

# Solkraft, energilagring og smarte systemer i husholdninger



*ENERGIBRUK – HUSHOLDNINGER*

*SOLKRAFTPRODUKSJON*

*INSTALLASJONER I HUSHOLDNINGER*

*ENERGILAGRING*

*SMARTE STYRINGSSYSTEMER – EMS*

*ØKONOMI, RAMMEBETINGELSER OG REGELVERK*

*TEKNISKE OG ØKONOMISKE UTFORDRINGER*

NEK UA - Innsikt 2025/03.

Del 3 av 3 i serien om solkraftens rolle i Norge.

**Symboler brukt i dette dokumentet er utarbeidet av- og for NEK til bruk i ulike publikasjoner:**



Refleksjoner/perspektiver/drøfting/bakgrunn



Solenergi/solkraft



Energilagring/batterier

---

## **NEK** *UTREDNING OG ANALYSE*

Behov og muligheter for et stadig mer elektrifisert og digitalisert samfunn- innenfor alle områder og sektorer, setter vår bransje i en særstilling.

NEKs avdeling for utredning og analyse jobber tverrfaglig med å forstå og forme utviklingen innen elektroteknikk og elektronisk kommunikasjon.

- **Fokus** er på elektrifisering som en nøkkel til et bærekraftig og digitalisert samfunn.
- **Målet** er å gi innsikt som støtter næringslivet og samfunnet i å ta trygge og fremtidsrettede valg.



## INNLEDNING

Denne rapporten inngår i en serie som består av tre deler:

- I: En rapport som analyserer solkraftens rolle og dens samspill med øvrige energikilder i det norske energisystemet,
- II: En rapport som omhandler bruk av solkraft, smarte styringssystemer og energilagringssystemer i næringsvirksomhet, og
- III: Denne rapporten som omhandler bruk av solkraft, smarte styringssystemer og energilagringssystemer i eller i tilknytning til boliger

Solkraftens rolle i et makroperspektiv er begrenset i det norske energisystemet. Vannkraften vil fortsatt være den dominerende kilden til ren elektrisk energi. Samtidig seiler vind og solkraft opp som interessante supplement. I et mikroperspektiv, som er den primære rammen om denne rapporten, kan solkraft faktisk være den dominerende kilden til energi.

Til syvende og sist vil investeringsviljen avhenge av lønnsomhet og her er det en rekke faktorer som spiller inn. Det er likevel tre faktorer som er spesielt viktig innen boligsegmentet:

- Kostnad pr. produsert kWh
- Energifrisen i kraftmarkedet
- Mulighetene til å levere overskuddsenergi

Disse og andre faktorer vi analyseres nærmere i rapporten.

Ved å installere et solcelleanlegg i kombinasjon med energilagring og smarte styringssystemer, kan husholdningene redusere sine kostnader, øke egenforsyning, bidra til egenberedskap samtidig som det bidrar til å nå nasjonale klimamål. Med økende interesse for energilagring og utviklingen av smarte styringssystemer, vil stadig flere boligeiere også få muligheten til å produsere, lagre og styre egen strømproduksjon.

For boligeier betyr det lavere strømreregninger, økt kontroll over eget energiforbruk og muligheten til å bidra til energiomstillingen.

For installatører og leverandører av produkter og tjenester, åpner det seg et voksende marked for løsninger som kombinerer solenergi, batterilagring og digital styring.

For beslutningstakere kan det bidra til en strategisk mulighet for å styrke energisikkerheten, redusere belastningen på strømnettet og fremme grønn verdiskaping.

I rapporten ses det nærmere på teknologiene, spillet mellom dem, økonomiske og praktiske forhold, samt hvordan disse løsningene kan bidra til økt forsyningssikkerhet.

At strømreregningen for den enkelte kan påvirkes av egen produksjon- og lagring av energi, er også elementer i dette dokumentet.

**- SMART styring handler om å styre i retning av en mer effektiv bruk av energi gjennom å balansere forbruk, overføring og produksjon av energi på en intelligent måte.<sup>1</sup>**



# Innholdsfortegnelse

|                                                  |                           |
|--------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Innledning</b>                                | <a href="#"><u>3</u></a>  |
| <b>1. Metode</b>                                 | <a href="#"><u>6</u></a>  |
| 1.1. Begreper                                    | <a href="#"><u>6</u></a>  |
| 1.2. Avgrensninger                               | <a href="#"><u>7</u></a>  |
| <b>2. Energibruk - husholdninger</b>             | <a href="#"><u>8</u></a>  |
| 2.1. Energikilder - husholdninger                | <a href="#"><u>8</u></a>  |
| <b>3. Kort om solkraftproduksjon</b>             | <a href="#"><u>9</u></a>  |
| 3.1. Status installerte anlegg og effekt         | <a href="#"><u>9</u></a>  |
| 3.2. Installasjoner i husholdninger              | <a href="#"><u>10</u></a> |
| 3.3. Effekt og produksjon                        | <a href="#"><u>11</u></a> |
| 3.4. Dekningsgrad                                | <a href="#"><u>12</u></a> |
| <b>4. Energlilagring</b>                         | <a href="#"><u>12</u></a> |
| 4.1. Reduserer behovet for toppbelastningsanlegg | <a href="#"><u>12</u></a> |
| 4.2. Batteriteknologi - utvikling                | <a href="#"><u>12</u></a> |
| <b>5. Smarte styringssystemer - EMS</b>          | <a href="#"><u>13</u></a> |
| 5.1. Styring og kontroll                         | <a href="#"><u>14</u></a> |
| 5.2. Kunstig intelligens som støtte              | <a href="#"><u>14</u></a> |
| 5.3. Aggregatorer                                | <a href="#"><u>14</u></a> |
| 5.4. Aggregatorer - eksempler på tjenester       | <a href="#"><u>15</u></a> |
| 5.5. IoT og sikkerhet                            | <a href="#"><u>15</u></a> |



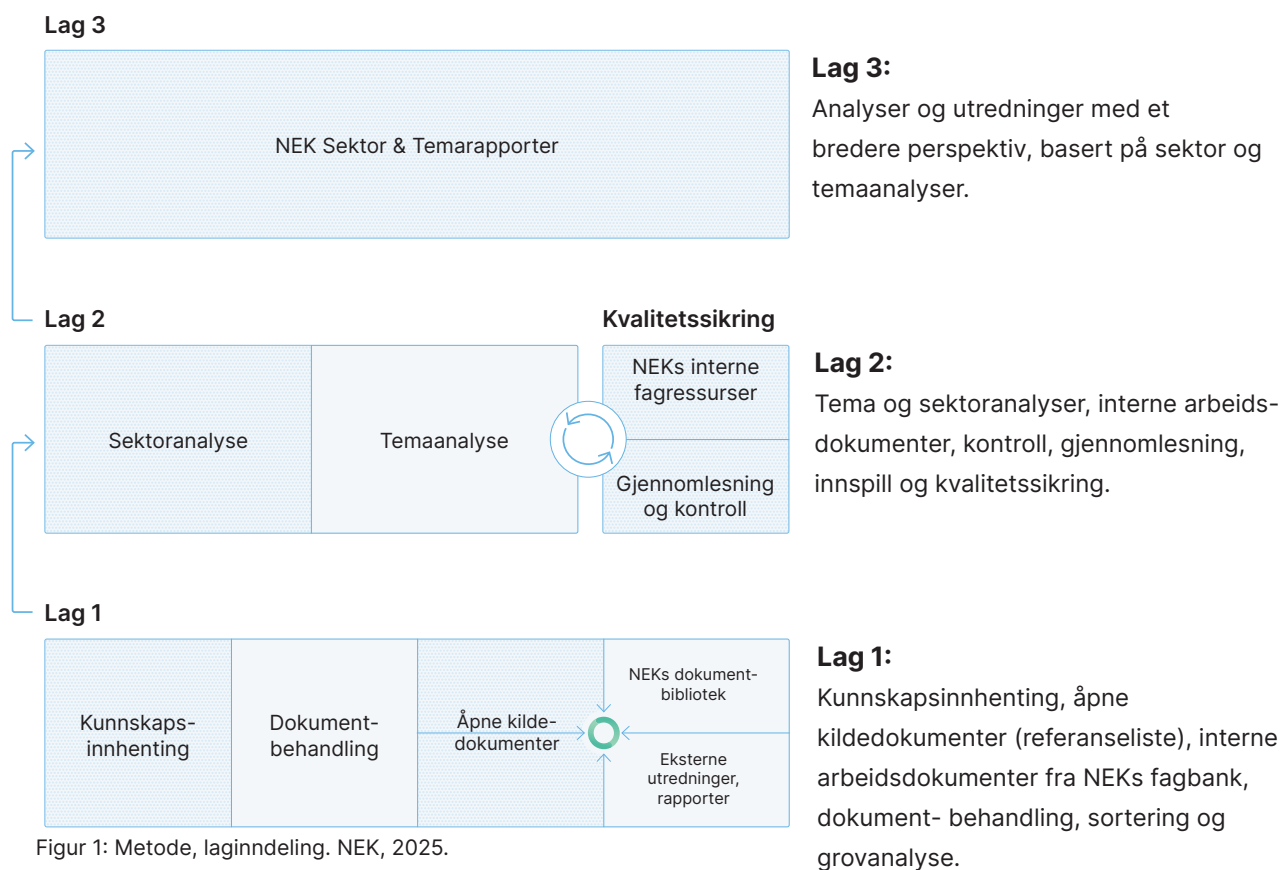
## Innholdsfortegnelse

|                                                  |                           |
|--------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>6. Økonomi, rammebetingelser og regelverk</b> | <b><a href="#">16</a></b> |
| 6.1. Prosumert, plusskunde og regelverk          | <a href="#">17</a>        |
| 6.2. Plusskunde                                  | <a href="#">17</a>        |
| 6.3. Konesjon, regler og standarder              | <a href="#">17</a>        |
| 6.4. Kort oppsummert krav, regler og standarder  | <a href="#">17</a>        |
| 6.5. ENOVA - kort om støtteordninger             | <a href="#">18</a>        |
| <b>7. Tekniske og økonomiske utfordringer</b>    | <b><a href="#">19</a></b> |
| 7.1. Beslutningsstøtte                           | <a href="#">19</a>        |
| 7.2. Design og arkitektur                        | <a href="#">19</a>        |
| 7.3. Virkningsgrad                               | <a href="#">19</a>        |
| 7.4. Teknologisk konvergens og systemintegrasjon | <a href="#">19</a>        |
| <b>8. Anbefalinger</b>                           | <b><a href="#">20</a></b> |
| <b>Vedlegg</b>                                   | <b><a href="#">21</a></b> |
| Strømpris                                        | <a href="#">21</a>        |
| Strømstøtte                                      | <a href="#">21</a>        |
| Norgespris                                       | <a href="#">22</a>        |
| Strømregioner - prissoner                        | <a href="#">22</a>        |
| <b>Referanseliste</b>                            | <b><a href="#">23</a></b> |



# 1. METODE

Kunnskapsgrunnlaget i denne rapporten er basert på åpne kildedokumenter, NEKs eget dokumentbibliotek samt interne faglige ressurser. Materialet er bearbeidet og strukturert som vist i Figur 1 under:



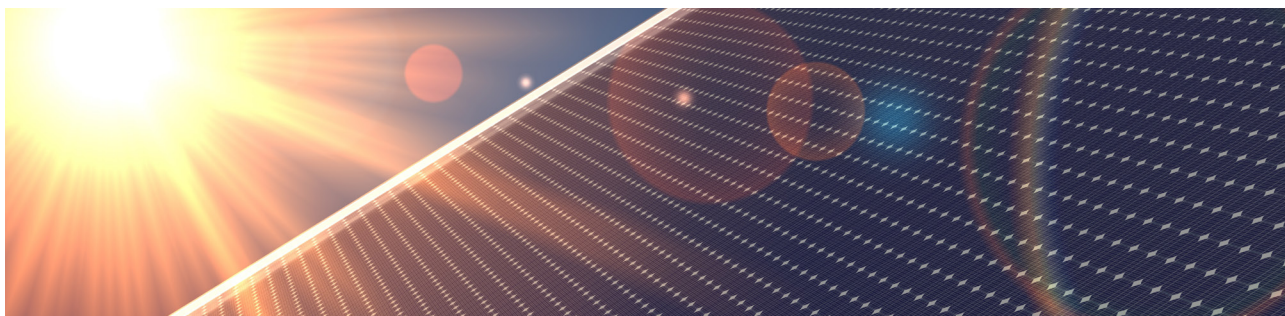
Figur 1: Metode, laginndeling. NEK, 2025.

## 1.1 BEGREPER

Begrepene Solenergi og Solkraft brukes i rapporten, men nyanseres med følgende:

**Solenergi:** Refererer til all energi som kommer fra solen (lys og varmestråler).

**Solkraft:** Elektrisk kraft produsert ved hjelp av solcellepaneler (fotovoltaiske systemer). Solkraft er den elektriske energien som genereres ved å konvertere sollys til elektrisitet.



Figur 2: Illustrasjon. Solenergi, solcellepanel. AdobeStock, 2025.

Systemene består vanligvis av solcellepaneler, invertere og tilkoblinger til strømmettet eller batterier for lagring.



## 1.2. AVGRENSNINGER

Energipriser drøftes kun på overordnet nivå i denne rapporten, og tas inn som element i vurderingene om når solkraft er hensiktsmessig.

I den senere tid er det rapportert fall i etterspørselen etter solkraftanlegg i boliger (husholdninger). Etterspørselen synes tett knyttet til boligeiers opplevelse av kraftmarkedet, altså hvorvidt det oppleves lønnsomt å foreta investeringer i solkraftanlegg.

I en rapport fra Multiconsult (2023) trekkes blant annet lav strømpris frem som årsak til fall i etterspørselen etter nye solkraftanlegg:

***- ... en betydelig nedgang i investering i solkraft på bygg blant annet grunnet lave strømpriser og høy styringsrente.<sup>1</sup>***

Termisk energi fra solfangere (oppvarming av vann og luft)- og termisk lagring av varmeenergi i ulike materialer inngår ikke som del av denne rapporten.

**Rapporten tar utgangspunkt i følgende «prinsipper for produksjon» av solenergi, men går ikke nærmere inn på de ulike teknologiene under pkt. 1:**

1. Solceller omdanner sollys direkte til elektrisk energi ved hjelp av fotovoltaiske effekter. Cellene er laget av halvledere, vanligvis silisium, som genererer elektrisk strøm når de utsettes for sollys.
2. Solcellepaneler som primært er installert på tak og fasader (BIPV).



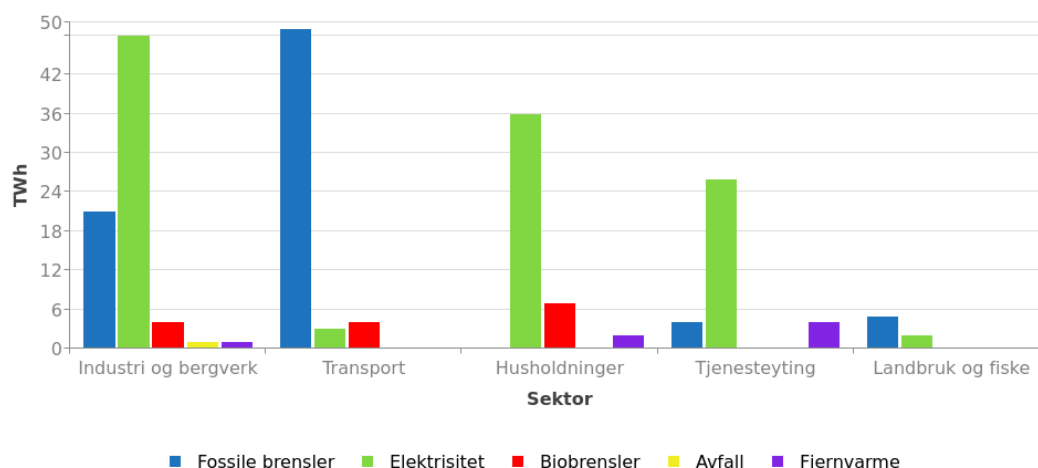
## 2. ENERGIBRUK – HUSHOLDNINGER

I Norge er elektrisitet den viktigste energikilden til husholdninger, med biobrensel (fjernvarme), ved og/eller varmepumper som supplerende (varme)kilder.

Husholdningene bruker elektrisk energi til forsyning av elektrisk utstyr i boligene. I begrepet elektrisk utstyr inngår en rekke spesialiserte apparater som vaskemaskin, komfyr, panelovner, varmepumpe, AV-utstyr og belysningsutstyr. I de senere årene inngår også elbilene i utstyr som tilknyttes installasjonene. Videre brukes elektrisk energi til å forsyne et økende antall elektronisk kommunikasjonsutstyr i hjemmene.

### 2.1 ENERGIKILDER – HUSHOLDNINGER

Husholdningers forbruk av energi fordelt på energikilde sammenliknet med andre bruksområder, illustreres med følgende figur under:



Figur 4: Netto innenlands energibruk i 2022. Energifakta Norge, 2024.

Figuren viser at elektrisitet er den dominerende energikilden i boligsegmentet. Ifølge Statistisk sentralbyrå (SSB, 2024) var gjennomsnittlig forbruk i norske husholdning rundt 15 700 kWh i 2023 (se faktaboks under).

I 2023 var gjennomsnittlig strømforbruk i norske husholdninger i underkant av 15 700 kWh.

En undersøkelse fra 2012 viser at det er store forskjeller i gjennomsnittlig årlig strømforbruk i de ulike boligtypene:

1. Enebolig 20 211 kWh
2. Rekkehus 14 975 kWh
3. Blokkleiligheter 8953 kWh

Totalt energiforbruk per husholdning var om lag 18 900 kWh i 2023. Dette er en liten økning fra 2022, noe som blant annet skyldes kaldere vær.

Andelen strøm i nordmenns energiforbruk økte fra 75 til 85 prosent i perioden 1990 til 2020. Dette skyldes blant annet at varmepumpe har blitt mer vanlig, og det har erstattet både ved- og olje/parafinovn.

Etter 2020, spesielt i 2022, var det en viss overgang fra strøm til ved igjen, som følge av økte strømpriser.

Kilde: Statistisk sentralbyrå, 2024



Figur 5: Faktaboks. Kilde SSB, 2024. Illustrasjon NEK, 2025.



### 3. KORT OM SOLKRAFTPRODUKSJON

Konvertering av solenergi til elektrisk energi gjøres hovedsakelig på to ulike måter:

- Gjennom solcellepaneler omdannes sollys til elektrisk energi og at denne tilgjengeliggjøres i installasjonen ved hjelp av en inverter (omformer).
- Termisk solkraft: Ved bruk av speil eller linser varmer solenergien opp en væske som igjen driver en dampturbin som skaper elektrisitet.

Denne rapporten avgrenses til solkraft produsert ved bruk av solcellepaneler. Det er denne teknologien som er relevant ift. boligsegmentet.

Ifølge SSB (2025) var den totale produksjonen av solkraft 41,6 GWh i en enkelt måned, en økning på hele 56 % fra samme mnd. året før. Dette er en relativt kraftig økning og bærer bud om økt interesse for solkraft.

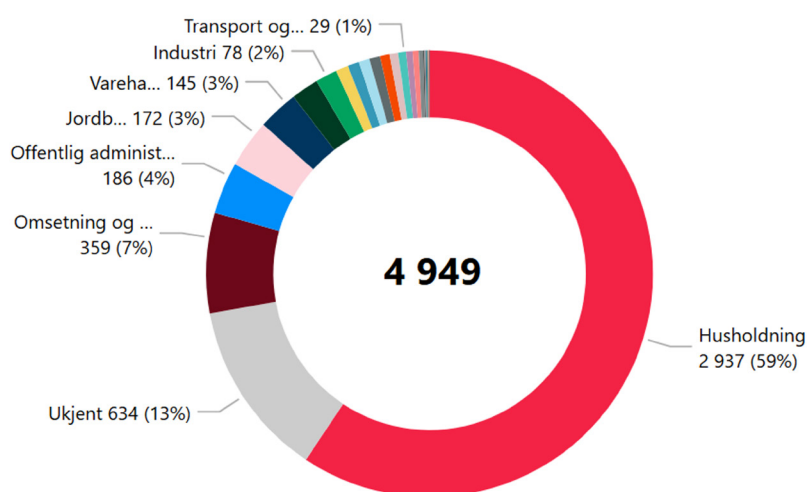
Tallgrunnlaget er hentet fra Elhub, som bruker elmåler som kilde. Denne står i grensesnittet mellom installasjon og allment nett. Det er ikke et krav til private boligeiere om at de skal måle total egenproduksjon, men et slikt krav kan komme i fremtiden. Det er viktig å presisere at ovennevnte tall omhandler energien som utveksles i grensesnittet med netteier. Boligeier vil i første omgang dekke eget forbruk før overskuddsproduksjonen går til eget batterilager eller selges på markedet.

Selv om det ikke foreligger etterprøvbare målinger på den totale energiproduksjonen, kan prosjekteringspraksis brukes som basis for å utarbeide estimater.

#### 3.1 STATUS INSTALLERTE ANLEGG OG EFFEKT

NVEs oversikt (Figur 6) viser at det i perioden januar 2024 til april 2025 er installert flest *antall anlegg* (2937) i husholdninger:

##### Antall nye anlegg per næringsgruppe/næring

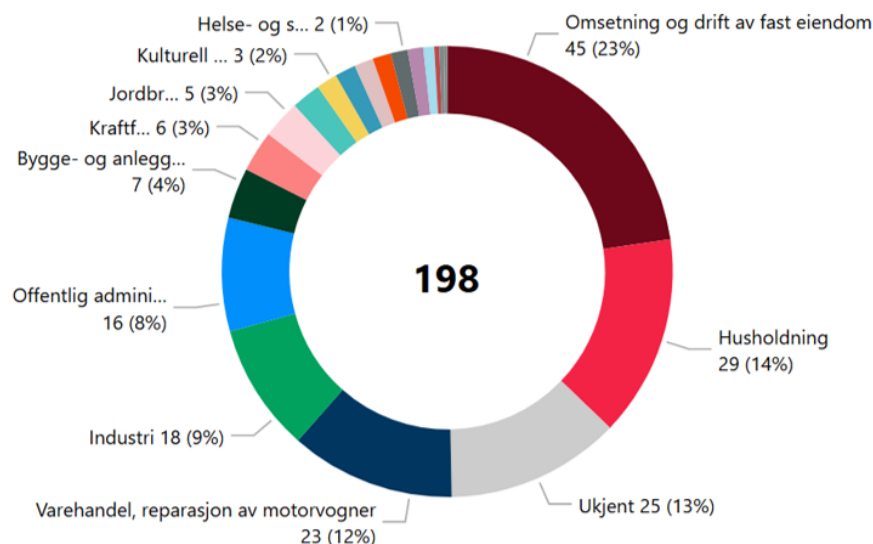


Figur 6: Antall nye anlegg fordelt næringsgrupper/private. NVE, 2025.



Samtidig er det installert *mest effekt* (Figur 7) knyttet til næringsgruppen "Omsetning og drift av fast eiendom" (45 MW).

### Ny installert effekt (MW) per næringsgruppe/næring



Figur 7: Installert effekt (MW) per. gruppe. NVE, 2025.

## 3.2 INSTALLASJONER I HUSHOLDNINGER

Solkraft i husholdninger innebærer bruk av solcellepaneler (PV) til å omdanne sollys til elektrisk strøm.

Typisk installeres solcellepanelene på hustak, boder og garasjer.

Løsningene kan være takmontert, bygningsintegrert (BIPV) eller som mindre frittstående installasjoner. Teknologien har utviklet seg betydelig de siste årene og er i dag både driftssikker og tilgjengelig for vanlige boligeiere.



De vanligste løsningene for husholdninger er:

**Takmonterte paneler** (på eksisterende skråtak eller flate tak).

**Bygningsintegrerte solceller (BIPV)** – der panelene erstatter deler av- eller hele taket (Figur 8).

**Frittstående anlegg** (f.eks. på stativ i hagen).

Figur 8: Hentet fra Sintef.no. Foto: Karen Byskov Lindberg, 2023.

**- Bygningsintegrerte solceller fungerer både som kledning på vegg eller tak og som strømgenerator. Denne teknologien kan dermed spare både energi og byggematerialer.**  
(Nitter, 2023).



### 3.3 EFFEKT OG PRODUKSJON

Solkraftproduksjonen varierer etter solinnstråling, installert effekt, plassering, takvinkel og skyggeforhold.

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) er et gratis verktøy utviklet av EUs forskningssenter, JRC (Joint Research Centre)<sup>1</sup>. Verktøyet brukes til å beregne solenergi-produksjon basert på geografisk plassering og tekniske data for installasjonen.<sup>2</sup>

NEK har sett nærmere på en av leverandørene<sup>3</sup> til det norske markedet, som vi har valgt å redegjøre for om under. Otovo (2025) tar i sin praksis utgangspunkt i nevnte verktøy og viser til følgende prognoser knyttet til effekt og strømproduksjon gitt følgende forutsetninger:

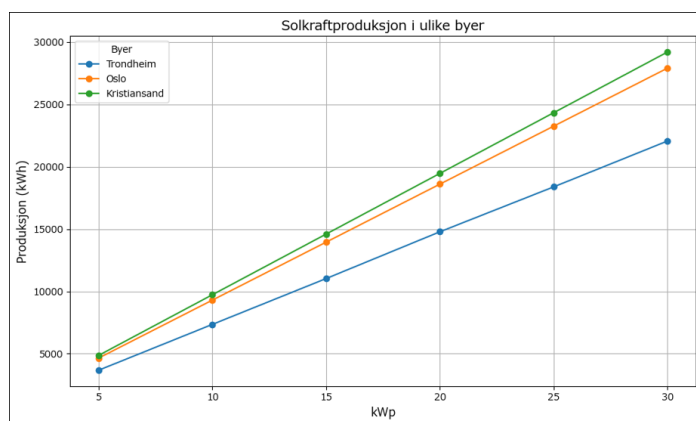
#### Sørvendte solcellepaneler, takhelling 35°, systemtap 14%.

| Installert effekt (kWp) | Årlig produksjon (kWh)<br>Trondheim | Årlig produksjon (kWh)<br>Oslo | Årlig produksjon (kWh)<br>Kristiansand |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 5 kWp                   | 3 676 kWh                           | 4 650 kWh                      | 4 865 kWh                              |
| 10 kWp                  | 7 352 kWh                           | 9 300 kWh                      | 9 731 kWh                              |
| 15 kWp                  | 11 028 kWh                          | 13 950 kWh                     | 14 596 kWh                             |
| 20 kWp                  | 14 779 kWh                          | 18 601 kWh                     | 19 462 kWh                             |
| 25 kWp                  | 18 380 kWh                          | 23 251 kWh                     | 24 328 kWh                             |
| 30 kWp                  | 22 056 kWh                          | 27 901 kWh                     | 29 193 kWh                             |

Figur 9: Tabell Årlig produksjon. Kilde: Otovo, 2025. Ill: NEK, 2025.

Formålet med tabellen er å vise det teoretiske potensialet for strømproduksjon med solceller montert hos husholdninger i 3 ulike geografiske områder: Midt, øst og sør i Norge.

I Figur 10 er samme informasjon presentert grafisk:



Figur 10: Årlig produksjon. Kilde: Otovo, 2025. Ill: NEK, 2025.

Dersom man tar sikte på å produsere nok energi til å dekke tilsvarende en gjennomsnittlig husholdnings forbruk i løpet av et år (rundt 15 700 kWh. SSB, 2024) fremgår det at anleggets størrelse må være nærmere 20 kWp.

Det er et stort solkraftanlegg som neppe får plass på taket på en gjennomsnittlig norsk bolig.



Tabellen i Figur 9 tar utgangspunkt i virkningsgrad til dagens silisiumsbaserte solkraftanlegg.

For anlegg som tilbys i det kommersielle markedet i dag ligger virkningsgraden et sted mellom 18-22%. Det forskes intenst på paneler med høyere virkningsgrad, noe som vil påvirke lønnsomhet i vesentlig grad i kommende år.

<sup>1</sup> The Joint Research Centre – EU Science Hub, 2025.

<sup>2</sup> Tekniske krav reguleres av NEK 400 og NEK 446.

<sup>3</sup> Funnet gjennom søketekst, Google: «Leverandører av solcelleinstallasjoner i Norge».



## 3.4 DEKNINGSGRAD

Ifølge SSB (2024) hadde en gjennomsnittlig norsk husholdning et årlig strømforbruk tilsvarende 15 700 kWh i 2023. Med utgangspunkt i prognosene vist i Figur 9 og 10 (Årlig produksjon), kan et solcelleanlegg med installert effekt 10 kWp anslagsvis dekke omtrent 40 % – 60 % av det totale behovet for strøm i en gjennomsnittlig husholdning.

Samtidig er det verdt å minne om at produksjon fra solkraft er avhengig av en rekke ulike faktorer – at produksjonen er høyest om sommeren mens husholdningene har lavest behov, og at strømpris og andre støtteordninger kan påvirke om en husholdning tar beslutningen om å installere et solcelleanlegg eller ikke.



## 4. ENERGILAGRING

Sollyset er ikke alltid tilgjengelig for produksjon av energi. Det betyr at solinnstråling representerer en variabel – ikke konstant energiproduksjon. Energi kan imidlertid lagres ved bruk av ulike teknologier. Det er primært to former for energilagring som er relevant i en bolig: Energilagringssystemer basert på batteriteknologi og termisk lagring i vann eller bygningsmasse.

For boligeiere, som i all hovedsak unngår nettleie og avgifter når man bruker egenprodusert energi, kan både sanntidsforbruk fra et anlegg og lagring for senere salg i markedet eller for eget forbruk være lønnsomt. Energilagring kan videre bidra til å balansere energiproduksjon og forbruk løpende.

I dette dokumentet analyseres på overordnet nivå relevans av å kombinere solkraft med batteriteknologi.

### 4.1 REDUSERER BEHOVET FOR TOPPBELASTNINGSANLEGG

Energilagringssystemer kan også tjene som supplerende løsning for den tradisjonelle energiproduksjonen. Behovet kan oppstå på spesielt kalde dager – når mange bruker strøm samtidig, eller i situasjoner hvor det er uforutsette avbrudd i energiforsyningen.

Energilagringsanlegg er nødvendige og en viktig del av energiinfrastrukturen. De sikrer stabil, pålitelig energitilførsel og bidrar til å unngå strømbrudd.<sup>1</sup>

### 4.2 BATTERITEKNOLOGI – UTVIKLING

Batteriteknologi kan spille en viktig rolle i å mellomlagre egenproduksjon til perioder av døgnet hvor markedsprisen er høy. Videre kan teknologien bidra til mindre variasjon i effektutvekslingen i grensesnittet mellom installasjon og allment nett. Reduksjon av topplast får en stadig viktigere rolle i energisystemene, også for lagring av solenergi.

Utviklingen av teknologien handler om (økt) kapasitet, lengre levetid, og med stadig strengere krav til bruk av bærekraftige materialer (sirkulære verdikjeder), ressurs- og gjenbruk.

1 Ved ekstreme værforhold eller når energibehovet plutselig øker.



Utviklingen innen batteriteknologi har vært spesiell kraftig de siste ti årene, etter at elbilene gjorde sitt inntog. Bruk av batteriteknologi i elbil har skapt behov for høy energitetthet i slike batterier både for å spare plass og vekt. Det forskes på flere spennende teknologier som øker mangfoldet i dette segmentet.

De to viktigste trendene på tidspunktet denne rapporten skrives er:

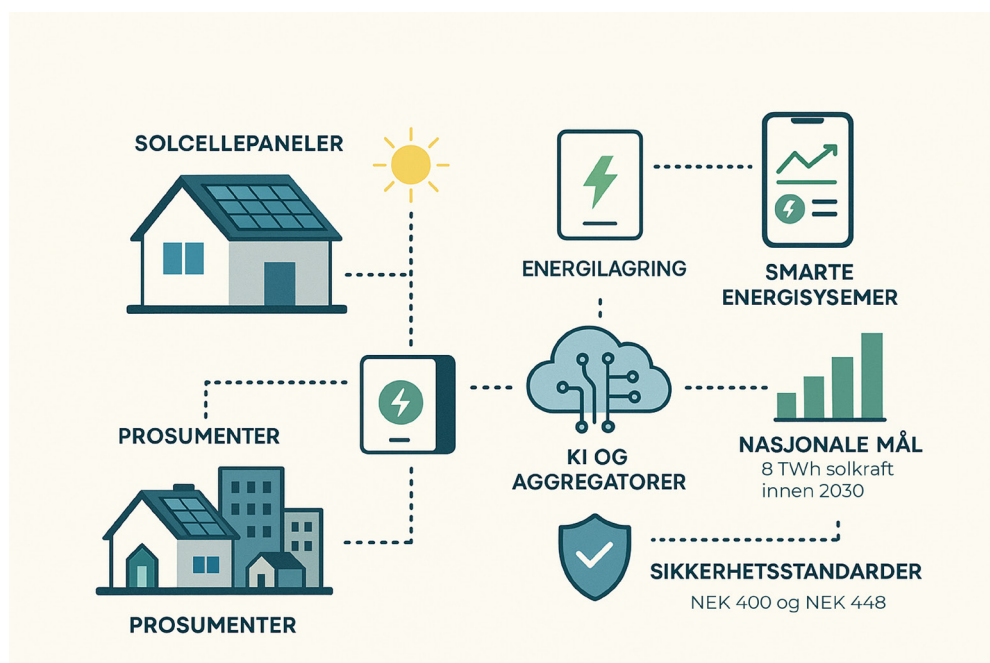
- **Solid-state-batterier** som bruker en fast elektrolytt i stedet for en flytende og gir høyere energitetthet, raskere ladetider og forbedret sikkerhet.
- **Flow-batterier** som lagrer energi i flytende elektrolytter i eksterne tanker og gir mer langvarige lagringsløsninger (magasinering).

Ny teknologi gjør energilagringssystemer mer attraktive og øker fleksibiliteten. Dette kombineres med tilsvarende innovative løsninger rundt styring, kontroll og overvåkning av slike systemer. I sum bidrar dette til økt pålitelighet, fleksibilitet og forsyningssikkerhet.

Det utvikles gradvis et marked for gjenbruk av batterier fra elbiler i energilagringssystemer. Foreløpig har tilgangen på brukte elbilbatterier vært liten, men det forventes økt tilgjengelighet i de nærmeste årene. Det kan redusere prisen på energilagringssystemer.

## 5. SMARTE STYRINGSSYSTEMER – EMS

Med SMART styring menes her bruk av teknologi for styring av elektriske systemer og kommunikasjonsnettverk.



Figur 11: Illustrasjon, EMS. NEK, 2025.

Smarte styringssystemer (EMS<sup>1</sup>) lar husholdningen overvåke og styre eget energiforbruk – samt installasjonens samspill med allment nett. Systemet kan kobles til solkraftanlegg, energilagringssystem og tilknyttet elektrisk utstyr. Systemene kan gi tilgang til sanntidsdata, bidra til laststyring og optimalisere forbruket basert på statistikk og prognoser.

1 Energy Management Systems.



## 5.1 STYRING OG KONTROLL

I en moderne installasjon tilkommer stadig flere enheter det er fornuftig å styre. Nyere elektrisk utstyr har ofte innebygd kommunikasjonsmodul med muligheter for styring og kontroll.

Manglende interoperabilitet mellom leverandørenes systemer er imidlertid en utfordring.

NEK antar det vil vokse frem flere virksomheter som arbeider med systemintegrasjon, herunder som sørger for grensesnitt mot disse ulike systemene. Kombinert med KI-assisterte agenter vil det enklere kunne foretas styring som for få år siden var utenkelig.

## 5.2 KUNSTIG INTELLIGENS SOM STØTTE

Dersom man kombinerer allerede tilgjengelig teknologier til å understøtte effektiv styring og kontroll vil det ytterlig kunne understøtte funksjonen til et solkraftanlegg. Kombinasjonen av et solkraftanlegg, energilagringssystem og smartstyring støttet av kunstig intelligens kan muliggjøre bruk av energi til de laveste timeprisene og leveranse av energi til de høyeste timeprisene i løpet av døgnet.

Eksempler på instruksjoner kan være:

- "Varm opp vann når strømmen er billigst, selg strøm på kraftmarkedet når prisen er høy, men skaler uttak fra energilagringssystemet slik at jeg har nok til eget forbruk. Sørg for at jeg ikke har for høy topplast» – varmtvannstanken lagrer varmen som et batteri, som gir tilgang til varmt vann senere (når strømmen er dyrere).
- "Bruk varmekablene når strømmen er billigst» – betonggulv kan holde på varmen i flere timer. Såkalt termisk lagring.
- "Lad elbilen når strømmen er billig» - ofte er både prisen og forbruket i boligen lavere (om natten).

## 5.3 AGGREGATORER

En aggregator er en tjeneste eller plattform som samler og organiserer informasjon eller innhold fra ulike kilder og som kan foreta handlinger basert på denne informasjonen. Aggregatorer henter gjerne data fra nettet tilnærmet kontinuerlig (sanntid) og presenterer dataene på en måte som gjør innholdet tilgjengelig og mulig å forstå.

Aggregatorer kan spille en viktig rolle i å få til effektivt samspill mellom ulike teknologier, på en måte som gjør at man får en effektiv drift av systemene i en bolig. Effektive algoritmer kan sørge for døgkontinuerlig best mulig drift av solkraftanlegg, energilagringssystem og smart-teknologi i hjemmet. Tjenesten eller plattformen kan videre gi forbrukeren oversikt, innsikt og forståelse slik at man kan sammenlikne informasjon, og optimalisere og automatisere energi- forbruk og lagring.



## 5.4 AGGREGATORER – EKSEMPLER PÅ TJENESTER

Det finnes allerede en rekke aggregatorer i markedet. Her nevnes eksempler på aggregatortjenester:

### **Energistyringssystemer for smarthus:**

Samler og analyserer data fra enheter som varme-, kjøle- og belysningssystemer. Systemene bruker algoritmer og KI for å tilpasse energiforbruket basert på tid på døgnet, værforhold og forbruksmønstre.

### **Eksempler på aggregatorer:**

Tibber (smarthjem) og Google Home optimaliserer energibruken for å redusere kostnader og forbedre komforten for husholdninger. Kommuniserer via trådløse protokoller som ZigBee og Z-Wave.

### **Lading av elbiler:**

Tilbyr optimaliseringstjenester for lading basert på strømpris, belastning på nettet og brukerens behov. En aggregator kan styre ladingen til når strømmen er billigst eller mest tilgjengelig, og sørger igjen for at batteriet er klart til bruk ved behov.

### **Eksempler på aggregator-tjenester:**

Zaptec Sense<sup>1</sup> og Easee Solcellelading<sup>2</sup> kan integrere lading med smarthusteknologi og energistyringssystemer.

## 5.5 IoT OG SIKKERHET

IoT (Internet of Things) innebærer at enheter kobles til internett og kommuniserer gjennom internettprotokollen (IP). Dette gjør det mulig for alt fra husholdningsapparater til industrielle maskiner å utveksle data i sanntid.

Når flere og flere enheter kobles opp, øker samtidig sårbarhetene. Sikkerhet blir derfor en utfordring knyttet til IoT. Teknologiske og organisatoriske tiltak må implementeres for å sikre at data ikke blir kompromittert eller misbrukt.

Selv om dette er en kompleks problemstilling, må det utvikles løsninger som kan garantere både dataintegritet og brukersikkerhet.

Personvern og datasikkerhet er viktig, og systemene må i Norge følge gjeldende GDPR-regelverk.

<sup>1</sup> Plugges inn i sikringsskapet, leser av energiforbruket til bygget og regulerer ladehastigheten til elbilen for å maksimere tilgjengelig strøm. (zaptec.com)

<sup>2</sup> System for elbillading utformet for å spore solenergiproduksjonen og justere ladehastigheten. (easee.com)



## 6. ØKONOMI, RAMMEBETINGELSER OG REGELVERK

I følge ENOVA (2025) vil investeringene for et solcelleanlegg (husholdning) beløpe seg til mellom 100.000 og 300.000 kroner, inkludert installasjon.<sup>1</sup>

Boligeiers pris pr. produsert kWh og dermed lønnsomhet avhenger av flere faktorer:

- Total investering,
- Energifris i aktuell prissone (strømregion<sup>2</sup>) ,
- Konkurransesituasjonen blant tilbyderne av slike anlegg i området,
- Solinnstrålingen i det aktuelle området,
- Boligens beliggenhet, tilgjengelig takareal, takvinkel,
- Anleggets virkningsgrad,
- Anleggseiers eget forbruk og overskuddskraft,

Generelt gjelder det at dess mer av den produserte energien anleggseier bruker selv, dess mer attraktivt blir anlegget.

Boligeier står ovenfor en krevende beslutning, men finner relativt lite materiale å støtte seg på i beslutningsprosessen. Mange har ikke andre alternativ enn å feste lit til leverandørenes råd og veiledning. Enova gir også boligeier god veiledning, men overordnet sett er spørsmålet om solkraft på taket en krevende investeringsbeslutning.

Gitt en rekke usikre faktorer nevnes allikevel noen problemstillinger man bør ta stilling til før beslutning om installering tas:

- Gir egenproduksjonen redusert kjøp av strøm (fra nettet) – og i hvilken størrelsesorden?
- Kan overskuddskraft selges tilbake til nettet/strømlleverandører (plusskundeordning)
- Hvilke støtteordninger fra Enova for nye anlegg, treffer «mitt anlegg»?
- Vil jeg få reduserte nettleiekostnader ved lavere effektuttak (økt egenproduksjon)?

Som nevnt over er det knyttet usikkerheter til nedbetalingstid (ROI) for et anlegg – gitt en stadig volatil strømpris, med dertilhørende midlertidige og varierende støtteordninger for husholdninger.

NEK mener mye kunne vært vunnet om man hadde fått en nøytral aktør uten bindinger til næringsinteresser til å understøtte boligeiers beslutningsprosess.

Mer om dette forslaget vil belyses nærmere senere i rapporten.

<sup>1</sup> Pris reflekteres av anleggets størrelse.

<sup>2</sup> Se vedlegg for oversikt og priseksempler.



## 6.1 PROSUMENT, PLUSSKUNDE OG REGELVERK

En kunde som både produserer og forbruker strøm, defineres som en prosument (NVE, 2024).

## 6.2 PLUSSKUNDE

Anlegg som produserer mindre enn 100 kW til nettet omfattes i dag av plusskundeordningen og er ikke konsesjonspliktig. En plusskunde, som ikke leverer mer enn 100 kW, betaler ikke for strøm levert ut og betaler ikke nettleie for forbruk en selv produserer (NVE, 2024).

Plusskundeordningen i Norge regulerer hvordan privatpersoner og virksomheter som produserer egen strøm – for eksempel med solcelleanlegg – kan levere overskuddsstrøm tilbake til strømnettet.

Få, om noen, anlegg i private bolig overstiger ovennevnte terskelverdi. Solkraftprodusenter som omhandles i denne rapporten vil dermed være å anse som plusskunder.

## 6.3 KONSESJON, REGLER OG STANDARDER

I februar 2025 innførte Regjeringen en nedre effektgrense i energilovforskriften på 100 kW installert effekt for når utbygging av solkraftanlegg krever konsesjon.<sup>1</sup>

Hensikten med endringen er å tydeliggjøre konsesjonsplikten og forenkle søknadsprosessen. Solkraftanlegg med lavere effekt enn 100 kW trenger ikke søke konsesjon hos NVE (etter energiloven).

Anlegget skal allikevel saksbehandles, men dette skal nå gjøres lokalt hos den enkelte kommune etter regler gitt i plan- og bygningsloven.

Sentrale myndigheter har med dette også en målsetning om at mer lokal saksbehandling, kan frigjøre ressurser til større konsesjonssaker – og at disse vil gå raskere.

## 6.4 KORT OPPSUMMERT KRAV, REGLER OG STANDARDER

Det finnes klare krav for installasjon og tilkobling av solceller:

- Anlegg av denne typen reguleres av forskrifter fra DSB, NVE og Nkom,
- Disse viser blant annet til NEK 400, NEK 446 og NEK 448 som gir tekniske krav til sikker installasjon,
- Plusskundeordningen regulerer hvordan privatpersoner kan mate strøm inn i nettet,
- Lokale byggeregler og meldesystemer må følges.



Figur 12: Illustrasjon. AdobeStock, 2024.

Installasjonen må utføres av kvalifisert personell, og anlegget må meldes inn til nettselskapet for å kunne kobles til nettet.



## 6.5. ENOVA – KORT OM STØTTEORDNINGER

Et pris- og effektstyrt energilagringssystem styrer varmtvannstank, varmekabler og elbil i sanntid etter strømpris og totalforbruk, og muliggjør lagring av energi ved å:

- Varme opp varmtvannstanken når strømmen er billig – den lagrer varmen i flere timer, som et batteri.
- Bruke billig strøm til varmekabler – betonggulv holder på varmen (termisk lagring).
- Lade elbilen når strømpris- og forbruket i boligen er lavt (eks. om natten).



ENOVA har ulike støtteordninger for husholdninger knyttet til etableringen av slike systemer.<sup>1</sup> For å kunne kvalifisere til støtte, trenger en forbruker følgende elementer (Figur 12):

1. Måling av strømforbruk: En HAN-port-adapter eller annen type hovedstrømsmåler.
2. En styringssentral: som samordner og styrer energibruken.
3. Minst to styringsenheter som styrer energilagrene: Smart- relé - termostat - elbillader.
4. Minst to energilagre: Varmt vannstank - Elektrisk gulvvarme - Elbil - Vannbårent varmeanlegg, f.eks. luft-til-vann eller væske-til-vann-varmepumpe.<sup>2</sup>



Figur 13: Pris- og effektstyrt energilagringssystem. Fire elementer. ENOVA, 2025.

<sup>1</sup> <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/pris--og-effektstyrt-energilagringssystem-for-boliger/>  
<sup>2</sup> som varmes opp med strøm.



## 7. TEKNISKE OG ØKONOMISKE UTFORDRINGER

Spørsmålet boligeiere som vurderer anskaffelse av solkraftanlegg ønsker svar på er:

Hva er lønnsomheten? Neste spørsmål boligeier burde stille er om anskaffelse av komplementære teknologier kan øke lønnsomheten ytterligere, i dette tilfellet i form av energilagringssystem og/eller smart styringssystem (EMS).

### 7.1 BESLUTNINGSSTØTTE

Boligeier har i dag ikke tilgang til objektiv beslutningsstøtte. Det innebærer det at boligeier neppe ser de tre ovennevnte teknologiene i sammenheng, i enda mindre grad er i stand til å vurdere hvordan disse hver for seg og samlet kan bidra til måloppnåelse. Selv om det for mange vil ligge et element av miljøvern, vil likevel lønnsomhet i de fleste tilfeller være tungen på vektskålen.

### 7.2 DESIGN OG ARKITEKTUR

I markedet tilbys det mange type paneler. Noen paneler er integrert i bygningsmaterialer, mens andre er paneler montert på stativ. Det er også paneler som kan limes/festes til eksisterende bygningskomponenter. Dette er vanskelige beslutninger for en boligeier som i de fleste tilfeller har liten forutgående erfaring med slike anlegg.

NEK opplever at det er lite informasjon tilgjengelig fra objektive kilder innen dette temaet. Det er få leverandører som tilbyr flere konsepter, hvilket gjør at man ofte ender opp med designet leverandøren har i sin portefølje.

### 7.3 VIRKNINGSGRAD

Det forskes intenst på nye og mer effektive paneler. Selv om det tar tid fra suksessfulle forsøk i laboratoriet til kommersielle produkter, er det stadig forbedringer i teknologien.

Det er krevende å vurdere teknologien hos de ulike leverandørene. Mange ender dermed opp med å måtte feste tillitt til leverandørens fremstillinger. Heller ikke innen teknologivalg gis boligeier særlig støtte i sin beslutningsprosess.

En teknologi som øker virkningsgraden fra f.eks. 20% til 24% innebærer at anlegget gir hele 20% mer energi. Videre kan valg av inverter påvirke hvor sensitiv anlegget er for skygge på deler av panelene. Slike forhold kan ha stor betydning i lønnsomhetsberegningene.

### 7.4 TEKNOLOGISK KONVERGENS OG SYSTEMINTEGRASJON

Teknologisk konvergens refererer til hvordan hittil adskilte teknologier kombineres for å utvikle nye løsninger med økt verdi. Solkraft, energilagring og smart styring er eksempler på teknologier som kan være komplementære og sammen gi synergier. Kombinasjonen av de tre har blitt trukket frem som interessant i denne rapporten.

Synergi mellom teknologier kan når de kombineres, forsterker hverandre. Teknologier utvikles ofte i parallelle retninger og løser problemer hver for seg, men deres kombinasjon skaper løsninger som hver enkelt teknologi ikke kunne oppnå alene.



Når teknologier kombineres, akselereres gjerne den samlede utviklingen, fordi den ene teknologien kan bygge på fremskrittene i den andre. Teknologisk konvergens skaper helt nye markeder og anvendelser som ikke eksisterte tidligere.

Konvergens er derfor en nøkkel til innovasjon, der videre utvikling ofte avhenger av hvor effektivt teknologier integreres istedenfor bare å raffinere én enkelt teknologi.

Standarder fungerer som "den usynlige infrastrukturen" som gjør at teknologiutvikling kan skje på en effektiv og harmonisert måte.

Etter NEKs oppfatning tyder mye på at kombinasjon av de tre teknologiene kan skape god totaløkonomi. En forutsetning for det er at en leverandør enten tilbyr alle disse teknologiene, eller at en leverandør tar ansvaret for systemintegrasjonen.

## 8. ANBEFALINGER

Det er boligeier som i dette tilfellet er beslutningstaker. I de fleste tilfeller vil boligeier være en person med begrenset teknisk og økonomisk innsikt i fagområdene som har vært omtalt. Dette fører trolig til at mange boligeiere fattar beslutning på svakt grunnlag, i enkelte tilfeller understøttet av leverandører som kan ha egeninteresse i beslutningens utfall.

Spesielt innen boligsegmentet er det viktig med utvidet beslutningsstøtte. Beste sted for plassering av slik beslutningsstøtte er trolig hos Enova. Det betyr ikke nødvendigvis at det er Enova som må drifte slik beslutningsstøtte, men heller være vertskapet for en slik ordning.

NEK tror at underlag for å lage slik nøytral beslutningsstøtte bør ta utgangspunkt i et forum hvor det er tilstrekkelig bred representasjon. Det bidrar til at ingen særinteresser setter for sterkt preg på resultatet. Investering i solkraft i boligsegmentet vil i mindre grad bidra i «nasjonalregnskapet» for energi, men kan ha betydning lokalt og regionalt. Dessuten kan det bidra til å øke bevisstheten om energibruk hos boligeiere, ikke bare hos dem som faktisk installerer slike anlegg, men også de som foretar seriøse vurderinger.

NEK tror at mange boligeiere sitter «på gjerdet» av mangel på et tilstrekkelig beslutningsgrunnlag. Mange av de som likevel tar beslutninger, ender opp med å ta denne basert på kortsiktige faktorer som den til enhver tid gjeldende strømpris, strømstøtte og/eller støtteordninger. Videre er det få som vurderer komplementære teknologier.

NEK tror det kan være spennende markedsmuligheter innen dette segmentet, hvor underliggende ønske om å anskaffe slike anlegg bør understøttes av tilstrekkelig verktøy for boligeier.

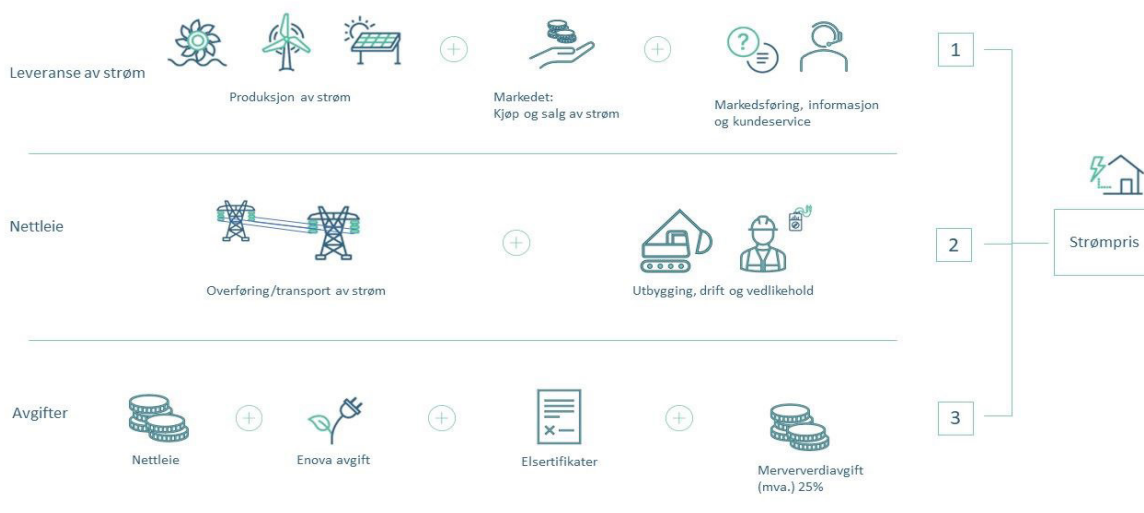


## VEDLEGG

Vedlegg består av grafiske fremstillinger for å illustrere ulike forhold nevnt i denne rapporten.

### STRØMPRIS

Figur 1 er ment å gi et «bilde» av ulike innsatsfaktorer som påvirker prisen for strøm: «Hva ligger til grunn for fakturaen du mottar?»



Figur 1: Innsatsfaktorer som påvirker strømprisen. NEK 2024.

### STRØMSTØTTE

Regjeringen har innført midlertidige støtteordninger (Figur 2) for å håndtere eskalerende og høye strømpriser.

Prognoser tilsier at strømprisene forblir høye og regjeringen har derfor ved flere anledninger utvidet og forlenget støtteordningene, sist ved fremleggelsen av revidert forslag til statsbudsjettet for 2025 (Regjeringen, 2025).

Tidslinjen viser de ulike tiltakene som er innført. 2024 og 2025 vises ikke da støtte er videreført fra 2023 og foreløpig ut 2025.



Figur 2: Strømstøtte, tidslinje. Kilde: Regjeringen 2024. Illustrasjon NEK, 2024.



## NORGESPRIS

Regjeringen har varslet innføring av Norgespris på strøm (40 øre/kWh eks. mva) f.o.m. 1. oktober 2025. Husholdninger som ønsker en slik avtale, må inngå denne med kraftleverandør om kjøp og salg av elektrisk kraft. Avtalen gjelder kun forbruk levert fra nett.

For plusskunder med egenproduksjon fra solcelleanlegg som mates inn på nettet, vil prisen på denne ikke påvirkes av den nye ordningen. (Energidepartementet, 2025).

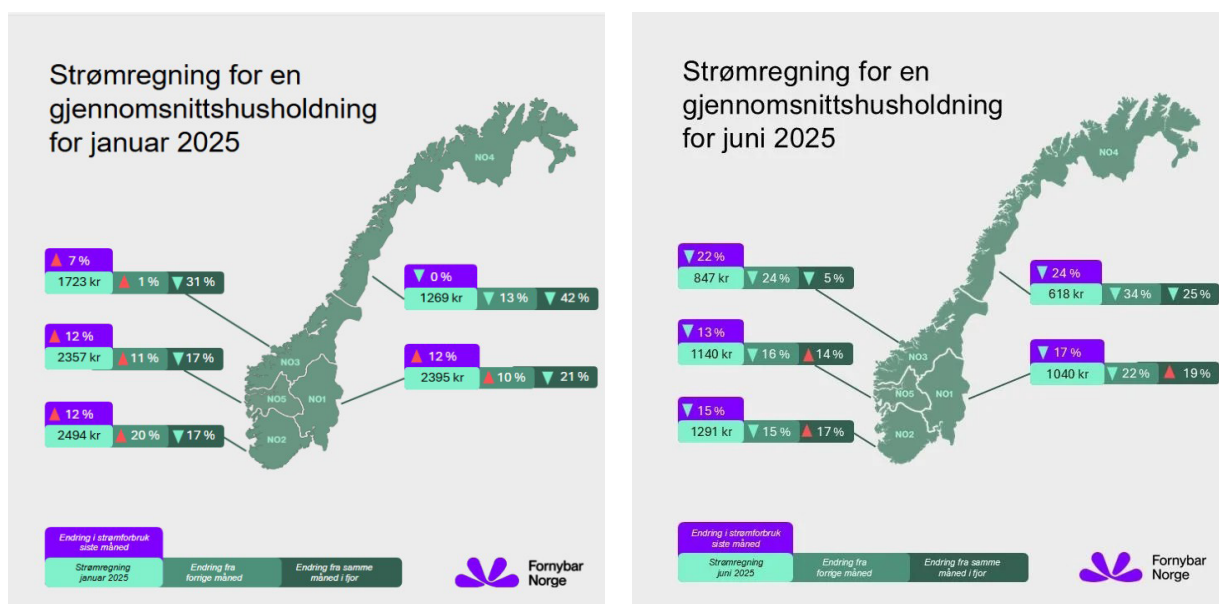
Norgespris vises ikke i tidslinjen over støttsøtte (S. 21).

## STRØMREGIONER – PRISSONER

Norge er delt inn i fem strømregioner (prissoner). Figur 3 under er hentet inn for å vise de ulike regionenes geografiske inndelinger:

- Øst (NO1)
- Sør (NO2)
- Midt (NO3)
- Nord (NO4)
- Vest (NO5)

Under vises strømpriser for en gjennomsnittshusholdning i de ulike regionene inkludert sesongvariasjoner for januar og juni 2025.



Figur 3: Strømprisindeks inkludert strømregioner. Fornybar Norge, 2025.



# REFERANSELISTE

Adobe. (2025). Adobe Stock. Hentet fra Photos: <https://stock.adobe.com/photo>

Easee. (2025). easee.com. Hentet fra Easee solcellelading av elbil: <https://easee.com/no/produkter/tjenester/solcellelading/>

Energidepartementet. (2024, juni 26). regjeringen.no. Hentet fra Kortere kø og større kraftverk: Nå skal kommunene avgjøre flere solkraftsaker: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/kortere-ko-og-storre-kraftverk-na-skal-kommunene-avgjore-flere-solkraftsaker/id3046649/>

Energidepartementet. (2024, juni 26). regjeringen.no. Hentet fra Høring - om forslag til endringer i energilovforskriften - Innføring av effektgrense for konsesjonsplikt for solkraftverk: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing-om-forslag-til-endringer-i-energilovforskriften/id3046599/>

Energidepartementet. (2025, februar 25). regjeringen.no. Hentet fra Spørsmål og svar om Norgespris: <https://www.regjeringen.no/no/no/tema/energi/strom/sporsmal-og-svar-om-norgespris/id3089310/?expand=factbox3090866>

Energikommisjonen. (2023). NOU 2023: 3 - Mer av alt – raskere Energikommisjonens rapport. Olje- og energidepartementet.

ENOVA. (2025). enova.no. Hentet fra Solcelleanlegg: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/solcelleanlegg/>

Fornybar Norge (2025). fornybarnorge.no. Hentet fra strømprisindeksen: <https://www.fornybarnorge.no/strommarked/stromprisindeksen/>

Nitter, K. (2023, mars 21). sintef.no. Hentet fra Bygningsintegrerte solceller kan spare både energi og byggematerialer: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2023/bygningsintegrerte-solceller-kan-spare-bade-energi-og-byggematerialer/>

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2024, oktober 10). nve.no. Hentet fra Utviklingen i kraftmarkedet mot 2050: <https://www.nve.no/media/17623/utviklingen-i-kraftmarkedet-mot-2050.pdf#page=1>

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2024, juli 09). NVE.no. Hentet fra Kostnader for kraftproduksjon: <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/kostnader-for-kraftproduksjon/>

Norges vassdrags- og energidirektorat. (2024, juni 12). nve.no. Hentet fra Solkraft: <https://www.nve.no/energi/energisystem/solkraft/>

Norsk Elektroteknisk Komite. (2025). nek.no. Hentet fra Produkter: <https://www.nek.no/standarder/produkter/>

Norsk Elektroteknisk Komite. (2024). Vår elektriske fremtid - Perspektiv 2030. Oslo: Norsk Elektroteknisk Komite.

Otovo. (2025, april 28). otovo.no. Hentet fra Hvor mye strøm produserer solceller per år, måned, dag, time og m²?: [https://www.otovo.no/blog/solcellepanel-solceller/hvor-mye-strom-produserer-solceller/?utm\\_source=chatgpt.com#hvor-mye-str%C3%B8m-produserer-solcellepaneler-per-%C3%A5r](https://www.otovo.no/blog/solcellepanel-solceller/hvor-mye-strom-produserer-solceller/?utm_source=chatgpt.com#hvor-mye-str%C3%B8m-produserer-solcellepaneler-per-%C3%A5r)

Regjeringen. (2024, oktober 14). regjeringen.no. Hentet fra Tidslinje - strømstøtte til husholdningene: <https://www.regjeringen.no/no/no/tema/energi/strom/stromstotte-til-husholdningene-tidslinje/id2929222/>

Statistisk sentralbyrå. (2024, oktober 22). ssb.no. Hentet fra Hva er gjennomsnittlig strømforbruk i husholdningene?: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/artikler/hva-er-gjennomsnittlig-stromforbruk-i-husholdningene>

Statistisk sentralbyrå. (2025, mars 1). ssb.no. Hentet fra Solkraft: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/faktaside/solkraft>

The Joint Research Centre - EU Science Hub. (2025, mai 15). joint-research-centre.ec.europa.eu. Hentet fra Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS): [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en)

Tibber. (2025). tibber.com. Hentet fra smarthjem: <https://tibber.com/no/smarthjem>

Zaptec. (2025). zaptec.com. Hentet fra Ladeløsninger: <https://www.zaptec.com/no/ladelosninger/zaptec-sense>



# SOLKRAFT I NORGE –

## *SOLKRAFT, ENERGILAGRING OG SMARTE SYSTEMER I HUSHOLDNINGER*

Overgangen til et mer mangfoldig energisystem – der solenergi spiller en stadig viktigere rolle – skjer ikke bare gjennom store industriprosjekter og utbygging av infrastruktur. Husholdningene spiller også en sentral rolle.

Ved å installere solcelleanlegg kombinert med energilagring og smarte styringssystemer, kan både husholdninger og bedrifter redusere energikostnader, øke egenforsyning og styrke beredskapen.

Samtidig bidrar de til å nå nasjonale klimamål.

Den økende interessen for energilagring og utviklingen av smarte styringssystemer gir stadig flere boligeiere muligheten til å produsere, lagre og styre egen strømproduksjon.

For forbrukerne betyr dette lavere strømreregninger, økt kontroll over eget forbruk og muligheten til å bidra aktivt i energiomstillingen.

For installatører og leverandører av produkter og tjenester åpner det seg et voksende marked for løsninger som kombinerer solenergi, batterilagring og digital styring.

For beslutningstakere representerer dette en strategisk mulighet til å styrke energisikkerheten, redusere belastningen på strømnettet og fremme grønn verdiskaping.

Denne rapporten er den siste i en serie på tre temarapporter som utforsker solkraftens rolle i Norge. Den gir en oversikt over mulighetene som ligger i solenergi, batterier og smarte energiløsninger for norske husholdninger.