

FASE 2, 2020

VESTFOLD BONDELAG



SOLSTRØM FRA GÅRDSBRUK I VESTFOLD

PROSJEKTRAPPORT AV SIMEN BERGAN

RAPPORTEN ER EN DEL AV VESTFOLD BONDELAGS PROSJEKT
«FORNYBAR SOLENERGI FRA GÅRDSBRUK I VESTFOLD - FASE II»



Introduksjon

Vestfold kan med rette kalles solfylket. Her har vi godt klima og gode solforhold. Dette, sammen med at hele 20% av Vestfolds areal er dyrka mark, gjør at vi er store på plante-produksjon, spesielt matkorn og grønt.

På Partnerskapskonferansen i 2015 ble visjonen «solceller på alle låvetak» unnfanget. Etter dette har Vestfold Bondelag jobbet systematisk med å finne ut om dette er praktisk mulig og økonomisk lønnsomt. Landbruket trengte mer kunnskap, og i 2017 gjennomførte vi fase I av prosjektet «Solstrøm fra gårdsbruk i Vestfold». Konklusjonen her var at det er stort potensial for solceller på gårdsbruk i Vestfold, men at det stort sett ikke er økonomisk lønnsomt uten støtte. Lønnsomheten er helt avhengig av at bonden har et forbruk av strøm som samsvarer med produksjonen. Dette gjør det uaktuelt for korntørker, men kan for eksempel være egnet for gårdsbruk med kjøleanlegg for bær og grønnsaker.

I 2018 og 2019 har Vestfold Bondelag gjennomført fase II av prosjektet. Dette er gjort i samarbeid med Vestfold klima- og energiforum. Vi har funnet fram til fem gårdsbruk som hadde investert eller ville investere i solcelleanlegg på egen gård. Det ble inngått avtaler med disse, og prosjektleder Simen Bergan har fulgt bøndene i de ulike fasene av investeringen. På alle referanseanleggene er det vurdert kostnad og nytte med å i tillegg investere i batterikapasitet for å forskyve forbruket i forhold til produksjonen. Erfaringene fra disse anleggene, både praktisk og økonomisk, vil være til stor nytte for bønder eller andre små og mellomstore bedrifter som vurderer å investere i solcelleanlegg.

Denne rapporten er en viktig del av avslutningen på fase II av prosjektet «Solstrøm fra gårdsbruk i Vestfold». I tillegg til å gi nyttig kunnskap, viser den at bønder i Vestfold vil delta i det grønne skiftet og være en del av klimaløsningen. Som motivasjonsfaktor er det tydelig at både klimaengasjement, og teknologisk nysgjerrighet, er vel så viktig som økonomi.

Vestfold Bondelag vil vise at landbruket er en del av klimaløsningen. Da er det godt å merke at vi har fylkespolitikere som heier på oss. Vestfold Fylkeskommune har bevilget prosjektmidler, og dette har vært utløsende for gjennomføringen. I tillegg ser vi at fire av de fem referansebøndene har fått støtte til investeringen fra Fylkeskommunens klimamidler. Med dagens lønnsomhet har dette vært utløsende.

Vestfold Bondelag vil takke de fem bøndene som har deltatt i prosjektet. De har vært villige til å dele sine opplysninger om forbruk og økonomi, samt delt sine erfaringer på godt og vondt. Det er nettopp slik åpenhet som gjør at ny teknologi og nye løsninger kan spre seg raskt i næringa.

Vi vil også rette en spesiell takk til Vestfold klima- og energiforum og Vestfold Fylkeskommune for godt samarbeid!

Gjennestad 4. januar 2020

Elin Røed
Organisasjonssjef, Vestfold Bondelag

Innhold

introduksjon	2
Litt om Solstrømsanlegg	4
Hva er solceller og solcelleanlegg?	4
Solcellemodul	4
Tynnfilmceller	5
Bygningsintegreerte solceller	5
Hva er en inverter?	6
Hva er Energilagring?	7
Hva er batteri og batteripakker?	7
Hva er hydrogen og brenselcelle?	8
Andre typer energilagring	8
Hva er UPS?	8
Lover og regler	9
Nettselskap	9
Plusskunde	10
Nabostrøm	12
Fasadeendring	12
Forsikring ved installasjon og bruk	12
Øy-effekt	12
Spennning	12
Brann	12
Økonomi og støtteordninger	13
Energiselskaper	14
Økonomiske beregninger	14
Solpanelvinkel	14
Orientering	14
Skygging	15
Framtidens strømpris	15
Batteri i praksis	17
Lønnsomhet	17
Beregningsmodell	17
Hvilke gårdsbruk passer solstrøm til?	20
Produksjon	20
Forbruk	20
Lite egnet	20
Middels egnet	20
Godt egnet	21
Egnethet	21
Leverandør og innhenting av tilbud	23
Kjøkt å vite! Sjekkliste mot leverandør	24
Solstrømsprosjektets 5 bønder	25
Bonde 1	26
Bonde 2	29
Bonde 3	32
Bonde 4	37
Bonde 5	41
Oppsummering og konklusjon	45
Referanser	47
Vedlegg 1	48
Vedlegg 2	49

Litt om Solstrømsanlegg

Hva er solceller og solcelleanlegg?

Et solcelleanlegg i er utgangspunktet ganske enkelt. Det består av solcellemoduler og vekselrettere (invertere). Fra inverteren går strømmen inn på nettet. Strømmen vi betaler for kjenner vi som kWh, mens teoretisk strøm fra et anlegg kalles kWp. Dette står for topp-effekt watt og er teoretisk effekt i et solstrømsanlegg. Se figur 1 for en enkel visning.



Figur 1:
SOLSTRØM FLYTER FRA SOLPANELENE INN I INVERTEREN.
OVERSKUDD FLYTER UT PÅ NETTET, MENS RESTEN AV
PRODUKSJONEN FORBRUKES BAK STRØMMÅLEREN.

Solcellemodul

En solcellemodul er bygd opp av mange solceller. En solcelle er en halvleder og som regel basert på silisium. Silisium-baren er skåret i tynne skiver og når skiva blir belyst vil elektroner bli eksitert med en viss spenning og kan bevege seg («strøm»). Hver celledens spenning er lav og derfor må mange celler bli seriekoplett i en streng for å få økt spenninga på modulen. I hver solcellemodul er det også flere strenger koplett i parallell.

Det finnes flere typer solcellemoduler basert på silisium. Den mest brukte teknologien og som har lavest kostnad per watt, er polykrystallinsk silisiummoduler. Disse solcellemodulene er blå i fargen. Disse ligger per desember 2019 på ca. 700-750 kr per panel eks. mva. Det er en mulighet for at disse panelene er på vei ut av markedet i 2019 da monokrystallinske paneler blir rimeligere og rimeligere.

En annen type er monokrystallinsk silisiummoduler. Dette er en teknologi som gir mer watt/areal og har vært en dyrere type og koster per desember 2019 ca. 900 kr per panel eks. mva. Disse modulene er i dag svarte på grunn av Black Surface Field (BSF) teknologi som øker effektiviteten.



Figur 2: BLÅ POLYKRISTALLINSKE SOLCELLEPANELER



Figur 3: SVARTE MONOKRYSTALLINSKE SOLCELLEPANELER (BSF)



Tynnfilmceller

På markedet finnes det andre typer solceller som ikke er basert på silisium. Disse solcellene kalles tynnfilmsolceller. Disse panelene er bygd opp av andre typer elementer som er bedre til å utnytte sollyset. På grunn av dette er det virksomme laget meget tynt, som et malingsstrøk, som gir et tynt panel. Virkningsgraden er ofte under silisium solceller, men panelene kan være rimeligere. Om man har store flater kan dette være gunstig i forhold til silisium-solpaneler. Bygningsintegrerte solceller kan være av tynnfilm. Sjekk ut dette hos din leverandør.

Bygningsintegrerte solceller

Bygningsintegrerte solceller er som navnet sier solceller som blir innlemmet i bygningsmassen og gir en pen fasade i forhold til ettermonterte solceller. Et godt eksempel på dette er solceller som ser ut som takstein. Disse solcellene har ofte lavere virkningsgrad, er dyrere, men man kan nå få takstein eller andre bygningsstrukturer i de fleste farger og fasonger. Taksteinssolcellene er blitt estetisk fine og installasjonskostnaden når man skal uansett bytte tak, er ikke mye større enn vanlig takstein. Sjekk med leverandører om dette.



Figur 4: NYTT LÅVETAK MED GLASS – GLASS PANELER

Hva er en inverter?

Siden spenninga fra solcellemodulen er like-spenning og ofte feil spenningsnivå, må den vekselrettes til vekselspenning og transformeres til riktig nivå. Invertere holder også belastninga på solcelleanlegget riktig, slik at man får høyest mulig effekt ut av anlegget.

Antall invertere er avhengig av antall solcellemoduler og type invertere. Noen invertere kan håndtere mange solcellemoduler i serie, med dertil høy spenning. Det gir få, men store invertere kalt streng-invertere. De siste årene har det blitt mer populært med såkalte mikroinvertere. Der er noen få paneler som er koplet til hver inverter. Det gir en større fleksibilitet, siden man kan ta deler av anlegget ut av drift uten at resten blir påvirket. Fra inverter blir strømmen sendt ut på nettet. For et solstrømsanlegg montert på et låvetak blir ofte antall solcellemoduler så mange at det lønner seg med streng-invertere. Om det ønskes å se hver enkelt solcellemodul kan man investere i en optimizer. Dette er ekstra utstyr og koster en del, men gir deg som sagt muligheten til å se produksjonen i hver enkelt solcellemodul.



Figur 5: STRENGINVERTERE



Figur 6: MICROINVERTER

Hva er Energilagring?

Vanligste måte å lagre elektrisk energi er i et batteri, men det finnes også andre teknologier slik som konvertere til hydrogen og termisk lagring.

Hva er batteri og batteripakker?

I et klassisk hytteanlegg lagres solenergien i blybatterier. I moderne batterilagre er det derimot som regel batterier basert på litium (LiPo, LiFePo ol.). De har veldig god kapasitet og tåler mange utladninger. Forskjellen mellom et hytteanlegg og en moderne batteribank er spenningen og til dels funksjonene. Se lenke til NVE sitt faktaark om batteri: http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2019/faktaark2019_14.pdf

Både Tesla og Nissan har kommet med batterisystemer. Planen er egentlig å nytte utrangerte elbilbatterier, men så langt har ikke nok elbilbatterier blitt utrangert. Det er også usikkerhet rundt spenningen i brukte batterier og svært få leverandører av batterisystemer vil godta og sette opp slike batteriløsninger per i dag. Dette gir i beste fall velfungerende anlegg uten noen form for garanti, men i verste fall ulykker. Det ser også ut som elbilbatterier varer lenger enn forventet. Dessverre er det ofte kort garantitid på batteripakker. Sjekk med leverandøren.

Prisen på Teslas 14 kWh batteribank "Powerwall" er på ca. 81 000 kr eks mva. I tillegg anslår Tesla installasjonskostnader på 10 000 kr til 30 000 kr per desember 2019.

Eaton leverer Nissans batteribank "xStorage" på 4,2 til 10 kWh med en effekt på 3,6 til 6 kW. Kostnaden for et slikt system ligger fra ca. 35 000 kr eks mva. og installasjonskostnader per desember 2019. Du kan få systemet med brukte og nye Nissans Li-ion batterier. Nye batterier har en garantitid på 10 år.

Både Tesla og Nissans systemer skal fortsette å fungere ved strømbrudd, men Nissans system skal i tillegg kunne ta imot strøm fra solcellaneanlegg selv om strømnettet er nede. Teslas system må ha en løsning fra Solar Edge ved strømbrudd for å få samme funksjonalitet. For slike systemer kreves det en sikkerhetsbryter



Figur 7: LI-ION BATTERITÅRN LEVERT AV ONECO

til strømnettet. I tillegg til disse kjente merkene vil per desember 2019 de fleste solstrømsleverandørene levere batteripakker både bly/syre batterier og Li-ion batterier.

I 2019 har de første to-veis batteriladerne til elbiler dukket opp. Disse laderne vil da ha muligheten til å ikke bare lade elbilen, men også lade ut elbil batteriet. Denne energien kan da brukes ut til den strømmåleren den er stasjonert på. Dette kan være interessant da elbilbatteriet er en del større enn de fleste husbatteripakker per desember 2019. Så lenge bilen står parkert i laderen kan strøm fra elbilbatteriet brukes. Dette kan favorisere bønder som ikke bruker elbil på dagtid. Da kan elbilen stå i laderen på dagtid og solstrømmen utnyttes til å lade. Slik kan du forflytte overproduisert solstrøm inn på bilbatteriet og lade det ut på kvelden. For en person som bruker el-bilen til jobb på dagtid vil ikke effekten med å lade batteri med solstrøm være like stor. Å bruke elbilen som en UPS er ikke undersøkt og vil mest sannsynlig ikke fungere ennå.

OBS, det er få elbiler per 2019 som har muligheten til å både lades opp og lades ut, så sjekk dette grundig før du bestemmer deg for å investere. Campus Evenstad tester på dette høsten 2019, med en Nissan Leaf.

Les mer på:

<https://www.statsbygg.no/Nytt-fra-Statsbygg/Nyheter/2019/Na-kan-norske-el-biler-levere-strom/>

Hva er hydrogen og brenselcelle?

Hydrogen som energilagrer har i 2019 fått en del mediedekning både på godt og vondt. Teknologien blir mer og mer moden, samtidig som det var en eksplosjon på hydrogenfyller-stasjonen i Sandvika. Brenselcellen er der man utvinner energien fra hydrogen, hvor hydrogen og oksygen blir til energi og vann. Det er interessant å se på solcelleproduksjon sammen med hydrogenproduksjon da et solcelleanlegg kan produsere hydrogen fra ferskvann ved hjelp av elektrolyse når solstrømsanlegget overproduserer strøm. Denne rapporten går ikke i dybden på hydrogenproduksjon, men vedlagt er en link til et prosjekt i Kongsberg og mulighet for videre søk. <https://www.hydrogen.no/hva-skjer/aktuelt/vestsiden-ungdomsskole-bygger-sesonglager-med-hydrogen>

Andre typer energilagring

Termisk lagring

Det er mulig å bruke strømmen til å varme opp termiske energilagre, slik som en akkumulator-tank for varmtvann, men det er mest aktuelt i forbindelse med solfangeranlegg for å ta vare på overskuddsenergi.

Trykkluft

Solenergi kan også lagres som trykkenergi, og som regel er det trykkluft som brukes. Trykkluft kan konverteres til varmeenergi, mekanisk energi og elektrisk energi, og kombinasjoner av dette.

Hva er UPS?

UPS betyr «Uninterruptible Power Supply» som på norsk oversettes til kontinuerlig tilgang til strøm. Dette er et system som henter strøm fra batteri i løpet av et mikrosekund om det blir strømbrudd. Hvor lenge du kan drifte på batteriet kommer an på størrelsen, men det anbefales å ha minst en halvtime driftsmulighet. Flesteparten av strømbruddene er rettet i løpet av kort tid. Dette systemet er kjekt med tanke på ømfintlig utstyr som for eksempel en melkerobot. Investering i et slikt anlegg er noe som bør undersøkes om er nødvendig og om det



hjelper bonden til en lettere hverdag. Kostnader og økt kompleksitet i EI-anlegget er typiske utfordringer.

Så lenge man har et batteri som UPSen kan hente strøm fra, er det uavhengig om strømmen kommer fra solstrøm, nettstrøm eller andre strømproduserende enheter. Bilde 8 viser en svart boks som er UPS til hjernen på en melkerobot. Dette gjør at melkeroboten ikke merker at det skjer et eventuelt strømbrudd.



Figur 8:

UPS TIL HJERNEN
PÅ MELKE-
ROBOTEN



Lover og regler

Nettselskap

Skagerak er nettselskapet som leverer nettjenester i Vestfold. Det er dette selskapet en eier av solstrømsanlegget må tegne tilkoblingssavtale og eventuelt plusskundeordning med. Det er flere ting som et nettselskap forholder seg til, som for eksempel krav til leveringskvalitet og spenningsstigning og usymmetri i nettet. En installatør av solstrømsanlegget vil bruke en autorisert elektrisk installatør til å sende inn en EI-smart melding på vegne av eieren av anlegget slik at dette opprettholdes. Noen leverandører ordner dette, mens for andre så må kunden kontakte elektriker selv.

Strømmåleren som solstrømsanlegget skal kobles mot må være av den typen som kan lese av strømmen begge veier. Altså både produksjon og forbruk. Har ikke denne blitt byttet, må den byttes før installering av solcelleanlegg. Elhub, elhub.no, er et nytt verktøy kraftbransjen er i ferd med å implementere i Norge. Dette verktøyet har som mål å skape en samfunnsøkonomisk IKT-infrastruktur i sluttledet for kraftmarkedet. Skagerak Nett henter ut informasjon fra Elhub og åpner en egen produksjonsside under «Din side» på samme måte som forbrukssiden. Dette ser ut til å være meget ryddig.



Med de nye målerne kan man også gå inn på sin egen Elhub side, elhub.no:

- Velg meny, velg så «Elhub web plug in» under «Eksterne Systemer».
- Under måleverdier i en tabell står det «Se måleverdier». Her kan du se forbruk og produksjon for år, måneder, dager og timer. Man har altså full oversikt over eget forbruk og produksjon. Dette vil kunne brukes til å prise time for time med den strømkostnaden som gjelder akkurat den timen som måleren logger.

Per i dag er markedet et strømmarked hvor kostnaden kommer av energien, altså per kWh, man forbruker. I framtiden vil det komme en effekttariff i stedet for energitariff og dette kan gjøre det mer interessant å produsere sin egen strøm. Når og i hvilken form denne tariffen kommer er per desember 2019 uvisst. Det er uenighet i bransjen hvordan denne tariffen skal se ut og brukes. Per i dag har alle anlegg som har inntakssikring på 160 Ampere eller mer effekttariff. Altså fra og med 200 ampers inntakssikring.

Plusskunde

En plusskunde er en forbrukskunde som produserer egen strøm, og det som ikke brukes selv blir solgt til nett. Plusskundeordningen skiller ikke mellom privatkunder og bedriftskunder. Sammen med plusskundeordningen ligger det en meldeplikt for hvert anlegg. Det vil si at eier av solstrømsanlegg er pliktig til å melde ifra til netteier.

De siste årene har regelverket blitt forenklet, og seinest i januar 2017 kom det en ny plusskundefinisjon.

NVE har bestemt at så lenge produksjonsstørrelsen er under maksimalt 100 kW innfaset effekt på nettet, vil det gå under plusskundeordningen.

<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/nytt-fra-rme/nyheter-reguleringsmyndigheten-for-energi/enklere-a-produsere-strom-selv/>



Er det over 100 kW vil anlegget bli regnet som et kraftverk og må ha konsesjon. Nettselskapene har i tillegg lov til å bestemme egne regler utover det, noe som fører til forskjellig praksis mellom selskapene.

Vanlige krav fra nettselskapene er at utstyret skal følge visse tekniske retningslinjer. For anlegg opptil 25 kWp gjelder REN-blad 0342 og NEK 400-2018. For større anlegg gjelder tysk norm VDE 4105-2011. I tillegg skal inverteren være sertifisert i henhold til tysk norm VDE 4105-2011 eller europeisk norm EN 50438-2013.

Se lenker til Skagerak sine sider om plusskunde, tilknytningsavtaler og tekniske funksjonskrav

- <https://www.skageraknett.no/plusskunde/category969.html>
- <https://www.skageraknett.no/getfile.php/136058-1513766251/Nett/Filer/Kunde/Plusskunde/REN341%20Vedlegg%201%20Tilknytnings%20og%20nettleievilk%C3%A5r%20Innmating%20lavspent.pdf>
- <https://www.skageraknett.no/getfile.php/136061-1513766220/Nett/Filer/Kunde/Plusskunde/REN%20342%20Vedlegg%202Tekniske%20funksjonskrav%20-%20innmating%20lavspent%20PV.PDF>

Disse retningslinjene skal sørge for at produksjonsanlegg ikke reduserer spenningskvaliteten i nettet, samt bidra til et trygt og sikkert nett for både utstyr og mennesker. Det er plusskundens ansvar, sammen med installatør, at disse retningslinjene blir fulgt.

Nabostrøm

I framtiden kan man seg for seg at nettkunder på samme transformatorstasjon kan hjelpe hverandre med strøm. Noen har produksjon og andre ikke. Per november 2019 finnes det ingen løsning for dette. Overskudd absorberes i nettet uten styring på hvor akkurat din overskuddsstrøm sendes.

De fleste gårdsbruk med omfattende drift har flere målere. Ved installering av solstrøm på store driftsbygninger er det ofte mismatch mellom hvor strømmen produseres og forbrukes. I dag er reglene slik at forbruket må skje på den måleren som har produksjonen. Om dette kan forandres, og her burde innføringen av Elhub forenkle dette, vil det gjøre solstrøm i landbruket mye mer interessant. Kan man gå så langt som å styre solprodusert strøm fra landbrukstak ut til andre kunder på egen trafostasjon, vil man kunne få optimalisert forbruk og produksjon. Dessverre er det i dag er det mange landbrukstak som ikke blir eller vil bli utnyttet fordi kostnadene er for store til å matche forbruk og produksjon, fordi de er på forskjellige målere.

Fasadeendring

Ved større fasadeendringer er det ofte nødvendig med søknad til kommunen. En vanlig utfordring er endring i farge på takflate i områder med verna bygninger, eller solceller på husvegg. Her er det forskjeller mellom kommunene, og hver kommune må kontaktes for oppdaterte retningslinjer.

Forsikring ved installasjon og bruk

Ved samtaler med Gjensidige og Landkreditt bank er det ikke funnet direkte økninger i forsikringspremier rettet spesielt mot solstrømsanlegg. Det som bonden må tenke på er å fortelle om verdiøkningen på bygningen slik at forsikringen på bygningen også dekker solstrømsanlegget på lik linje som om det ble investert i en korntørke.

Leverandør installerer solstrømsanlegget, men det kan være smart for bonden å være til stede under bygging for å unngå negative overraskelser. For eksempel er det trist om sikringene blir plassert slik at skyvedørene på låven ikke kan åpnes.

Det anbefales å tenke på en mulig brann ved installasjon. For eksempel om det er et anlegg som har 50 solstrømspaneler kan det deles opp i to områder med 25 stk. paneler med en gate imellom slik at brannvesen kommer enklere til på taket. Det er i ferd med å utarbeides regler på dette området, så forhør deg med leverandør og gjerne brannvesen før installasjon.

Øy-effekt

Det er ikke ønskelig at solcelleanlegget produserer strøm når strømmettet er nede, noe som kalles øy-effekt. Det fører til fare for både utstyr og montører, og det er et krav om at inverterene skrur seg av når referansefrekvensen (50 Hz) på nettet forsvinner. Det finnes løsninger som gjør at solcelleanlegget kan fortsette å produsere energi til eget bruk (se Lagring-Batteri).

Spenning

Alt elektrisk arbeide hvor spenninga er over 48 V eller effekten overstiger 250 VA må gjøres av fagperson. Det finnes solcellemoduler hvor mye av installasjonsarbeidet kan gjøres selv, men siste tilkøpling må gjøres av fagperson.

Brann

Hvilke typer lover og regler som gjelder må undersøkes med leverandør av solstrømsanlegget. Se lenke til solenergi.no sin side om brann og brann i solceller:

<https://www.solenergi.no/nyhet/2019/5/9/er-solceller-brannfeller>



Økonomi og støtteordninger

I 2014 var det få leverandører som solgte solstrømsanlegg. Siden den tid har markedet eksplodert. Nå i 2019 er det mange aktører på markedet og av den grunn har solstrømsanlegg mistet sin pionereffekt. Det er dermed vanskelig å få støtte til solcelleanlegg alene. Oftest må man investere i mer avanserte prosjekter der solstrømanlegg bare er en del av prosjektet for eksempel flisfyringsanlegg med solstrøm eller batteri og solstrøm.

- Enova har støtteordninger for privatpersoner, men ikke for bedriftskunder

- Innovasjon Norge kan gi støtte dersom det kombineres med biobrenselsanlegg
- Vestfold fylkeskommune har gjennom ordningen «støtte til klimatiltak» gitt støtte til solcelleanlegg på gårdsbruk. Nå kreves det at man har et litt bredere prosjekt enn kun solceller, for eksempel kombinert med en batteriløsning. Det er usikkert om ordningen videreføres i det ny fylket.

Se solenergi.no sine sider som støtteordninger: <https://www.solenergi.no/sttteordninger>

Dette er ordninger som hele tiden testes og forandres.

Energiselskaper

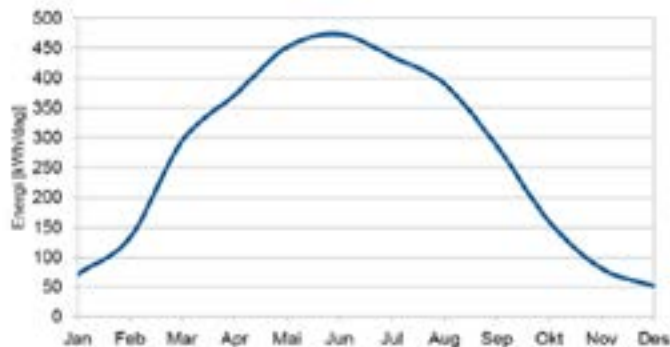
Det varierer en del i hva energiselskaper er villig til å betale for den overproduserte strømmen. Noen tilbyr spotpris, andre tilbyr 70 øre/kWh og andre 1 kr/kWh. Det er da en begrensning på denne prisen, se under. Dessverre gjelder dette som oftest for privat kunder, men noen har også for bedriftskunder. Dette må sjekkes ut fra sak til sak. Andre restriksjoner for å få en bedre pris kan være bindingstid og kjøp av solstrømsanlegg. Eksempler på selskaper som betaler mer en spotpris for solcellestrøm pr desember 2019 (her kan det skje endringer):

- Fjordkraft – 70 øre/kWh (privat)
- Gudbrandsdal energi - spotpris
- Otovo – 1 kr/kWh opptil 5000 kWh
- Tibber – 1 kr/kWh opptil 1000 kWh
- Eidsiva Energi – Agrol avtale – 1 kr/kWh
- Midt Energi – 1,1 kr/kWh opptil 4000 kWh for næring (Juli 2019)

Noen av energiselskapene slik som Eidsiva Energi, Midt Energi og Otovo har samarbeidspartnere som gir kjøper mulighet til å betale ned et solstrømsanlegg gjennom låneavtaler eller over strømregning.

Økonomiske beregninger

Potensialet for produksjon i et solstrømsanlegg er avhengig av flere variabler. Solvinkelen varierer gjennom året. Orienteringen av anlegget (sør, øst, vest) burde settes etter når mest energiforbruk (morgen, midt på dag, ettermiddag eller kveld) på gården. Skygging spiller også mye inn på et solstrømsanlegg. Dette er ofte et større problem på privat hus enn landbrukseiendommer da bygningene ofte er høyere og ligger i åpent landskap. Selgeren av et solstrømsanlegg står ofte for optimaliseringen av anlegget. De bruker diverse dataprogram som beregner dette. Innhenting av tilbud fra flere firma gjør at kunden får et godt innblikk i hva som kan produseres av strøm. Uansett bør bonden vite litt om dette og derfor nevnes dette i korte trekk videre. Om bonden selv vil leke med dette, finnes det gratisprogramvare som PVSOL Online eller PVsyst.



Figur 9: TYPISK SOLINNSTRÅLING I VESTFOLD GJENNOM ÅRET

Solpanelvinkel

Vinkelen til solpanelene har mye å si på produksjonen. Den optimale vinkelen endres gjennom året. Bratt vinkel vil gi lavere effekt midt på sommeren, men mer i tidlig vår og sein høst. Vinkelen som høster mest energi i løpet av et år er omtrent 44° i Vestfold for sørvendte solpaneler.

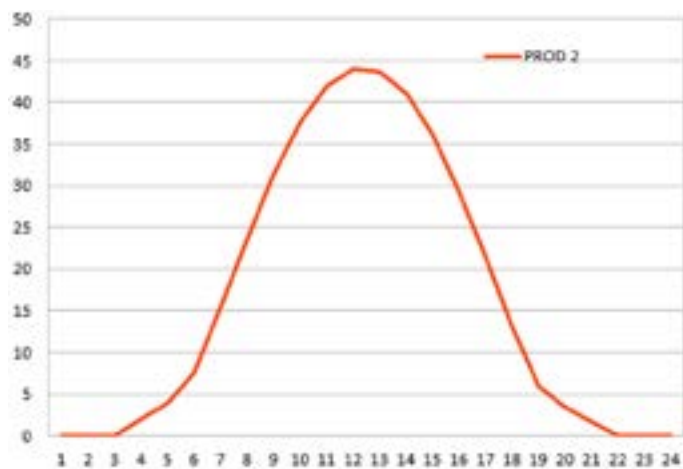
Vinkelen burde optimaliseres ut fra forbruk. Ved et høyt forbruk midt på sommeren burde vinkelen være lav (tilnærmet 20°), mens ved et høyt forbruk om høst og vår burde vinkelen være høy (tilnærmet 50-60°).

Orientering

Orientering (øst-vest) er også viktig. Ved samme solpanelareal vil en sørvendt orientering gi mer energi i løpet av en dag, men hvis forbruket er høyere morgen og/eller kveld kan det være mer gunstig å orientere panelene øst og/eller vest. Et østvendt tak vil ha en redusert toppeffekt i forhold til sørvendt på ca 20%. Det vil også være en forflytting av toppeffekten fra mellom kl. 1200 – 1400 til kl. 0900 – 1100 og dette er viktig å ta med i dimensjoneringen. Samme vil være for vestvendt, men da forflyttes toppeffekten til ettermiddagen. Øst/vest installerte solcellepaneler vil gi en flatere produksjonskurve gjennom dagen. Nordvendt orientering er av naturlige grunner lite gunstig.

I de fleste tilfeller er både vinkel og orientering gitt. Man kan for eksempel ha noen solpaneler på sørvendt vegg i tillegg til taket hvis man ønsker mer produksjon ved lav solvinkel. Ved øst/vest-paneler kan man kompensere redusert produksjon ved å øke solpanelarealet. Det må dog balanseres mot kostnad siden den øker ved et større anlegg. I store anlegg er det ikke uvanlig at alle panelene er orientert i øst-vest med lav vinkel. Dette gir en flat produksjonskurve i løpet av en sommerdag.

For å kunne beregne størrelsen på anlegget må man se på forbruksfordelinga i løpet av en dag. Det hjelper ikke å produsere nok energi midt på dagen hvis forbruket er størst på kveld og natt. Dette kan føre til at energien må transporteres to ganger: først selges energien ut på nettet til lav spotpris og deretter kjøpes tilbake om kvelden til spotpris pluss nettleie. Dette dilemmaet kan løses ved å bruke batterier til å lagre energien. Dessverre er prisen på batterier fortsatt ganske høy, men prisen vil falle med størrelsen på markedet eller innfasing av brukte elbilbatterier.



Figur 10: TYPISK SOLINNSTRÅLING PÅ ET TAK SOM ER VENDT MOT SØR. MED ET ØSTVENDTTAK VIL TOPPEN VÆRE LAVERE OG FORSKJØVET MOT KL. 10. FOR ET TAK MOT VEST VIL FORSKYVINGEN SKJE MOT KL. 14.

Skygging

Skygging på solceller skal holdes til et minimum. I et solstrømsanlegg som er styrt av en streng-inverter vil det panelet som leverer minst effekt være den som styrer effektleveransen til alle panelene. Eksempel om en bonde har 100 paneler på en streng. Alle leverer 200 W unntatt ett panel som leverer 50. Da låses effekten til alle panelene til 50 W. Ved delvis dekte solceller kan det gå varmegang i panelene og skader og tap av effekt på grunn av dette.

Framtidens strømpris

Det er stor usikkerhet om framtidens strømpris. Det er stor variasjon i hva som blir sagt om dette. Noen mener den blir dyrere, og noen mener den ikke blir dyrere. Det er vanskelig å anslå hvordan AMS og effekttariff vil påvirke prisen. Dette ligger per nå hos NVE, se kapittel framtidig effekttariff i strømmarkedet. Andre usikkerheter er eksport til utlandet, økt mengde regn i Norge og ny uregulerbar kraft slik som solceller.

Statnett (Langsiktige markedsanalyse 2018 – 2040, <https://www.statnett.no/sok/?q=langsiktig+markedsanalyse>) har estimert strømpriser i Europa og Norge fram mot 2040. Dette er et videre arbeid fra Statnett-rapporten som ble beskrevet i rapporten til Amund Føyn i Fase 1 av solprosjektet i Vestfold Bondelag. Prosjektleder sitere fra sammendrag i den nye rapporten:

«Stabile marginkostnader for termiske kraftverk gjør at vi forventer at kraftprisene i Europa forblir på dagens nivå frem til 2030. Deretter synker prisene mot 2040 som følge av fortsatt høy vekst innen sol og vindkraft. Sammenlignet med sist har vi nå høyere priser frem til 2025,

Figur 11: SNØ HENGER IGJEN I BUNN OG SKAPER EN SKYGGESITUASJON FOR DE NEDERST SOLCELLENE. HELE PANELET VIL KJENNE DETTE OG LEVERE MINDRE STRØM



marginalt lavere i 2030 og ca. 5 €/MWh lavere i 2040. Bakgrunnen for lavere priser i 2040 er at vi har økt andelen sol- og vindkraft fra ca. 50 til over 55 %. Vi ser at prisseffekten av fornybar blir sterkere når andelen blir større, da antall timer med lave kraftpriser øker betydelig.»

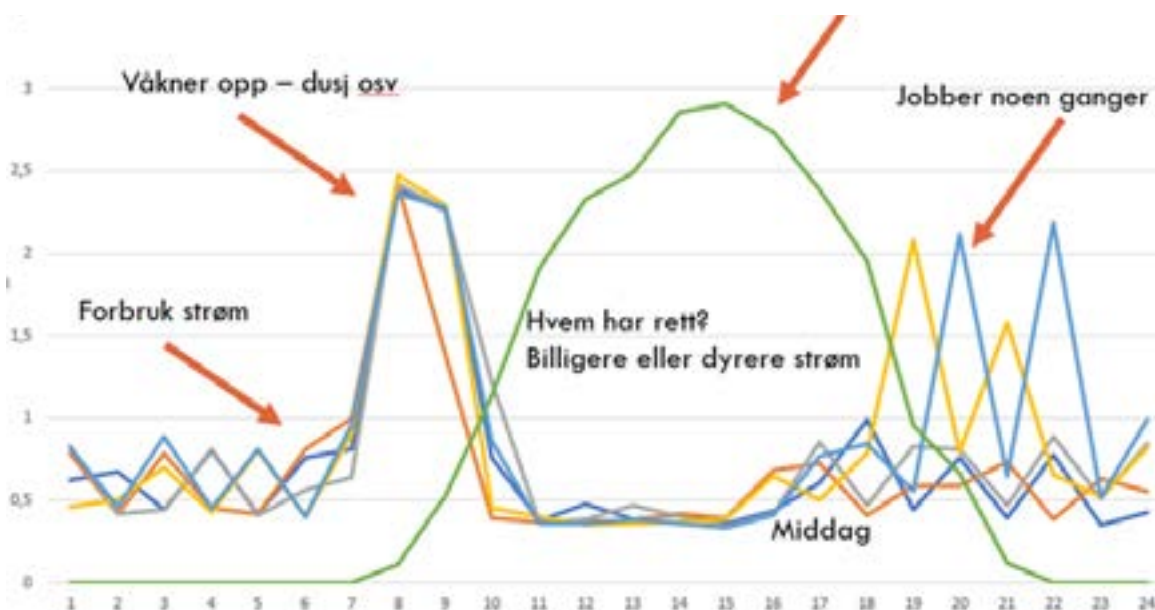
«Norske kraftpriser blir lavere og mer preget av vindkraft, spesielt i nord i vårt forventnings-scenario er kraftprisene i Sør-Norge omtrent på dagens nivå frem til 2030, det vil si rundt 40 €/MWh. Dette er noe under gjennomsnittsnivået på kontinentet, og skyldes at vi har et kraftoverskudd. Til 2040 gir nedgangen i kontinentale og britiske priser en nedgang til under 35 €/MWh i Sør-Norge. Det er særlig lave priser om sommeren, blant annet på grunn av mer solkraft i hele Europa, som trekker ned gjennomsnittet. Våre to alternative scenarier gir et utfallsrom mellom 28 og 45 €/MWh i Sør-Norge. Grunnen til at kraftprisene er betydelig lavere enn i Europa i det høye scenarioet skyldes at lønnsom vindkraft i Norge i større grad begrenser oppsiden i kraftprisene.»

Det vil så klart være variasjon i produksjon og import på sommermånedene ut ifra om Norge har et tørt eller vått vær. Det vi vet er med klimaendringene er Norge i en temperatursone som mest sannsynlig vil gi en økt nedbørsmengde. Det som også er faren, er et mer ustabil klima med mindre stabilt vær og mer av ytterkantene. Enten mye sol og tørt eller mye vann og vått.

Med et våtere vær vil strømprisen på sommeren falle og holde seg lav, med et tørrere vær vil strømprisen øke. Dette gjør at solstrøm mest sannsynlig vil ha enten gode år eller dårlige år med tanke på tilbakebetaling.

En annen ting som kan spille inn på sommerstrømprisen i Norge, er utbyggingen av solstrømsanlegg i Norge. På sommeren er det lavest forbruk i Norge med tanke på årstid. Grafen nedenfor i figur 12 viser et privat forbruk over 24 timer hvor man ser tydelig mismatch mellom forbruk og produksjon. Det prosjektleder prøver å vise er at ved mer utbygging av solstrøm vil det allerede lave forbruket som er generelt sett i Norge på sommeren bli enda lavere. Dette vil også gjelde for næringskunder. På sommeren er det da en mulighet for at Norge får mer strøm i sommerhalvåret inn i markedet. Dette kan holde prisen på strøm kunstig nede nettopp når det burde være høy pris. Dette bekreftes til dels i Statnetttrappen

Det viktigste er å dimensjonere solstrømanlegget riktig slik at overproduksjon holdes til et minimum. Det er lite å tjene på å selge strøm til spotpris da denne estimeres i Statnett rapporten til å ligge i området 0,27 kr/kWh til 0,39 kr/kWh fram mot 2040. Men et tørkeår som i 2018, kan gi lokale høye priser i Norge. I landbruket er det, avhengig av produksjon på gården, ofte mer forbruk på dagtid enn i et bolighus.



Figur 12: PRIVAT FORBRUK FOR Å ILLUSTRERE EFFEKTE AV MYE SOLSTRØM INSTALLERT. FLYTTING AV FORBRUKET ER VIKTIG.

CO2 prisen er på vei opp og dette kan drive strømprisen oppover til kull og oljefyrt kraftanlegg er faset ut for mer CO2 nøytrale anlegg. Dette er en ønsket utvikling, men siden atomkraftverkene også legges ned raskt blir det et hull i den kraftproduserende grunnmuren.

Nettleien derimot er mest sannsynlig på vei opp da Norge trenger å utvikle og oppgradere nettet sitt for å kunne ta imot elektrifiseringen. På forbrukt strøm sparer man nettleie pluss spotpris. Økt nettleie vil ha en positiv effekt på inntjeningen.

Det er også stor debatt rundt om ACER avtalen og bygging av flere utenlandskabler vil øke strømprisen på sikt. Dette har ikke vært undersøkt i prosjektet.

Kraftprisene for Vestfold i 2019 har variert fra 0,51 kr/kWh i mars ned til 0,37 kr/kWh i juni og opp igjen til 0,46 kr/kWh i oktober. Dette gir en gjennomsnittskraftpris fra 1. mars til 1 oktober 2019 på 0,44 kr/kWh. For 2018 var den omtrent det samme. Disse to høye kraftprisen kom av tørkesommeren i 2018. Fra 2000 til 2018 har kraftprisen ligget betydelig lavere på sommertid.

<https://www.nordpoolgroup.com/Market-data/Dayahead/Area-Prices/SYS1/Monthly/?view=table>
<https://norgesenergi.no/strompris/historiske-strompriser/>

Batteri i praksis

Solstrøm er ferskvare og må vanligvis forbrukes ved produksjon eller selges til nettet. En batteribank kan forbedre bruken av solstrømmen ved at du kan lagre en vis mengde og forbruke den når det er forbruk uten sol eller ved tider på døgnet som det er en høyere strømpris. Har man en batteribank kan man også lade fra nettet nattetid dersom det da er billigere strøm. Et batteri kan dimensjoneres på to måter. Det ene er å lade ut lite strøm over lang tid eller å lade ut mye strøm over kort tid. Å få til begge løsningene er vanskelig. Dette må avgjøres til hvert enkelt tilfelle.

For eksempel et batteri på 10 kWh gir:

- 1 kW i 10 timer eller
- 10 kW i 1 time

De fleste leverandørene i 2019 leverer Li-ion batteripakker. Prisen her ligger per 2019 på rundt 10 000 kr per kWh lagret energi, men er estimert å reduseres de neste årene. Sjekk med din leverandør. Solstrømsanlegget må da utvides til å ha nok effekt til å kunne lade opp batteriet i løpet av dagen.

2 veis batterilader

Noe som har dukket opp i 2019 er muligheten for toveis lading av elbil. Dette betyr at en elbil ikke bare kan lade seg opp fra nettet, men også lade ut fra bilbatteriet når man eventuelt trenger strøm i huset, fjøset eller annet. Et priseksempel på dette er om man tar et elbilbatteri på 36 kWh batterikapasitet. Dette ville i dag kostet ca. 360 000 kr for et stasjonært batterisystem. Når prisen for selve bilen ligger i det prissjiktet, kan det åpne seg muligheter. Det virker å være Nissan Leaf som går foran på dette og skal være åpnet for toveis lading. Sjekk med din leverandør. Se også i kapittel: Hva er batteri og batteripakker.

Lønnsomhet

Prisen (2017) for et anlegg i 10-50 kW-klassen er omtrent 10 kr/Watt eks moms for en standard installasjon. I 2019 er denne prisen estimert redusert til ned mot 6,7 kr/Watt eks. mva. Variasjonen i pris vil mest sannsynlig ligge mellom 6,7 kr/W til 9 kr/Watt.

Beregningsmodell

Det er vanlig å gjøre en Levelized Cost of Electricity-analyse (LCOE) <https://setis.ec.europa.eu/sites/default/files/reports/Cost-Maps-for-Un-subsidised-Photovoltaic-Electricity.pdf>. I analysen inngår kapitalkostnad og vedlikeholdskostnader.



Vedlikeholdskostnad

Det er anbefalt å bruke 2% av opprinnelig kjøpesum som vedlikeholdskostnad hvert år.

<https://setis.ec.europa.eu/sites/default/files/reports/Cost-Maps-for-Unsubsidised-Photovoltaic-Electricity.pdf>

<http://www.europeanenergyinnovation.eu/Articles/Winter-2016/Costs-and-Economics-of-Electricity-from-Residential-PV-Systems-in-Europe>

Her inngår vanlig teknisk vedlikehold og utskifting av ødelagt komponenter. Konservativt estimert levetid på en omformer er 15 år, men det er sannsynlig at levetiden er lenger.

Nedbetalingstid

Standard nedbetalingstid på solcelleanlegg er 25 år, men et solcelleanlegg kan vare minst 30 år til 40 år. Det kan derfor diskuteres om nedbetalingstiden burde være 30 år. I eksempelet nedenfor brukes 30 års nedbetalingstid. Nedbetalingstid er noe hver og enkelt bonde må tenke over hva som er akseptabelt. For industrien er ofte 10-15 års nedbetalingstid ok, men det kan være vanskelig å få dette til i landbruket.

Eksempel:

Et typisk gårdsanlegg på 20 kW mot sør med 30° takvinkel har en innkjøpspris på 200 000 kr ferdig installert. Det burde investeres i en ny inverter i løpet av nedbetalingstiden og dette vil gå inn i vedlikeholdskostnadene. Med 4% lånerente og 2% vedlikeholdskostnader og 30 års nedbetaling blir total kostnad 448 000 kr. Regnearket til bonde 1 legges i vedlegg 2.

I løpet av 30 år produserer anlegget 570 000 kWh og gir dermed en energipris på 0,80 kr/kWh. Om denne energiprisen er lik den prisen som allerede er i markedet kalles dette grid parity – likhet i pris med strømmettet. Dette regnestykke blir mer komplekst om man tar med batteribank, forskjellige strømpriser i et døgn, eventuell effekttariff, men det gir bonden et verktøy for å se om nedbetalingstiden er noenlunde akseptabel. NVE har i 2019 offentliggjort sin LCOE kalkulator som estimerer en solkraftpris på 83 øre/kWh.

Kilde: <https://www.nve.no/energiforsyning/energiforsyningsdata/kostnader-i-energisektoren>

Er solceller bærekraftig?

Å produsere strøm fra solenergi er klimavennlig og fornybart. Som alt annet fører likevel også produksjonen av solcellepaneler med seg utslipp av klimagasser. Gjennom livssyklus-analyser kan vi studere hvilket fotavtrykk solceller har, sammenlignet med andre energiformer. Det amerikanske National Renewable Energy Laboratory (NREL) har gjennomført en ganske grundig samlestudie for fotavtrykket for ulike energiformer, slik at de kan sammenlignes. Solenergi kommer godt ut, med ca. 40 g CO₂/kWh, mens vindenergi i slike studier kommer enda bedre ut, med ca. 10 g CO₂/kWh. Til sammenligning har kullkraft et utslipp på ca. 1000 g CO₂/kWh.

I et større energisystem vil sol og vind kunne utfylle hverandre, og det bør satses på begge deler. Begge er såkalt ikke-regulerbar energi, men de produserer ofte ikke samtidig. Videre har solenergi den fordel at den lett kan installeres lokalt, og nært forbruket, uten særlig arealbruk der den installeres, og solinstallasjonene er veldig skalerbare ut fra plass eller økonomi.

Det er også verdt å merke seg at det meste av klimafotavtrykket knyttet til produksjon av solceller kommer fra energibruken i råvareuttak og produksjon.

Det sies at norske REC paneler har ca. 1,2 års nedbetaling når det gjelder CO₂ utslipp uten at prosjektleder har kilder på dette. Når kraftmiksen og transport blir mer fornybar vil også klimafotavtrykket til solceller gå ned, og produksjonen av solceller bidrar jo nettopp til dette.

Kilder: <https://www.nrel.gov/analysis/life-cycle-assessment.html>

Framtidig effekttariff for strømmarkedet

Når denne rapporten kommer ut utarbeides det forslag om ny effekttariff. Denne avtalen vil påvirke alle strømkunder i Norge. Overgangen fra energi til effektbasert nettleie kommer av økt forbruk og innfasing av større og mer effektkrevende utstyr slik som elbiler. På sida her kommer en kortfattet listing om hvordan denne prosessen har foregått og er i dag.

Informasjonen er hentet fra Solenergi Norge sine sider og lenker til nettsted vedlegges for mer utfyllende informasjon.

- Høsten 2017 la NVE (Norges Vassdrag og Energi Departement) ut på høring et nytt forslag til nettleie. Denne ble stemt ned.
<https://www.solenergi.no/ny-het/2018/1/16/forslag-til-ny-utforming-av-nettleien?rq=effekttarif>

Solenergiforeningen og Solenergiklyngens felles svar.
<http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201706767/2331079>
- Ny høring skulle komme første kvartal 2019. Les innspill til høring her.
<https://www.solenergi.no/ny-het/2018/12/14/innspill-til-arbeidet-med-ny-tariffstruktur?rq=nve>
- Ny høring ble utsatt og ikke holdt per november 2019. Kommunikasjon fra NVE har gitt ønsker om at det variable energiledet på nettleien skal reduseres kraftig fra 70 % til 10 %, men samtidig flyttes over til fastprisleddet. Skjer dette frykter bransjen at energisparingstiltak ikke skal lønne seg. Det er også sendt inn et protestbrev på dette oktober 2019.
<https://static1.squarespace.com/static/597512eb579fb3d3de0207aa/t/5da8036a183ae61d5f2ce99b/1571292011813/191016+Brev+til+Stortinget+EogM++Nettariffer+og+betydningen+for+realisering+av+bolig+og+klimapolitiske+m%C3%A5l+satt+av+Stortinget+-+FINAL.pdf>
- Denne reaksjonen støttes av en ny rapport fra NyAnalyse:
<https://www.solenergi.no/ny-het/2019/11/25/miljvennlige-husstander-kan-f-doblet-nettleien>

https://static1.squarespace.com/static/597512eb579fb3d3de0207aa/t/5ddbbe9e7ef84f46131a1d8d/1574682275659/Ny+Analyse+Rapport_.pdf

Og der er vi nå i desember 2019.



Hvilke gårdsbruk passer solstrøm til?

Produksjon

Alle solcelleanlegg produserer høyest effekt om sommeren. I Norge er det vanlig at strømforbruket hovedsakelig er til oppvarming, men i noen tilfeller samsvarer produksjon og forbruk helt eller delvis. Kjøling er et typisk eksempel på dette, der forbruket er størst når det er varmt (og som regel sol). Det er da også på kjølelagre at de første store solcelleanleggene i Norge er plassert.

Forbruk

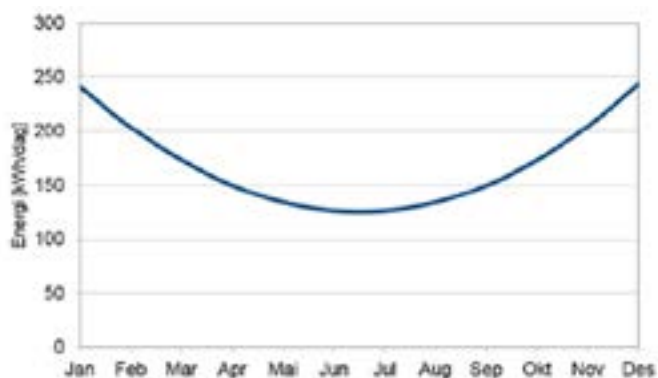
Lite egnet

Korngårder er i utgangspunktet lite egnet for solstrøm. Forbruket er generelt ganske lavt. Det høyeste energiforbruket er ofte i forbindelse med varmtørking av korn. Å varmtørke korn med solstrøm er imidlertid helt urealistisk. Energiforbruket i varmtørking er veldig høyt (~100 kW+) og skjer oftest når solinnstrålinga og dermed potensiell produksjon er på hell.

Middels egnet

Melk

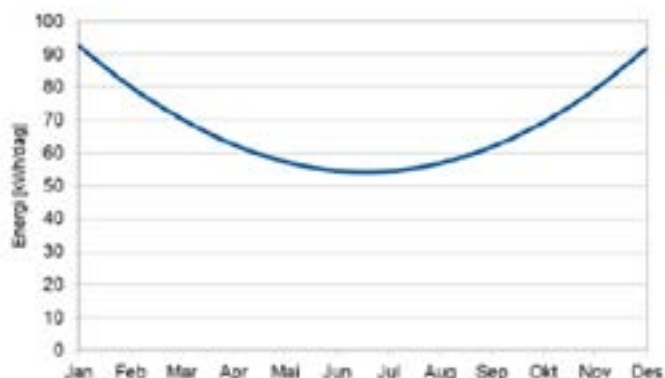
Melkebruk har typisk et likt forbruk gjennom året, hvor det går strøm til lys, kjøling av melk, ventilasjon og eventuell melkerobot. Det er noe høyere forbruk om vinteren på grunn av oppvarming, men om sommeren brukes mer energi på å kjøle ned melketanken og drive ventilasjon. Dette fører til et relativt jevnt forbruk, men med ofte litt lavere forbruk om sommeren, se figur 13. Spesielt moderne robotfjøs har et jevnt energiforbruk, da det melkes relativt likt hele døgnet.



Figur 13: KYRA BEITER OFTE OM SOMMEREN. DETTE GJØR AT MAN FÅR ET EFFEKTFALL I FORBRUKET RUNDT JUNI OG JULI

Svin og fjørfe

Svin- og fjørfeproduksjon er middels egnet. Det er lavt energiforbruk om sommeren og høyt om vinteren. I gris- og kyllinghus bruker ventilasjon og lys mest energi. Om vinteren brukes også energi på oppvarming, men ved bruk av moderne varmegjenvinning blir det relativt lite. Ved høy utetemperatur går ventilasjon mer og kan dermed passe med solinnstråling om sommeren.

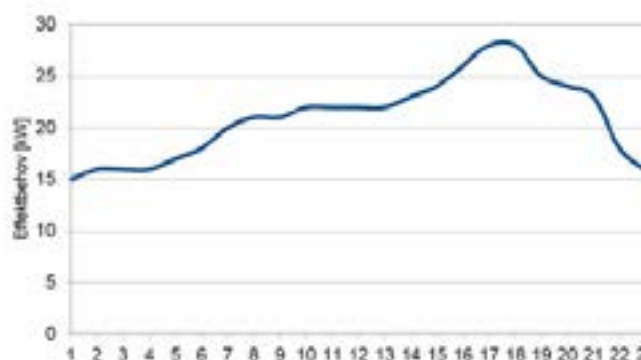
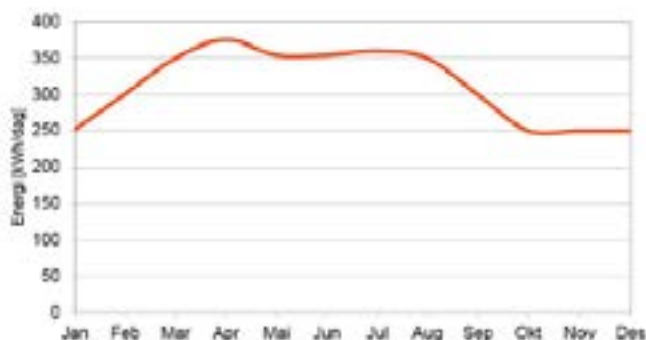


Figur 14: KJØLEFORBRUKET KAN GÅ OPP PÅ SOMMEREN OG UTNYTTE SOLENERGI.

Godt egnet

Kjøling av bær og grønnsaker

Mange bær- og grønnsaksprodusenter har kjølelager. De krever mye energi midt på sommeren når det er sol og varmt. Det passer bra med produksjonen fra solceller. Typisk går kjølelageret hele dagen, med en effekttopp på ettermiddagen. Det samsvarer med innhøsting og døgnetts maksimaltemperatur.



Figur 15: TIL VENSTRE: KJØLELAGER HAR ET JEVNT FORBRUK GJENNOM ÅRET. TIL HØYRE: FORBRUKSMØNSTRET PASSER MED ET SØRVESTTAK.

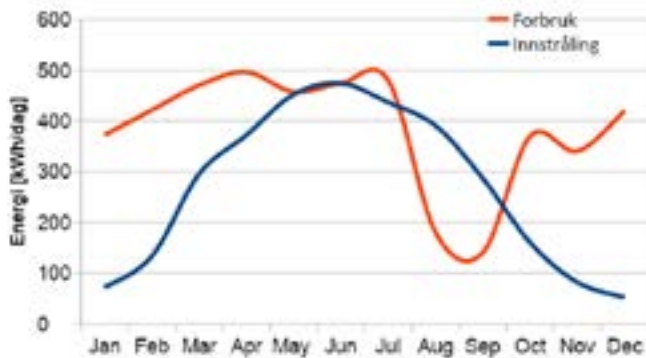
Egnethet

For å estimere egnethet for et solcelleanlegg må man se på både forbruket over året, men også forbruk i løpet av en dag. Det hjelper ikke å produsere energi midt på dagen hvis forbruket er morgen og kveld.

Den beste måten er å finne årlig forbruk og innstråling. Hvis man har timesverdier (anlegg med effekttariff) kan man finne noen representative dager i løpet av året. Hvis man bare har avleste månedsverdier, burde man gjøre et estimat av forbruket i løpet av en typisk dag. Det er også viktig å anslå om det ting som vil skygge for panelene. Selv en tynn stolpe kan gjøre store utslag, se kapitlet om skygging.

Eksempel:

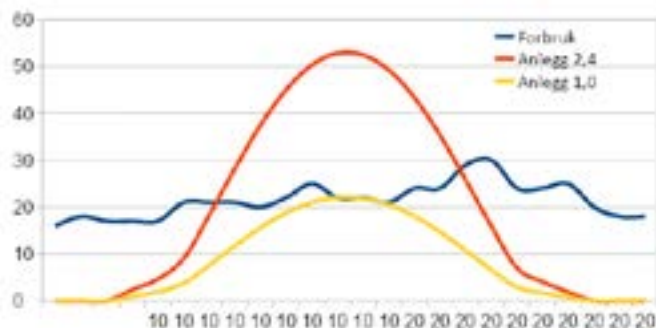
På neste side vises forbruk (i kWh/dag) og innstråling på et 30° tak mot sør for en gård som har jordbær- og kyllingproduksjon. Kurvene er tilpasset hverandre slik at forbruk og produksjon er lik i juni. Det er lite lønnsomt å produsere mer enn forbruk fordi spotprisen er såpass lav sammenlignet med anleggskostnaden. Ut fra kurvene nedenfor ser det derfor ut som anlegget burde produsere rundt 470 kWh/dag, noe som tilsvarer et 95 kW anlegg på omkring 600 m².



Figur 16: DIMENSJONERING BURDE SETTES TIL PUNKTET DER LAVEST SOMMERFORBRUK MØTER TOPPRODUKSJON. DETTE GIR MINIMALT MED —OVERPRODUKSJON.

Men å bare se på energi per dag eller måned gir ikke riktig svar, det fører til at det er lett å installere et for stort anlegg. En solcelleleverandør har ofte tommelfingerregler for hvor stort et anlegg skal være ut fra et månedsforgbruk og et anslag fra kunden på fordeling av forbruk i løpet av en dag.

Nedenfor er forbruk- og produksjonskurver i løpet av en typisk dag i juni for samme anlegg:

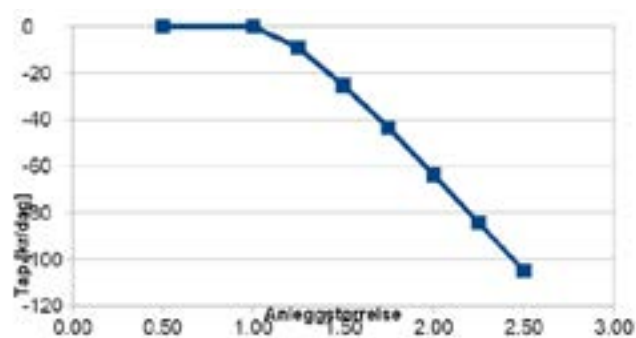


Figur 17: BLÅ GRAF ER FORBRUK. GUL GRAF ER PRODUKSJON FRA ANLEGG SOM ER DIMENSJONERT ETTER BUNNEN AV SOMMERFORBRUKET. RØD GRAF MED ET ANLEGG PÅ 2,4 GANGER STØRRELSE VISER HVOR MYE MER SOM BLIR OVERPRODUSERT I FORHOLD TIL ET GODT DIMENSJONERT ANLEGG.

Hvis anlegget blir dimensjonert ut fra energi per dag vil anlegget produsere mye mer midt på dagen (rødt kurve) enn det som forbrukes (blå linje) selv om totalenergien i løpet av døgnet er likt (480 kWh). Det er ikke lønnsomt å produsere for mye på grunn av lav salgspris, og i dette tilfellet er anlegget 2,4 ganger for stort. Den gule linja viser produksjonen hvis produksjonen er tilpasset forbruket.

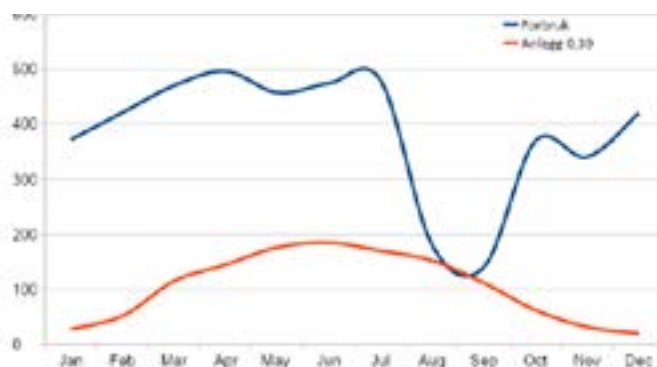
I dette eksempelet er forbruket i løpet av dagen ganske konstant, men det ville blitt enda dårligere hvis det er stort forbruk morgen og kveld sammenlignet med midt på dagen.

Lønnsomheten til anlegget denne dagen vises i figur 18. Her arbeides det ut fra at anleggspris (kroner per produsert kWh) og strømpris er lik på 0,8 kr/kWh og spotpris er 0,3 kr/kWh. Andre priser vil gi andre utfall.



Figur 18: FIGUREN VISER TAP I KRONER PER DAG UT IFRA ANLEGGSTØRRELSE. ET GODT DIMENSJONERT ANLEGG (1,00) VIL UTNYTTE MAKS INNTJENING (NETTLEIE + SPOTPRIS). ET STØRRE ANLEGG VIL TAPE PENGER DENNE DAGEN FORDI OVERPRODUKSJONEN HAR BARE SPOTPRIS SOM INNTEKT.

Figur 19 nedenfor viser forbruk og produksjon i løpet av året med et bedre dimensjonert anlegg. Anlegget vil produsere omtrent 28% av årlig forbruk.



Figur 19: BLÅ GRAF VISER FORBRUK. RØD GRAF VISER PRODUKSJON. DENNE FIGUREN VISER ET GODT DIMENSJONERT ANLEGG. ØKER MAN ANLEGGSTØRRELSEN MÅ MAN AVFINNE SEG MED Å TAPE PENGER I AUGUST OG SEPTEMBER.

Leverandør og innhenting av tilbud

I dag finnes det en rekke aktører som leverer solstrømsanlegg. Full oversikt får du ved å bruke nettsiden Solenergi.no, men noen listes opp under. Noen av leverandørene gjør alt fra å ta imot bestilling til å sette opp anlegget. Andre selger en pakkeløsning og lar andre bedrifter bygge anlegget og noen få er i tillegg energi-leverandører. I de siste 5 årene har et par store bygget seg opp som flere av de små handler av. Dette gir mulighet for større innkjøp og bedre pris.

Noen leverandører:

- Solcellespesialisten – solcellespesialisten.no
- Saga Energy – sagaenergy.no
- BlueTech – bluetec.no
- Eidsiva (Agrol avtale) – eidsivaenergi.no
- Otovo – Otovo.no
- Fusen Energi (Sjelden <100 kW effekt på anleggene) – fusen.no
- Sol EL – solel.no
- Flere på solenergi.no

Det anbefales på det sterkeste å innhente tilbud fra minst tre leverandører og fra minst en leverandør som har vært lenge i markedet. Det som menes med lenge er 5 år eller mer. Siden markedet har blitt større er det flere bedrifter som tilbyr et bredere og større utvalg av utstyr.

I presentasjonen av de fem solstrømanleggene har bøndene vært mer eller mindre fornøyd med de ulike firmaene. Vi vil presisere at dette er disse bøndenes oppfatninger. At en bonde er fornøyd, er ingen garanti. Motsatt kan et firma som har gjort en feil på en gård, lære av dette til neste prosjekt. Vi tar likevel med disse erfaringene, slik at andre bønder vet om hva som kan gå galt, og forebygge dette.

Slik som:

- Flere typer av poly og mono – økt effekt, lavere pris
- Batteripakker av forskjellige typer
- UPS
- 2 veis batteriladere
- Tynnfilm

Følgende liste er en standard liste over informasjon som burde sendes til leverandørene for å be om tilbud.

- Forbruk per måned, samt hvordan forbruket fordeler seg i løpet av en typisk dag (basert på skjønn hvis ikke timesverdier er tilgjengelig).
- Areal, orientering, skygging, takvinkel.
- Taktekke, takkonstruksjon og avstand mellom sperrer.
- Feil taktekke og lang avstand mellom sperrer fordyrer anlegget. Seriøse leverandører kan som regel få utført statikkanalyse hvis det er nødvendig. Hvis det er undertak så kan solpanelene leveres bygningsintegret.
- IT/TN-nett. Kabelkapasitet/sikringsstørrelse. Sikringen må være stor nok til at hele anleggseffekten kan sendes ut på nettet.
- Eventuell avstand mellom bygg og strømmålere.
- Hvis det er relativt kort avstand til de forskjellige målerne, så kan inverterene splittes mellom dem. Det betyr at hvis en del av anlegget går til privat forbruk, så kan det søkes ENOVA-støtte til den delen.

Kjekt å vite! Sjekkliste mot leverandør

- Bruk litt tid på hva du er ute etter
- Finn ut hvilken type forbruk du har. Har du høyt strømforbruk til å varme vann kan solfangere være et bedre valg. Ellers høyt strømforbruk kan solstrøm være det beste alternativet.
- Beregne forbruk ditt ved hjelp av timesforbruket. Dette ligger nå i Elhub, se i kapittel: Lover og Regler – Nettselskap for en guide.
- Finn ut når i døgnet du har mest effektforbruk.
- Husk at det er ofte midt på dagen at det er mest å hente for et solstrømsanlegg. Finner du ut at forbruket ditt er stort rundt midt på dagen er sørvendt tak bra. Har du høyt forbruk på morgenene og formiddag kan et østvendt tak være best og vestvendt for høyt ettermiddagsforbruk.
- En leverandør MÅ kunne gi deg et estimat på energien produsert gjennom året i tillegg til toppeffekt. Hver obs på at dette er meget usikkert så legg inn usikkerhet. Om leverandøren bare gir teoretisk effekt (kWp) er de useriøse! Gå til en annen leverandør.
- Innhent tilbud fra minst 3 leverandører.
Solenergi.no har oversikt over alle som jobber innen solenergi.
- Ikke heng deg opp i prisen uten å vite hva som blir levert til gitt pris. Her finnes det variasjoner. Du skal ha et anlegg satt på taket ditt, ferdig oppkoblet og klart til bruk. Elektriker til oppkobling er ofte ikke inkludert, men det gis ofte et estimat. Prøv å få ned prisen med egeninnsats etter du har fått prisoverslaget. For eksempel at du har stillas, eller kan heise opp panelene med traktor
- Når du er sikker på at du får det du vil ha, kan du prøve å prute på pris. Det er mange på markedet nå. Regn om totalprisen du får til pris per watt. Det er ofte et fint hjelpemiddel. Eksempel: 50 kWp til 500 000 kr gir pris per watt på; $500\ 000\ \text{kr} / 50\ 000\ \text{W} = 10\ \text{kr/Watt}$



Solstrømprosjektets 5 bønder

I dette kapittelet går vi inn i de forskjellige bøndenes investering. Det gis et forsøk på å forklare og drøfte forbruk og produksjon, beskrivelse av tak, målersituasjon, hvorfor bonden har valgt å investere i solstrømsanlegg, personlige erfaringer og lønnsomhet. Når det gjelder lønnsomhet gjøres det et enkelt forsøk på å gi en nedbetalingstid og en LCOE for anlegget. Dette er forenklete utregninger som er ment for at andre bønder raskt kan se hvilket område deres egne tilbud ligger i. Det er også gitt et forsøk på å vise kompleksiteten i å beregne inntekt av et solstrømsanlegg, med tanke på hvor mange kWh per år som kan beregnes, med inntekt fra nettleie pluss spotpris (maks inntjening), eller bare med spotpris. Ved hjelp av en prissensitivitetsundersøkelse vil strømprisen brukt, nettleie + spotpris ligge mellom tre scenario 0,72 kr/kWh (lav inntjening) – 0,84 kr/kWh (medium inntjening) – 1,00 kr/kWh (høy inntjening).

Nettleie er hentet fra Skagerak Nett sine sider til 42,29 øre/kWh + fastledd:

<https://www.skageraknett.no/priser/>

Medregnet fastledd settes nettleien til 0,45 kr/kWh. Spotprisen er hentet fra Statnett sin markedsrapport mot 2040 som nevnt før i rapporten varierende fra 0,27 kr/kWh til 0,39 kr/kWh. I tillegg legges det inn en pris med økt nettleie til 0,55 kr/kWh og økt kraftpris til 0,45 kr/kWh. Lokale variasjoner med tanke på økning i spotpris fra år til år er ikke tatt med. Dette begrunnes med at de eldste anleggene har fungert bare for 2018 og 2019 og gir en for kort tidsintervall å jobbe med. Grid Parity nås om LCOE pris er lik eller bedre enn dagens strømpris som er ca. 0,80 kr/kWh inkludert nettleie.

To av bøndene hadde investert i et solstrømsanlegg før prosjektet startet og tre av bøndene investerte mens prosjektet pågikk. Dessverre har disse tre anleggene ikke kommet helt på beina per desember 2019 og faktisk produksjon gjennom året har ikke vært mulig å hente inn. En av de tre som har investert i anlegg i prosjektperioden ville ikke ha hjelp til dimensjonering.



Figur 20: GLASS – GLASS SOLSTRØMANLEGG FRA SAGA ENERGY.

Bonde 1

Om gården

Beskrivelse av bygninger og egnede tak

Taket som solstrømsanlegget er på driftsbygningen og ligger sørvendt til. Taket er ca 130 m² og panelene tar ca. 60 av dem.

Hvorfor solstrøm?

Solstrømsanlegget har vært i drift siden nyttår 2018. Bruker lite strøm i låven, så det meste brukes privat og alt av forbruk går på en felles strømmåler. Bonden er meget interessert i å se om man kan selge strøm til andre utleieboliger på gården. Prosjektet har sett på mulighetene for nabostrømdeling og intervjuet personer fra Skagerak Nett rundt dette.

Målersituasjon

På gården er det en strømmåler. Dette er optimalt for strømproduksjon og forbruk.

Forbruk

Bonden produserer økologisk korn. Forbruket før 2018 er vanskelig å få tak i da AMS-måleren ikke er satt inn før i seinere tid.

Anlegget og produksjon

Bonden installerte et solstrømsanlegg fra Saga Energy i 2017. Dette er solcellepaneler av typen glass – glass paneler som utnytter en nyere teknologi enn paneler med aluminiumsramme. Disse er noe dyrere enn paneler med aluminiumsramme, men har bedre garanti og holdbarhet. Anlegget består av 35 paneler av typen Solitek glass – glass paneler og har en teoretisk effekt på 9,7 kWp. Disse panelene styres av 3 streng-invertere. Investeringskostnaden for solstrømsanlegget var på 124 679 kr eks. mva. ferdig montert inkludert elektriker til slutføring. Kostnaden rundt å koble solstrømanlegget til nettet estimeres derfor til 20 000 kr da elektrikeren kjenner anlegget og kobler direkte. Gården fikk tilskudd på 45 000 kr fra Innovasjon Norge fordi det er i sammenheng med biobrenselanlegg. Årsproduksjonen var i 2018 på ca. 9500 kWh. Produksjon på en god dag i juli 2018 var på 65 kWh. Bonden brukte i 2018 Fjordkraft som energileverandør og solgte til disse 5498 kWh i 2018 som indikerer at det er stor overproduksjon. Prisen på solgt energi ut på nettet var i gjennomsnitt på 0,46 kr/kWh for 2018 hos Fjordkraft. Dette er over gjennomsnittet god pris på overproduksjon med tanke på spotpris, men 2018 var et tørt år så strømprisen var høy, som er en bivirkning av stor vannkraftproduksjon, og strømproduksjon fra solstrømsanlegg var høy. Resterende 4 002 kWh har bonden fått maks inntjening. Produksjonen i 2019 var på ca. 7700 kWh med en overproduksjon på mellom 2500 og 3500 kWh. Energien solgt i 2019 hadde en pris på 0,37- 0,40 kr/kWh.

23	0,96	1,45	0,18	0,05	0	0,28	0	0	0,02	0,01	0	0,08	0,1	0,17	1,28	1,04	4,81	4,35	
76	1,79	2,72	1,17	3,13	2,44	0,14	0,03	0	0	0	0	0	0	0,41	2,61	0,95	2,72	1,47	
1	1	1,95	0,72	0,34	1,79	0,01	0,17	0,02	0,01	0,15	0,11	0,05	0	0,31	1,23	2,4	2,85	1,55	
53	0,97	0,08	0,02	0,4	0,48	0,39	1,29	0,15	0	0	0	0,04	0,16	0,41	0,33	1,16	1,16	1,16	
56	0,5	0,09	0,11	1,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0,29	0,34	1,53	1,13	
54	0,55	0,11	0,03	0,03	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0,01	0,1	0,17	0,5	0,64	
54	0,44	0,25	0,17	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,29	0,35	1,05	1,25	
72	1,88	2,71	2,92	1,33	0,11	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,1	0,61	1,19	2,76	2,11	
15	0,51	0,36	0,17	0,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	1,71	0,74	
47	0,5	0,48	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,71	1,7	1,05	5,77	3,19	
71	0,49	0,21	0,02	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0,08	0,08	0,71	0,76	
10	1	0,75	1,05	0,08	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	0	1,11	1,12	
17	1,24	0,2	0,25	1,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,19	1,46	0,21	1,29	
51	1,14	0,17	0,06	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,4	0,16	0,1	0,95	
47	0,44	0,34	1,17	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,34	2,47	1,17	3,1	
84	2,76	2,18	0,72	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,71	0,08	0,34	0,36	
47	0,44	0,37	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,08	0,99	2,94	
14	0,48	0,12	0,03	0,42	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,16	0,21	1,18	
10	0,5	0,27	0,12	0,52	0	0	0,05	0	0	0	0	0,01	0,11	0,06	0,44	0,25	0,21	1,46	
81	1,42	1,01	1,16	0,75	0	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	1,17	1,12	1,04	
85	1,06	0,29	0,11	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,79	0,52	1,4	
106	2,88	2,68	0,88	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,8	1,09	1,94	
73	0,48	0,27	0,04	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,44	0,08	0,17	0,78	
18	1,45	1,7	2,2	0,72	0,2	0,19	0,14	0	0	0,04	0,13	0,17	0,5	0,42	0	0,7	0,29	1,76	
32	0,5	0,85	0,04	0	0,02	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,19	1,5	1,12
10	0,48	0,16	0,16	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	1,21	1,17	1,57	1,88	
73	0,47	0,15	0,15	0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0,19	0,19	0,19	0,42	
54	1,85	1,99	0,15	0,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	2,02	3,07	3,64	1,87	
18	0,36	0,73	0,19	0,16	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0,05	1,15	2,08	4,16	3,1	4,08	
14	0,45	0,34	0,04	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,11	1,01	1	2,03	2,09	
76	0,66	0,31	0,15	0,03	1,15	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,05	0,75	0,34	
43	0,38	0,12	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,06	1,49	2,1	2,67	3,74
86	0,48	0,18	0,05	1,18	0,17	0,04	3,03	0	0	0	0	0	0	0,08	1,14	1,48	0,16	1,75	0,85
43	0,43	0,18	0,88	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0,08	1,11	1,48	0,88	2,03
12	0,39	0,1	0,07	2,19	0,71	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,45	0,11	1,19	0,3	0,49	
15	0,35	0,08	0,79	1,05	0,01	0	0,17	0,01	0	0	0	0,04	0,06	0,1	0,01	0,1	0,05	0,08	1,4
37	0,4	0,27	0,49	0,48	0	0	0,08	0	0	0	0,02	0	0	0,1	0,34	2,09	1,97	2,04	

Figur 21: UTDRAK FRA TIMESVERDIER HOS SKAGERAK NETT. 0 I FORBRUK VISER DA DET ER OVERPRODUKSJON. DETTE GIR DA TAP I INNTEKTER.



I 2019 har Skagerak åpnet for en produksjons- side i tillegg til forbruksiden og dette gjør et enkelt å sammenlikne. Dessverre kom ikke dette i gang før 1. august 2019.

Lønnsomheten

Tabellen nedenfor viser disse utregningene:

- Pris per watt uten elektriker (kr/kW). Dette er uten batteri, UPS og elektriker for å ha noe å sammenligne med mellom bøndene. Denne er uavhengig av inntjening.
- Nedbetalingstid uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd.
- Nedbetaling med støtte. Her er det medregnet tilskudd.
- LCOE uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- LCOE med støtte. Her er det medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- Estimert elektriker til 20 000 kr.

Utfordringer

Denne bonden har hatt utfordringer i 2018 med å måle hvor mye energi som produseres fordi overvåkningsanlegget faller ut, og man ikke kan lese hva som er produsert hver dag. Her må bonden stole på at energiselskapet gjør jobben sin og får fakturert riktig antall kWh overproduksjon.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt uten elektriker (kr/kW)	10,79	10,79	10,79
Nedbetalingstid uten støtte (år)	28,6	22,6	19,3
Nedbetalingstid med støtte (år)	18,25	14,47	12,30
LCOE uten støtte (kr/kWh)	0,97	0,97	0,97
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,63	0,63	0,63

Tabell 1: TABELLEN VISER UTREGNINGER FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING.



Figur 23: GLASS – GLASS PANELER FUNGERER FINT FOR FJERNING AV SNØ.

Positive/negative erfaringer

Bonden sier om leverandør:

«Saga Energy har opptrådt ryddig og har levert et anlegg som har fungert helt uten feil siden montering.»

Glass – glass paneler virker å fungere bra på vinteren med å få vekk snø fra panelene. De er glatte, og snøen sklir raskt av. Dette gjør at man kan få en produksjonsbonus på vinteren som man ikke får med paneler med aluminiumsrammer.

Konklusjon

Bonden har fått installert solstrømsanlegg med glass – glass paneler til 10,79 kr/Watt høsten 2017. Dette er uten kostnad for batteripakke eller elektriker. Bonden må ha vært en av de første i Norge til å investere i slike paneler, da de i 2017 burde vært en del dyrere enn de vanlige blå. Estimert nedbetalingstid varierer kraftig med prissensitivitetsanalysen, men mest sannsynlig vil nedbetalingen skje fra ca. 14 år (medium strømpris) til ca. 18 år (lav strømpris) med støtte. Ut ifra LCOE vil strømprisen måtte være i gjennomsnitt 0,63 kr/kWh i disse 30 årene for at investeringen skal lønne seg. Med støtte har grid parity blitt oppnådd, strømprisen er lik eller lavere enn nettstrømprisen. Uten støtte oppnås det ikke grid parity. Det er per nå usikkert om det vil bli mer eller mindre lønnsomt med effekttariff.

Med dette tilbudet er det per nå økonomisk slik det brukes i dag med støtte. Inntektene kan forbedres ved flytte strømforbruk over til rundt kl. 12 for å redusere overproduksjon. Overproduksjonen var i 2018 på ca. 5500 kWh, mens i 2019 estimert til mellom 2500 og 3500 kWh.

Bonden vil gjerne bygge solstrømanlegg på resten av låvetaket sitt for å selge strømmen til naboeiendommen hans. Det er dette som i rapporten kalles nabostrøm. Dessverre avhenger dette av politisk vilje slik at energiselskapene kan gjøre det enklere å selge strøm innenfor samme trafostasjon. Dette er ikke mulig i desember 2019 og uvisst om det noen gang blir slik.

Solstrømsanlegget er økonomisk bærekraftig med støtte, flytting av forbruk over på dagtid kunne bidra til bedre økonomi for bonden, men det må gjøres en god jobb for at denne investeringen skal bære seg økonomisk.



Figur 24: 85 PANELER MED POLYKRSTALLINSKE SOLCELLEPANELER PÅ HUNDEHOTELLET.

Bonde 2

Om gården

Beskrivelse av bygninger og egnede tak

Taket er sør-øst vendt, men mer rettet mot øst enn sør. Det er lite skygge på taket annet en fra skyer. Når retningen er østvendt vrir topp-effekten seg mot formiddagen og er noe lavere enn for sørvendt.

Hvorfor solstrøm?

Solstrømsanlegget er overdimensjonert. Det ble gjort med vilje fordi bonden hadde ønske om utvidelse av forbruket samt en batterikapasitet. Fra før har bonden vannbåren varme og ville planlegge for framtiden. Det er et ønske å installere aircondition på sikt. Dette vil kunne redusere overproduksjonen på dagtid.

Målersituasjon

På gården er det en strømmåler. Dette er optimalt for strømproduksjon og forbruk.

Forbruk

Bonde 3 drifter et hundehotell med alle fasiliteter, og jorda er utleid. Det er beregnet inn et større solstrømsanlegg enn det elektriske forbruket på gården er midt på dagen. Det elektriske forbruket var ca. 49 300 kWh i 2018 og 76 489 kWh i 2019. I tillegg kommer forbruket som solstrømsanlegget erstatter. Det er en utfordring i dette tilfellet at vi ikke har noen «urørte data». Derfor beregnes lønnsomheten ut ifra estimert produksjon og forbruk siden det finnes ok data for 2019 produksjonen.

Anlegget og produksjon

Bonden fikk tilskudd fra fylkeskommunen høsten 2017 på 100 000 kr. Anlegget skulle installeres samme høst, men på grunn av frost ble det utsatt til april 2018. Anlegget ble bestilt av Otovo AS. De ikke har egne installatører, og derfor ble anlegget installert av Solcellespesialisten AS. Solstrømanlegget er i størrelse

85 paneler av 270 Wp IBC polysol av merke IBC solar. Disse panelene er installert på et sørøstvendt tak, mer øst enn sør, og er på teoretisk topp-effekt på 22,95 kWp. Det er installert 2 invertere en på 10 kW og en på 12 kW. Anlegget kostet 286 000 kr eks. mva. inkludert elektrikerarbeid. Kostnaden rundt å koble solstrømanlegget til nettet estimeres derfor til 30 000 kr da elektrikerer kjenner anlegget og kobler direkte. Det er i etterkant (2019) blitt oversendt et dokument som viser en estimert energi-produksjon på 19 705 kWh per år.

Overvåkingen ble ikke i orden før august 2018 og har hatt problemer med å logge alle datoer etter det. Ved å legge sammen hver måned i 2018 og 2019 med måling kommer man til 20 128 kWh, mens oversikten viser 27 319 kWh produsert. Dette gjør at det er uvisst hva som stemmer. Årsproduksjon for 2018 viser 2843 kWh, så her har ikke loggingen fungert i det hele tatt. Årsproduksjonen for 2019 viser 17 285 kWh. Om målingen har fungert riktig gir dette en feil på 12,3 %, og som sier at 2019 var under gjennomsnitt solmessig for denne gården.

Inn til Elhub har det blitt logget 7653 kWh for 2019. Denne oversikten fantes ikke for 2018. Ut ifra monitoren er da 9 632 kWh produsert med maks inntjening og for resterende 7653 kWh, fra Skageraks produksjonsside, burde man regne bare spotpris. Det vil alltid være en usikkerhet. Estimerer denne til +/- 500 kWh.

Utfordringer

Dessverre har det vært mye problemer med anlegget slik at man vet ikke hvor mye energi som faktisk er produsert av anlegget i 2018. Solstrømanlegget bruker to stk. invertere og en av disse sluttet å virke allerede etter 3 dager. Det tok lang tid før den ble byttet. Produksjonsloggen virket ikke før over sommerferien 2018 slik at å følge med på produksjonen var vanskelig.

Her ser man at det kan være en utfordring å kjøpe solstrømanlegg fra en leverandør som bruker andre leverandører til å installere. Bonden kan bli en kasteball mellom to aktører, og ting tar lengre tid. Den ene kan ikke gjøre noe før den andre har godkjent timebruk osv.

Den lave topp-effekten i anlegget kan komme av flere ting. Det vil alltid være tap i anlegget og selv med perfekt plassering (sørvendt tak med riktig takvinkel) og optimale forhold vil effekten svært sjelden gå over 95 %. 95 % effekt vil gi 21,8 kW. Solcellespesialisten sier i en e-post at taket ligger 118,8 grader sørøst. 90 grader er rett øst og 180 grader er rett sør, så 118,8 grader er mer øst enn sør. Dette gjør at topp-effekten synker betraktelig. Hvis vi pga himmelretningen estimerer ett tap på 18-23 % i forhold til topp-effekt (95%), gir dette at topp-effekten i anlegget vil være 16,8 - 17,9 kW. Dette stemmer overens med utregningene gjort av Solcellespesialisten som kom i 2019. I tillegg kommer det andre variable inn, men de er små og kan virke både positivt og negativt.

En annen utfordring er at anlegget ble installert så tidlig at det ikke finnes timesdata for forbruket. Bonden har bare funnet for mai 2017. Dette gjør at anleggsdimensjonering ikke er mulig ut ifra timesdata.

Lønnsomheten

Tabellen nedenfor viser disse utregningene:

- Pris per watt i kr/kW. Dette er uten batteri, UPS og elektriker for å ha noe å sammenligne med mellom bøndene. Denne er uavhengig av inntjening.
- Nedbetalingstid uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd.
- Nedbetaling med støtte. Her er det medregnet tilskudd.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt uten elektriker (kr/kW)	11,15	11,15	11,15
Nedbetalingstid uten støtte (år)	29,6	23,8	20,2
Nedbetalingstid med støtte (år)	19,27	15,48	13,13
LCOE uten støtte (kr/kWh)	1,07	1,07	1,07
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,71	0,71	0,71

Tabell 2: TABELLEN VISER UTREGNINGER, BONDE 2, FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING.

- LCOE uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- LCOE med støtte. Her er det medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- Estimert elektriker til 30 000 kr.

Positive/negative erfaringer

Avtalen med Otovo ble skrevet i hastverk fordi Otovo tilbød seg å skrive søknaden til Vestfold Fylkeskommune dersom bonden kjøpte solstrømsanlegg fra dem. Søknadsfristen var i ferd med å gå ut. I tillegg er prosjektleder i den oppfatning at Otovo ikke ga nok eller god nok informasjon rundt negative sider ved et solstrømsanlegg som installeres i en annen himmelretning enn sør.

Solstrømsanlegget har teoretisk effekt på 22,95 kWp, men høyest målt effekt i anlegget er langt under dette. Dette kan man beregne seg til og stemmer godt nok. Altså er realistisk topp-effekt ca. 80 % av teoretisk effekt. Når dette ikke er kommunisert godt nok, vil bonden i ettertid oppleve et inntrykk av å ha blitt lurt.

I tilsendt dokumentasjon i etterkant fra Solcellespesialisten er det estimert en energiproduksjon på 19 705 kWh og dette indikerer reduksjonen i produksjon. Denne estimerte energiproduksjonen er ikke informert til kunde ved inngåelse av kontrakten. For ett sørvendt anlegg ville estimert produksjonen vært nærmere 21 000 – 22 000 kWh.

Saken har vært svært belastende for bonden. Frustrasjonen har vært stor helt siden anlegget ble bygget. Byggingen ble utsatt fra høst 2017 til vår 2018. En inverter sluttet å virke etter 3 dager, og den andre begynte å lyde like etter. Monitor fungerte ikke som den skulle. Det har i saken vært mye frustrert mailkorrespondanse gjennom hele 2018 og utover 2019. Bonden føler at han ikke blir hørt, og verken Otovo eller Solcellespesialisten virker å ta dette seriøst. Bonden har hatt besøk av en inverterekspert fra Kina. Denne nevnte at anlegget var feilkoblet og at spenningen ut av anlegget var for lav. Dette benekter Solcellespesialisten. For å få opp produksjonen har bonden blitt tilbudt å kjøpe flere paneler. Frustrasjonen har vært så stor at bonden har engasjert en advokat over lengre tid for å få juridisk bistand.

Konklusjon

Uten å verken ha forbruksdata før anlegget ble bygget eller produksjonsdata er det vanskelig å trekke noen konklusjoner. Anlegget ble overdimensjonert med vilje og nedbetalingstid er vanskelig å estimere da forbruksdataene mangler. Det er trist å se resultatene av at selger ikke makter å gi riktige opplysninger til kunde på forhånd. Om det fantes et estimat på energiproduksjon eller ikke ved kontrahering, vites ikke. Dette viser hvor viktig det er å bruke tid på å sette seg inn i investeringen, og å skaffe flere tilbud.

Bonden har fått installert solstrømsanlegg med blå polykrystallinske paneler til 11,15 kr/Watt høsten 2017. Dette er uten kostnad for elektriker for sammenligning. Estimert nedbetalingstid varierer kraftig med prissensitivitetsanalysen, men mest sannsynlig vil nedbetalingen skje fra ca. 15 år (medium strømpris) til ca. 19 år (lav strømpris) med støtte. Ut ifra LCOE vil strømprisen måtte være i gjennomsnitt 0,71 kr/kWh i disse 30 årene for at investeringen skal lønne seg. Med støtte har grid parity blitt oppnådd, strømprisen er lik eller lavere enn nettstrømprisen. Uten støtte oppnås det ikke grid parity. Det er per nå usikkert om det vil bli mer eller mindre lønnsomt med effekttariff. Med dette tilbudet og støtte er det økonomisk slik det brukes i dag. Bonden har videre en plan på å flytte forbruket sitt over til dagtid med å installere aircondition inn i hundehotellet og dette vil bedre økonomien i anlegget.

Solstrømsanlegget kan være økonomisk bærekraftig med hjelp av støtte. Flytting av forbruk over på dagtid vil bidra til at det er økonomisk bærekraftig. Dette vil gi bonden en bedre og grønnere økonomi, men det må gjøres en god jobb for at denne investeringen når dette.



Figur 25: GÅRDEN TIL BONDE 3 MED FERDIG SOLSTRØMSANLEGG PÅ LÅVETAK OG SOLFANGERE PÅ BOLIGHUS.

Bonde 3

Om gården

Beskrivelse av bygninger og egnede tak

På denne gården er det låven som er aktuell. Her er det 300 m² sydvendt tak uten noen form for skygge. På bolighuset kan man i bilde 25 også se solvarme på det sørvendte taket samt det ferdige solstrømsanlegget på låvetaket.

Hvorfor solstrøm?

Bonden er svært interessert i teknologi. Han har selv de nødvendige sertifikatene til å sette opp anlegget. Vakuumsolfangere til å varme vann, sammen med en energibrønn og varmepumpe er allerede installert. Bonden er også opptatt av muligheten til å kunne selge strøm til naboene som har stort strømforbruk på dagtid. Denne bonden er et godt eksempel på at vi ikke får utnyttet de mest egnede bygningene til solstrøm fordi det ikke samsvarer med eget forbruk. Bonden er svært klar over at denne investeringen neppe blir lønnsomt før det blir vesentlig høyere strømpris, eller endrede regler i forhold til salg av strøm til naboer. Planen til bonden er å kunne vri mer og mer av forbruket sitt over på dagtid slik at utnyttelsesgraden blir høyere.

Får å få til dette jobber bonden med å finne gunstige måter å lagre strømmen på slik at den kan utnyttes på bedre tidspunkt. Det bonden gjerne vil få til er produksjon av hydrogen med overskuddsstrøm. Dette er per 2019 for stor kostnad, men det satses mye i dette området. Det er også ett industriområde i nærhet som bonden ønsker å knytte kontakt med.

Forbruk

Denne bonden leier ut jorda og har ingen landbruksproduksjon. Forbruket er i bolig og noe strøm i låven. Forbruket er på feil tid på døgnet og spesielt feil årstid i forhold til solstrøm. Strømforbruket på gården er på ca. 45 000 kWh per år i 2018 og ca. 47 000 kWh i 2019 hvor mesteparten er i vinterhalvåret. Det brukes ikke strøm til oppvarming overhodet annet enn til toppvarming (fra 50 og opp til 70 grader) for dusj- og forbruksvann. Dette på grunn av et 13 kW solfangeranlegg som dekker behovet for oppvarming fra mai til september, alle gulv har vannbåren varme og det er installert en 1800 liters akkumulatortank. Bonden har installert en elbillader på 7,2 kW. Det har ikke vært ønsket noe hjelp av prosjektleder til dimensjonering av anlegg.



Figur 26: BONDEN ER FERDIG MED INSTALLASJONEN AV 35 KWP GLASS – GLASS PANELER.

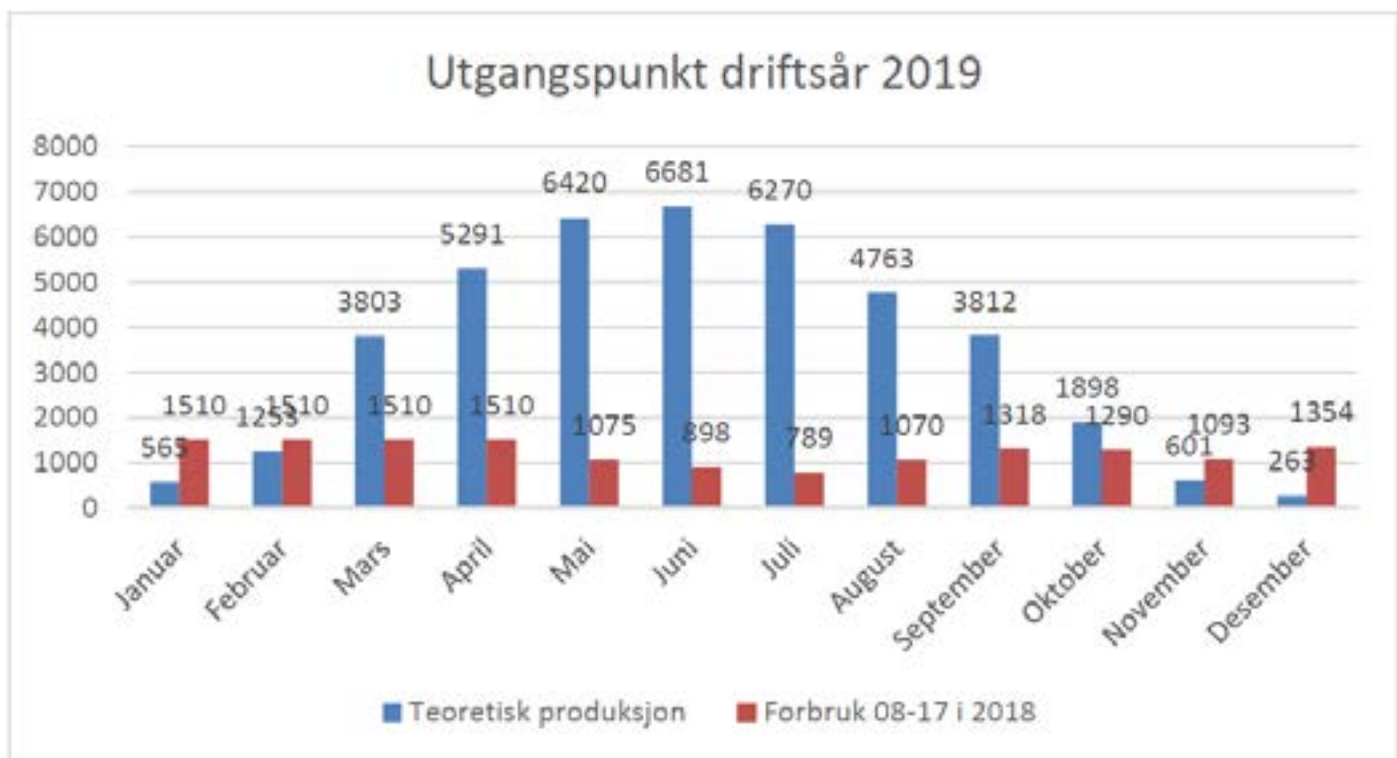
Målersituasjon

Alle bygninger på gården er på samme måler. Det er derfor uproblematisk å produsere strømmen på låvetaket og bruke det i bolighuset.

Om anlegget og produksjon

Bonden søkte og fikk tilskudd på 100 000 kr fra Vestfold fylkeskommune i 2017. Bonden kjøpte solstrømanlegg fra Saga Energy tidlig høsten 2018. Anlegget er på 35 kWp og ble ferdig installert oktober 2018. Det er estimert en produksjon på 41 620 kWh per år for dette anlegget fra leverandør. Dette er av erfaring noe høyt estimat, men låven har optimale solforhold. Panelene er av glass – glass silisiumspaneler på ca. 300Wp per panel. Disse panelene er noe dyrere, men er bedre kvalitetsmessig og har bedre garanti. Bonden fikk tilbud på tre forskjellige solcellepaneler med forskjellige kvaliteter.

Alle tre typene har samme effekt på 300 Wp. Tilbudsprisen var 371 200 kr eks. mva. for Solitek glass – glass paneler, 313 600 kr eks. mva. for Solitek helsvarte panel og 298 400 kr eks. mva. for Luxor helsvarte paneler. Disse tilbudene er uten montering, da bonden ville gjøre dette selv og uten elektriker for sluttilkobling til nettet. Kostnaden rundt å koble solstrømanlegget til nettet estimeres derfor til 30 000 kr. Når det gjelder produksjon er dette vanskelig å hente ut da overvåkningssystemet ikke har blitt installert ennå. På vinteren sklir snøen raskt av med disse glass – glass panelene og det gir en produksjon midtvinters som en bonus.



Figur 27: FORBRUK MELLOM KL. 08 OG KL. 17 VISES I RØDT OG ESTIMERT PRODUKSJON FRA LEVERANDØR VISES I BLÅTT.

Utfordringer

Den store utfordringen for bonde 3 er at eget forbruk ikke samsvarer med produksjonen. Se figur 27 som bonden har laget. Tallene er i kWh.

På grunn av stort forbruk på feil tid av døgnet og året vil solstrømsanlegg gi overskudd som da selges til nettet. Dette gjør at i store deler av produksjonen er overproduksjon til en lavere strømpris enn den bonden bruker selv. Dette gir en dårlig nedbetalingstid, men dette visste bonden godt når bestillingen ble gjort.

Bonden nevner videre fremdrift:

- Kontinuerlig produksjon fra låvetaket og forbruk på AMS måler og el-billadere er tilgjengelig og skal logges kontinuerlig.
- Jeg vil installere strømmålere med logging i forskjellige knutepunkter i huset for å få bedre oversikt over hvor forbruket kommer ifra.
- Vi vil forsøke å se hvor praktisk det vil være mulig å styre elbillading over på dagen i stedet for kveld/natt som nå
- Vi vil sjekke ut muligheten for å kjøre nattforbruket over på dagtid ved hjelp av batterier, utnyttelse av el-bil som står hjemme eller truckbatterier som ikke er i bruk.

- Vurdere "solstrømeffekten" av å kjøre all oljefyring over på strøm med tidsstyring for effektuttak bare når sola skinner. (Kun når det er solstrøm i overskudd)
- Fortsette å utforske muligheten for småskala hydrogenproduksjon som for øyeblikket ser ut som det enkleste alternativet for energilagring, om prisene kan bli spiselige. (Utjevning over året)

For å regne forbruket brukes timesverdier fra gjeldene strømmåler. Ut ifra målerdata vil forbruket ligge på ca. 10 500 kWh mellom kl. 0800 og kl. 2000 fra 1. mars til 1. oktober. Før og etter dette klokkeslettet vil det være liten produksjon i et sørvendt anlegg. Disse 10 500 kWh kan man regne maks inntjening.

Mellom 1. oktober og 1. mars er det forventet liten produksjon. Dette vil komme som et lite tillegg. Estimerer dette til 4000 kWh på grunn av størrelsen på anlegget og lettheten for at snøen sklir av. Det vil alltid være en usikkerhet. Estimerer denne til +/- 1000 kWh. Totalt brukes 14 500 kWh med maks inntjening og resterende 27 120 kWh burde man regne spotpris på.

Lønnsomheten

Tabellen nedenfor viser disse utregningene: Pris per watt i kr/kW. Dette er uten batteri, UPS og elektriker for å ha noe å sammenligne med mellom bøndene. Denne er uavhengig av inntjening.

- Nedbetalingstid uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd.
- Nedbetaling med støtte. Her er det med-regnet tilskudd.
- LCOE uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- LCOE med støtte. Her er det medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- Estimert elektriker til 30 000 kr.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt uten elektriker (kr/kW)	10,61	10,61	10,61
Nedbetalingstid uten støtte (år)	22,6	17,6	15,0
Nedbetalingstid med støtte (år)	16,96	13,24	11,28
LCOE uten støtte (kr/kWh)	0,71	0,71	0,71
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,54	0,54	0,54

Tabell 3: TABELLEN VISER UTREGNINGER, BONDE 3, FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING FOR SOLITEK GLASS – GLASS PANELER.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt uten elektriker (kr/kW)	8,96	8,96	8,96
Nedbetalingstid uten støtte (år)	19,3	15,1	12,9
Nedbetalingstid med støtte (år)	13,71	10,70	9,12
LCOE uten støtte (kr/kWh)	0,61	0,61	0,61
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,44	0,44	0,44

Tabell 4: TABELLEN VISER UTREGNINGER, BONDE 3, FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING FOR SOLITEK SVARTE MONOKRYSTALLINSKE PANELER.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt uten elektriker (kr/kW)	8,53	8,53	8,53
Nedbetalingstid uten støtte (år)	18,5	14,4	12,3
Nedbetalingstid med støtte (år)	12,86	10,04	8,55
LCOE uten støtte (kr/kWh)	0,58	0,58	0,58
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,41	0,41	0,41

Tabell 5: TABELLEN VISER UTREGNINGER, BONDE 3, FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING FOR LUXOR SVARTE MONOKRYSTALLINSKE PANELER.

Positive/negative erfaringer

Bonden sier om anlegg og leverandør:

«Jeg har utelukkende gode erfaringer med Saga Energy som leverte 100% som forventet og litt til faktisk. Nøkkelfaktorer i den sammenhengen er profesjonelle folk med "ingeniørkompetanse" med beina på bakken og som aldri forsøkte seg med overoptimistiske prognoser etc. og som ga meg all den faglige inputen jeg trengte. Anlegget var plug and play, startet opp uten problemer, og tusler og går helt fint "på egen hånd", nå for tiden, desember 2019, gir det ca. 5-6 kW når solen skinner fra 11 til 13. Overvåkningssystemet er dessverre ikke på plass ennå, men ut ifra reduksjon i forbruk er årsproduksjonen estimert fra leverandør ganske korrekt.»

«Mine erfaringer fra hele prosessen er som følger i ekstrem kortversjon:

Mitt valg av rammeløse paneler og i glass er jeg svært fornøyd med av følgende grunner:

- Veldig pene å se på, kan brukes som et element i en "fasade plan"
- Snøen sklir av veldig lett, før den sklir av et helt nytt lakkert ståltak
- Gir godt produksjonsutbytte
- Veldig solid utførelse
- Perfekt materialvalg i enhver brannteknisk diskusjon, brenner ikke

Min erfaring er at et slikt anlegg som mitt, det vil si relativt store anlegg på låvetak, ikke er for amatører å drive med på egen hånd. Det er heller ikke elektrikerer som er utfordringen, men i mye større grad det bygningstekniske som må håndteres av profesjonelle.

Når jeg begynte å analysere "situasjonen" med tanke på at anlegget skal stå der i 30-50 år, fortrinnsvis uten tilsyn og vedlikehold, svært vanskelige tilkomstmuligheter samt branntekniske utfordringer og materialvalg så røyk jeg på store bygningsmessige ekstrakostnader for å sikre den kvaliteten jeg ville ha.»

«Jeg synes ikke det er interessant å levere strøm til Skagerrak til spotpris og tenker å legge mye energi i å dekke så mye av eget forbruk fra taket. Jeg har anskaffet tre stk. 600 Amperetimers 48 volt batterier som jeg vil bruke til å flytte forbruket på natten over på dagen og for å gjøre dette trenger jeg å utvikle noen fine smarthus-algoritmer. Dette blir også veldig mye mer interessant nå når nye elkrafttariffer kommer i gang. Å lagre strøm fra sommer til bruk om vinteren har jeg foreløpig lagt på is da det blir altfor dyrt i småskala format som oss, der må det regelendringer til for å gjøre det regningsvarende»

Konklusjon

Bonden har fått installert solstrømsanlegg med glass – glass paneler til 10,61 kr/Watt høsten 2018. Dette er uten kostnad for batteripakken, montering og elektriker. Bonden ville montere selv så elektrikerkostnaden er innkjøp av trafo og annet materiell. Estimert nedbetalingstid varierer kraftig med prissensitivitetsanalysen, men mest sannsynlig vil nedbetalingen skje fra ca. 13 år (medium strømpris) til ca. 17 år (lav strømpris) med støtte. Ut ifra LCOE vil strømprisen måtte være i gjennomsnitt 0,54 kr/kWh i disse 30 årene for at investeringen skal lønne seg. Med støtte har grid parity blitt oppnådd, strømprisen er lik eller lavere enn nettstrømprisen. Selv uten støtte oppnås det grid parity. Det er per nå usikkert om det vil bli mer eller mindre lønnsomt med effekttariff.

Bonden har en plan på å flytte forbruket sitt over til dagtid og dette vil bedre økonomien, men det er mye overproduert energi. Installasjon av el-billader på 7,2 kW vil ikke kunne ta overforbruket mens bonden er i ekstern jobb, men vil hjelpe på overproduksjonen i helgene når bonden er hjemme.



Figur 28: FERDIG OPPSATT SOLSTRØMSANLEGG PÅ LÅVEN.

Bonde 4

Om gården

Beskrivelse av bygninger og egnede tak

Taket er delt i et sørvestvendt og et sørøstvendt tak. Utfordringen på gården er en fôrblender som yter 30 kW, men som sjelden er i bruk mer enn 0,5 timer av gangen og en melkerobot som må startes raskt ved eventuelle strømbrudd. Det er ikke effekttariff på gården per april 2019. Siden forbruket er høyt både på morgen og ettermiddag passer det godt å bygge på begge takene om bonden ønsker det videre i forhold til forbruk.

Hvorfor solstrøm?

Bonden driver økologisk både med melk- og kjøttproduksjon sammen med korn på 750 daa eget og leid areal. Bonden er framoverlent innen energi og hadde allerede på 80-tallet installert varmepumpe med gulvarme og jordkollektor på 500 m samt energigjenvinning i fjøset. Bonden ser på solstrømsanlegg som det neste naturlige å investere i og det passer godt i henhold til forbruket.

Målersituasjon

Gården har en strømmåler. Dette forenkler utnyttelsen av solenergi.

Dimensjonering fra prosjektleder før støttesøknad

Bonden mener han har lite greie på strøm og komponenter i et slikt anlegg, så ønsker hjelp til dette samt få kontakt med aktuelle leverandører. Etter å ha gjennomgått forbrukshistorikken på gården er det funnet at forbruket er størst mellom kl. 0700-1100 og kl. 1600-2300. Minste effekt tilnærmet 0 kW, maks effekt = 33 kW. Høyest effekt forbrukes på ettermiddagen og kvelden og dette passer godt inn med et todelt strømproduserende anlegg hvor den største delen, 23 kW, er plassert sørvest og den minste delen, 12 kW er plassert sørøst. Dette vil si at teoretisk effekt er ca. 35 kWp, men fordelt på to deler av 23 og 12 kWp. Anleggskapasitet blir estimert til 27 370 (+/- 3000) kWh.

Energibesparelsen estimeres til ca. 26 000 (+/- 3000) kWh. Det er lavt forbruk fra midt av juni til midt av juli, men siden forbruket er så høyt andre deler av for sommer og tidlig høst, anbefales dette.

Forbruk

Forbruket var i 2017 på 83525 kWh, i 2018 på 82139 kWh og i 2019 på 76 622 kWh. Forbruket fordeles skjønsmessig mellom privat og næring hvor Skagerak er nettleverandør og Eidsiva Energi er energileverandør.

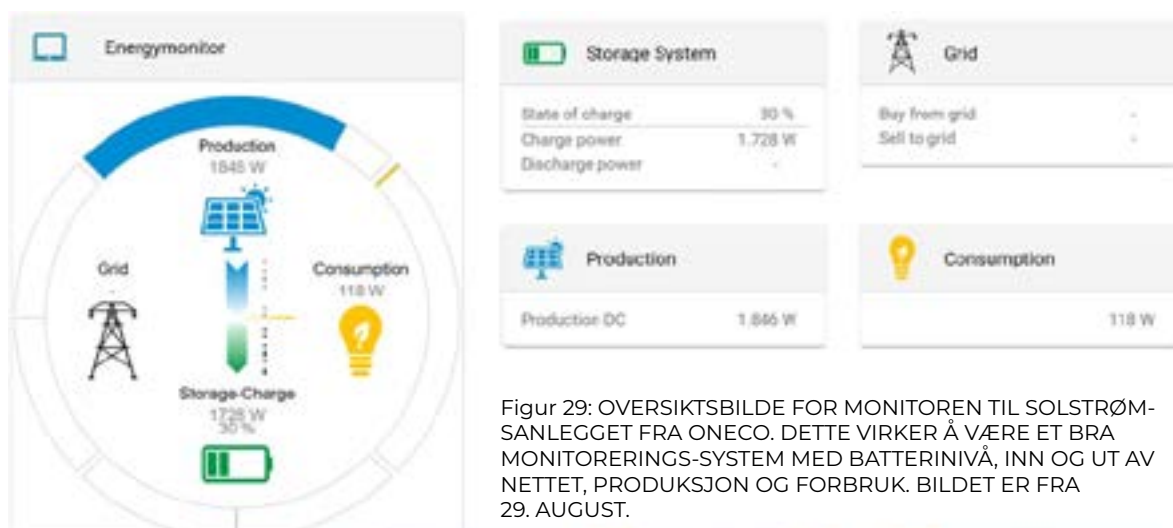
I juni og juli er dyra på beite og da faller forbruket dramatisk. I denne perioden vil det være stor overproduksjon.

For å regne forbruket brukes timesverdier fra gjeldene strømmåler. Det er i tillegg et batteri som fordeler noe av energien utover kvelden. Dette batteriet er på 10 kWh. Fra 1. mars til 1. oktober vil batteriet gi maksimalt ca. 2400 kWh med oppladning og utladning hver dag i perioden. Ut ifra målerdata var forbruket på gården ca. 23 843 kWh i 2017 med gjennomsnitt effekt på 8 kW, og 24 224 kWh i 2018 med gjennomsnitt effekt på 8 kW mellom kl. 0900 og kl. 2100. Før og etter dette klokkeslettet vil det være liten produksjon i et sørvestvendt anlegg. Dette gir et gjennomsnittsforbruk på ca. 26 880 kWh for gården i perioden med solinnstråling og batteriforbruk. Fra ca. 13. juni til 13 juli faller forbruket til under halvparten. Dette forbruket er på ca. 1750 kWh mot normalt 4250 kWh. Estimerer et overforbruk på ca. 3000 kWh for året.

Anlegget og produksjon

Høsten 2018 fikk bonden tilskudd fra Vestfold fylkeskommune på 150 000 kr for solstrømsanlegg med batteripakke. Flere tilbud ble innhentet, som fra Agriel, Solel, Kverneland Energi, Klar Energi, Bluetec, Saga Energi, Eidsiva og OneCo.

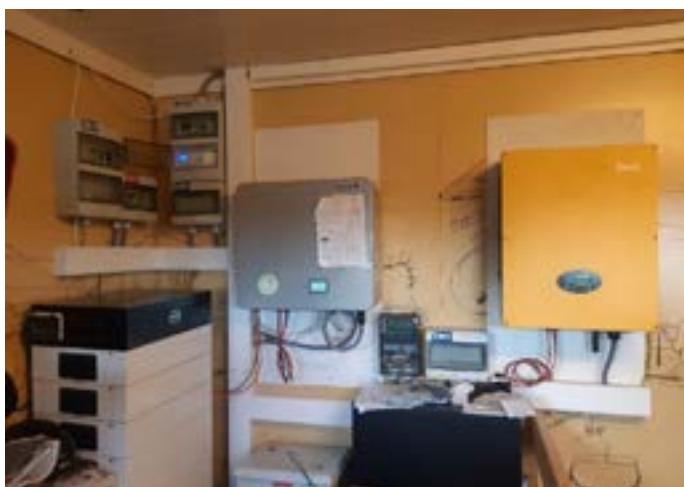
Bonden ente opp med å bestille et solstrømsanlegg fra OneCo på 22 kWp med svarte monokrystallinske paneler som settes på det sørvestvendte taket. I tillegg ble det bestilt en 10 kWh batteripakke med 10 kW hybridinverter bygget for UPS sammen med en UPS som vil virke mot melke-roboten. En annen inverter styrer resten av solanlegget. Anlegget hadde en samlet kostnad på 322 335 kr eks moms, men inkludert elektriker da OneCo er et elektro-installeringsfirma i bunnen. Et rent solstrømsanlegg estimeres til 186 895 kr fra tilsendt tilbud. Valg av OneCo i samarbeid med Green Energy ble gjort basert på best på pris og utstyr samt lovnad om tett oppfølging og «full pakke». Solstrømsanlegget ble bestilt i april 2019, installasjonen begynte i mai 2019, men er i november 2019 ikke ferdig installert. Produksjonen kom i gang august 2019, mens batteripakken på 10 kWh med 10 kW hybrid-inverter og UPS er ikke i orden per desember 2019. Dette gjør at det ikke foreligger noe særlig med produksjonsdata. Det er gjort endringer i sikringsskap og langs kursen til melkeroboten for å få til UPS og batteri backup ved strømbrydd. En mindre UPS sitter på hjernen til roboten. Batteriene mater strøm til roboten, vakuumpumpe og kompressor ved strømbrydd for disse tåler et kort strømbrydd. OneCo tar seg av kontakt med nettselskap. Estimert produksjon er 20 000 kWh per år.



Figur 29: OVERSIKTSBILDE FOR MONITOREN TIL SOLSTRØMSANLEGGET FRA ONECO. DETTE VIRKER Å VÆRE ET BRA MONITORERINGS-SYSTEM MED BATTERINIVÅ, INN OG UT AV NETTET, PRODUKSJON OG FORBRUK. BILDET ER FRA 29. AUGUST.

Siden forbruket fra 1. mars til 1. oktober er større enn estimert energiproduksjon brukes dette som beregningsgrunnlag. Overproduksjon kommer da fra fall i forbruk i juni og juli. Av disse 20 000 kWh kan man regne maks inntjening som kommer fra 17 000 kWh i forbruk, pluss energi fra batteri på 2400 kWh og spotpris for 3000 kWh.

Noe som man kan merke seg er at prisen fra det første tilbudet til det anlegget som nå står oppe er ikke endret seg, men hybridinverteren er økt fra 3,7 kW til 10 kW uten kostnadspåslag. UPS systemet har også blitt dyrere for OneCo.



Figur 30: TIL VENSTRE SER MAN BATTERIBANKEN, PÅ VEGGEN ER INVERTERNE. PÅ BAKKEN STÅR EN 400 V TRAFØ. DEN SVARTE BOKSEN PÅ BAKKEN ER SENDT TILBAKE DA DEN VAR FEIL.

Utfordringer

Hos denne bonden har det vært et solid dimensjoneringsgrunnlag. Det ble også gjort en solid jobb med å planlegge og innhente tilbud. Denne jobben tok en del tid.

Når leverandør ble bestemt og byggingen startet, dukket det opp flere problemer som leverandøren ikke hadde tenkt på.

De kjente ikke godt nok til blant annet fjøsutfordringer med kulderas og kondensering av vanddamp på vinteren. Det som var bygget opp ble revet ned og satt opp et annet sted. I tillegg måtte det byttes utstyr da kompleksiteten i fjøsanlegget var større enn estimert. Dette har gjort arbeidet tidkrevende og dyrt, men hittil har leverandør lagt seg fullstendig flat og vil gjøre sitt beste for å utbedre anlegget. Av denne grunn mistet bonden en hel sesong med produksjon og det er hos Skagerak logget 6 kWh med produksjon. Utfordringen videre blir å lære seg anlegget slik at det kan driftes optimalt.

Lønnsomheten

Tabellen nedenfor viser disse utregningene:

- Pris per watt i kr/kW. Dette er uten batteri, UPS og elektriker for å ha noe å sammenligne med mellom bøndene. Denne er uavhengig av inntjening.
- Nedbetalingstid uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd.
- Nedbetaling med støtte. Her er det medregnet tilskudd.
- LCOE uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- LCOE med støtte. Her er det medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- Estimert elektriker til 30 000 kr

For et rent solstrømsanlegg er pris per watt beregnet til 8,50 kr/Watt. Dette anlegget hadde i 2018 ikke fått støtte fra Vestfold fylkeskommune og estimert nedbetalingstid uten støtte på mellom 12 til 14 år. LCOE beregning gir 0,70 kr/kWh uten støtte.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt med elektriker, UPS og batteri (kr/kW)	14,65	14,65	14,65
Nedbetalingstid uten støtte (år)	21,8	18,5	15,5
Nedbetalingstid med støtte (år)	11,66	9,87	8,31
LCOE uten støtte (kr/kWh)	1,06	1,06	1,06
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,58	0,58	0,58

Tabell 6: TABELLEN VISER UTREGNINGER, BONDE 4, FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING FOR SVARTE MONOKRYSTALLINSKE PANELER.

Positive/negative erfaringer

Bonden sier om anlegg og leverandør:

«Erfaringene med OneCo er ikke positive. Helt fra starten har det vært forsinkelser. Enten var det utstyr som manglet, ellers manglet det folk til å montere. Hadde det vært bare et anlegg med solceller og inverter hadde det gått veldig greit, men med UPS og batterier ble det masse problemer. Det ble bestilt feil utstyr og montert feil kabler som måtte demonteres, og det verste var at utstyret ble montert på feil sted, etter deres eget initiativ.»

Anlegget er enda ikke ferdig, UPS virker ikke, batteriene blir ikke ladet som de skal, antakelig fordi energiforbruket viser omtrent dobbelt verdi. Jeg er lovet at ny programvare skal komme fra Tyskland i løpet av januar, så får se.»

«Siden det ikke ble sendt ferdigattest, har heller ikke Skagerak fått nødvendige skjema, så selv om jeg registrerte meg som plusskunde, har jeg ikke fått betalt for produsert strøm. Det er i orden nå, og jeg har så langt fått fratrukket for kr 2,30 for produsert strøm siste dagen i oktober! De forteller nå at dette anlegget er blitt mer enn dobbelt så dyrt som det jeg skal betale, og beklager gang på gang.»

«Det positive er at folk er veldig hyggelige og beklager på det sterkeste. Jeg har også bare betalt forskuddet på 20%, siden det ikke fungerer som det skal ennå.»

«OneCo strakk seg lenger enn noen andre for å gi en avansert løsning med batteri back up, de visste bare ikke at det ville bli så komplisert, og de har liten erfaring fra landbruk.»

«OneCo vil se på saken om at jeg i 2019 har betalt for mye i strøm da det er deres feil at anlegget ikke er oppe og går»

Konklusjon

Bonden har fått installert solstrømsanlegg til 8,50 kr/Watt våren 2019 av typen BSF monokrySTALLINSKE paneler. Dette er uten kostnad for batteripakken eller elektriker for enkelt å sammenligne med andre anlegg som ikke har dette. Estimert nedbetalingstid varierer kraftig med prissensitivitetsanalysen, men mest sannsynlig vil nedbetalingen skje fra ca. 12 år (medium strømpris) til ca. 14 år (lav strømpris) for et rent solstrømsanlegg.

Det installerte anlegget har en nedbetalingstid som varierer kraftig med prissensitivitetsanalysen, men mest sannsynlig vil nedbetalingen skje fra ca. 10 år (medium strømpris) til ca. 12 år (lav strømpris). Uten støtte vil nedbetalingstiden være nærmere 20 år. Ut ifra LCOE vil strømprisen måtte være i gjennomsnitt 0,58 kr/kWh i disse 30 årene for at investeringen skal lønne seg. Med støtte har grid parity blitt oppnådd, strømprisen er lik eller lavere enn nettstrømprisen.

Med dette tilbudet er det batteri og UPS pakken som fordyrer anlegget og bare med støtte er investeringen økonomisk ok. Det er viktig å få UPSen og batteriet til å fungere mot melkeroboten slik at drivstofforbruket til dieselaggregatet blir så lavt som mulig. Det er per nå usikkert om det vil bli mer eller mindre lønnsomt med effekttariff.

På grunn av høy støtteprosent er nedbetalingstiden til solstrømsanlegg med batteri og UPS kortere enn om bonden kjøpte et rent solstrømsanlegg. Den relativt korte nedbetalingstiden er også grunnet god dimensjonering og lite overproduksjon.

Et rent solstrømsanlegget er økonomisk bærekraftig uten støtte. Det installerte anlegget med batteri og UPS er økonomisk bærekraftig med støtte. Bonden har installert et komplisert anlegg og erfaringene denne bonden har gjort er verdifulle for andre bønder. Dette viser at det er viktig at noen er villige til å prøve ut noe nytt selv om usikkerheten er stor.



Figur 31: FERDIG SOLSTRØMSANLEGG PÅ BYGNING MED GRØNNSAKSKJØLER.

Bonde 5

Om gården

Beskrivelse av bygninger og egnede tak

Dette er et spennende gårdskonsept med grønnsaker og gårdsutsalg. Dette gjør at gården passer for solstrøm da det ligger både kjølerom og drivhus bak den mest interessante strømmåleren. Her er det 150 m² sydvendt tak uten noen form for skygge annet en skyer. Taket på gårdsbutikken er også sørvendt på ca. 80 m², men dette taket hører til strømmåleren i gårdsbutikken. Det finnes større takflater på låven, men der er forbruket lavt på sommeren og takretning er øst og vest.

Hvorfor solstrøm?

Bonden har en plan om å bli en karbonpluss-gård. De satser også på biokull og det finnes allerede installert jordvarme på gården. Slik sett er et solstrømsanlegg et steg på veien. Bonden er også interessert i å elektrifisere maskinparken sin.

Målersituasjon

Målersituasjonen på gården er utfordrende. Det er fire målere, en måler for gårdsutsalg, en måler for grønnsakslager og kjøler, en måler for drivhus og låve, samt en for en utekjeller som ikke er i bruk. Drivhuset krever mye strøm i starten av vekstsesongen for grønnsaksplantene. Dessverre er veksthuset bare i drift fra februar til slutten av april. Dette gjør at forbruket på denne måleren ikke er interessant å dimensjonere etter da den er utenfor solsesong.

Dimensjonering fra prosjektleder før støttesøknad

Forbruket på egnede strømmåler er størst mellom klokken 2200-1000 tidlig vår, på grunn av varme for grønnsaksspirer, og klokken 0900-2100 på sommeren på grunn av kjøling av grønnsaker. Solcelleanlegget estimeres til 12 kWp som er ca. 50 % av takplass på sørvendt tak, men på grunn av perioder med lavt forbruk settes estimatet slik.

Forbruket som er tidlig vår, kan ikke brukes for å estimere solstrømsanlegg. Det er ønsket batterikapasitet og den settes til 15 kWh for å kunne spise overproduksjon på dagtid, samt forbrukes utover kveld og natt. Anleggskapasitet blir estimert til 10 900 (+/- 1000) kWh. Energi-besparelsen estimeres til det samme 10 900 (+/- 1000) kWh. Det ble ikke estimert for gårdsutsalg.

Forbruk

Bonden baserer seg mest av alt på grønnsaker. Dette gjør at man har en interessant forbrukskurve siden de har kjøling av grønnsaker på sommeren og har sørvendt tak uten noen form for skygge. Forbruket er fordelt over fire målere.

Forbruket i kjølebygg:

Februar-mai 2018:

Her er det høyeste energiforbruket på målerne. Dette er tilleggs-varme til grønnsaksspirer i veksthus. Forbruket er stabilt på 6-8 kW over døgnet, men det kan forekomme en håndfull topper på 10,5 kW.

Juni-september 2018:

De har stort kjølebehov på sommeren på grunn av grønnsakene, men dette effektbehovet er i størrelsesorden 50 % av forbruket på våren. Med et grunnforbruk på 1-2 kW fra kl. 21-09 og et forbruk på 3-5 kW mellom 09-21.

For 2019 er det jevnt over noe lavere for hele perioden. Strømforbruket i kjølebygget er totalt for 2018 ca. 23 000 kWh og 2019 ca. 19 000 kWh.

Forbruk for gårdsutsalg ligger litt høyere enn for kjølebygget og har et totalt strømforbruk for 2018 på ca. 32 000 kWh og for 2019 på ca. 27 800 kWh.

Om anlegget og produksjon

Bonden har valgt Saga Energy som leverandør til solstrømsanlegget. I samtaler med leverandør har bonden valgt å øke anleggets størrelse til 29,7 kWp med en estimert energiproduksjon på 30 444 kWh.

Installert effekt er bygget på taket til bygget med grønnsakskjøler. Anlegget på 29,7 kWp er delt mellom 23,1 kWp til grønnsakslager. Resterende effekt på 6,6 kW går på egen inverter og forsyner gårdsutsalg. Det er estimert energiproduksjon på 23 679 kWh for grønnsakskjøler og 6 765 kWh for gårdsutsalg. Det er også installert et batteri på 7,68 kWh som brukes til å forsyne grønnsakskjøla ut over kvelden. Dette batteriet vil bli forsynt av solstrøm fra det største solstrømsanlegget. Det er brukt høy kvalitetssolstrømspaneler på 330 kWp og 3 stk. streng invertere. En inverter dekker gårdsutsalg, en dekker grønnsaksbygningen og en dekker batteripakken. Pris på anlegget ferdig montert fra leverandør er 269 000 kr eks. mva. I tillegg er det en kostnad på elektriker på 72 000 kr for å koble selve anlegget til strømmettet. Om bonden hadde valgt glass – glass paneler ville prisen vært 309 000 kr eks mva eks elektriker. Disse panelene gir noe mindre teoretisk effekt ca. 300 Wp og topp effekt hadde da blitt 27 kWp.

Bonden har søkt Vestfold fylkeskommune og fått tilskudd på 150 000 kr.

Produkter og pris

Artikkel	Modell	Antall	Stykkpris	Pris eks. mva
Solcellepanel	JA Solar 330Wp	90		
Omformer	Ginlong Solis 6 kW	1		
Omformer	Ginlong Solis 10 kW	1		
Omformer	Kostal Plenticore 10.0	1		
Batteri	BYD Lithiumbatteri 7,68 kWh	1		
Likestrømskabel	HIKRA Solar 4 mm ²	360m		
Takfester	K2 – for sandwich-panel	Inkl.		
Frakt		Inkl.		
Monitorering		Inkl.		
	SUM UTSTYR			269.000,00

Figur 32: EKSEMPEL PÅ TILBUD LEVERT TIL BONDEN FRA SAGA ENERGY.



Figur 33: 90 STK. 330 WP PANELER. MESTEPARTEN AV STRØMMEN FORDELES PÅ BATTERI OG KJØLEBYGNING OG RESTEN FORDELES TIL GÅRDSUTSALG.

Utfordringer

Det installerte anlegget kan gi noe til mye overproduksjon. Det er vanskelig å beregne hvor mye som skal føres av produsert til batteri eller til bygget. Ut ifra forbruksdata ligger effekten mellom 0-4 kW, med gjennomsnitt 2 kW i kjølebygget, og 0-6 kW i gårdsutsalget, med gjennomsnitt 3 kW mellom 1. mars og 1. oktober.

For å regne forbruket brukes timesverdier fra gjeldene strømmåler. For kjølebygning er det i tillegg et batteri som fordeler noe av energien utover kvelden. Dette batteriet er på 7,68 kW. Fra 1. mars til 1. oktober vil batteriet gi maksimalt ca. 1850 kWh med oppladning og utladning hver dag i perioden. Ut ifra målerdata vil forbruket i kjølebygningen ligge på ca. 8500 kWh mellom kl. 0800 og kl. 2000. Før og etter dette klokkeslettet vil det være liten produksjon i et sørvendt anlegg. Dette gir et samlet forbruk på 10 350 kWh for kjølebygningen i perioden med solinnstråling og batteriforbruk. Disse 10 350 kWh kan man regne en inntjening med nettleie og spotpris for.

For gårdsutsalget er det ingen batteri og solinnstrålingen ses på som ferskvare og forbrukes ved produksjon. Fra 1. mars til 1. oktober vil forbruket ligge på ca. 9000 kWh mellom kl. 0800 og kl. 2000. Før og etter dette klokkeslettet vil det være liten produksjon i et sørvendt anlegg. Disse 9 000 kWh kan man regne en maks inntjening på.

Samlet sett gir dette 19 350 kWh forbruk mellom 1. mars og 1. oktober med maks inntjening. Mellom 1. oktober og 1. mars er det forventet liten produksjon. Dette vil komme som et lite tillegg. Estimerer dette til 2000 kWh. Det vil alltid være en usikkerhet. Estimerer denne til +/- 1000 kWh. Totalt brukes 21 350 kWh med maks inntjening og resterende 9 094 kWh burde man regne bare spotpris på.

Lønnsomheten

- Pris per watt i kr/kW. Dette er uten batteri, UPS og elektriker for å ha noe å sammenligne med mellom bøndene. Denne er uavhengig av inntjening.
- Nedbetalingstid uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd.
- Nedbetaling med støtte. Her er det medregnet tilskudd.
- LCOE uten støtte. Her er ikke medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- LCOE med støtte. Her er det medregnet tilskudd. Denne er uavhengig av inntjening.
- Elektrikerkostnad på 72 000 kr.

Glass – glass paneler:

For et rent solstrømsanlegg er pris per watt beregnet til 8,08 kr/Watt. Dette anlegget hadde i 2018 ikke fått støtte fra Vestfold fylkeskommune og estimert nedbetalingstid uten støtte på mellom 13 til 16 år ut ifra lav eller medium strømpris. LCOE beregning gir 0,68 kr/kWh uten støtte.

Sorte mono paneler:

For et rent solstrømsanlegg er pris per watt beregnet til 6,73 kr/Watt. Dette anlegget hadde i 2018 ikke fått støtte fra Vestfold fylkeskommune og estimert nedbetalingstid uten støtte på mellom 11 til 14 år ut ifra lav eller medium strømpris. LCOE beregning gir 0,58 kr/kWh uten støtte.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt med elektriker og batteri (kr/kW)	12,83	12,83	12,83
Nedbetalingstid uten støtte (år)	21,4	17,7	15,0
Nedbetalingstid med støtte (år)	12,96	10,75	9,08
LCOE uten støtte (kr/kWh)	0,93	0,93	0,93
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,57	0,57	0,57

Tabell 7: TABELLEN VISER UTREGNINGER, BONDE 5, FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING FOR SOLITEK GLASS – GLASS PANELER.

	Lav inntjening	Medium inntjening	Høy inntjening
Pris per watt med elektriker og batteri (kr/kW)	11,48	11,48	11,48
Nedbetalingstid uten støtte (år)	19,1	15,9	13,4
Nedbetalingstid med støtte (år)	10,71	8,89	7,51
LCOE uten støtte (kr/kWh)	0,83	0,83	0,83
LCOE med støtte (kr/kWh)	0,47	0,47	0,47

Figur 8: TABELLEN VISER UTREGNINGER, BONDE 5, FOR PRIS PER WATT, NEDBETALINGSTID OG LCOE FOR LAV, MEDIUM OG HØY INNTJENING FOR JA SOLAR SVARTE MONOKRYSTALLINSKE PANELER.

Positive/negative erfaringer

Solstrømsanlegget ble installert uke 49 i 2019. Dette gjør at det ikke er noe produksjon fra anlegget å vise til ennå.

Bonden sier:

«Saga Energy var imøtekommende og teknisk løsningsorientert, hele veien. De har også vært innstilt på å rette opp eventuelle feil/justeringer i etterkant. Vi er alt i alt fornøyde så langt»

Konklusjon

Bonden har fått installert solstrømsanlegg til en god pris fra leverandør høsten 2019. 6,73 kr/Watt er til nå det beste tilbudet prosjektleder har sett på et solstrømsanlegg med svarte BSF monokrystallinske paneler. Dette er uten kostnad for batteripakken eller elektriker for enkelt å sammenligne med andre anlegg som ikke har dette. Estimert nedbetalingstid varierer kraftig med prissensitivitetsanalysen, men mest sannsynlig vil nedbetalingen skje fra ca. 11 år (medium strømpris) til ca. 14 år (lav strømpris) for et rent solstrømsanlegg. Det installerte anlegget har en nedbetalingstid som varierer kraftig med prissensitivitetsanalysen, men mest sannsynlig vil nedbetalingen skje fra ca. 9 år (medium strømpris) til ca. 11 år (lav strømpris).

Uten støtte vil nedbetalingstiden være mellom 16 og 19 år. Ut ifra LCOE vil strømprisen måtte være i gjennomsnitt 0,47 kr/kWh i disse 30 årene for at investeringen skal lønne seg. Med og uten støtte har grid parity blitt oppnådd, strømprisen er lik eller lavere enn nettstrømprisen. Med dette tilbudet er det bare investering med batteripakke, uten støtte, som ikke har akseptabel nedbetalingstid, med støtte er nedbetalingstiden bedre enn det industrien opererer med selv med batteripakke. Det er per nå usikkert om det vil bli mer eller mindre lønnsomt med effekttariff.

På grunn av høy støtteprosent er nedbetalingstiden til solstrømsanlegg med batteri kortere enn om bonden kjøpte et rent solstrømsanlegg. Den relativt korte nedbetalingstiden kunne vært enda forbedret om det største anlegget hadde vært lagt til måleren på gårdsutsalget. Dette ville skjedd fordi overproduksjonen ville gått ned da det er mer forbruk der. Slik som anlegget er bygget nå vil det være potensiale for en del overproduksjon. Utvides gården med eltraktorlader eller elbillader er det gunstig å integrere det utstyret mot strømmåleren på kjølebygget.

Solstrømsanlegget er økonomisk bærekraftig og vil gjennom lang tid bidra til en grønnere økonomi for bonden.



Oppsummering og konklusjon

Mye skjer på solstrømsfronten og tilbudene på solcelleanlegg har aldri vært bedre. Det er mange leverandører, mye utstyr og muligheter til å skreddersy solstrømsanlegg. Samtidig har prisene falt dramatisk på solcellepaneler, se tabell 9.

Ferdig monterte solstrømsanlegg med Glass – glass paneler har falt ca. 25 % i pris siden 2017. De svarte BSF monokrystallinske panelene har falt ca. 25 % fra 2018 til 2019. Hvorfor denne prisnedgangen er så stor på så kort tid er ikke arbeidet med i dette prosjektet.

Om tallene i rapporten stemmer ser man et skifte i lønnsomhet fra blå polykrystallinske paneler til svarte monokrystallinske paneler i 2017. I 2019 er det få tilbud som gis på de blå panelene. Disse panelene er mest sannsynlig på vei ut av markedet.

I et slikt eksploderende marked, som solenergi-bransjen nå er inn i, er faren for å møte «cowboy-leverandører» stor. Man bør vise varsomhet og skepsis ved tilbudsinnhenting. Bønder er næringsdrivende og har mindre rettigheter enn private forbrukere.

	2017	2018	2019 vår	2019 høst	Reduksjon (%)
Glass glass (kr/watt)	10,79	10,61		8,08	25,1
Sorte mono (kr/watt)		8,96	8,5	6,73	24,9
Blå poly (kr/watt)	11,15				

Figur 9: PRIS PER WATT FRA 2017 TIL 2019. MAN SER EN GJENNOMGÅENDE REDUKSJON I PRIS. UT IFRA TILBUDENE SOM ER GITT ER NEDGANGEN PÅ GLASS – GLASS OG SORTE MONO CELLER CA. 25 %. PRISENE ER UTEN ELEKTRIKER TIL OPPKOBLING.

Det forventes at næringsdrivende har kunnskap om hva de investerer i, så det kan være vrient å vinne fram i en eventuell tvist med leverandør. Solindustrien i verden er også sterkt økende. Drevet av «det grønne skiftet» er det stort fokus på å drive teknologien til å bli billigere og bedre. Dette viser seg i nye paneltyper som kommer på markedet de neste 2-3 årene og kan ha en så stor økning i effekt. Det antas en økning på minimum 15-20 % fra de beste BSF panelene i dag. Bedre priser og høyere effektivitet på sol-cellepaneler presser kr/watt-prisen nedover.

Bruk av brukte elbilbatterier i hus og driftsbygninger kutter kostnader på energilagring. Dette sammen med muligheten for toveis lading av elbil gjør energilagring mer og mer interessant å se på. Siden mange gårder har andre forbruksmønster enn privatkunder, danner det seg store muligheter med el-bil, toveislading og solstrøm.

Mange leverandører bruker økning i strøm-prisen som et argument for at det er økonomisk å investere i solstrømsanlegg. Jo mer uregulerbar kraft, som solstrøm er, inn på nettet i en årstid der forbruket er lavt, er det usikkert om strømprisen vil øke. Mest sannsynlig vil økningen komme i halvåret hvor solstrøm ikke fungerer spesielt godt. Har man stort strømforbruk på vinteren, til for eksempel varmtvann, bør solvarme med varmelager prioriteres når det gjelder investering. Det er i hvert fall noe å tenke på under innhenting av tilbud før man legger inn i dette økonomiske planen for nedbetaling av et solstrømsanlegg. Det er for mange usikre og komplekse variabler til å vite om en økt strømpris på sommeren vil bli realitet.

Vestfold Bondelag er opptatt av problemstillingen med flere målere på samme gårdsbruk. For å kunne utbytte bygningene som er best egnet for solceller, må man kunne bruke egenprodusert strøm selv om produksjonen av solstrøm skjer på en måler og strømforbruket på et annen. De kalles nabostrøm. Dette har vist seg å være utenfor prosjektets rekkevidde og må opp på et politisk nivå. Per i dag må produksjon skje på strømmåleren med forbruk.

Det har vist seg helt på tampen av prosjektet «Solstrøm fra gårdsbruk i Vestfold» at solstrøm kan være økonomisk bærekraftig for næring selv uten støtteordninger. Nedbetalingstida for bonde 5 er ned mot 11 år for et rent solstrømsanlegg, selv med mye potensiell overproduksjon. Tilbudet for bonde 4 er også bra og har en nedbetalingstid på 12 år for et rent solstrømsanlegg. Inntjeningen er da beregnet til medium inntetsnivå, 0,84 kr/kWh for nettleie pluss spotpris og spotpris på 0,39 kr/kWh. Om inntjeningen skulle økes mot høy inntjening vil alle solstrømsanleggene redusere nedbetalingstiden sin med 2-4 år. Med støtte beregnes nedbetalingstid til å være helt ned mot 9 år for bonde 5, mens det mer kompliserte anlegget til bonde 5 kan nedbetales ned mot 10 år.

Når det gjelder effekttariff er det per desember 2019 uvisst hva dette får å si for eiere av solstrømsanlegg. Solstrøm og batterilagring kan få bedre lønnsomhet dersom effekttoppene på morgen og ettermiddag får en høyere pris enn i dag. Om forskjellen i strømpris på natt og dagtid blir stor kan også dette utnyttes med batteri. Da med opplading fra nett på natten og utlading på dagen. En slik løsning er uavhengig av om det er strøm fra solceller.

Det anbefales å investere til eget forbruk og heller utvide investeringen seinere, enn å overdimensjonere. Ut ifra Statnetts estimering vil ikke kraftprisen på Norpool øke spesielt mye mot 2040. Hva som skjer med nettleien er usikker, men vil mest sannsynlig øke enn synke. De neste 3 årene kommer flere nye teknologier på markedet med tanke på solstrøm. Det er derfor viktig å ikke bli akterutseilt med store, dyre og utdaterte anlegg.

Referanser

Alle referansene er lagt som lenker i teksten.

Deler av Amund Føyns rapport fra Fase 1 av prosjektet i 2017 er gjenbrukt etter beste evne i denne rapporten.



Vedlegg 1

Eksempel på beregning av nedbetalingstid Bonde 1 med lav inntjening:

- Solstrømsanlegget kostet 104 679 kr eks/mva. og eks elektriker.
- Kostnad for solcelleanlegg (kr/Watt), (glass – glass) = 104 679 kr/9 700 Watt = 10,79 kr/Watt
- Estimert strømpris fra nettet (spotpris pluss nettleie) = 0,72 kr/kWh
- Estimert spotpris fra nettet = 0,27 kr/kWh
- Pris elektriker estimert: 20 000 kr

Nedbetalingstid: Lav inntjening			
Kostnad for anlegg		104 679 kr	
Kostnad elektriker		20 000 kr	
Kostnad batterisystem		0 kr	
Kostnad ny inverter		0 kr	
Tilskudd		-45 000 kr	
Total kostnad uten støtte		124 679 kr	
Total kostnad med støtte		79 679 kr	
Elektrisitetspris med nettleie og spot		0,72 kr/kWh	
Elektrisitetspris spot		0,27 kr/kWh	
Antall kWh per år med nettleie og spot		4002 kWh/år	
Antall kWh per år med spot		5498 kWh/år	
Nedbetalingstid uten støtte		28,56 år	
Nedbetalingstid med støtte		18,25 år	

Nedbetalingstid (år) u/støtte = 124 679 kr / (0,72 kr/kWh* 4002 kWh/år + 0,27 kr/kWh *5498 kWh/år) = 29 +/- 3 år

Nedbetalingstid (år) u/batteri, m/støtte = 190 000 kr / (0,8 kr/kWh* 4002 kWh/år + 0,3 kr/kWh *5498 kWh/år) = 18 +/- 1,5 år

Vedlegg 2

Levelized Cost of Electricity-analyse (LCOE) Bonde 1 uten støtte:

- Bestemt nedbetalingstid (bonde): 30 år
- Pris solstrømanlegg: 124 679 kr
- Lånerente eksempel: 4%
- Driftskostnad: 2%

Med ny inverter fra år 15				
Avdrag år 0-30 (kr)	År	Investeringsrest (kr)	Renter (kr)	Vedlikeholdskost (kr)
4156	0	124 679	4987,2	2493,58
	1	120 523	4820,9	2493,58
	2	116 367	4654,7	2493,58
	3	112 211	4488,4	2493,58
	4	108 055	4322,2	2493,58
	5	103 899	4156,0	2493,58
	6	99 743	3989,7	2493,58
	7	95 587	3823,5	2493,58
	8	91 431	3657,3	2493,58
	9	87 275	3491,0	2493,58
	10	83 119	3324,8	2493,58
	11	78 963	3158,5	2493,58
	12	74 807	2992,3	2493,58
	13	70 651	2826,1	2493,58
	14	66 495	2659,8	2493,58
	15	62 340	2493,6	2493,58
	16	58 184	2327,3	2493,58
	17	54 028	2161,1	2493,58
	18	49 872	1994,9	2493,58
	19	45 716	1828,6	2493,58
	20	41 560	1662,4	2493,58
	21	37 404	1496,1	2493,58
	22	33 248	1329,9	2493,58
	23	29 092	1163,7	2493,58
	24	24 936	997,4	2493,58
	25	20 780	831,2	2493,58
	26	16 624	665,0	2493,58
	27	12 468	498,7	2493,58
	28	8 312	332,5	2493,58
	29	4 156	166,2	2493,58
	30	0	0,0	0
			77301,0	74807,4
Totale kostnader for investering i kroner				276 787
Produksjon i levetid			kWh	285 000
LCOE med ny inverter fra år 15 uten støtte:			kr/kWh	0,97

LCOE uten batteri uten støtte: 276 787 kr/ 9 500 kWh/år*30 år = 0,97 kr/kWh

Levelized Cost of Electricity-analyse (LCOE) Bonde 1 med støtte:

- Bestemt nedbetalingstid (bonde): 30 år
- Pris solstrømanlegg: 79 679 kr
- Lånerente eksempel: 4%
- Driftskostnad: 2%
- Støtte 45 000 kr

Med ny inverter fra år 15				
Avdrag år 0-30 (kr)	År	Investeringsrest (kr)	Renter (kr)	Vedlikeholdskost (kr)
2656	0	79 679	4987,2	1593,58
	1	77 023	3080,9	1593,58
	2	74 367	2974,7	1593,58
	3	71 711	2868,4	1593,58
	4	69 055	2762,2	1593,58
	5	66 399	2656,0	1593,58
	6	63 743	2549,7	1593,58
	7	61 087	2443,5	1593,58
	8	58 431	2337,3	1593,58
	9	55 775	2231,0	1593,58
	10	53 119	2124,8	1593,58
	11	50 463	2018,5	1593,58
	12	47 807	1912,3	1593,58
	13	45 151	1806,1	1593,58
	14	42 495	1699,8	1593,58
	15	39 840	1593,6	1593,58
	16	37 184	1487,3	1593,58
	17	34 528	1381,1	1593,58
	18	31 872	1274,9	1593,58
	19	29 216	1168,6	1593,58
	20	26 560	1062,4	1593,58
	21	23 904	956,1	1593,58
	22	21 248	849,9	1593,58
	23	18 592	743,7	1593,58
	24	15 936	637,4	1593,58
	25	13 280	531,2	1593,58
	26	10 624	425,0	1593,58
	27	7 968	318,7	1593,58
	28	5 312	212,5	1593,58
	29	2 656	106,2	1593,58
	30	0	0,0	0
			51201,0	47807,4
Totale kostnader for investering i kroner				178 687
Produksjon i levetid			kWh	285 000
LCOE med ny inverter fra år 15 med støtte:			kr/kWh	0,63

LCOE uten batteri med støtte: 178 687 kr/ 9 500 kWh/år*30 år = 0,63 kr/kWh

VESTFOLD BONDELAG



VESTFOLD BONDELAG



2019 © Vestfold Bondelag

www.grontfagsenter.no