

# Verdiskaping og ringvirkninger av solkraftutbygging i Norge mot 2040

På oppdrag fra Solenergi klyngen, FME SuSolTech og Energi Norge  
August, 2021



**Om prosjektet****Om rapporten**

Prosjektnummer:	SEK-21-01	Rapportnavn:	Verdiskaping og ringvirkninger av solkraftutbygging i Norge mot 2040
Prosjektnavn:	Verdiskaping og ringvirkninger av solkraftutbygging i Norge mot 2040	Rapportnummer:	2021-07
Oppdragsgiver:	Solenergiklyngen, FME SUSOLTECH, Energi Norge	ISBN-nummer	978-82-8368-091-1
Prosjektleder:	Adrian Mekki	Tilgjengelighet:	Offentlig
Prosjektdeltakere:	Lars Berg Byenstuen, Eivind Magnus (QA)  <i>Fra Multiconsult:</i> Bjørn Thorud Øystein Holm Håkon Duus	Ferdigstilt:	August 2021
<b>Akkreditering foto</b>		<b>Akkreditering foto</b>	
<i>Forside:</i> Morten Gaustad - GETEK – anlegg <i>Side 6:</i> Eirik Oksavik Lockertsen - BaPV på Skjetlein VGS levert av Solbes		<i>Side 9:</i> Trond Schieldrop <i>Side 15:</i> FUSen – Skagerak Arena <i>Side 22:</i> Solenergiklyngen/ Kristin Svorte – Brynseng skole	

**Brief summary in English**

Taking into account expected deployment rates, cost development pr. segments and share of Norwegian and imported content, the economic ripple effects of the build-out and operation of 7,8 GW solar power plants in Norway from today to 2040 is estimated to sum up to over 18 000 FTEs and close to 20 bn NOK in value added. In addition, the solar plants could generate up to 50 bn NOK in value added through operations up to 2055.

**Om THEMA Consulting Group**

Øvre Vollgate 6  
0158 Oslo, Norway  
Foretaksnummer: NO 895 144 932  
[www.thema.no](http://www.thema.no)

THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybde-kunnskap om energimarkedene, bred samfunns-forståelse, lang rådgivningserfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedriftsøkonomi og teknologi.

**Disclaimer**

Hvis ikke beskrevet ellers, er informasjon og anbefalinger i denne rapporten basert på offentlig tilgjengelig informasjon. Visse uttalelser i rapporten kan være uttalelser om fremtidige forventninger og andre fremtidsrettede uttalelser som er basert på THEMA Consulting Group AS (THEMA) sitt nåværende syn, modellering og antagelser og involverer kjente og ukjente risikoer og usikkerheter som kan forårsake at faktiske resultater, ytelse eller hendelser kan avvike vesentlig fra de som er uttrykt eller antydning i slike uttalelser. Enhver handling som gjennomføres på bakgrunn av vår rapport foretas på eget ansvar. Kunden har rett til å benytte informasjonen i denne rapporten i sin virksomhet, i samsvar med forretningsvilkårene i vårt engasjementsbrev. Rapporten og/eller informasjon fra rapporten skal ikke benyttes for andre formål eller distribueres til andre uten skriftlig samtykke fra THEMA. THEMA påtar seg ikke ansvar for eventuelle tap for Kunden eller en tredjepart som følge av rapporten eller noe utkast til rapport, distribueres, reproduseres eller brukes i strid med bestemmelsene i vårt engasjementsbrev med Kunden. THEMA beholder opphavsrett og alle andre immaterielle rettigheter til ideer, konsepter, modeller, informasjon og "know-how" som er utviklet i forbindelse med vårt arbeid.

## INNHold

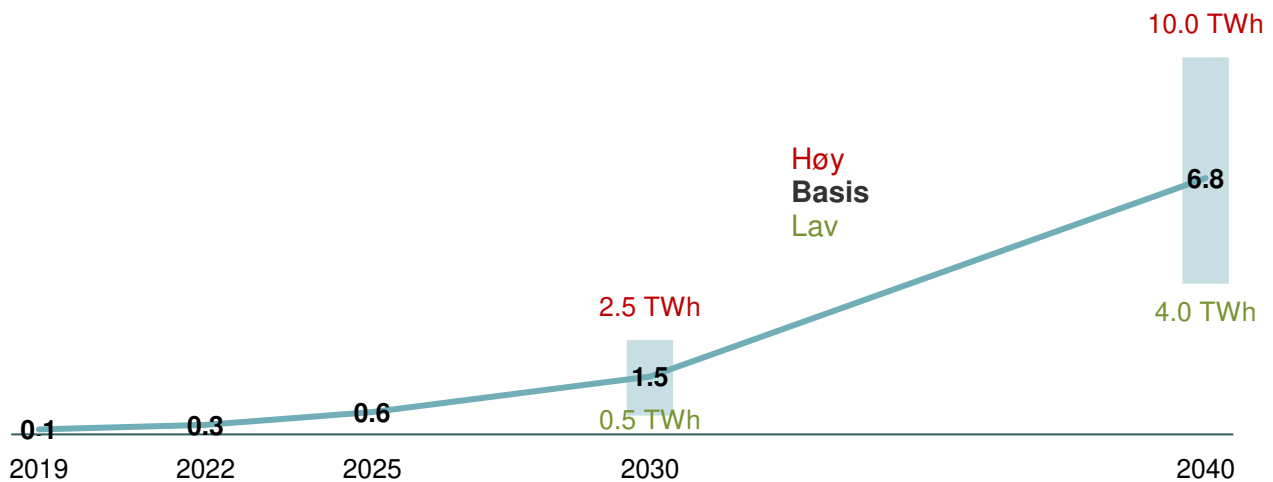
1	INNLEDNING.....	6
1.1	Solkraft blir en viktig energikilde i Norge .....	7
1.2	Solkraftbransjen består av langt mer enn utbygging og drift i Norge .....	8
2	METODEBESKRIVELSE .....	9
2.1	Ringvirkningsanalyse - metodebeskrivelse .....	10
2.1.1	<i>Ringvirkningsanalyser estimerer effekten av en økonomisk aktivitet.....</i>	<i>10</i>
2.1.2	<i>Metode for ringvirkningsanalysen .....</i>	<i>11</i>
2.1.3	<i>Forbehold og usikkerhetsmomenter ved en ringvirkningsanalyse .....</i>	<i>12</i>
2.2	Beregning av verdiskaping i driftsfasen - metodebeskrivelse .....	12
2.2.1	<i>Brutto produksjonsverdi .....</i>	<i>12</i>
2.2.2	<i>Forbruk av innsatsfaktorer .....</i>	<i>13</i>
2.3	Eksterne virkninger .....	14
3	ANTAGELSER OG UNDERLAG FOR ANALYSEN .....	15
3.1	Oversikt over datakilder .....	16
3.2	NVE anslår 7 TWh solkraft i Norge i 2040.....	16
3.3	Anlegg på nærings- og industribygg utgjør brorparten av volumet .....	17
3.4	Solkraftkostnadene ventes halvert innen 2040.....	18
3.5	Kraftprisen ventes å ligge stabilt mot 2040, men preges av stor usikkerhet	20
3.6	Prisfaktor for solkraft faller mot 2040.....	21
3.7	Forbruk av innsatsfaktorer i driftsfasen .....	21
4	RESULTATER .....	22
4.1	Utbygging av solkraftanlegg gir 18 000 årsverk i Norge frem til 2040 .....	23
4.1.1	<i>36 milliarder til utbygging og drift av solkraft i Norge mot 2040 .....</i>	<i>23</i>
4.1.2	<i>Norske aktører tar over 40 prosent av det samlede markedet.....</i>	<i>23</i>
4.1.3	<i>Solkraftutbygging i Norge gir 18 000 årsverk frem mot 2040.....</i>	<i>25</i>
4.2	50 milliarder kroner i verdiskaping over levetiden for solkraftanleggene....	26
4.3	Eksterne virkninger av solkraft .....	27
5	AVSLUTTENDE KOMMENTARER.....	29
6	APPENDIKS .....	30
6.1	Fordeling kostnadssegment og næringsgruppe .....	30

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

I denne rapporten anslår vi verdiskaping og sysselsetting utbygging og drift av solkraftanlegg i Norge vil gi frem til 2040. Det er stor enighet om at solkraft vil vokse kraftig som energikilde i Norge framover. Usikkerheten er større når det gjelder hvor mye og hvor raskt. Få analyser har klart å forutse det kraftige kostnadsfallet for solkraft de siste ti årene, og det er også krevende å spå hvordan den teknologiske utviklingen vil se ut framover.

Vi har tatt utgangspunkt i NVE sin langsiktige kraftmarkedsprognose, som anslår mellom 4 og 10 TWh solkraftproduksjon i 2040 og et basisscenario på 7 TWh, hvor det meste av veksten skjer etter 2030. Et slikt volum representerer omkring 50 ganger solkraftproduksjon i Norge i 2020. NVE understreker at estimatene er usikre, og at høyere volumer kan tenkes dersom forholdene legges til rette for det. NVEs utviklingsbaner for solkraftproduksjon kan sees i Figur 1.

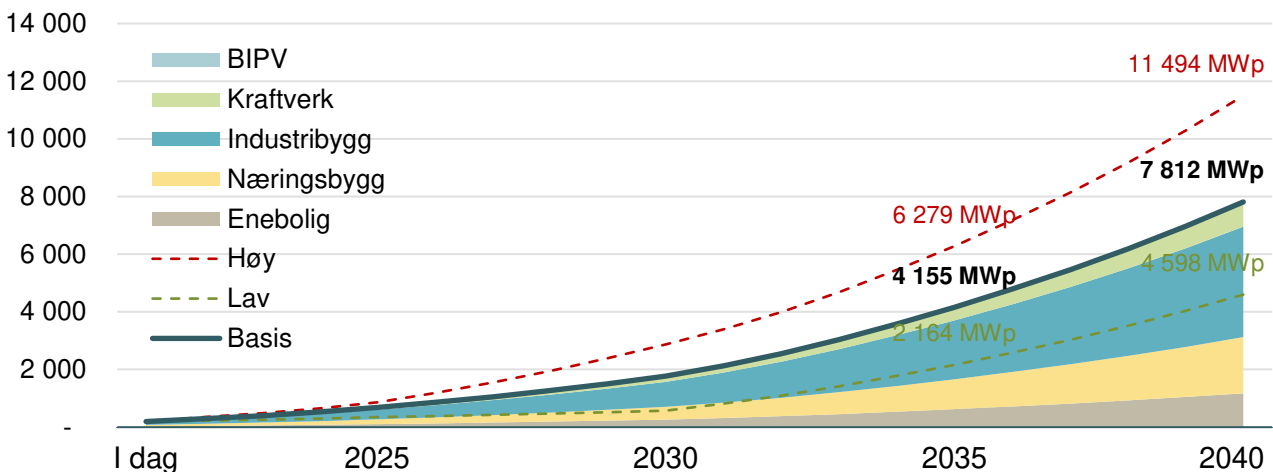
**Figur 1: NVEs framskrivning av utbygging av solkraft fram til 2040, produksjon**



Kilde: Figuren er gjengitt basert på tall fra NVE (2020, base) og NVE (2019, lav og høy)

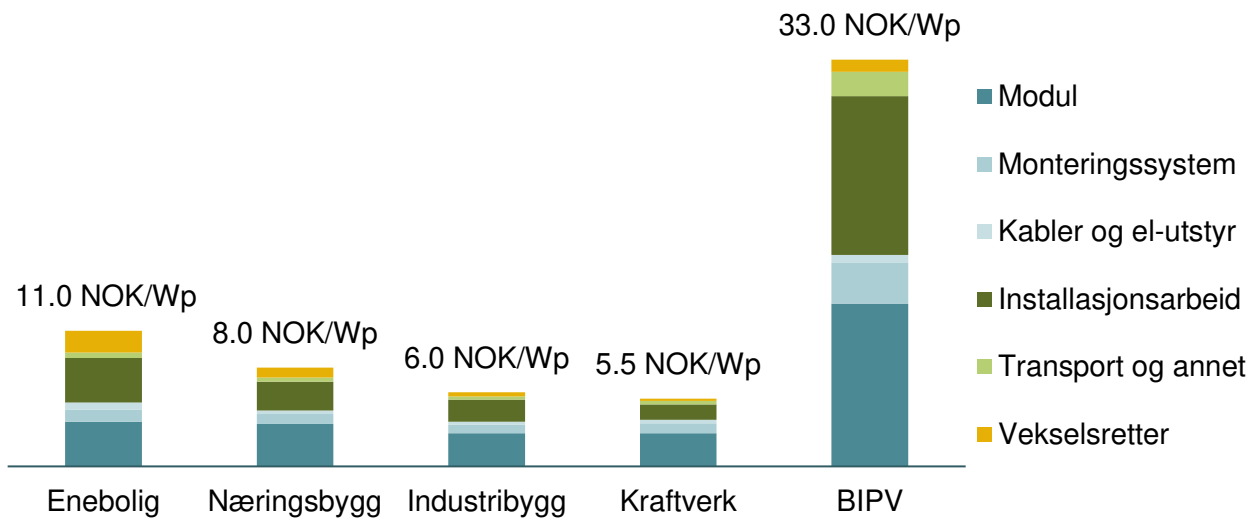
Et annet viktig spørsmål er hva slags anlegg som vil bygges frem til 2040. Mens det meste av norske solkraftanlegg frem til 2015 var lokalisert på hytter og andre steder uten nettilknytning, har en stor andel eneboliger og næringsbygg fått solkraftanlegg de siste 5-6 årene. Vi har lagt til grunn at brorparten av solkraften som kommer mot 2040 bygges på store industritak og næringsbygg. I tillegg ventes det også fortsatt vekst innen eneboligsegmentet, samt noe mindre volumer fra bakkemonterte og bygningsintegreerte anlegg. En oversikt over forventet utvikling pr. segment kan sees i Figur 2.

**Figur 2: Kumulativ utbygging av kapasitet, fordelt over anleggstyper, lav, basis og høy**



Et tredje sentralt spørsmål er hvordan teknologi og kostnader vil utvikle seg for de ulike solkraftsegmentene over tid. Både teknologi og marked for solkraft er langt fra ferdig utviklet, og det lar seg ikke gjøre å si med sikkerhet hvor mye, og innen hvilke komponenter kostnadene vil falle over tid. Antatt investeringskostnad pr. segment i dag er vist i Figur 3. Bygningsintegrerte anlegg (BIPV) skiller seg fra de andre ved at de både er en kilde til kraftproduksjon og samtidig erstatter alternative materialer til bruk i fasaden. For de øvrige segmentene faller kostnadene jo større anlegg det er snakk om, med takbaserte anlegg på enebolig i den dyre enden og bakkemonterte kraftverk i den andre. Modulene og installasjonsarbeidet er de to klart største kostnadspostene for samtlige segmenter.

**Figur 3: Kostnader for ulike anlegg, og sammensetningen av CAPEX<sup>1</sup>**

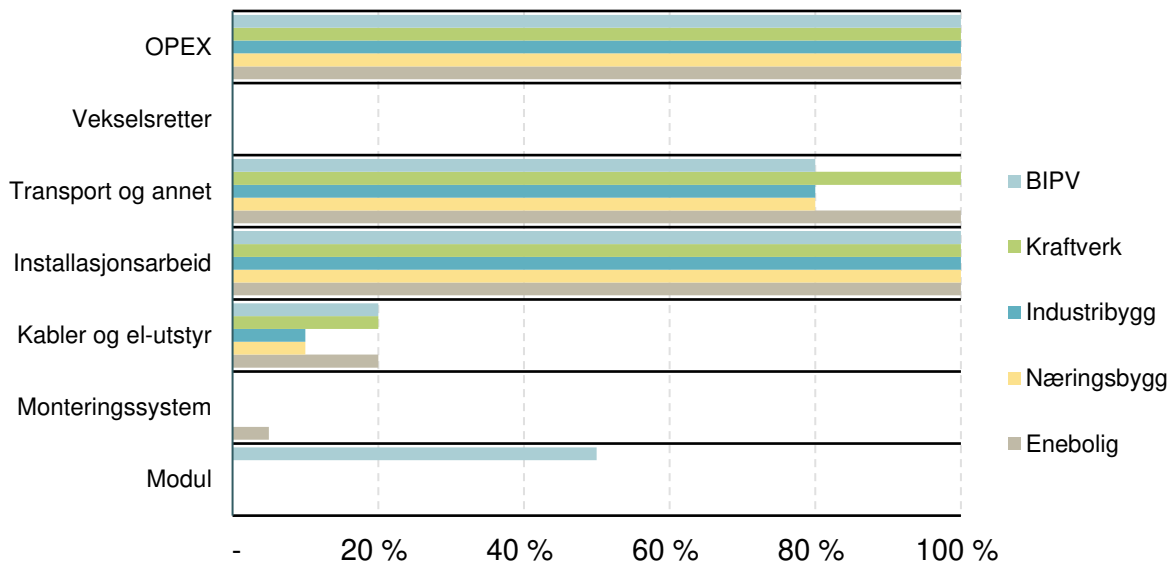


Kilde: Multiconsult (data) og THEMA (beregninger)

Drevet av teknologiutvikling, innovasjon og en langsiktig videre utvikling av den norske solkraftbransjen har vi lagt til grunn at investeringskostnadene faller med over 40 prosent innen 2030 og omkring 50 prosent innen 2040 fra dagens nivå.

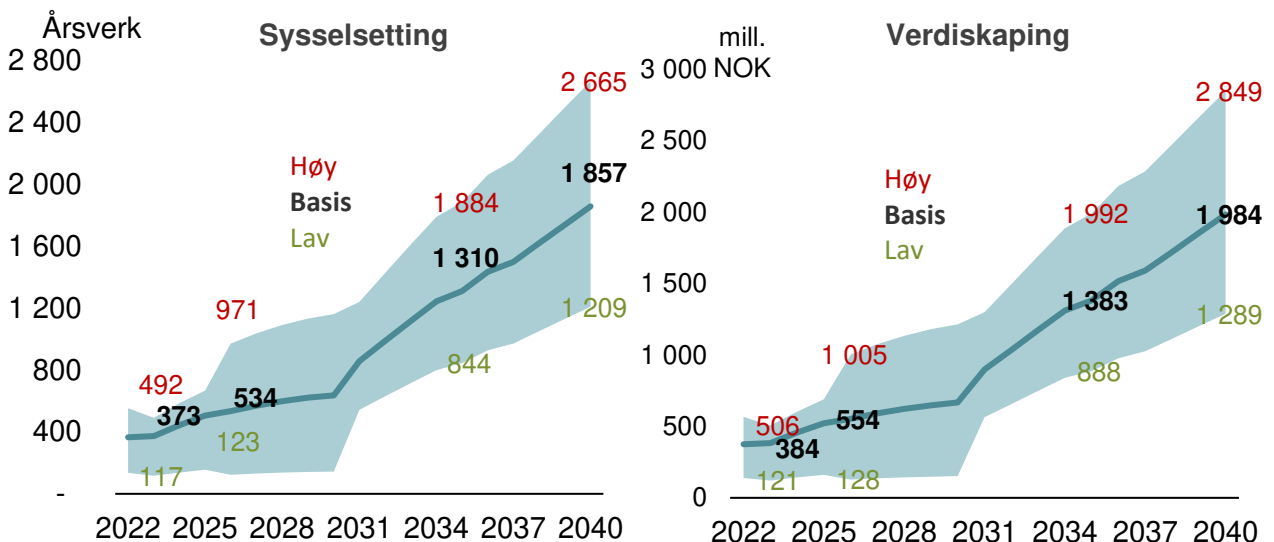
Samlet sett vil utbygging og drift av solkraftanlegg i Norge mot 2040 utløse kjøp av varer og tjenester på over 35 milliarder kroner. Den norske leverandørindustrien vil stå for det aller meste av planlegging, innkjøp, installasjonsarbeid og drift, mens vekselsrettere, moduler, monteringssystemer og elektrisk utstyr i all hovedsak blir importert fra utlandet, som vist i Figur 4. Det aller meste av norske leveranser vil være direkte bruk av arbeidskraft i forbindelse med planlegging, installasjon og drift, med begrensede kjøp av produkter og utstyr fra Norge. Av de totale vare- og tjenestekjøpene leveres omkring 40 prosent fra norske aktører, til en verdi på rundt 14 milliarder kroner.

<sup>1</sup> Kostnadene for BIPV er regnet om fra 5 000 NOK/m<sup>2</sup> med en antakelse om normal ytelse 150 W/m<sup>2</sup>

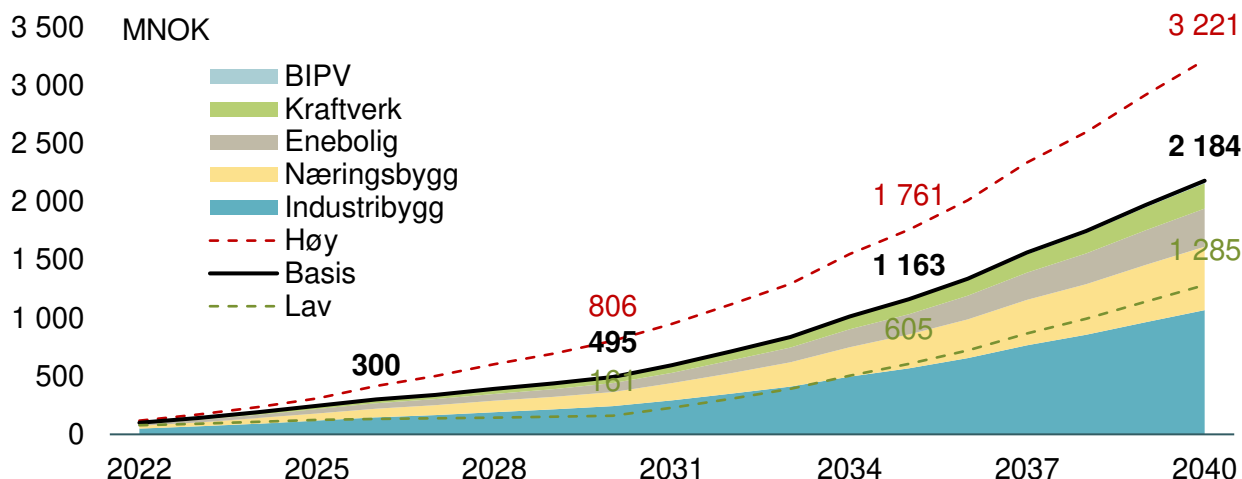
**Figur 4: Norske markedsandeler innenfor hvert kostnadssegment**

Kilde: Multiconsult (data) og THEMA (illustrasjon)

Over perioden frem til 2040 gir en utbygging i tråd med NVEs basisscenario på 7 TWh en samlet sysselsettingseffekt i Norge på over 18 000 årsverk og en verdiskaping på nær 20 mrd. kroner. Både verdiskapings- og sysselsettingseffektene tiltar over tid i takt med at utbyggingstakten og volum i drift øker. Den årlige verdiskapingen være i underkant av 2 milliarder kroner, mens den årlige sysselsettingseffekten ligger på oppunder 2 000 årsverk i Norge i 2040. Figur 5 viser årlige sysselsettings- og verdiskapingseffekter for lavt, basis og høyt scenario for utbygging fra NVE.

**Figur 5: Sysselsetting- og verdiskapingseffekter av utbyggingen og drift av solkraftanlegg i Norge fram mot 2040, lavt, høyt og basis**

Utover den sysselsettingen og verdiskapingen som skjer i Norge i forbindelse med utbygging og drift av anleggene, utgjør kraftproduksjonen den største kilden til verdiskaping. For å anslå fremtidige inntekter har vi lagt til grunn NVEs kraftprisframskrivninger og en priskoeffisient for solkraftanlegg basert på THEMA's modelleringer av det nordiske kraftmarkedet fram mot 2040. Figur 6 viser årlig verdiskaping fra solkraftanleggene fram mot 2040. Levetiden til de aller fleste anleggene vil strekke seg langt etter 2040. Hvis vi som en forenkling antar at den årlige verdiskapingen holder seg uendret fra 2040 til 2055, kommer den samlede aggregerte verdiskapingen gjennom perioden opp i omkring 50 milliarder kroner.

**Figur 6: Årlig verdiskaping fra ulike typer solkraftanlegg i driftsfasen fra i dag til 2040. MNOK**

Utbredelsen av distribuerte solkraftanlegg kan gi eksterne virkninger som ikke er fullt ut reflekteret i de prissatte virkningene som er beskrevet ovenfor. Solkraftanlegg bak målepunktet vil ha betydelige samspillseffekter med andre fremvoksende teknologier som lokal lagring (f.eks. med batterier), smarte styringssystemer og ladeløsninger for elbiler. Klarer man å utvikle systemer og reguleringer som sikrer at distribuerte solkraftanlegg kan redusere topplasten i nettet, vil man på sikt kunne tenke seg et redusert behov for nettinvesteringer. På kort sikt vil samtidig store mengder distribuert produksjon også by på utfordringer i distribusjonsnettet.

Det ligger i sakens natur at det er beheftet stor usikkerhet når det gjelder omfanget av solkraftutbyggingen i Norge over de neste 20 årene, fordelingen på ulike solkraftsegmenter, hvordan teknologi og kostnader vil utvikle seg, samt hvordan leverandørindustrien for solkraft i Norge vil se ut på sikt. Vi legger til grunn at våre anslag bygger på forventningsrette forutsetninger om de ulike størrelsene som inngår i analysen, som innebærer at utfallene kan gi både høyere og lavere verdier enn de vi har benyttet som underlag i denne rapporten.

Vår analyse omfatter bare virkningene av investeringer i solkraftproduksjon i Norge. Veksten i det globale solkraftmarkedet får også betydning for den eksportrettede industrien i Norge. Vår analyse ser dermed bare på en del av den betydningen solkraftmarkedet kan få for Norge.



# INNLEDNING

*Bakgrunn og rammer for prosjektet*



## 1.1 Solkraft blir en viktig energikilde i Norge

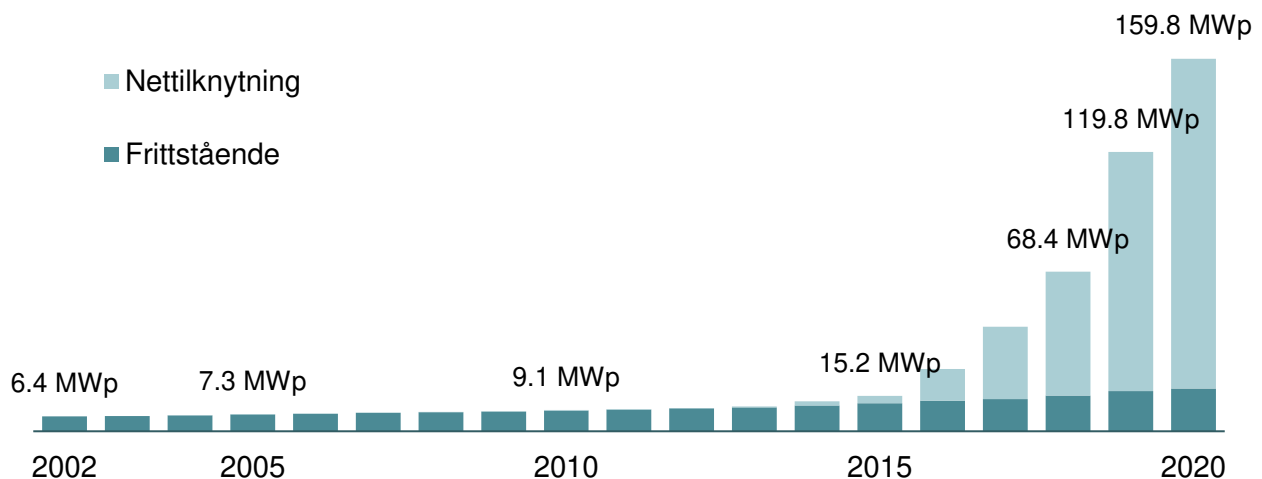
Ambisiøse mål om kutt i norske, europeiske og globale klimagassutslipp fordrer store mengder ny, fornybar kraft. Det trengs fornybar energi både for å erstatte dagens forbruk av fossile energikilder i kraftsektoren, men også for å dekke en økende etterspørsel etter kraft når flere deler av energisystemet elektrifiseres og nye, kraftintensive industrier som batterifabrikker, hydrogenproduksjon og datasentre bygges opp.

Solenergi er en av de raskest voksende energiteknologiene i verden. Et kraftig fall i kostnader takket være rask teknologisk utvikling og skalafordeler har bidratt til en økning i installert kapasitet fra rundt 40 GW i 2010 til over 700 GW i 2020.<sup>2</sup> I IEAs nye veikart mot netto null utslipp i 2050 er det antatt en utbyggingssats på nesten det samme volumet (630 GW) hvert år fra rundt 2030.<sup>3</sup>

Solenergi har naturlig nok særlig gode forutsetninger i områder med gode solforhold. I takt med at teknologien utvikles, kostnadene faller og kravene om å kutte klimagassutslipp skjerpes, har imidlertid solkraftens konkurransevne forbedret seg og tatt markedsandeler stadig lenger nord.

I Norge har utviklingen skutt fart de siste årene. I Figur 7 vises installert solkraftkapasitet i Norge fra 2004 til 2020. Lenge ble solkraft først og fremst brukt på hytter uten nettilknytning, og frem til rundt 2015 lå installert kapasitet på rundt 15 MWp. I de påfølgende fem årene har denne kapasiteten blitt doblet, til nær 160 MWp i 2020.

**Figur 7: Installert solkraft i Norge 2002-2020**



Kilde: Figur basert på tall fra NVE, Multiconsult, SSB, Elhub

Solenergi utgjør fortsatt en begrenset del av det norske kraftsystemet, som ved inngangen til 2021 hadde en samlet installert kapasitet på over 37 GW.<sup>4</sup> I årene som kommer, er det likevel ventet at solenergi kan bli en betydelig energikilde også i Norge.

De siste kraftmarkedsframskrivningene fra NVE anslår at en utbygging av nær 8 GW solkraft med en årsproduksjon på 7 TWh i Norge innen 2040 i sitt basisscenario.<sup>5</sup> Dette volumet tilsvarer syv ganger produksjonen fra den største vindkraftparken i Norge i dag.<sup>6</sup>

På oppdrag fra Solenergiklyngen, FME SUSOLTECH og Energi Norge har THEMA estimert hvilke sysselsettings- og verdiskapingseffekter en utbygging av solkraft i tråd med NVEs framskrivning kan gi i Norge frem mot 2040. I tillegg er verdiskapingen fra solkraftanleggene i drift estimert. Multiconsult

<sup>2</sup> Norsk Klimastiftelse (2021) – [Solenergi mot 2050](#)

<sup>3</sup> IEA (2021) – [Net Zero by 2050](#)

<sup>4</sup> Energifakta Norge (2021) - [Kraftproduksjon](#)

<sup>5</sup> NVE (2020) – [Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2020-2040](#)

<sup>6</sup> Fosenvind (2021) - [Fra utbygging til drift for Storheia, Norges største vindkraftverk](#)

har levert kostnadsdata for ulike solkraftanlegg, anslag på leveranser fra norske leverandører og verdifulle innspill i vurderinger og diskusjoner rundt nøkkelantagelser.

## 1.2 Solkraftbransjen består av langt mer enn utbygging og drift i Norge

Fokuset i denne rapporten er avgrenset til de sysselsettings- og verdiskapingseffektene som kan knyttes til utbygging og drift av solkraftanlegg i Norge. Disse aktivitetene omfatter en lang rekke selskaper som planlegger, koordinerer, installerer og drifter solkraftanlegg i Norge.

Samtidig representerer disse aktivitetene kun en del av den samlede norske solenergiindustrien. Norge har en stor eksportrettet solenergiindustri, både i form av industribedrifter som leverer utstyr og råvarer til solpanelproduksjon i utlandet (som REC Solar Norway, Norsun, Elkem og Norwegian Crystals) og norske selskaper som investerer i solkraftanlegg i utlandet (som Scatec og Statkraft). Ifølge en studie fra 2020, var omsetningen fra norske aktører i solenergiindustrien omkring tre ganger større i utlandet enn i Norge. Målt etter omsetning utgjorde solenergi det nest største utenlandsmarkedet innen fornybarbransjen (etter havvind) for norske aktører.<sup>7</sup>

De samlede økonomiske ringvirkningene av hele den norske solenergiindustrien, må derfor ventes å være større enn resultatene som er estimert i denne rapporten.



**THEMA**  
CONSULTING GROUP

**Multiconsult**

---

<sup>7</sup> Multiconsult (2020) - [Kartlegging av den norskbaserte fornybarbransjen i 2019](#)



## Metodebeskrivelse

*For å beregne de økonomiske ringvirkningene av utbygging og drift av solkraftanlegg i Norge, kombinerer vi data fra NVE, Multiconsult og THEMA og benytter dem i THEMA's ringvirkningsmodell for norsk økonomi. Solkraftanleggenes verdiskaping i driftsfasen estimeres ved å sammenstille årlig produksjonsvolum, framskrivninger av kraftpris og prisledder for solkraft samt nettkostnader for solkraft.*

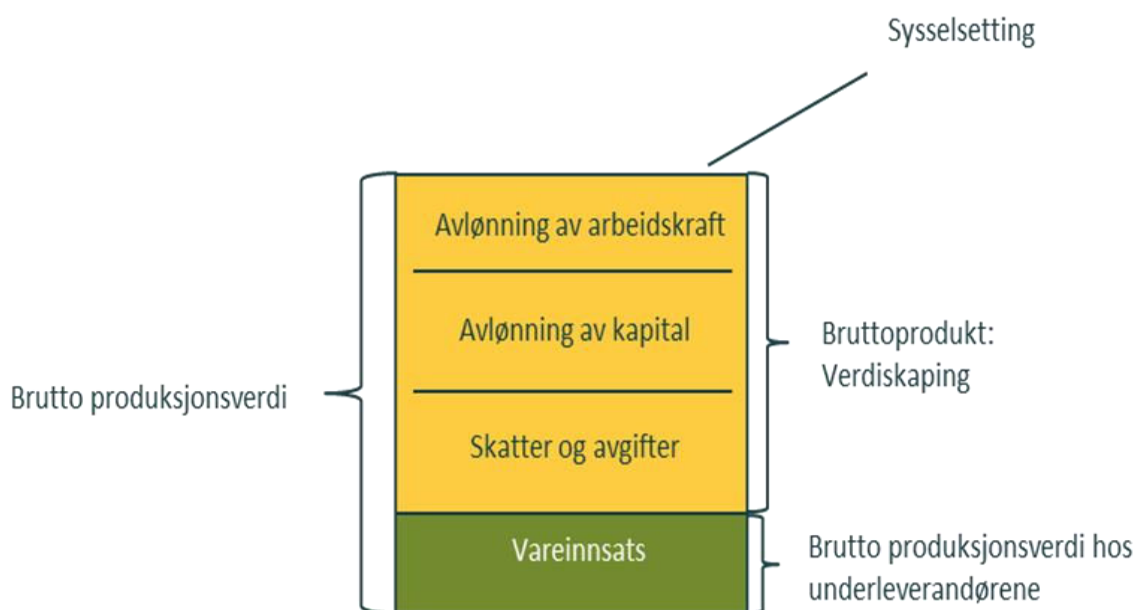
## 2.1 Ringvirkningsanalyse - metodebeskrivelse

### 2.1.1 Ringvirkningsanalyser estimerer effekten av en økonomisk aktivitet

En økonomisk ringvirkningsanalyse brukes til å estimere den samlede aktiviteten som forårsakes av en etterspørselsimpuls i økonomien. Impulsen kan for eksempel være en investering, eller kjøp av en vare eller en tjeneste. Den opprinnelige impulsen vil først skape økonomisk aktivitet i første ledd hos de aktørene som er direkte berørt av impulsen, som for eksempel bedriften som leverer varen eller tjenesten. Videre vil det skapes ytterligere økonomisk aktivitet lenger bak i leverandørkjeden, ved at underleverandører blir indirekte berørt av den opprinnelige impulsen via aktiviteten hos leverandørene. Den samlede aktiviteten skapt av denne impulsen måles som verdiskapingen og sysselsettingen som følger av den, og summen av disse vil omtales som de økonomiske ringvirkningene av impulsen.

Verdiskapingen måles som bruttoprodukt. Bruttoproductet defineres som differansen mellom brutto produksjonsverdi og verdien av vareinnsatsen som brukes for å produsere varene som selges. Bruttoproductet fordeles mellom kompensasjon av arbeidskraft (lønn, arbeidsgiveravgift, etc.) og kompensasjon av kapital (renter og avdrag, avkastning). Ofte skilles også andelen skatter og avgifter ut som en andel av verdiskapingen.<sup>8</sup> Vareinnsatsen som brukes for å produsere varene som selges hos næringen vil enkelt sagt tilsvare bruttoinntekten hos næringens underleverandør. Disse begrepene er illustrert i Figur 8.

**Figur 8: Illustrasjon av sammenhengen mellom bruttoprodukt, produksjonsverdi og vareinnsats**



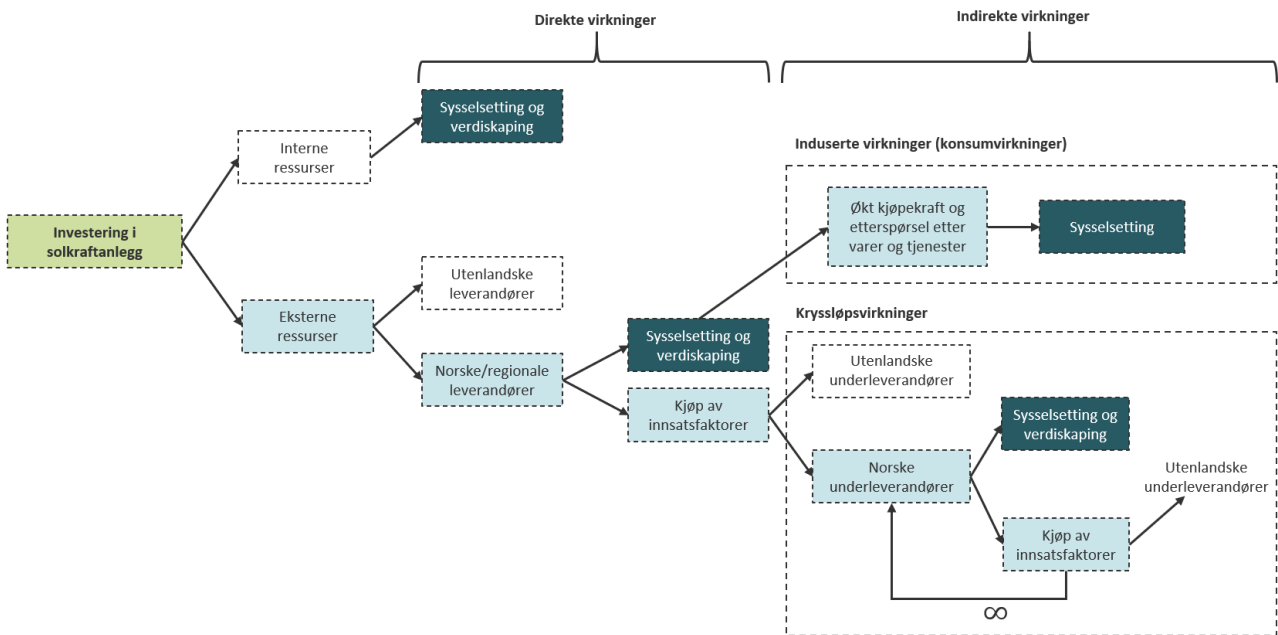
Overordnet inndeles effektene av den økonomiske aktiviteten inn i direkte og indirekte virkninger. Dette er illustrert i Figur 9. De direkte virkningene er verdiskaping- og sysselsettingseffektene som skjer hos aktøren som initierer prosjektet (interne ressurser) og prosjektets direkte leverandører (eksterne ressurser).

De indirekte virkningene består av kryssløpsvirkninger og konsumvirkninger. Kryssløpsvirkningene er verdiskapings- og sysselsettingseffektene hos underleverandørene til prosjektet, skapt av etterspørselen lengre opp i verdikjeden. Konsumvirkninger er en industert effekt, som skapes ved at lønnsutbetalinger knyttet til de direkte og indirekte sysselsettingseffektene i sin tur gir økt kjøpekraft

<sup>8</sup> Skatter og avgifter kan eventuelt også sees på som noe som pålegges arbeidskraftens og kapitalens andel av den samlede verdiskapingen.

og etterspørsel etter konsumvarer, og dermed økt økonomisk aktivitet og sysselsetting. Dette kan for eksempel gjelde for økt inntekt for leverandører, underleverandører eller kommunen (gjennom skatteinntekter).

**Figur 9: Skjematisk fremstilling av metoden for ringvirkningsanalysen**



### 2.1.2 Metode for ringvirkningsanalysen

THEMAs ringvirkningsmodell bygger på SSBs kryssløpstabeller.<sup>9</sup> Kryssløpstabellene gir en oversikt over produktstrømmene i økonomien og hvordan ulike sektorer påvirker hverandre. Sektorene som er inkludert i tabellene er fordelt på 65 næringskoder. Tabellene danner en kryssløpsmatrise, hvor det for hver kombinasjon av to næringskoder vil dannes en kryssløpsmultiplikator. Kryssløpsmultiplikatoren representerer produktstrømmen mellom de to næringene, og ved å bruke den kan vi beregne verdiskapingen som skjer på grunn av denne produktstrømmen.

Man kan i teorien kjøre modellen uendelig antall ganger, for å studere ringvirkningene bakover i leverandørkjeden. Virkningene blir stadig mindre utover i kjeden, og er som regel neglisjerbare etter 5-10 iterasjoner. Verdiskapingseffektene i analysen oppgis i kroner, og sysselsettingseffektene i antall årsverk (fulltidsekvivalenter).

Effektene oppgis entes som totalsummen av de direkte og indirekte effektene, eller så inndeles effektene i direkte, indirekte (kryssløpsvirkningene) og induserte effekter (konsumvirkningene). Konsumvirkningene er i denne rapporten beregnet basert på et antatt fast forholdstall mellom lønnsutbetalinger og innenlands konsum av varer og tjenester i Norge, og mellom konsum av varer og tjenester og sysselsetting.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> SSB (2020) ESA Questionnaire 1850 Symmetric input-output table for domestic production (industry\*industry). 2018.

<sup>10</sup> Vi har benyttet samme forutsetninger som i Vista Analyse (2020) – Ringvirkninger av fornybarnæringen. Der er det lagt til grunn en sparerate på 7%, 100% innenlands konsum og et forholdstall mellom sysselsetting og konsum på 0,32 sysselsatte pr. millioner kroner i omsetning. I tillegg er det lagt til grunn antakelser om årlig timesverksproduktivitet på 1,3 prosent for de indirekte og induserte sysselsettingseffekten i tråd med framskrivningene i Perspektivmeldingen 2021. For de direkte virkningene antar vi at denne produktivitetsøkningen er reflektert i de antatte kostnadsreduksjonene for solkraftanlegg.

For å bruke kryssløpstabellene må de aktuelle kostnadssegmentene kategoriseres i henhold til SSBs næringskodeinndeling. Fordelingene mellom kostnadssegment og næringsgruppe som er lagt til grunn for denne analysen er gjengitt i appendiks 6.1.<sup>11</sup>

### 2.1.3 Forbehold og usikkerhetsmomenter ved en ringvirkningsanalyse

Når man vurderer resultatene av ringvirkningsanalyser er det viktig å ha i mente at innsatsfaktorene (kapital og arbeidskraft) kan ha alternative anvendelser. For alle de næringene som blir berørt av den økte økonomiske aktiviteten fra prosjektet vi her studerer, kan det være andre kilder til etterspørsel som også kan gi dem økt aktivitet. Anslagene på verdiskaping- og sysselsettingseffektene er med andre ord bruttoeffekter. Nettoeffekten vil avhenge av den alternative bruken av innsatsfaktorene, og vil for eksempel typisk være større i en økonomi med høy arbeidsledighet enn i en økonomi der alle allerede er sysselsatt.

Kryssløpskoeffisientene vil i beregningene antas konstante og uavhengig av størrelsen på investeringene. En slik analyse vil derfor ikke kunne beskrive marginale endringer i etterspørselen mellom næringene. I tillegg følger det at koeffisientene er de samme for alle år i analysen. Videre har vi her fordelt de ulike kostnadskomponentene i henhold til de 65 næringene som brukes i SSBs kryssløpstabeller. I praksis vil det kunne være variasjon av betydning også innad i de 65 næringene, noe vi ikke fanger opp med denne tilnærmingen.

Det er en rekke forbehold og antakelser som må tas for å kunne beregne de økonomiske ringvirkningene, og det er dermed nødvendigvis knyttet usikkerhet til resultatene. Resultatene er likevel nyttige for å si fortelle noe om størrelsesordenen på investeringer, verdiskaping og sysselsetting av investeringer eller næringer.

## 2.2 Beregning av verdiskaping i driftsfasen - metodebeskrivelse

I tillegg til å estimere de økonomiske ringvirkningene knyttet til utbygging og drift av solenergi i Norge, anslår vi bidraget fra solkraftproduksjon til nasjonal verdiskaping i perioden frem til 2040. Verdiskaping er definert som bruttoprodukt. Bruttoproductet estimeres som differansen mellom brutto produksjonsverdi og vareinnsats.<sup>12</sup> Antagelsene som er brukt for å estimere disse to parameterne for solkraftproduksjon er beskrevet nedenfor.

### 2.2.1 Brutto produksjonsverdi

Som et anslag på brutto produksjonsverdi for solkraftanleggene bruker vi kraftprisen i de timene solkraftverkene produserer. Kraftprisen varierer time for time over året basert på forbruk og etterspørsel. Ulike kraftproduksjonsteknologier vil oppnå ulike, gjennomsnittlige kraftpriser gjennom året fordi de produserer på ulike tidspunkt. I praksis vil oppnådd kraftpris kunne variere ganske mye mellom solkraftanlegg basert på plassering, utforming og tekniske løsninger.

Ideelt sett skulle vi derfor hatt en oversikt over produksjonsprofil og lokalisering for solkraftanleggene som skal bygges ut mot 2040. I fravær av disse dataene benytter vi en forenklet tilnærming hvor vi tar utgangspunkt i framskrivningen av den norske systemprisen og en prisfaktor<sup>13</sup> for solkraftproduksjon pr. år frem til 2040. Siden vi i denne analysen ser på en stor og sammensatt

<sup>11</sup> Kostnadskomponenten «Installasjonsarbeid» er av Multiconsult oppgitt til å utgjøre omtrent kun arbeidskraftkostnader, mens alt av utstyrsleveranser og øvrige tjenester er dekket i de andre kostnadspostene. For å sikre at dette reflekteres i ringvirkningsanalysen har vi derfor tilpasset nøkkeltallene for arbeidskraftkostnader, kjøp av innsatsfaktorer og verdiskaping som andel av omsetning for næringskoden «Repair and installation services of machinery and equipment» til å reflektere dette. Det gir en høyere direkte sysselsetting og en lavere indirekte verdiskaping og sysselsetting i andre næringer som resultat.

<sup>12</sup> Se forklaring av begrepene i kapittel 2.1.1

<sup>13</sup> En prisfaktor er et prosenttall som sier noe om hvor stor andel av den gjennomsnittlige kraftprisen over året et gitt kraftverk eller en gitt teknologi typisk kan ventes å oppnå. Generelt vil man anta at kraftverk som har stor grad av fleksibilitet (starte/stoppe produksjonen) oppnår en prisfaktor over 100%, mens kraftverk som har lav fleksibilitet (typisk sol-, vind- og elvekraft) har en prisfaktor under 100%.

mengde solkraftanlegg har vi som en forenkling lagt til grunn én prisfaktor for totaliteten, basert på estimater fra THEMA's modellapparat.<sup>14</sup>

I tillegg til verdien av kraften som produseres, har vi lagt til grunn at solkraftproduksjon har en positiv innvirkning på nettapet i kraftsystemet.<sup>15</sup> Vi har imidlertid ikke funnet et godt statistisk grunnlag for å vurdere hvordan distribuert solkraftproduksjon innvirker på nettapet, så dette er en antagelse preget av usikkerhet. Når vi likevel velger å legge til grunn et negativt nettap, skyldes det to forhold:

- At distribuert solkraft i stor grad brukes lokalt (enten bak målepunktet eller hos andre forbrukere nær produksjonspunktet) og dermed reduserer transportbehovet for kraft
- En antagelse om at brorparten av takbaserte solkraftanlegg bygges ut i befolkningstette områder og i sør hvor det sjelden er kraftoverskudd.

Det gjennomsnittlige tapet i det norske kraftnettet har ligget på rundt 8 prosent<sup>16</sup>, men med store lokale variasjoner. Gitt vår antagelser om plasseringen av solkraftanleggene og tapssituasjonen i disse områdene, legger vi derfor til grunn at solkraftproduksjonen oppnår et negativt tapsledd på 8 prosent i gjennomsnitt fram til 2040.

Brutto salgsverdi pr. kWh er derfor anslått som systempris i Norge multiplisert med en prisfaktor i tillegg til verdien av det negative marginaltapet i innmatingstariffen. Det er viktig å bemerke at en stor del av strømmen som produseres fra solkraftanlegg, både i dag og fremover, forbrukes lokalt (bak målepunktet). Med dagens avgifts- og nettleieregime vil den privatøkonomiske verdien av den strømmen som brukes lokalt, være større enn kraftprisen alene, fordi anleggseieren også får reduserte avgifter og nettleie.

Fra et privatøkonomisk perspektiv er derfor verdien av produksjonen høyere enn kraftprisen i den aktuelle timen alene. Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er bildet mer uklart. Den reduserte nettleien for en boligeier med solceller på taket speiles ikke av reduserte nettkostnader og må derfor kompenseres for eksempel ved at andre netteiere må betale mer. Vi har derfor ikke lagt til grunn at denne privatøkonomiske verdien inngår som en del av verdiskapingen fra solkraftanleggene i drift.<sup>17</sup>

## 2.2.2 Forbruk av innsatsfaktorer

Det er begrenset vareinnsats i driftsfasen for solkraftanlegg.<sup>18</sup> Brorparten av driftskostnadene knytter seg til fysisk eller desentral overvåking av anleggene og vil i hovedsak bestå av lønnskostnader.<sup>19</sup>

Et unntak er bruk av kraftnettet. Mange av solkraftanleggene i Norge installeres bak strømmåler i privatboliger og næringsbygg. Deler av produksjonen brukes lokalt og deler eksporteres ut på strømmettet. For den delen av produksjonen som benyttes lokalt, har vi lagt til grunn null nettkostnader i beregningen av verdiskapingen. For den delen av produksjonen som eksporteres for salg gjennom strømmettet, har vi lagt til grunn en innmatingstariff tilsvarende den som betales av andre kraftprodusenter i Norge. Innmatingstariffen<sup>20</sup> består av to ledd:

- *Energileddet*: Som beskrevet overfor (kapittel 2.2.1), har vi lagt til grunn et negativt tapsledd i snitt for solkraftproduksjonen. Det er derfor ikke antatt å utgjøre en vareinnsats i denne sammenhengen.

<sup>14</sup> THEMA (2021) Nordic Power Market Forecast. Feb. 2021.

<sup>15</sup> Kraftprodusenter pålegges et energiledd i innmatingstariffen som er ment å reflektere virkningen på nettapet i kraftverkets område av at produksjonen økes. Marginaltapet vil variere kraftig fra område til område og kan også være negativ, dvs. at et kraftverk får betalt for å produsere i timer hvor dette har en fordelaktig effekt på produksjonen.

<sup>16</sup> [OED \(2010\) - Vi bygger Norge – om utbygging av strømmettet](#)

<sup>17</sup> Denne situasjonen kan naturligvis endre seg over tid, særlig dersom man kombinerer lokal lagring eller etterspørselsfleksibilitet med lokal solkraftproduksjon. I slike tilfeller vil man trolig på sikt kunne oppnå reelle reduksjoner i nettkostnadene.

<sup>18</sup> Multiconsult

<sup>19</sup> Lønnskostnader inngår som en del av verdiskapingen og vi har derfor ikke trukket den fra som en vareinnsats i beregning av bruttoproduktet.

<sup>20</sup> NVE (2021) - [Innmatingstariffer](#)

- *Andre tariffledd:* Alle kraftprodusenter i Norge som er tilknyttet kraftnettet betaler en fast innmatingstariff på 1,35 øre/kWh. 0,15 øre/kWh dekker systemdriftskostnader<sup>21</sup>, mens de gjenstående 1,2 øre/kWh representerer tillatt tak for innmatingstariff fastsatt av EU for Norden.<sup>22</sup> Dette tariffleddet pålegges all produksjonen som eksporteres gjennom nettet.

Et viktig spørsmål angår hvor stor andel av produksjonen fra distribuerte norske solkraftanlegg som benyttes lokalt og hvor mye som eksporteres gjennom nettet. Vi har ikke funnet noen god statistikk på andelen av distribuert solkraftproduksjon som forbrukes lokalt for Norge og må derfor bruke et estimat som antagelse i denne studien.

Solkraftanleggets størrelse sammenlignet med lokalt forbruk er viktig for hvor stor del av produksjonen som eksporteres. En studie fra 2014 anslår at for «[...] a PV system producing 1/3 of the total annual electricity consumption, the self-consumption may reach 60-90% of the PV electricity while for a PV system producing the same annual energy as the consumption, the self-consumption is reduced to 20-40%.».<sup>23</sup>

En tysk studie<sup>24</sup> anslår at rundt 30 prosent av distribuert solkraftproduksjon i private hjem ble brukt lokalt. Samtidig er det grunn til å tro at det tyske og norske solkraftmarkedet er svært ulike. Blant annet har de tyske feed-in-tariffene, som gir støtte pr. kWh produsert, vært en driver for å bygge ut store anlegg sett i forhold til lokalt forbruk. Rammebetingelsene for solkraft i Norge gir sterke incentiver til å bruke mest mulig av produksjonen lokalt, så for norske prosjekter dimensjoneres solkraftanleggene i langt større grad etter lokalt forbruk. Det er derfor grunn til å anta at bruksandelen er høyere enn i det tyske markedet.

Multiconsult erfarer at solkraftanlegg i Norge gjerne dimensjoneres for opptil 70-90 prosent egenproduksjon. Særlig for anlegg på nærings- og industribygg, som har en forbruksprofil godt tilpasset produksjonsprofilen for solkraft, er den lokale bruksandelen høy. I mangel av en god, nasjonal statistikk har vi lagt til grunn et anslag for bruksandelen på 45 prosent for eneboliger og 60 prosent for nærings- og industribygg.<sup>25</sup> Unntaket er de bakkemonterte kraftverkene, hvor hele produksjonen antas eksportert gjennom nettet.

## 2.3 Eksterne virkninger

I tillegg til de direkte og indirekte sysselsettings- og verdiskapingseffektene, vil solkraftanlegg også kunne ha eksterne virkninger. De eksterne virkningene er positive eller negative effekter som ikke fanges opp i ringvirknings- eller verdiskapingsberegningene beskrevet ovenfor. Eksempler på slike positive eksterne virkninger kan være innovasjonseffekter, klyngeeffekter eller nettverkseffekter.

<sup>21</sup> Statnett – [Tariffhefte 2021](#)

<sup>22</sup> [EC 838/2010](#)

<sup>23</sup> Huld, Ruf og Heilscher (2014) - [Self-Consumption of Electricity by Households.](#)

<sup>24</sup> Anslagene er basert på estimater fra [REC Group](#)

<sup>25</sup> Usikkerheten i disse anslagene øker ved at vi her anslår den lokale forbruksandelen for anlegg som vil bygges frem til 2040. Mange forhold, deriblant utbredelsen av lokale lagringsløsninger og fleksibelt forbruk, vil ha betydning for andelen som brukes lokalt på sikt.





## Antagelser og underlag for analysen

*NVE anslår opptil 10 TWh solkraftproduksjon i Norge innen 2040, med et basisscenario på 7 TWh. Takbaserte anlegg for nærings- og industribygg utgjør brorparten av anleggene, men eneboliger vil også være et viktig marked og en mindre andel bakkemonterte kraftverk er også ventet på sikt. Kostnadene er ventet å falle kraftig over de neste 20 årene. NVEs kraftprisframskrivning viser en nokså stabil utvikling fram til 2040, mens prislefaktoren for solkraft er ventet å synke noe over tid.*

### 3.1 Oversikt over datakilder

I dette kapittelet gis en oversikt over dataunderlaget som er benyttet i beregninger av ringvirkninger av solkraftutbygginger og verdiskaping av solkraft i driftsfasen. Under ligger en oversikt over dataunderlaget og de sentrale kildene vi benytter:

- **Utbygningsrater for solkraft:** NVEs basisscenario for framskrivninger av solkraftvolum mot 2040 er lagt til grunn.
- **Kostnader:** Multiconsult har satt sammen en oversikt over kostnader for ulike deler av en solkraftinvestering, samt et anslag på kostnadsutvikling over tid for ulike typer solkraftanlegg.
- **Sammensetning av ulike typer solkraftanlegg:** NVEs framskrivning med enkelte justeringer fra THEMA etter innspill fra Multiconsult.
- **Kraftpris:** NVEs kraftprisframskrivning mot 2040 er benyttet
- **Prisfaktor:** Hentet fra THEMAs modellapparat for det norske kraftmarkedet.<sup>26</sup>

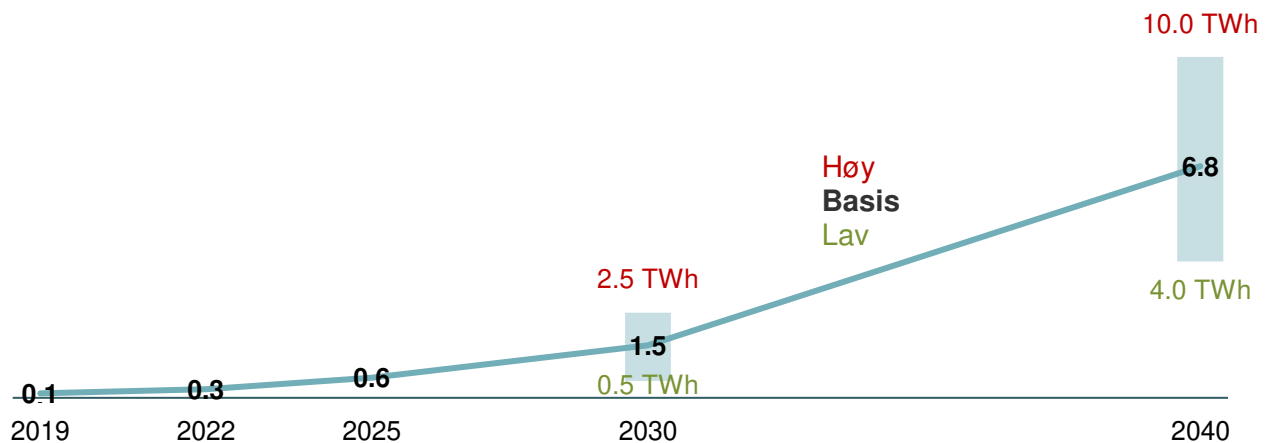
### 3.2 NVE anslår 7 TWh solkraft i Norge i 2040

I sin siste kraftmarkedsframskrivning anslår NVE i sitt basisscenario<sup>27</sup> en solkraftutbygging i Norge på nær 8 GW med en årsproduksjon på 7 TWh innen 2040. Dette volumet representerer 50 ganger dagens solkraftkapasitet i Norge. Til sammenligning er årsproduksjonen fra Norges største vindkraftpark – Storheia – på rundt 1 TWh.<sup>28</sup>

Rundt dette basisscenarioet tegner NVE opp et utfallsrom på mellom 4 og 10 TWh. Som en kommentar til anslagene understreker NVE at kraftmarkedsanalysen er ment å være konservativ, blant annet med bakgrunn i viktige uavklarte spørsmål som tilgang til arealer og kannibaliseringseffekter.<sup>29</sup>

Hvordan NVEs framskriving utvikler seg fram mot 2040 er vist i Figur 10. Veksten er relativt beskjeden i første halvdel av perioden og i 2030 variere kapasiteten mellom lavt og høyt scenario fra 500 til 2 500 GWh. Utover 2030-tallet tiltar veksten kraftig, noe som gjør at det meste av solkraften bygges ut i andre halvdel av perioden. I våre beregninger har vi lagt til grunn en lineær utvikling mellom NVEs anslag for enkeltår over perioden.

**Figur 10: NVEs framskriving av utbygging av solkraft fram til 2040, produksjon**



Kilde: Figuren er gjengitt basert på tall fra NVE (2020, base) og NVE (2019, lav og høy)

<sup>26</sup> THEMA (2021) *Nordic Power Market Forecast*. Spring Edition 2021

<sup>27</sup> NVE (2020) *Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2020-2040*; NVE (2019) *Kraftproduksjon i Norden til 2040. Analyse og framskriving*. Rapport 2019:43

<sup>28</sup> Fosenvind (2021) - [Fra utbygging til drift for Storheia, Norges største vindkraftverk](#)

<sup>29</sup> Norsk Klimastiftelse (2021) – [Solenergi mot 2050](#)

### 3.3 Anlegg på nærings- og industribygg utgjør brorparten av volumet

Det finnes en rekke ulike typer solkraftanlegg som kan skille seg vesentlig fra hverandre med hensyn til kostnadsnivå, kostnadssammensetning og produksjonsnivå. I denne analysen har vi fordelt solkraftvolumene på fem segmenter:

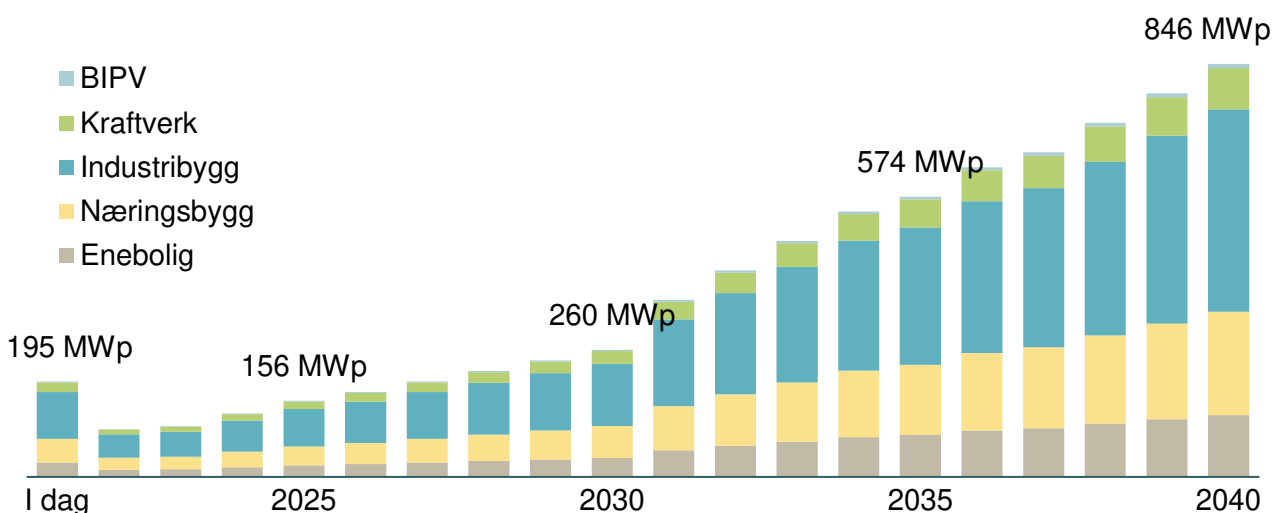
- Takmonterte anlegg på enebolig
- Takmonterte anlegg på næringsbygg
- Takmonterte anlegg på industribygg
- Bakkemonterte anlegg (kraftverk)
- Bygningsintegreerte anlegg (BIPV<sup>30</sup>)

Fordelingen av solkraftvolumene på de ulike segmentene er i hovedsak basert på NVEs framskrivninger. NVE anslår at 700 GWh i 2040 vil dekkes av bakkemonterte kraftverk mens den resterende produksjonen kommer fra takbaserte anlegg på eneboliger og industri-/næringsbygg. NVE understreker at fordelingen av produksjonen mellom ulike anleggstyper er usikker og at det ikke har vært et sentralt moment i deres framskrivning.

Vi legger til grunn at det meste av solkraften bygges ut på industri- eller næringsbygg, i tillegg til en mindre andel takbaserte anlegg på eneboliger og bakkemonterte kraftverk. Vi har i tillegg antatt at en begrenset andel av volumet for næringsbygg utgjøres av BIPV.

Figur 11 viser fordelingene av de ulike anleggstypene for hvert år og den årlige utbyggingstakten som er lagt til grunn i basisscenarioet. Utbyggingstakten øker gradvis fra rundt 150 MWp årlig i 2025 opp til 500 MWp i 2035 og 850 MWp i 2040. Med denne utbyggingen vil det i 2040 være en total produksjonskapasitet på nær 8 GWp som til sammen vil gi en årlig produksjon på rundt 7 TWh.<sup>31</sup>

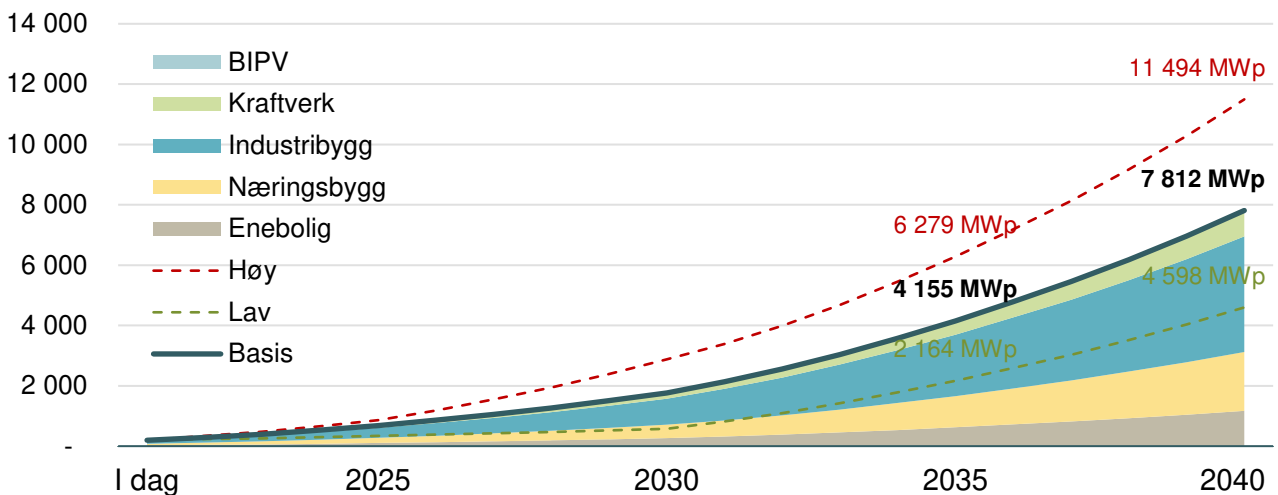
**Figur 11: Årlig utbygging av kapasitet, fordelt over anleggstyper, basisscenario**



Figur 12 viser kumulativ utbygd kapasitet for de ulike solkraftsegmentene fram mot 2040 gitt den årlige utbyggingstakten som vist i Figur 11. Figuren viser også utfallsrommet for total installert solkraftkapasitet for NVEs utfallsrom på 4-10 TWh i 2040.

<sup>30</sup> Building-integrated photovoltaics, eller bygningsintegreerte solceller, er solceller som fungerer både som en del av bygningskroppen og som en kilde til lokal energiproduksjon.

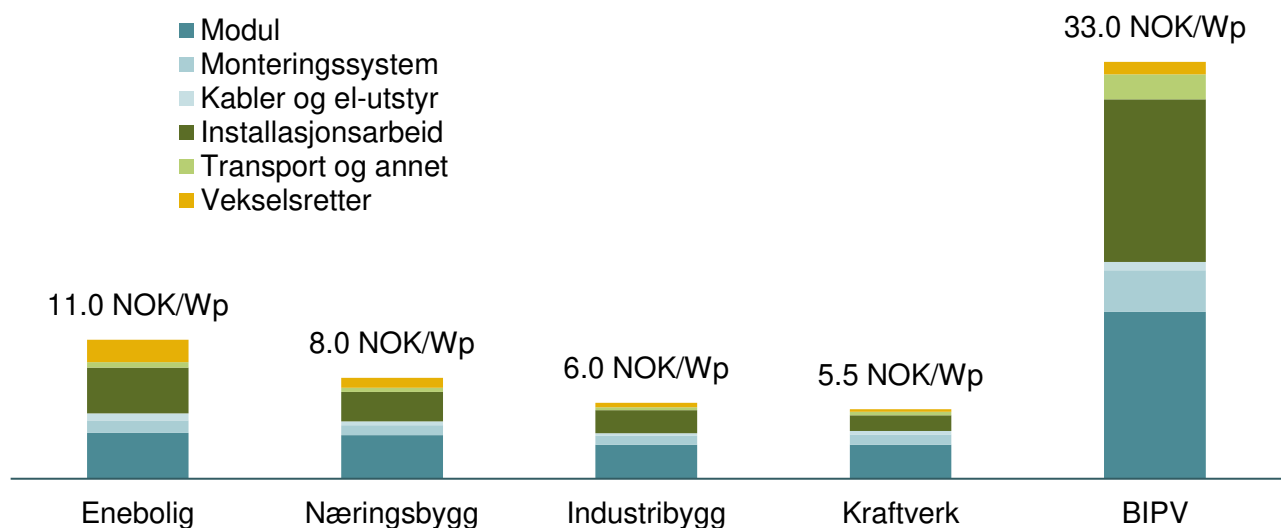
<sup>31</sup> Dette tilsvarer en spesifikk ytelse på 870 kWh per kWp. Spesifikk ytelse vil variere både gjennom året og avhengig av hvor anlegget er plassert i Norge. NVE anslår et årlig gjennomsnitt fra 670 kWh/kW i Tromsø til 1 040 kWh/kW i Kristiansand. Vi benytter i denne analysen et anslag et sted mellom disse.

**Figur 12: Kumulativ utbygging av kapasitet, fordelt over anleggstyper, lav, basis og høy**

### 3.4 Solkraftkostnadene ventes halvert innen 2040

Figur 13 viser anslag på investeringskostnadene for hvert av anleggene i dag, og hvordan kostnadene er fordelt på de ulike komponentene. Det er store forskjeller mellom de ulike typene solkraftanlegg. Bygningsintegreerte solkraftanlegg har lagt høyere kostnader enn de øvrige, noe som skyldes at solkraftanlegget i dette segmentet typisk krever spesialtilpasninger og fungerer som erstatning for øvrige byggematerialer.

For de øvrige segmentene faller kostnadene med økende størrelsen på anleggene. Eneboligsegmentet er dyrest, med en investeringskostnad på 11 kroner/Wp, mens for næringsbygg og industribygg er kostnaden henholdsvis 30 og 45 prosent lavere. Bakkemonterte kraftverk er antatt å ligge noe lavere i kostnad enn anlegg på store industribygg. Målt pr. MWp installert effekt er dermed de samlede investeringene lavere jo større anleggene er.

**Figur 13: Kostnader for ulike anlegg, og sammensetningen av CAPEX<sup>32</sup>**

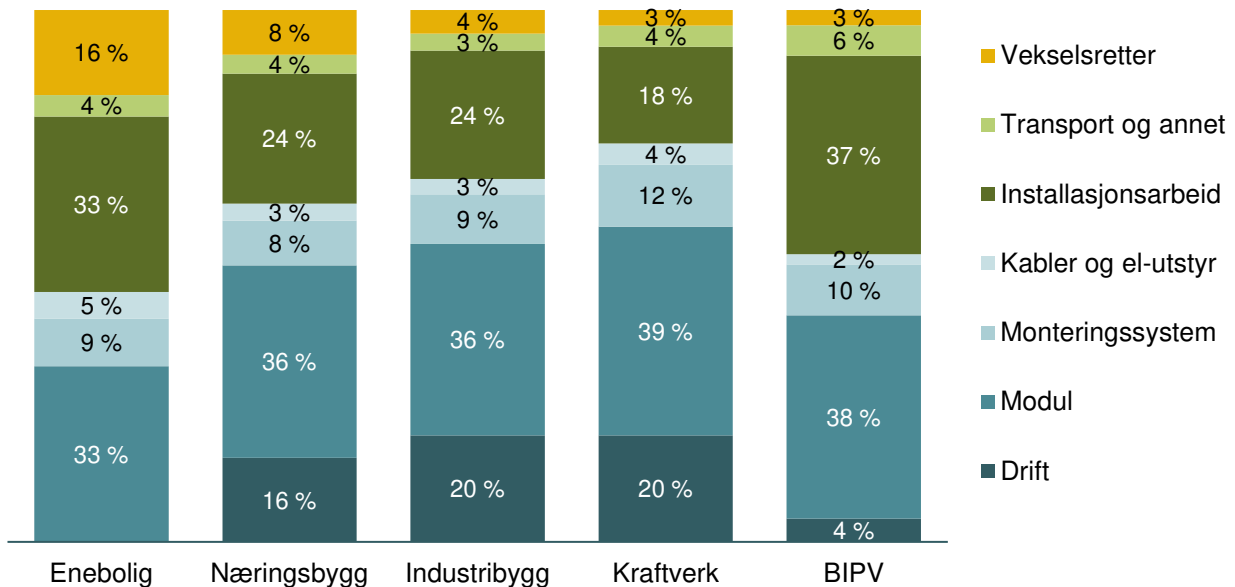
Kilde: Multiconsult (data) og THEMA (beregninger)

Figur 14 viser den prosentvise fordelingen av kostnader pr. solkraftsegment over levetiden, inkludert driftskostnader. Modulen utgjør den største kostnadskomponenten på tvers av segmentene på mellom 30-40 prosent av de samlede prosjektkostnadene. Deretter er installasjonsarbeidet den

<sup>32</sup> Kostnadene for BIPV er regnet om fra 5 000 NOK/m<sup>2</sup> med en antakelse om normal ytelse 150 W/m<sup>2</sup>

største kostnaden. Installasjonsarbeidet utgjør en langt lavere andel av total kostnaden for de store anleggene enn for enebolig- og BIPV-segmentene.

**Figur 14: Sammensetningen av totale kostnader over levetiden for ulike anlegg<sup>33</sup>**



Kilde: Multiconsult (data) og THEMA (beregninger)

I Figur 15 vises utviklingen i investeringskostnader fram mot 2040 som er lagt til grunn i analysen.<sup>34</sup> Fra utgangspunktet i 2020 ventes investeringskostnadene å falle med 42 prosent frem til 2030 og videre til 49 prosent i 2040. Til sammenligning legger NVE til grunn en kostnadsreduksjon på 50 prosent fra 2018 til 2035 i sine framskrivninger.<sup>35</sup>

Det er antatt at kostnadsreduksjonene fordeler seg likt på alle de ulike kostnadskomponentene, inklusiv de oppgavene som har et betydelig norsk innhold som installasjonsarbeid, transport og drift. Store effektiviseringsgevinster innen disse segmentene ventes drevet av innovative løsninger som for eksempel klikkbaserte moduler som kan redusere tiden som kreves til installasjon i betydelig grad. De nye løsningene kan ofte innebære mindre tidsbruk, men trolig også stille krav til økt kompetanse for dem som skal ta dem i bruk.

Usikkerheten i disse kostnadsframskrivningene er betydelig. Både teknologi og marked for solkraft er langt fra ferdig utviklet, og det lar seg ikke gjøre å si med sikkerhet hvor mye, hvor raskt og innen hvilke komponenter kostnadene vil falle over tid. Anslagene i denne studien er et forsøk på å finne forventningsrett estimat hvor det er omkring like stor sannsynlighet for at kostnadene faller mer som for at de faller mindre enn det som er lagt til grunn.

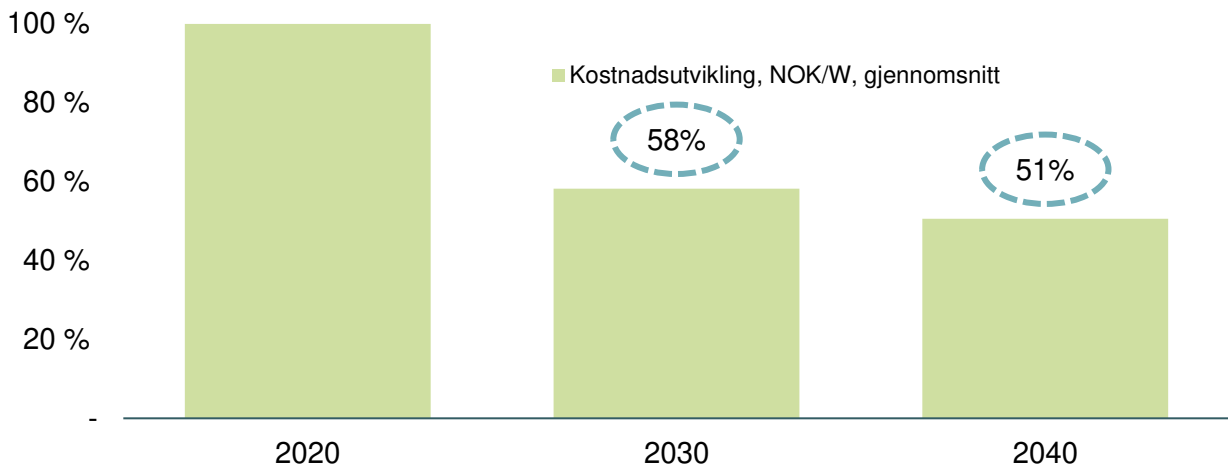
For å realisere slike kostnadsreduksjoner i Norge, vil en kombinasjon av teknologisk innovasjon og en målrettet og langsiktig utvikling av den norske solkraftbransjen være avgjørende.<sup>36</sup>

<sup>33</sup> I beregningen er det lagt til grunn en levetid på 25 år på anleggene

<sup>34</sup> Multiconsult basert på IEA (2021) *Net Zero by 2050. A RoadMap for the Global Energy Sector*. Annex B. Table B.1, omregnet med valutakurser fra Norges bank

<sup>35</sup> Etter intervju med NVE

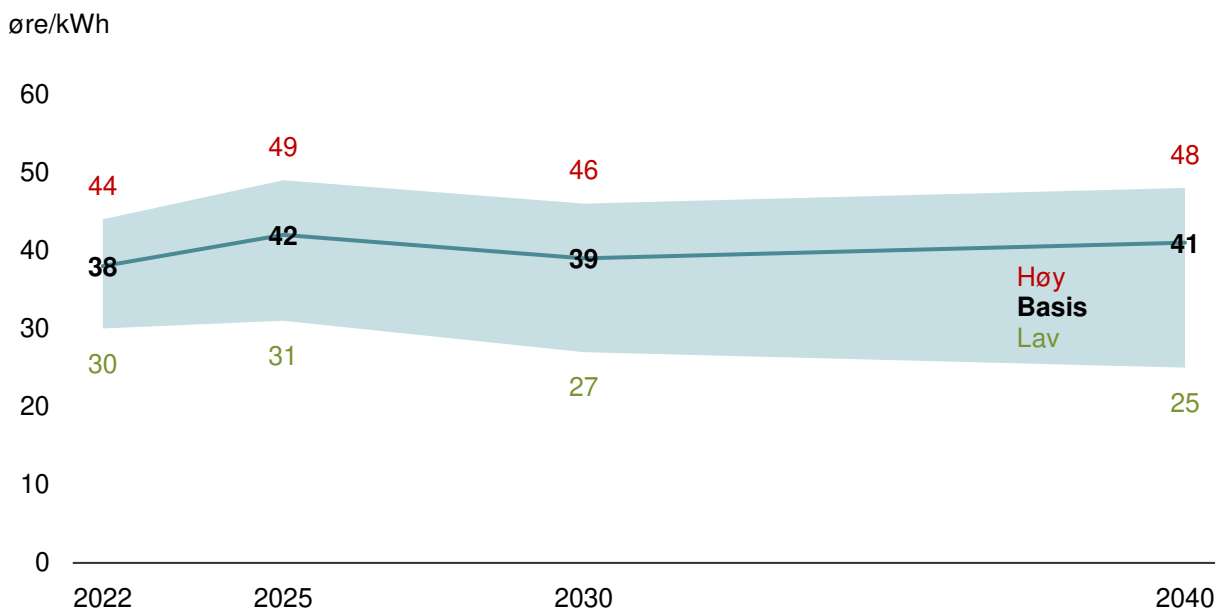
<sup>36</sup> Antagelser basert på innspill fra Multiconsult.

**Figur 15: Kostnadsutvikling i NOK/W**

Kilde: Multiconsult basert på IEA (2021)

### 3.5 Kraftprisen ventes å ligge stabilt mot 2040, men preges av stor usikkerhet

Vi bygger på basisscenarioet fra NVEs kraftprisframskrivninger mot 2040 i denne analysen.<sup>37</sup> Som vist i Figur 16 forventer NVE en svak økning i gjennomsnittlig kraftpris fra dagens nivå til 2040 i basisscenarioet. Nivået er dermed ventet å ligge mellom 38 til 42 øre/kWh gjennom perioden. NVE har også laget et utfallsrom (lavt-høyt scenario) for å synliggjøre usikkerheten i framskrivningen. De sentrale kildene til usikkerhet NVE peker på er framtidige CO<sub>2</sub>- og brenselpriser. Usikkerheten øker over tid, og i 2040 er utfallsrommet for prisene på mellom 25 og 48 øre/kWh.

**Figur 16: NVEs langsiktige kraftprisbaner, 2022-2040, snittpris**

Kilde: Figuren er gjengitt basert på tall fra NVE (2020)

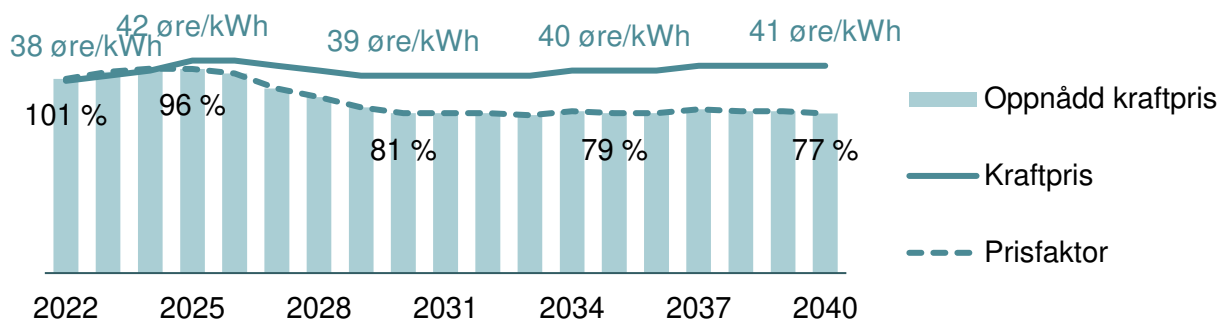
<sup>37</sup> NVE (2020) Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2020-2040

### 3.6 Prisfaktor for solkraft faller mot 2040

For å beregne verdiskapingen av solkraftverkene i driftsfasen, må vi legge til grunn en antagelse om prisfaktoren<sup>38</sup> solkraft i Norge oppnår årlig frem mot 2040.<sup>39</sup> For denne analysen har vi benyttet en prisfaktor for solkraft beregnet i THEMA's modellering av kraftsystemet mot 2050.

Figur 17 viser kraftprisframskrivingen i NVEs basisscenario fra Figur 16 sammen med oppnådd kraftpris for solkraft gitt den prisfaktoren vi legger til grunn for analysen. I starten av perioden oppnår solkraften en prisfaktor rundt 100 prosent, før den faller gradvis mot 2040. I perioden utover 2030-tallet vil prisfaktoren ligge på rundt 80 prosent av kraftprisen. En viktig årsak til utviklingen mot en lavere prisfaktor er at den såkalte kannibaliseringseffekten – at all solkraften produserer samtidig når sola skinner og dermed «spiser opp» hverandres etterspørsel – vil øke i årene framover, etter hvert som det bygges mer ikke-regulerbar solkraft.

**Figur 17: Prisfaktor for solkraft fram mot 2040**



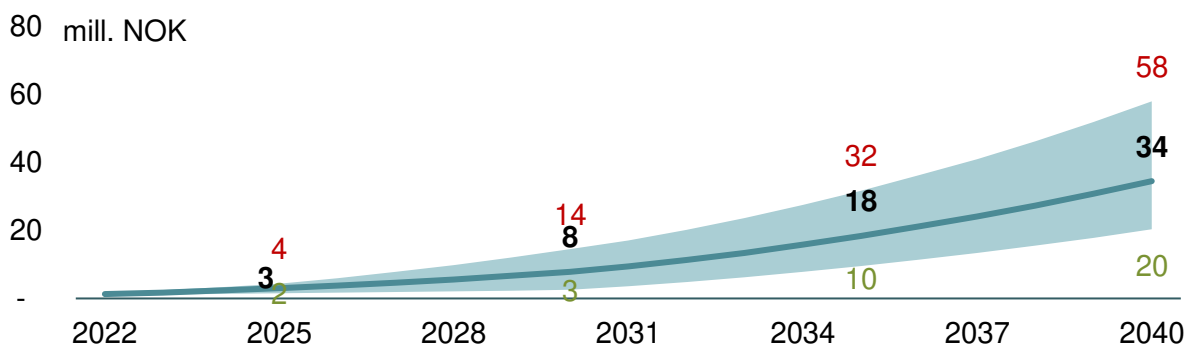
### 3.7 Forbruk av innsatsfaktorer i driftsfasen

Driftskostnadene til solkraftverk består i all hovedsak av tilsyn, kontroll og enkle driftsoppgaver. Forbruk av innsatsfaktorer er i så måte veldig begrenset. Som diskutert i kapittel 2.2.2, legger vi til grunn at nettkostnader medregnes som en innsatsfaktor for den delen av produksjonen som ikke forbrukes bak målepunktet, men eksporteres ut på nettet.

I beregningen av verdiskapingen fra solkraftanleggene trekker vi derfor fra fastleddet i innmatingstariffen for den delen av produksjonen som ikke forbrukes bak målepunktet. Dette prinsippet samsvarer med alle andre former for kraftproduksjon i Norge som er tilkoblet nettet.

Gitt forutsetningene knyttet til andel av produksjon forbrukt lokalt, kraftpriser og innmatingstariffer, får vi et anslag på relevante nettkostnader til fratrekk i beregning av verdiskapingen på 234 millioner. Utfallsrommet for høyt og lavt scenario for solkraftutbygging er vist i Figur 18.

**Figur 18: Anslåtte nettkostnader til fratrekk fra brutto produksjonsverdi, lavt, høyt og basis**



<sup>38</sup> Prisfaktor er også kjent som 'capture rate'.

<sup>39</sup> Se metodebeskrivelse i kapittel 2.2.1



## Resultater

*Utbygging og drift av solkraftanlegg i Norge anslås å gi en aggregert sysselsettingseffekt på over 18 000 årsverk og en samlet verdiskaping på 20 milliarder kroner frem til 2040. I tillegg representerer produksjonen fra solkraftanleggene en verdiskaping på opptil 50 milliarder kroner frem til 2055.*



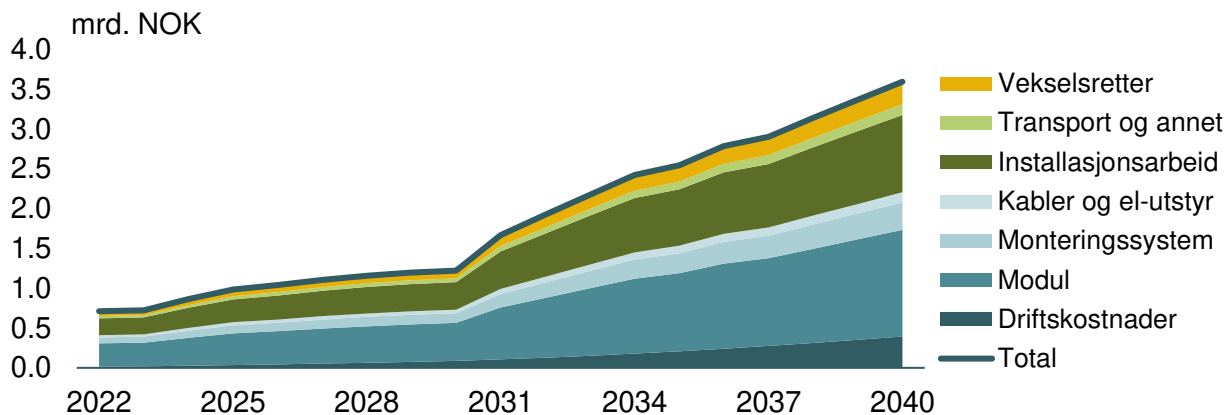
## 4.1 Utbygging av solkraftanlegg gir 18 000 årsverk i Norge frem til 2040

### 4.1.1 36 milliarder til utbygging og drift av solkraft i Norge mot 2040

Figur 19 viser etterspørselen etter varer og tjenester knyttet til utbygging og drift av solkraftanleggene fra 2022- 2040. I basisscenarioet utgjør dette 35 milliarder kroner over hele perioden og over 3,5 milliarder kroner årlig i 2040.

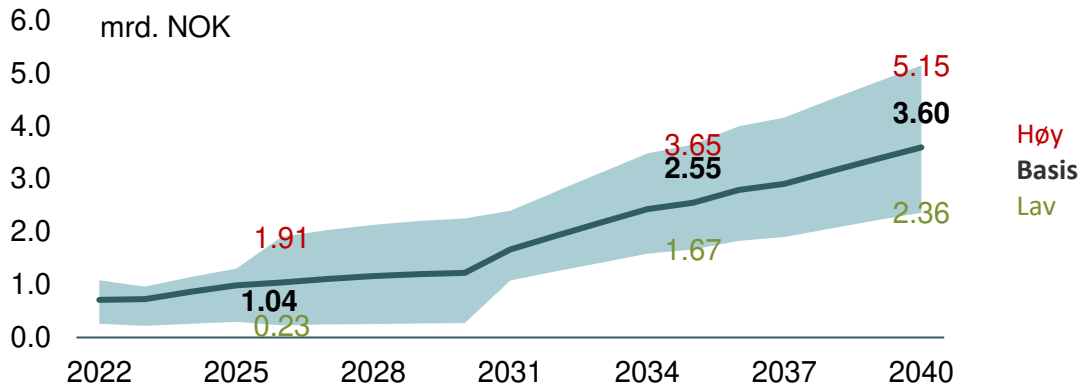
Den årlige etterspørselen etter varer og tjenester i forbindelse med driften øker etter hvert som flere anlegg settes i drift. For solkraft innebærer driftsaktivitetene for det meste rutineinspeksjoner av anlegg og noe fjernovervåking og utgjør kun en mindre andel av de totale kostnadene knyttet til anleggene, som også estimatene her viser.

**Figur 19: Total etterspørsel etter varer og tjenester, basisscenarioet<sup>40</sup>**



Figur 20 viser utfallsrommet for etterspørselen etter varer og tjenester gitt NVEs lave og høye anslag for solkraftutbygging mot 2040. Akkumulert over perioden er det mellom 20 og 53 milliarder kroner, med et årlig nivå på mellom 2,3 og 5,2 milliarder kroner i 2040.

**Figur 20: Total etterspørsel etter varer og tjenester, lavt, høyt og basis**



### 4.1.2 Norske aktører tar over 40 prosent av det samlede markedet

Hvor store sysselsettings- og verdiskapingseffekter solkraftutbyggingen får i Norge avhenger av hvor mye av de samlede leveransene som kommer fra norske aktører. Anslagene som er lagt til grunn for denne analysen vises i Figur 21.

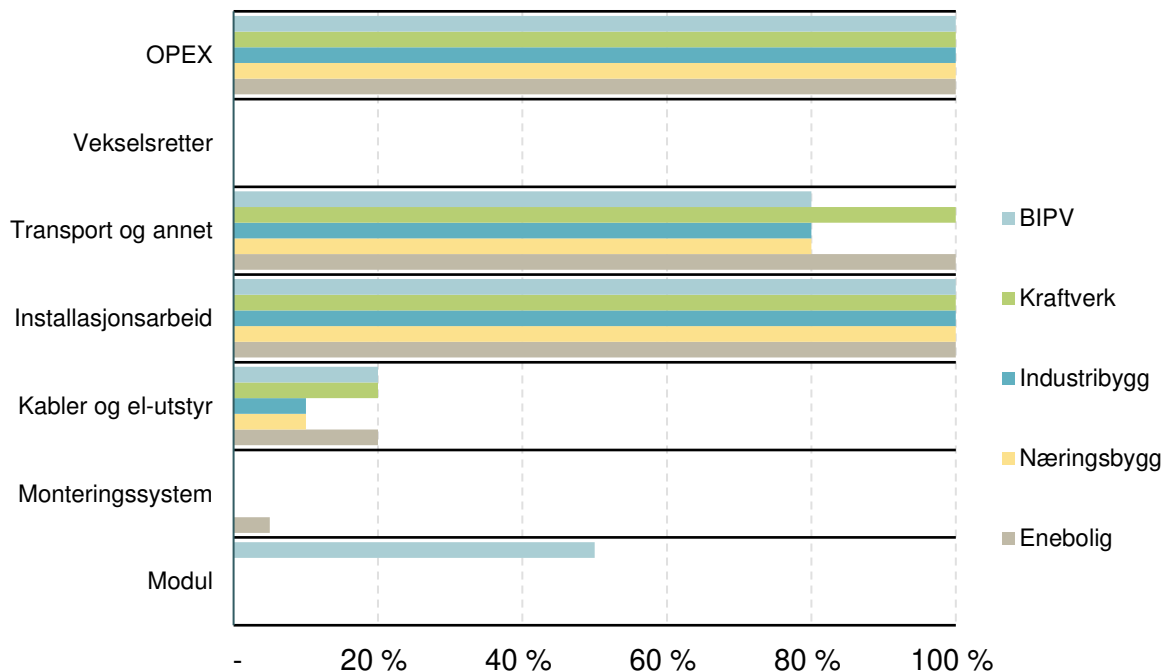
<sup>40</sup> Grunnen til etterspørselen faller noe mellom 2025 og 2030 er at dette er en periode hvor det antas relativt store kostnadsreduksjoner, samtidig som vi holder den årlige utbyggingen konstant. Det vil derfor bygges ut lik kapasitet hvert år, men til lavere kostnader, som reduserer etterspørselen etter varer og tjenester.

Oversikten viser store variasjoner i de norske markedsandelene mellom kostnadssegmentene. For vekselsrettere, moduler og monteringsystem er det en hovedvekt på import. For installasjonsarbeid (arbeidstimer på installasjon av utstyr og moduler) og driftsoppgaver antas det at alt leveres av norske aktører og i stor grad lokal arbeidskraft i området hvor solkraftanlegget settes opp. «Transport og annet» inkluderer planlegging, innkjøp, transport og koordineringsoppgaver og antas i all hovedsak levert av norske aktører.

For samme kostnadssegment på tvers av anleggstyper er markedsandelene relativt like, med unntak av modulene til de bygningsintegreerte anleggene, hvor det er en større norsk andel. Det skyldes at det ofte er behov for at modulene tilpasses norske forhold og norsk byggestil, noe som naturlig gir rom for norske leverandører.

Det er vanskelig å si hvordan de norske andelene i de ulike segmentene kan utvikle seg over tid. Det er sterk, internasjonal konkurranse knyttet til både vekselsrettere, elektrisk utstyr og moduler, men økt krav til bærekraftig produksjon og råvarer kan bli et mulig fortrinn for norske produsenter på sikt og gi noe rom for vekst.

**Figur 21: Norske markedsandeler innenfor hvert kostnadssegment**

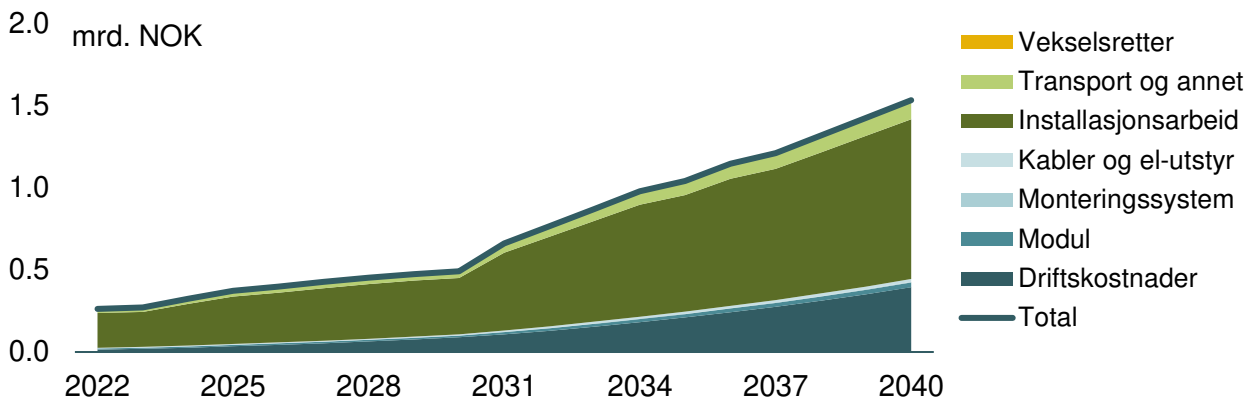
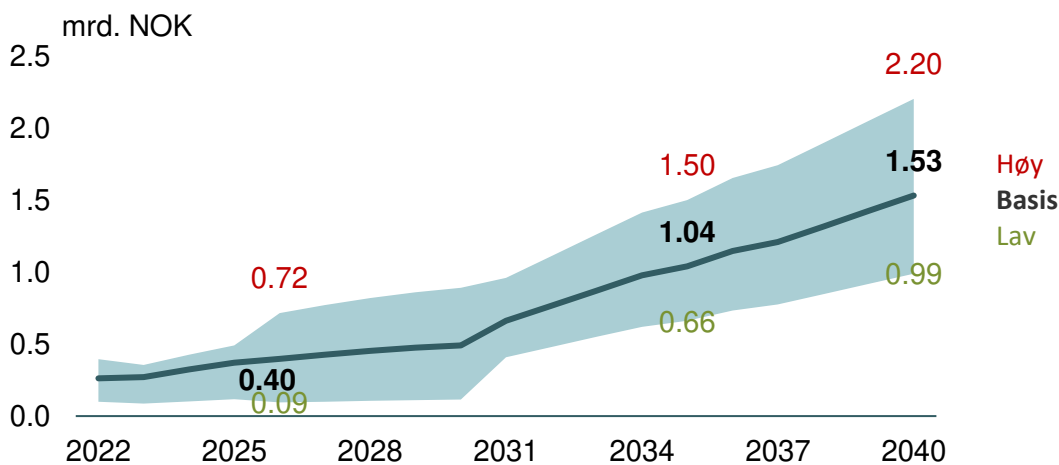


Kilde: Multiconsult (data) og THEMA (illustrasjon)

På bakgrunn av markedsandelene norske leverandører tar av etterspørselen etter varer og tjenester, beregner vi at utbygging og drift av solkraft fram mot 2040 gir en etterspørsel etter norske varer og tjenester tilsvarende omkring 14 milliarder kroner i basisscenarioet. Det tilsvarer en norsk markedsandel på om lag 40 prosent.

Hvordan norske andeler av leveransene fordeler seg over perioden frem til 2040 vises i Figur 22 og Figur 23. Den årlige etterspørselen etter norske varer og tjenester vil være på 1,5 milliard kroner i 2040. I lavt og høyt scenario vil spredningen i anslaget tilsvare fra 1 millioner til 2,2 milliarder kroner.

Ettersom vi antar at all etterspørselen i driftsfasen kan dekkes av norske leverandører, vil denne etterspørselen utgjøre en voksende andel av de norske leveransene. Dette er også etterspørsel som vil vare over hele levetiden til anleggene, og derfor fortsette etter 2040.

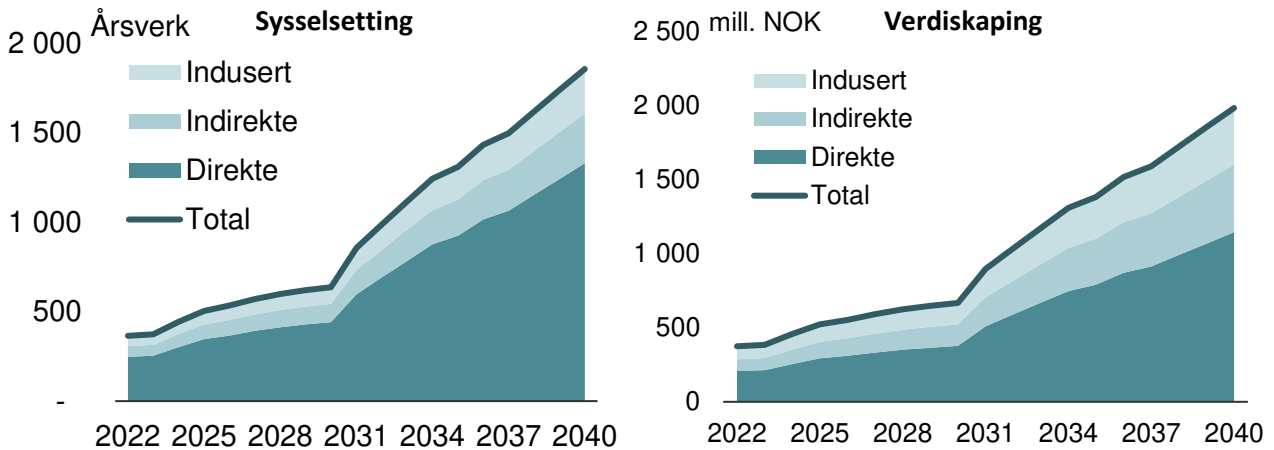
**Figur 22: Norsk andel av total etterspørsel etter varer og tjenester, basisscenarioet****Figur 23: Norsk andel av total etterspørsel etter varer og tjenester, lavt, høyt og basis**

Hvor stor etterspørselen etter norske varer og tjenester blir, avhenger av markedsandelene norske aktører tar innenfor de ulike kostnadssegmentene. Det er derfor viktig å påpeke at anslagene vi bruker i denne rapporten er basert på dagens leverandørkjede for solkraft.

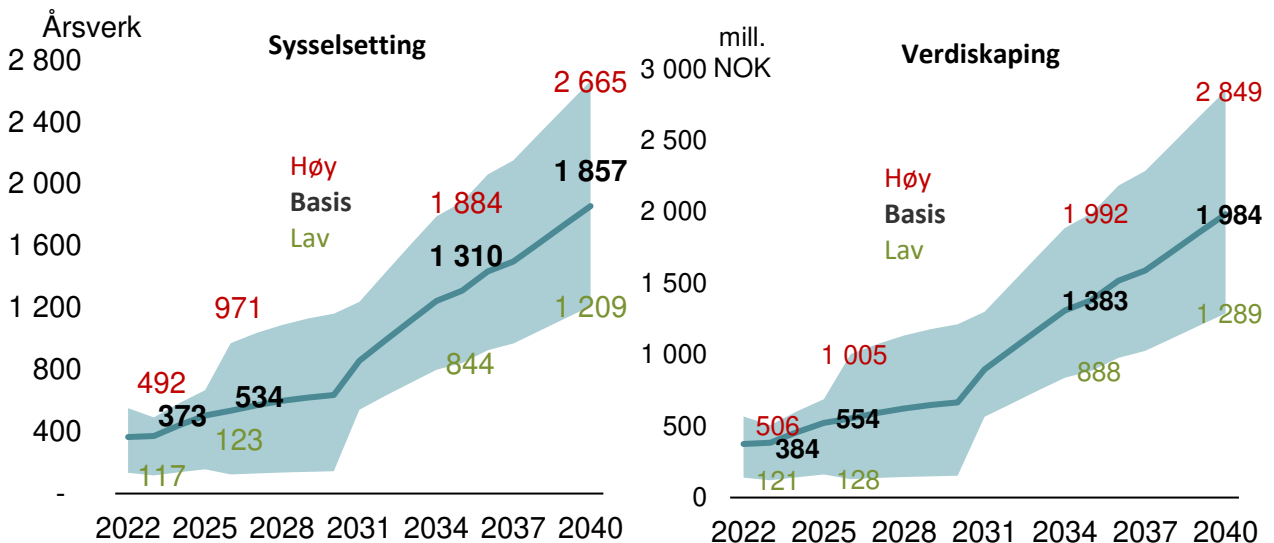
Dersom man ser fram mot 2040, er det mulig norske leverandører kan omstille seg til å dekke en større andel av leveransene til utbyggingen av solkraft. Økt konkurransekraft blant norske leverandører representerer en oppside i den norske andelen og dermed for sysselsettingen og verdiskapingen som skjer i Norge. Særlig stor oppside ligger trolig i segmentet for bygningsintegreerte solkraftanlegg. Disse anleggene bærer preg av at større deler av monteringsystem, utforming og moduler skal tilpasses norsk byggeskikk og reguleringer, gjerne i tett samarbeid med utbygger, noe som kan gi fordeler for bedrifter som spesialiserer seg på dette segmentet. Nye krav til lokal energiproduksjon i bygg kan være en sterk driver for økte volumer bygningsintegreerte solkraftanlegg i Norge mot 2040, og representerer i så måte en potensielt betydelig oppside mht. ringvirkninger av solkraftutbygginger i Norge over de kommende tiårene.

#### 4.1.3 Solkraftutbygging i Norge gir 18 000 årsverk frem mot 2040

Resultatet fra ringvirkningsanalysen av utbyggingen av solkraft i Norge fram mot 2040 viser at det vil være en sysselsettingseffekt på 18 000 årsverk og en verdiskaping på 19 milliarder kroner i basisscenarioet. Disse effektene fordeler seg utover perioden som vist i Figur 24. Både verdiskapings- og sysselsettingseffektene tiltar over tid i takt med at utbyggingstakten og volum i drift øker. Den årlige verdiskapingen være i underkant av 2 milliarder kroner, mens den årlige sysselsettingseffekten ligger på oppunder 2 000 årsverk i Norge i 2040.

**Figur 24: Estimerte sysselsetting- og verdiskapingseffekter av utbyggingen av solkraft i Norge fram mot 2040, i basisscenarioet**

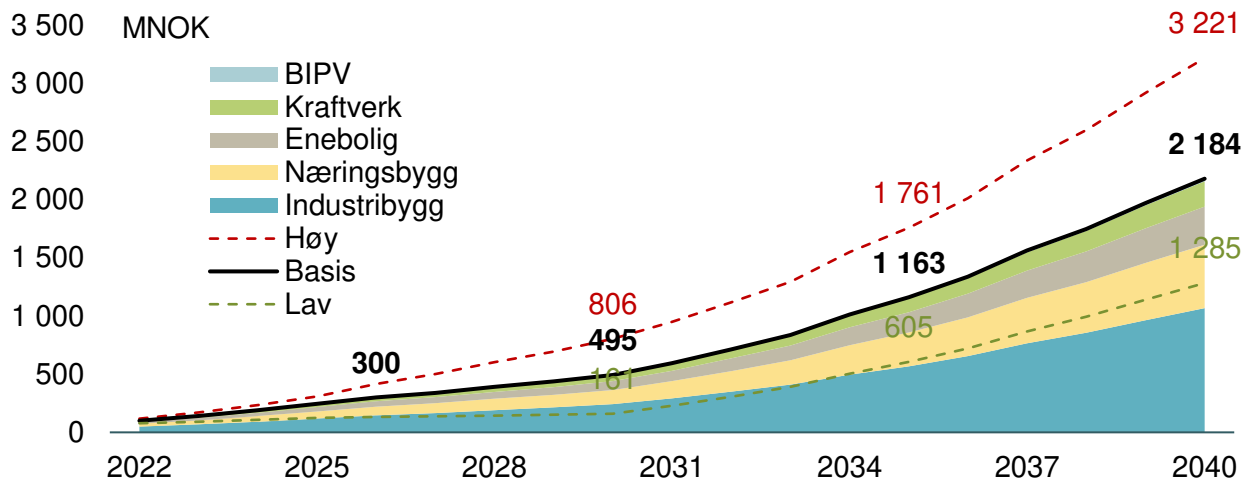
Figur 25 viser utfallsrommet for sysselsettings- og verdiskapingstallene gitt NVEs utfallsrom for solkraftutbygging mot 2040 på 4 til 10 TWh. Samlet sysselsettingseffekt varierer mellom 1 200 og 2 700 årsverk årlig i 2040, mens tilsvarende tall for verdiskapingen er på 1,3 og 2,8 milliarder kroner. Samlet for perioden varierer estimert sysselsettingseffekt mellom og 10 000 og 27 000 årsverk for lavt og høyt scenario.

**Figur 25: Estimerte sysselsetting- og verdiskapingseffekter av utbyggingen av solkraft i Norge fram mot 2040, lavt, høyt og basis**

#### 4.2 50 milliarder kroner i verdiskaping over levetiden for solkraftanleggene

I tillegg til verdiskapingen som finner sted som følge av aktiviteten i leverandørbedrifter i forbindelse med utbyggingen av solkraftverkene, vil anleggene også skape store verdier i driftsfasen.

Basert på forutsetningene knyttet til kraftprisutvikling og prislevering som beskrevet i kapittel 3.5 og 3.6, er det anslått at solkraftanleggene gjennom kraftproduksjonen vil generere en verdiskaping, målt som bidrag til BNP, på nær 16 milliarder kroner frem til 2040. I 2040 er den årlige verdiskapingen alene på over to milliarder kroner som vist i Figur 26.

**Figur 26: Verdiskaping fra ulike typer solkraftanlegg i driftsfasen fra i dag til 2040. MNOK**

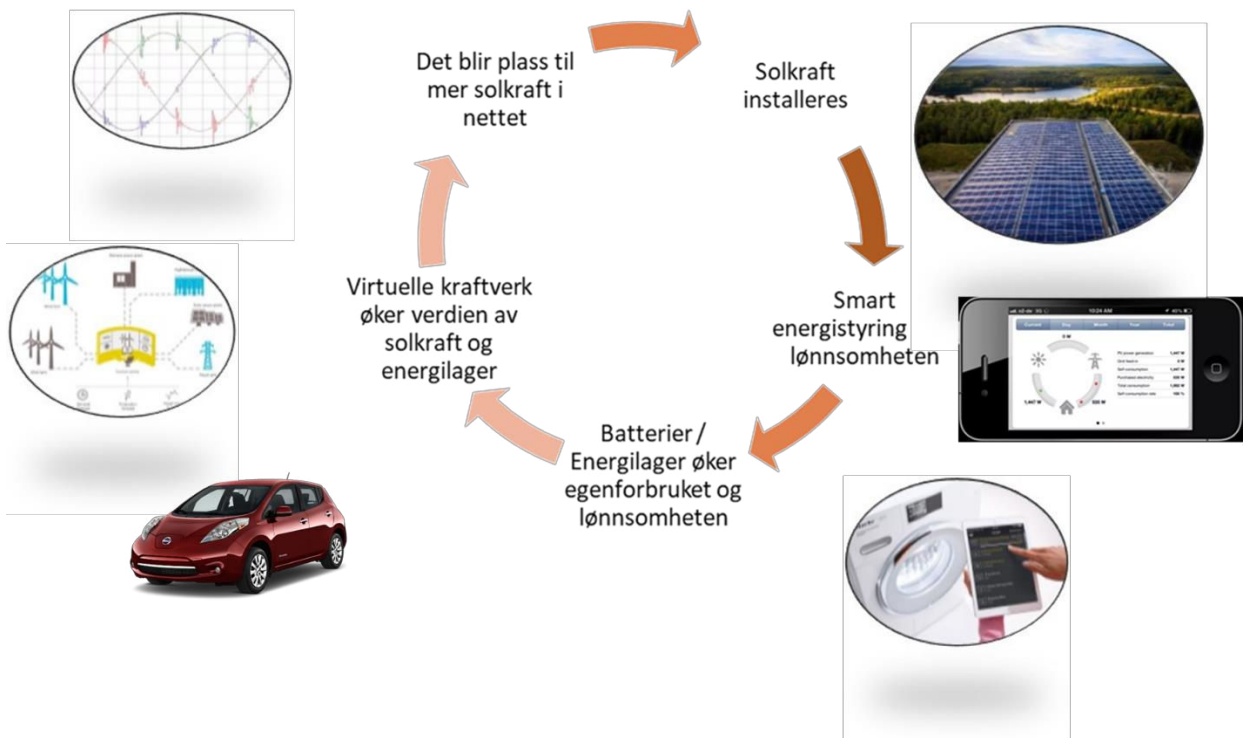
Vi har her kun sett på verdiskapingen fram til 2040. Anleggene som bygges ut fram til 2040 vil fortsatte å skape verdier over hele levetiden, som typisk regnes å være på minst 25 år. Hvis vi for enkelhets skyld antar at den installerte kapasiteten som er i drift i 2040 er operasjonell frem til 2055 og uendrede kraftpriser og prisfaktorer, gir det en ytterligere verdiskaping på over 30 milliarder kroner mellom 2040 og 2055. Legger vi til grunn NVEs høye anslag på solkraftutbygging, kan verdiskapingen overstige 25 milliarder til 2040, og potensielt ytterligere verdiskaping på 48 milliarder frem til 2055.

### 4.3 Eksterne virkninger av solkraft

I tillegg til ringvirkningene knyttet til utbygging og drift av solkraftanlegg og verdiskapingen disse solkraftanleggene skaper i driftsfasen, kan solkraftproduksjonen ha flere andre samfunnsmessige virkninger<sup>41</sup>:

**Positive nettverkseffekter med andre teknologier:** Lokal energiproduksjon kan kombineres med lokal lagring, smart utstyr og styringssystemer. Disse ulike elementene har en positiv innvirkning på hverandre ved at utbygging av ett element styrker incentivene for de andre elementene. For eksempel vil installasjon av et takbasert solkraftanlegg gjøre det mer attraktivt å investere i lagrings- eller styringssystemer som kan bidra til at en større andel av strømmen som produseres forbrukes lokalt. En illustrasjon av sammenhengen mellom distribuert solkraftproduksjon og andre elementer kan sees i Figur 27.

<sup>41</sup> Det er sannsynlig at finnes flere positive og negative nytteeffekter enn det som er listet opp her.

**Figur 27: Illustrasjon av sammenheng mellom solkraft og andre deler av kraftsystemet**

Kilde: Multiconsult (2021)

**Reduserte nettinvesteringer:** På sikt vil distribuert solkraft i kombinasjon med styringssystemer eller lokale lagringsløsninger kunne bidra til å redusere topplasten i kraftsystemet, og derigjennom redusere behovet for nettinvesteringer. Unngåtte nettinvesteringer vil kunne representere en betydelig samfunnsmessig verdi, både kostnadmessig, men også fordi nettutbygginger ofte har negative eksterne virkninger.

**Potensielle utfordringer i lavere nettnivåer:** Store mengder distribuert solkraftproduksjon kan også føre til utfordringer for dagens kraftnett. Jarand Hole fra NVE understreker blant annet at «[...] det blir utfordrende når du har mange solcelleanlegg i ett område, for disse produserer faktisk samtidig. Da kan strømmen snu, og det er da man kan få noen utfordringer. Det er først og fremst knyttet til at dette med distribuert produksjon ikke er noe man har forholdt seg så mye til. Og strømnettet er relativt gammelt mange steder. Men dette kan håndteres, med bedre styringssystemer, lagring eller reguleringer.»<sup>42</sup>. Eventuelle økte nettkostnader for å håndtere slik situasjoner, vil måtte veies mot nyttevirkningene ved reduserte nettinvesteringer.

<sup>42</sup> Energi og Klima (2021) - [Ekspertintervjuet: Derfor tror NVE at vi får 7 TWh norsk solkraft i 2040](#)

## 5 AVSLUTTENDE KOMMENTARER

I denne analysen vurderer vi hvilken betydning solkraftbransjen kan få for norsk nærings- og arbeidsliv i et 20-års perspektiv. Analysen bygger på en forventning, som vi deler med andre analysemiljøer, om at solkraft vil bli en vinnende teknologi på global basis.

Også i Norge, som ligger langt mot nord, vil teknologiutviklingen og fallende kostnader gjøre investeringer i solkraft stadig mer attraktivt. De fallende kostnadene gjør at kapital- og arbeidskraftkostnadene pr. enhet installert solkraftkapasitet reduseres over tid sammenlignet med dagens situasjon. Det gjør at en trenger mindre arbeidskraft pr. enhet installert kapasitet. Det viser også vår analyse. De fallende kostnadene er imidlertid en viktig forutsetning for solkraftens konkurranseevne over tid og gjør at en kan forvente en sterk volumvekst både i Norge og i verden for øvrig. Volumveksten i kombinasjon med fallende kostnader vil være den viktigste drivkraften for sysselsetting og verdiskaping over tid.

Vår analyse omfatter bare virkningene av investeringer i solkraftproduksjon i Norge. Veksten i det globale solkraftmarkedet får også betydning for den eksportrettede industrien i Norge så som produsenter av silisium eller utbyggere og investorer i solkraftanlegg i utlandet. Vår analyse ser dermed bare på en del av den betydningen solkraftmarkedet kan få for Norge frem mot 2040.

## 6 APPENDIKS

### 6.1 Fordeling kostnadssegment og næringsgruppe

**Tabell 1: Fordeling av kostnadssegment og næringsgruppe**

Næringsgruppe\Segment	Enhet	Modul	Monterings system	Kabler og el-utstyr	Installasjonsarbeid	Transport /andre kostnader	Vekselsretter	Drift
Basic metals	%	-	10 %	-	-	-	-	-
Fabricated metal products, except machinery and equipment	%	10 %	15 %	-	-	-	-	-
Computer, electronic and optical products	%	30 %	20 %	20 %	-	-	20 %	20 %
Electrical equipment	%	40 %	20 %	80 %	10 %	-	80 %	20 %
Motor vehicles, trailers and semi-trailers	%	-	-	-	-	40 %	-	-
Other transport equipment	%	-	-	-	-	40 %	-	-
Repair and installation services of machinery and equipment	%	-	10 %	-	90 %	-	-	30 %
Constructions and construction works	%	-	5 %	-	-	-	-	-
Computer programming, consultancy and related services; information services	%	-	-	-	-	5 %	-	-
Financial services, except insurance and pension funding	%	-	-	-	-	5 %	-	-
Legal and accounting services; services of head offices; management consulting services	%	-	-	-	-	10 %	-	-
Architectural and engineering services; technical testing and analysis services	%	20 %	20 %	-	-	-	-	30 %

*Merknad: Kun næringsgrupper med en andel av kostnadene er inkludert i tabellen*



---

### Om THEMA:

THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybdekunnskap om energimarkedene, bred samfunnsforståelse, lang rådgivningserfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedriftsøkonomi, teknologi og juss.

---



---

#### THEMA Consulting Group

Øvre Vollgate 6  
0158 Oslo, Norway

support@thema.no  
<https://www.thema.no/>

---

#### Berlin office

Friedrichstrasse 68  
10117 Berlin, Germany