å forbruke strømmen selv enn å selge den til spotpris ved lave strømpriser.

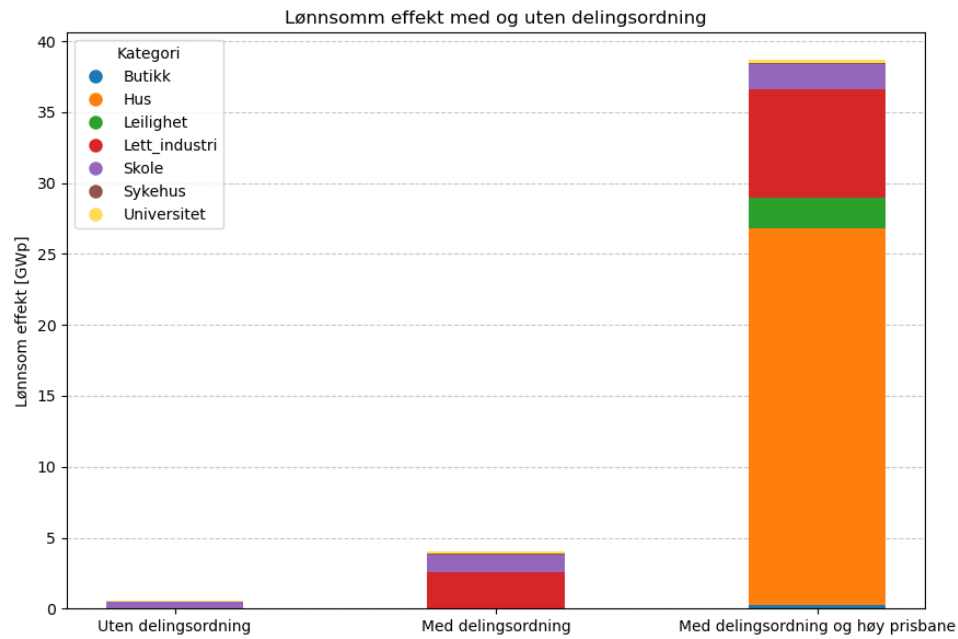
Merk at 100 % selvkonsumscenarioet gir veldig små solcelleanlegg med lav takutnyttelse som beskrevet i kapittel 3.4.2 og gitt i Tabell 3-6. Figur 4-9 viser også lønnsomt utbyggingspotensial for høyere grader av selvkonsum (70-100 %) ved kostnadsreduksjon i investeringskostnaden..



Figur 4-9: Lønnsomt utbyggingspotensial av solkraft på tak på landsbasis ved prosentvis reduksjon i investeringskostnad fra dagens nivå for ulike grader av selvkonsum. Til høyre i figuren oppnås maksimal akkumulert effekt for hvert selvkonsummål.

4.2.3 Delingsordning og forbrukerfleksibilitet

Som beskrevet i tidligere delkapitler er solcelleanleggene dimensjonert av selvkonsum i det aktuelle bygget. Da begrenses solcelleanleggets størrelse av lokalt strømforbruk om sommeren. Delingsordninger på tvers av bygg og forbrukerfleksibilitet vil gi et høyere selvkonsum av solkraft der større solcelleanlegg kan bygges uten at solkraften eksporteres til høyere nivåer i kraftnettet. Det er gjort en lønnsomhetsanalyse der det antas at all solstrøm kan forbrukes (100 % selvkonsum) dersom hele det tekniske potensialet for solkraft på tak i bygningsmassen på 77 GWp (59 TWh/år) bygges. Ved Statnetts basisscenario for kraftpris øker mengden lønnsom solkraft fra 0,6 GWp (0,4 TWh/år) uten delingsordninger og forbrukerfleksibilitet til 4 GWp (3 TWh/år) med delingsordninger og forbrukerfleksibilitet som vist i Figur 4-10. Med Statnetts høyprisscenario for kraftpris øker lønnsomt potensial ytterligere til 39 GWp (32 TWh/år) med delingsordning og forbrukerfleksibilitet.



Figur 4-10: Teknøkonomisk potensial for solkraft med ulike antakelser for selvkonsum og kraftpris. Uten delingsordninger: 60 % selvkonsum lokalt, Statnetts basisscenario. Med delingsordning: 100 % selvkonsum med delingsordninger og forbrukerfleksibilitet, Statnetts basisscenario. Med delingsordning og høy prisbane: 100 % selvkonsum med delingsordninger og forbrukerfleksibilitet, Statnetts høyprisscenario.

5 Diskusjon og konklusjon

Denne rapporten anslår et teknoøkonomisk potensial for solkraft i dagens bygningsmasse under gitte forutsetninger i 2023. Som vist i rapporten påvirkes lønnsomheten i stor grad av framtidig kraftpris, investeringskostnad og selvkonsum av produsert solstrøm.

- Det stor usikkerhet knyttet til framtidig kraftpris. Det er i rapporten brukt Statnett sine framskrivninger for kraftpris frem mot 2050. Ettersom oppnådd kraftpris spiller en betydelig rolle i lønnsomheten til solcelleanlegg vil dette være et betydelig usikkerhetsmoment.
- Solcelleanlegg som etableres i år med høy kraftpris nedbetales på få år og det er av stor betydning hva kraftprisen er før 2030. Resultatene viser at den største andelen av lønnsomt potensial for solkraft på bygg er lokalisert i prissonene NO1 og NO2 som har høyest kraftpris i årene 2023-2030 i rapportens kraftprisscenarier. Gitt forutsetningene som er lagt til grunn er det ikke lønnsomt å bygge solkraft på bygg i NO4. Benyttet kraftpris tar utgangspunkt i gjennomsnittlige kraftpriser for første del av 2023 med lineær nedgang mot Statnetts prognose for 2030. Følgelig oppnår prissonene NO1, NO2 og NO5 med høy kraftpris i 2023 også en høyere kraftpris i årene fram mot 2030 som har sterk innvirkning på resultatet fra lønnsomhetsberegningen.
- Resultatene viser at totalt 0,6 GWp (0,4 TWh/år) og 8 GWp (6 TWh/år) er lønnsomt å bygge ut ved bruk av henholdsvis Statnetts basis- og høyprisscenario. Lønnsomt potensial øker til 18 GWp (15 TWh/år) ved en høyere fastprisavtale for kjøp og salg av strøm de første 7 årene av solcelleanleggets levetid. I lønnsomhetsberegningene er fastprisscenarioet for spotpris benyttet for alle bygningskategorier for å illustrere effekten av en høyere spotpris de første årene av levetiden til et solcelleanlegg. I realiteten er en fastprisavtale for kjøp og salg av strøm mest aktuell for næringskunder som ønsker å sikre seg en pris for både kjøp og salg av strøm.
- Lønnsomhetsberegningen er utført for 2023, men all solkraft i bygningsmassen vil ikke installeres i dag. Solcelleanlegg som ikke er lønnsomme under forutsetningene som er satt i dag vil kunne være lønnsomme fram i tid, eksempelvis hvis kronen styrker seg og investeringskostnaden går ned. Resultatene for basisscenario for selvkonsum på 60 % og Statnetts basisscenario for framtidig kraftpris viser at en kostnadsreduksjon på 10 % fra dagens nivå øker lønnsomt utbyggingspotensial fra 0,6 GWp (0,4 TWh/år) til 7,3 GWp (5,5 TWh/år). En reduksjon på 20 % øker lønnsomt potensial til 18 GWp (14 TWh/år).
- Resultatene viser at det under dagens forutsetninger ikke er lønnsomt å bygge ut solkraft på enkelte bygningskategorier. Lønnsomt utbyggingspotensial er størst for bygningskategoriene «Skole» og «Lett industri». Mangel på kapital i budsjettet til byggeier til investering i solkraft kan også være et hinder for utbygging. Det er derfor fortsatt et behov for støtteordninger til solkraft på bygg. Som nevnt vil en kostnadsreduksjon på 20 % øke lønnsomt potensial for solkraft betydelig. For kostnadskategori 1 tilsvarer dette en reduksjon fra 15 000 til 12 000 kr/kWp som tilsvarer en reduksjon på 30 0000 kr for en enebolig med et solcelleanlegg på 10 kWp.
- Beregningene av selvkonsum er utført for bruk av solstrøm i det aktuelle bygget der delingsordninger på tvers av bygg og forbrukerfleksibilitet ikke er inkludert. Resultatene viser at lønnsomt potensial for solkraft på tak øker fra 0,6 GWp (0,4 TWh/år) til 4 GWp (3 TWh/år) med delingsordninger som legger til rette for at all solstrøm forbrukes lokalt med solcelleanlegg bygget for full takutnyttelse. Ved bruk av Statnetts høyprisscenario øker potensialet ytterligere til 39 GWp (32 TWh/år). Bygningskategorien «Hus» er ikke lønnsom i scenarioet med 60 % selvkonsum gitt Statnetts basis- og høyprisscenario, men blir lønnsom i høyprisscenarioet når delingsordninger og forbrukerfleksibilitet som gir 100 % selvkonsum legges til grunn.

- Lønnsomheten vil påvirkes av mengden energi som produseres per installert effekt solkraft. I beregningene av solstrømproduksjon i det tekniske potensialet er det benyttet solceller med en modulvirkningsgrad på 20,2 %. I dag tilbys typisk solceller med en modulvirkningsgrad på 21 % og med teknologiutvikling vil modulvirkningsgraden øke ytterligere. Økt virkningsgrad vil øke mengden lønnsom solkraftutbygging.
- Resultatene underbygger utviklingen i solkraftbransjen sommeren 2023 med en betydelig nedgang i investering i solkraft som følge av lave strømpriser og høy styringsrente. Et kraftig virkemiddel for å øke andelen solkraft på bygg som bygges ut er krav om solcelleanlegg på deler av bygningsmassen. De fleste virksomheter er mest interessert i å drive slik de gjør i dag og nye investeringer med lavere lønnsomhet slik som solkraft vil generelt nedprioriteres.

6 Videre arbeid

Denne rapporten presenterer resultater for lønnsom utbygging av solkraft under valgte forutsetninger. Følgende foreslås som videre arbeid:

- Utføre en beregning av hvordan økt virkningsgrad på solcellemodulene påvirker andelen lønnsom utbygd solkraft.
- Analysere hvordan økt støtte til investering av solkraft for enkelte bygningskategorier påvirker lønnsom utbygd solkraft.
- Analysere hvordan utforming av nettleien med et høyere energiledd påvirker lønnsom utbygd solkraft.
- Individuell vurdering av inputparametere per bygningskategori og prissone.

7 Referanser

- [1 Multiconsult, «Markedsrapport Norsk solkraft 2022 - innenlands og eksport,» Solenergiklyngen, 2022.
]
- [2 «Revidert nasjonalbudsjett 2023,» Stortinget, [Internett]. Available: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Vedtak/Vedtak/Sak/?p=92466>.
]
- [3 SV, «Revidert Nasjonalbudsjett 2023, Enighet om verbaler, RNB 2023».
]
- [4 Multiconsult, «Solkraft i bygningsmassen og samfunnet,» Solenergiklyngen, Nelfo, NBBL, 2023.
]
- [5 «Oversikt over solkraft i Norge,» NVE, 12 7 2023. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/energi/energisystem/solkraft/oversikt-over-solkraft-i-norge>.
]
- [6 «Langsiktig markedsanalyse,» Statnett, 2023. [Internett]. Available: <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/planer-og-analyser/langsiktig-markedsanalyse/>. [Funnet 6 7 2023].
]
- [7 «Energibruk,» NVE, 2023. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk/>.
]
- [8 «Solcelleanlegg,» Enova, [Internett]. Available: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/solcelleanlegg/>. [Funnet 3 7 2023].
]
- [9 U. Rør, *Generelle kostnader solcelleanlegg juli 2023 (e-post)*, Solcellespesialisten, 2023.
]
- [1 Enova, «Enova kunnskap,» [Internett]. Available:
0] https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/52BDD9DB7520460D8B030B05275D2BEA.xlsx&filename=Energibehov%20i%20n%C3%A6ringsbygg.xlsx.
- [1 «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser,» Det kongelige finansdepartement, 2021.
1]
- [1 «Rentebeslutninger,» Norges Bank, 2023. [Internett]. Available: <https://www.norges-bank.no/tema/pengepolitikk/Rentemoter/?tab=newslist>.
2]
- [1 «Nettleiestatistikk,» NVE, [Internett]. Available: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/publikasjoner-og-data/statistikk/nettleiestatistikk/>. [Funnet 5 7 2023].
3]
- [1 «Ny nettleie (fra 1. juli 2022),» NVE, [Internett]. Available:
4] <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/kunde/nett/ny-nettleie-fra-1-juli-2022/>. [Funnet 6 7 2023].
- [1 «Lavere elavgift de første tre månedene i 2023,» Regjeringen, [Internett]. Available:
5] <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/lavere-elavgift-de-forste-tre-manedene-i-2023/id2951105/>. [Funnet 5 7 2023].
- [1 «Forskrift om innbetaling av påslag på nettariffen til Energifondet (forskrift om Energifondet),» Lovdata,
6] [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2001-12-10-1377>. [Funnet 13 7 2023].
- [1 R. Finnanger, «fjordkraft.no,» Fjordkraft, [Internett]. Available:
7] <https://www.fjordkraft.no/pressemeldinger/langsiktige-fastprisavtaler-til-naringslivet-er-klare/>.
- [1 «Historiske strømpriser,» NorgesEnergi, [Internett]. Available:
8] <https://norgesenergi.no/hjelp/strompriser/historiske-strompriser/>.
- [1 «Strømpris, Sammenlign avtaler,» Forbrukerrådet, 2023. [Internett]. Available:
9] <https://www.strompris.no/sammenlign-avtaler>.
- [2 NVE, «Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2021-2040,» 2021.
0]