Høgskolen i Sørøst-Norge
Handelshøyskolen og fakultet for samfunnsvitenskap

Mastergradsavhandling i økonomi og ledelse
Bedriftsøkonomisk Analyse
2017

Ingvild Antczak Råen

Kost- nytte analyse av privat solcelleinvestering

Hvordan kan en solcelleinvestering i private hjem bli en kostnadseffektiv løsning med høy nytteverdi?

Høgskolen i Sørøst-Norge
Handelshøyskolen og fakultet for samfunnsvitenskap
Institutt for strategi og økonomi
Postboks 164 Sentrum
3502 Hønefoss

http://www.usn.no

© 2017 Ingvild Antczak Råen

Denne avhandlingen representerer 45 studiepoeng

Sammendrag

De siste tiårene har prisen på solceller sunket drastisk. Overproduksjon på verdensbasis sammen med stor teknologisk utvikling er medvirkende årsaker til den store prisreduksjonen. Likevel er ikke det norske privatmarkedet preget av særlig stor investeringsvilje når det kommer til solceller. Med solenergiens potensiale og den raskt økende utviklingen av private installasjoner i både Sverige og Tyskland, kan man lure på hvorfor vi i Norge ikke er på samme nivå. Mye tyder på at kostnaden ved en investering her i landet fortsatt er for høy, og at solinnstrålingen i et nordlig land som Norge anses å være for lav blant befolkningen. Dette har ført til oppgavens problemstilling som lyder som følger:

"*Hvordan kan en solcelleinvestering i private hjem bli en kostnadseffektiv løsning med høy nytteverdi?*"

For å besvare denne problemstillingen er det gjennomført en kost- nytte analyse. Ved hjelp av denne analysemetoden kan man gå mer i dybden for å undersøke hvilket faktorer som er avgjørende for at man skal kunne se et økt antall private installasjoner i Norge. Og om det i det hele tatt vil kunne bli en kostnadseffektiv løsning. Ved arbeidet med analysen tydet mye på at hva slags støtteordninger man har, var en medvirkende faktor til antall installasjoner. Dette gjorde at analysen bygget videre på hva slags støtteordninger som måtte til for å besvare oppgavens problemstilling. Dette er gjort gjennom en single casestudie hvor analysen tar utgangspunkt i en gjennomsnittlig privat husholdning. Størrelsen på anlegget som er lagt til grunn i analysen er basert på avgitt effekt på anlegget, og i hvilken grad en husholdning vil klare å bruke denne effekten uten at det blir for stort overskudd. Datainnsamlingen ved arbeidet har i hovedsak bestått av sekundær informasjon.

Resultatene viser at en privat solcelleinvestering med dagens støtteordning fra Enova ikke kan anses å være lønnsom. Men, dersom denne støtteordningen økes fra dagens nivå vil dette bidra til at private solcelleinstallasjoner i Norge vil kunne bli en kostnadseffektiv løsning med høy nytteverdi.

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på min studietid ved Høgskolen i Sørøst-Norge. Oppgaven setter punktum for mitt siviløkonomstudium innenfor Bedriftsøkonomisk analyse og omfatter 45 studiepoeng.

Arbeidet med å skrive den økonomiske kost- nytte analysen på mikronivå har vært krevende, men gitt meg masse relevant kunnskap om både selve analysemetoden og bruken av solenergi og solceller i Norge.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Ove Roy Schjølberg for god veiledning og hjelp når jeg trengte å komme på riktig spor. I tillegg vil en stor takk til Vegard Råen være på sin plass, for gode råd og hjelp når jeg har hatt behov for det.

Mest av alt må jeg takke min fantastisk, tålmodige familie som har funnet på andre ting imens mamma har jobbet intenst med denne oppgaven. Tusen takk Bjørn Øyvind, Kine og Linnea!

Hønefoss 15. mai 2017

Ingvild Antczak Råen

Innholdsfortegnelse

1 Innledning 2
1.1 Solceller 4
1.2 Bakgrunn for problemstilling 5
1.2.1 Global kapasitet og produksjon 6
1.2.2 Prisutvikling 8
1.2.3 Støtteordninger 8
1.2.4 Kunnskapsnivå i Norge 10
1.2.5 Forbruk av strøm i Norge og strømpriser 11
1.3 Problemstilling 13

2 Teoretisk rammeverk 15
2.1 Kost-nytte analyse 15
2.1.1 Rammeverk og definisjon 16
2.1.2 Verdsetting 16
2.1.3 Ulike typer kost- nytte analyser 17
2.1.4 Hovedformål og metoder 17
2.1.5 Vanlige markedsfeil og årsaker til markedssvikt 22
2.1.6 Kritikk av kost- nytte analyser 25
2.2 Hovedtrinn i en kost- nytte analyse 27
2.2.1 Trinn 1: Beskrive problem og mål. 28
2.2.2 Trinn 2: Spesifisere tiltak 31
2.2.3 Trinn 3: Beskrive virkninger 34

3 Metode 37
3.1 Forskningsdesign 37
3.2 Datainnsamling og datakvalitet 38
3.2.1 Datainnsamling av variabler med tilgjengelige markedspriser 39
3.2.2 Datainnsamling av ikke-prissatte virkninger 43
3.3 Validitet og reliabilitet 45
3.3.1 Et kritisk blikk på min studie 46

4 Analyse og Resultater 48
4.1 Trinn 3: Verdsette virkninger 48
4.1.1 Markedspriser på aktuelle variabler 48
4.1.2 Pluss minus metode, ikke-prissatte virkninger 51
4.2 Trinn 4: Beregne økonomisk lønnsomhet 56
4.3 Trinn 5: Synliggjøre usikkerhet 58
4.4 Trinn 6: Gi en samlet vurdering og anbefale 66

5 Diskusjon og Konklusjon 68
5.1 Diskusjon 68
5.2 Konklusjon 71
5.3 Videre arbeid 72

6 Litteratur 73

Vedlegg 77

1 Innledning

Energien vi får fra sola er avgjørende for alt liv på jorda. Det er en ressurs og energiform som er opphavet til de fleste fornybare energiformer slik som vind, bølger, havstrømmer og nedbør. Det vil alltid være enorme mengder energi som kommer fra solen som aldri vil bli brukt opp. Man snakker her om energimengder som er om lag 15 000 ganger større enn hva hele verdens energiforbruk er hvert år. Burde vi ikke da utnytte den energien på en bedre måte enn vi gjør i dag?

Dersom man som privatperson hadde produsert egen energi ville man i hovedsak spart seg for en del strømutgifter, men andre goder ville også kommet som et resultat av egen produksjon. Man ville spart miljøet, både gjennom redusert CO_2 utslipp og gjennom et lavere eksternt energibehov. Boligens verdi kan øke som følge av de reduserte energiutgiftene, i tillegg vil det medføre at energimerkingen vil bli høyere når muligheten for egenprodusert energi er til stede. Å produsere energi fra solen i hjemmet kan man gjøre på to ulike måter. Ved hjelp av solceller eller solfangere. Forskjellen på disse ligger i hva slags energi de skaffer til veie. Solceller vil produsere strøm og vil kunne konkurrere mot den strømmen vi vanligvis betaler kraftleverandøren vår for, imens solfangere vil produsere varme som kan brukes til oppvarming av hus (med vannbårenvarme rør) og til eget bruk. I denne oppgaven vil fokuset rettes mot solceller, fordi solceller kan knyttes som en direkte konkurranseform til egen kraftleverandør.

Den største hindringen man ser ved antall installasjoner i Norge i dag er i hovedsak kostnaden ved solcellene. Dette er til tross for at prisen på solceller har sunket drastisk de siste tiårene. Denne prisreduksjonen kommer på grunn av flere faktorer. Overproduksjon av solceller på verdensbasis sammen med stor teknologisk utvikling på solcellene er medvirkende årsaker til at prisene er blitt redusert på verdensbasis. I flere andre land, som

f.eks. Tyskland og Sverige, er det betydelig flere solcelleinstallasjoner enn hva man har i Norge. I tillegg til lavere priser er en av hovedgrunnene til dette at de har hatt mer fordelaktige støtteordninger som har bidratt til høyere investeringsvilje hos forbrukerne. I Norge har man ikke hatt noen form for støtteordning ved installasjon av solceller før for et par år siden, først da åpnet Enova for at man kunne søke om støtte til private solcelleinstallasjoner. Dette er den eneste støtteordningen man kan søke om på landsbasis. Men dersom man bor i Oslo vil man ha fordelen av å kunne søke kommunens klima- og energifond om en ekstra støtte til energiforbedring av egen bolig. Spørsmålet man kan stille seg da er i hvor stor grad slike støtteordninger vil ha en betydning for økte antall installasjoner i Norge?

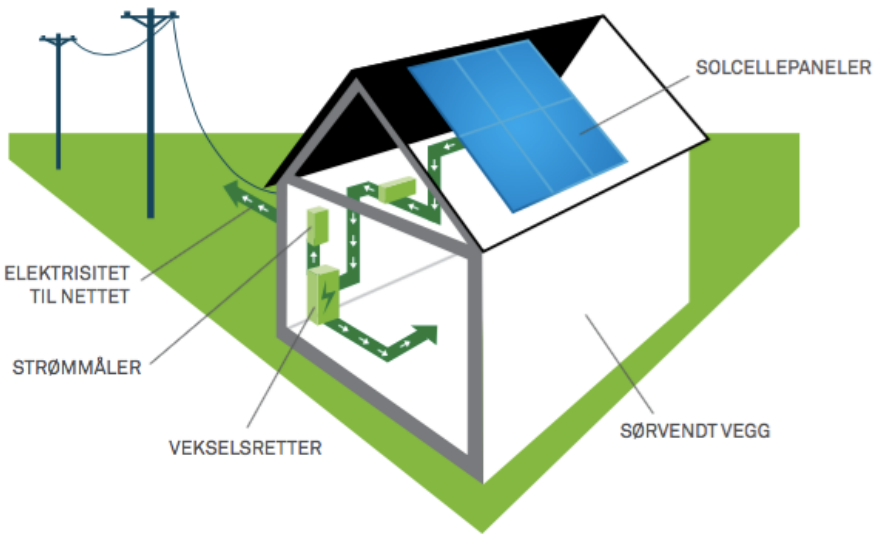
Med mangel på kunnskap kan mange tenke at solinnstrålingen er for dårlig her i landet, en investering i solceller vil ikke ha noen lønnsom effekt eller fordeler. Og at Norge er et av de landene hvor det er verst forhold for å utnytte solkraften og å bruke solceller. Sannheten er at man har like mye solinnstråling i løpet av en dag på Østlandet som de har i Tyskland som er helt i verdenstoppen med størst solcellekapasitet installert.

Med bakgrunn i forholdene nevnt over fattet jeg stor interesse for bruken av solceller og om det vil være mulig at solceller skal kunne konkurrere mot konvensjonell kraftproduksjon også her i Norge. Det vil være sannsynlig at kunnskapsnivået og vekst vil være avgjørende faktorer for at dette skal skje. Oppgaven vil avgrenses og gi større innsikt i hva som må til for at flere mennesker installerer solceller på egne boliger.

1.1 Solceller

Den første solcellen ble utviklet ved Bell laboratoriet i 1954, men ble oppfunnet mange år tidligere. Darryl Chapin, Calvin Fuller og Gerald Pearson stod for utvikling og lansering av solcellen. En solcelle som kun hadde 5,7% effektivitet og høye produksjonskostnader. Solcellene ble de første årene kun brukt i forbindelse med romfart og satellitter. Utviklingen gikk sakte, men virkningsgraden på cellene steg og prisen begynte å synke (Chen, 2011). Virkningsgraden på solceller defineres ved å se på forholdet mellom avgitt effekt og tilført effekt, det vil si forholdet mellom solinnstrålingen og den produserte strømmen (NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, 2016, 07.06). Da oljekrisen kom på 1970-tallet ble det et økende press for utvikling av alternative energikilder. Dette førte til at solcellene ble brukt andre steder enn kun i romindustrien (Chen, 2011). De første årene etter olje-sjokket var det derfor stor interesse for utvikling og kommersialisering av solenergi-teknologi. Den kraftige nedgangen i oljeprisen og en mangel på vedvarende politisk støtte, førte til en kollaps av den begynnende solenergi industrien. Solenergi markedene har gjenvunnet andeler av markedet siden tidlig på 2000 tallet, og viser til nå nylig fenomenal vekst (Timilsina, Kurdgelashvili, og Narbel, 2012).

Et solcellepanel vil omdanne solstrålene som treffer solcellene til strøm ved hjelp av den fotovoltaiske effekten og kan tilføre huset elektrisitet, dette kan brukes på lik linje med elektrisitet man kjøper fra en strømleverandør. Solcellepanelene kan monteres i bygningsfasaden, på tak, vegger eller på mark. Illustrert i figuren nedenfor.



Figur 1: Norsk solenergiforening, 2015

Energiproduksjonen varierer i forhold til mengde solinnstråling. Likevel måles ikke størrelsen på anlegget i antall kvadratmeter solcellepaneler, men det måles i ytelse som angis som W_p, Watt peak. Dersom et panel skal ha en ytelse på 1 kW_p behøves det et areal på ca. 5-10m^2 solcellepaneler når de er montert på skråtak. Dette arealet avhenger av hvor mye solinnstråling man har per dag. I Norge vil energiproduksjonen ved et panel med 1kW_p kapasitet derfor variere ettersom hvor i landet installasjonen er foretatt. Man kan regne med et anslag mellom 700-800 kWh/år i Nord-Norge og opptil 900-1000 kWh/år i Sør-Norge. For sammenligning er Sør-Norge ganske likt med Sør-Tyskland i antall kWh/år ved likt antall kW_p installert. Dette betyr at dersom man bor i Sør-Norge og ønsker å produsere ca. 5000kWh/år må man installere et sted mellom 25-50m^2 solcellepaneler på skråtak, alt ettersom hvor stor solinnstråling det er på det aktuelle stedet (NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, 2017. 30.03)

1.2 Bakgrunn for problemstilling

I Norge i dag kommer det meste av produsert energi fra fornybare energikilder, henholdsvis vannkraft. Den energikilden som per i dag er minst utnyttet i Norge i forhold til dens potensiale, er solenergi. Solenergien tilsvarer en energimengde som er flere tusen ganger

jordens energibehov på årsbasis. Det historiske perspektivet i Norge viser at det er hytter, båter og fyrtårn som har anvendt solenergien i størst grad. Etter innskjerping i byggeforskriftene i 2010 har man sett en økning i interessen for miljøvennlig byggteknologi. Forskriftene setter krav til energieffektivitet og valg av energibærer i nye og rehabiliterte bygg. Dette er noe som kan være med på å få mer av teknologien inn i markedet. Det norske leverandørmarkedet består av et fåtall aktører og kan ha fordel av å være flere. Spesielt på markedsføringssiden er det et rom som bør fylles, slik at solenergi teknologien kan ha mulighet til å skaffe seg et større fotfeste i Norge i fremtiden (Thorud, Nordahl, Bugge, Authen, og Bernhard, 2012).

1.2.1 Global kapasitet og produksjon

I oversikten under kan man se hvor mye ny solcelle kapasitet som ble installert globalt i 2011 og akkumulerte tall for hvor mye de enkelte landene har installert totalt av solceller.

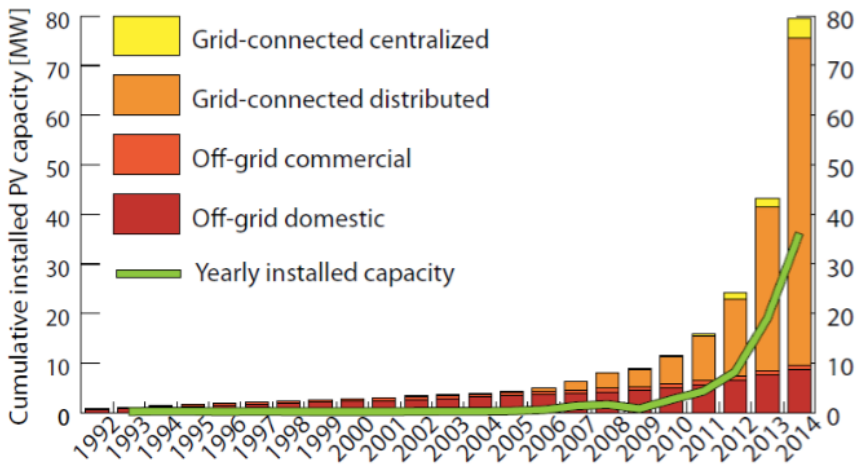
Land	I 2011 ny netttilkoblet kapasitet [MW_p]	I 2011 akkumulert installert kapasitet [MW_p]
Italia	9000	12500
Tyskland	7500	24700
Kina	2000	2900
USA	1600	4200
Frankrike	1500	2500
Japan	1100	4700
Australia	700	1200
Storbritannia	700	750
Belgia	550	1500
Spania	400	4200
Rest av verden	2600	8200
SUM	**27650**	**67350**

Tabell 1-1: Thorud et al, 2012.

Ut i fra tabellen kan man se Tyskland på verdenstoppen med størst solcellekapasitet installert. De hadde frem til årsskifte 2011/2012 gunstige innmatingstariffer, det var nyttig for befolkningen så vel som industrien å installere solceller. I mai 2012 satt de solkraftrekord, da strømforsyningen fra solkraft i noen timer dekket så mye som 50% av hele landets strømbehov (Thorud et al., 2012).

Tyskland har altså den høyeste produksjonen av solenergi i verden, men har begrenset mengde solinnstråling i løpet av et år sammenlignet med andre land. Hvorfor er det slik? Hvordan har de havnet på toppen? NHH- forsker Patrick A. Narbel mener svaret ligger i energisikkerhet, det vil si at landet har behov for å sikre energikildene. Uten bruk av solenergi som fornybar energikilde vil Tyskland være avhengig av import av fossil energi fra andre land. Ved bruk av solenergi som energikilde vil de ha mye større energisikkerhet i fremtiden (Støren, 2014).

I Norge hvor nesten all strømproduksjon kommer fra vannkraft er ikke insentivet om energisikkerhet tilstede slik som i landene nevnt ovenfor. Man vil ikke prioritere å investere i en ny type fornybar energikilde for at denne skal ta plassen fra den man allerede har. Insentivet for bruk av solcelle energi i Norge vil være størst for privathusholdninger og næringsbygg hvor de etter installasjonskostnader kan benytte seg av ”gratis energi”. Det å benytte solenergi i Norge i dag er ikke spesielt utbredt, heller ikke i Sverige har det vært det før de seneste årene. Norge hadde en installert solcellekapasitet på 12,8 megawatt i 2014, da var svenskene allerede oppe i samlet kapasitet på 79,4 megawatt. De seneste årene har solcelle installasjoner doblet seg i Sverige hvert år, dette fremkommer i tabellen under.



Tabell 1-2: Lindahl, 2014 (National Survey Report of PV Power applications in Sweden 2014)

Denne veksten kommer på bakgrunn av fallende priser og økende interesse for solceller.

Økende konkurranse i markedet og bedre støtteordninger ved installasjon er også vesentlige faktorer som medvirker til denne veksten. Fra 2010 til 2014 har antall aktører i det svenske markedet økt fra 37 til 126 (Lindahl, 2014).

1.2.2 Prisutvikling

Prisutviklingen har de siste årene vært enorm. Fra 2009 til 2012 har prisfallet vært på hele 60% for alle typer solenergi samlet. Dette skyldes dels for stor produksjon, samtidig som det har vært svikt i forventet etterspørsel. Noe som har ført til lavere priser og flere store aktører har vært nødt til å skjære ned sin produksjon. En annen grunn for prisreduksjonen er for store satsninger på solcellefabrikker internasjonalt. Denne satsningen ble gjennomført samtidig som flere land i Europa og USA gikk igjennom en økonomisk krise, noe som medførte overproduksjon og at prisene måtte reduseres (Thorud et al., 2012). At det har vært stor utvikling og teknologiske forbedringer på solenergi systemene har også bidratt til kostnadsreduksjoner, og er derfor en medvirkende faktor til at prisene er redusert (Timilsina et al., 2012).

1.2.3 Støtteordninger

Timilsina et al. (2012) analyserer i sin studie de tekniske, økonomiske og politiske aspektene ved solenergiens utvikling og distribusjon. Resultatene som fremkommer i denne studien viser at det vil være svært viktig med politisk og økonomisk støtte for at innføring av solceller skal bli mer aktuelt for en større gruppe mennesker. Dette vil gjøre mennesker mer oppmerksomme på mulighetene det gir å installere et slikt system.

Men, det er ikke alle land som er like langt fremme når det gjelder stønader og støtteordninger for å installere solcelle anlegg. I Norge har man ikke per i dag like gode muligheter som hva andre land har, men det kan se ut til at vi er på vei til å prøve å innføre bedre ordninger. Eksempelvis kunne man tidligere søke Enova om tilskudd kun ved installasjon av solfangere, men fra 2015 har de utvidet dette slik at man også kan søke om

tilskudd ved installasjon av solceller. Forutsetninger er at anlegget du installerer skal være basert på en fornybar energikilde, man må være koblet til elektrisitetsnettet og du må ha inngått en plusskundeavtale med nettselskapet ditt (Enova, 2016, 28.05). En plusskunde er i følge Norges vassdrags- og energidirektorat som følger:

> Sluttbruker med forbruk og produksjon bak tilknytningspunkt, hvor innmatet effekt i tilknytningspunktet ikke på noe tidspunkt overstiger 100 kW. En plusskunde kan ikke ha konsesjonspliktig anlegg bak eget tilknytningspunkt eller omsetning bak tilknytningspunktet som krever omsetningskonsesjon (NVE, 2017, 18.04).

Når man har inngått en plusskunde avtale med egen strømleverandør vil man også ha muligheten til å selge overskuddsstrøm tilbake til nettet. Dette overskuddet av strøm selges tilbake spesielt i de periodene i året hvor man ikke bruker all strømmen som solcellene produserer. Hvor mye det gjelder kommer an på anleggets størrelse og eget forbruk i perioden. Som plusskunde har man installert en egen digital strømmåler som avregner forbruk og produksjon, dersom man har produsert mer enn man har brukt får man betalt for dette (NVE, 2017, 18.04).

Enkelte kommuner i Norge har i dag særegne støtteordninger, som f.eks. Oslo Kommune hvor man kan søke om tilskudd til energiforbedring av boligen. Bakgrunnen for denne kampanjen er et ønske om å gjøre Oslo til en mer klimavennlig by. Gjennom Oslo kommunes klima- og energifond har de som eier boliger i kommunen mulighet til å søke om tilbakebetaling på 30% av investeringsbeløpet. (Oslo Kommune, 2017, 10.04). Dette er en egen ordning, hvor man i tillegg kan søke om støtte fra Enova. Denne fordelen vil man dessverre ikke få dersom man bor i kommuner som ikke har en slik ordning eller kampanje.

I Sverige har økning av offentlige stønader som el-sertifikater og investeringsstøtte på inntil 35% av total investeringskostnad vært en stor suksess. På grunn av den økte interessen for solceller og at det er et bestemt beløp avsatt til støtte hvert år frem til 2019, har svenske

myndigheter måtte redusere investeringsstønaden til 30% for foretak og 20% til øvrige (private). Men som en ”kompensasjon” for denne reduksjonen innførte den svenske regjeringen i 2015 skattereduksjoner på overskudds elektrisitet som blir matet inn på det offentlige el-nettet. Med denne reduksjonen har man som produsent av overskuddselektrisitet mulighet til å få 60 øre per kWh i skattereduksjon. Opptil maks grense på kr 18 000. Man får ikke skattereduksjon på de kWh produsert som eventuelt skulle overstige eget forbruk. I tillegg vil man kunne selge overskuddselektrisitet tilbake til kraftleverandøren slik vi også har mulighet til i Norge. Da vil man kunne selge dette overskuddet for mellom 10 og 50 øre per kWh. Momsregistrering ved salg av overskuddselektrisitet er kun for de som selger strøm for mer enn kr 30 000 i året, det vil derfor være få privatpersoner denne momsregistreringen gjelder (Energimyndigheten, 2016, 17.10). Det nyeste tilskuddet av offentlige stønader i Sverige er at man siden november 2016 også kan søke om støtte til et energilagrings-system. Bidraget man kan søke om vil maksimalt være 60 % av kostnadene ved installasjon med maks grense på kr 50 000 (Energimyndigheten, 2016, 21.12). Dette er verdt å nevne ettersom besparelsen ved å bruke egen produsert energi er større enn en eventuell overproduksjon her i Norge, men energilagringssystem vil ikke bli tatt videre hensyn til i denne oppgaven. Da analysen har som formål å se på antall private installasjoner av solcelleanlegg.

1.2.4 Kunnskapsnivå i Norge

Med mangel på kunnskap om solenergiens muligheter blant befolkningen og hvilket potensial disse har i Norge undersøkte Hagos, Gebremedhin og Zethraeus (2014) to ulike typer solfangere for å vurdere deres potensial, mengde solinnstråling og videre undersøke hvordan disse fungerer i innlandet i Norge. Noe av målet med undersøkelsen var å se om solinnstrålingen i Norge ville være tilfredsstillende i forhold til solfangernes ytelse. Det viste seg ved disse undersøkelsene at oppvarming av vann til en husholdning ved hjelp av solfangere er konkurransedyktig og levedyktig selv i områder med ”lavt solcelle potensial”.

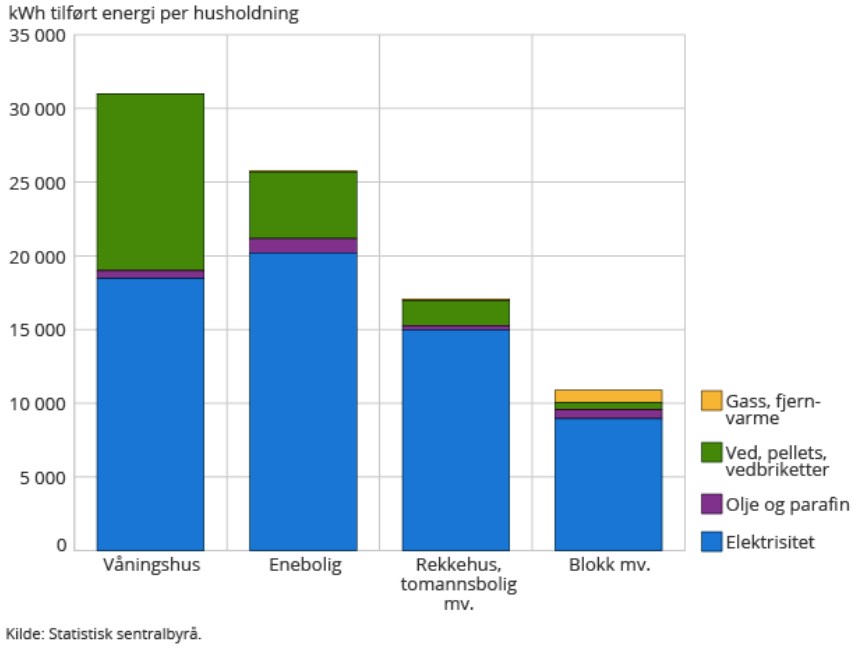
Den tilfredsstillende solinnstrålingen indikerer at solceller vil ha like god effekt som solfangere som ble brukt i undersøkelsen. Mye av grunnen til at ikke flere bruker denne typen solenergi-teknologi i Norge er gjerne fordi huseiere er mest opptatt av installasjonskostnaden istedenfor driftskostnader og besparelser. De ønsker å kunne tilbakebetale investeringen på kortest mulig tid. Ved å øke subsidiene ved installasjon vil dette kunne bidra til å redusere investeringskostnadene, og i tillegg gi huseierne kostnadsbesparelser mye tidligere mener Hagos et al. (2014).

I 2014 skrev Sintef Byggforsk i samarbeid med Solenergiforeningen (Hauge, Sørnes, Godbolt, Kristjansdottir, Sørensen og Fredriksen, 2014) en rapport hvor de ønsket å øke kunnskapen om bruk av solenergi i Norge. Her la de frem eksempler på ulike installasjoner og dannet seg et bilde av hvem det er som installerer en type solenergi-anlegg. Det viste seg i henhold til deres rapport at det var flest ressurssterke menn i 50-60 årene med både tid og ressurser som installerte flest anlegg. Grunnen til dette var at de ønsket i størst mulig grad å være selvforsynt med energi og at de ønsket å spare miljøet samtidig som de kunne spare penger. Utfordringene de fleste støtte på underveis i prosessen var at anleggene måtte bli satt sammen av deler fra ulike leverandører, noe som gjorde at anleggene til en viss grad ble selvbygd. Det var altså ikke mulig å bestille en ferdig pakkeløsning fra en leverandør. Frustrasjoner rundt mangel på kompetanse blant rørleggere var en gjenganger hos de som ble analysert. Dette gjorde at eierne selv i stor grad måtte kontrollere at anlegget ble riktig installert, noe som betød at deres kunnskap rundt solcelle anlegg var helt nødvendig. Denne rapporten hadde som formål å øke folks kunnskap om bruk av solceller og viser i tillegg et bilde av hvordan den daværende situasjonen rundt kunnskap og installasjon var.

1.2.5 Forbruk av strøm i Norge og strømpriser

I dag har en gjennomsnittsfamilie i Norge et strømforbruk på ca. 20 000 kWh i året. Tidligere var vi blant land i Europa med lavest strømpriser, slik er det ikke lengre da vi nå er

kommet på gjennomsnittlig likt nivå med resten av Europa. Likevel er vi et av få land som fortsatt bruker strøm som hovedkilde til oppvarming av boligen. 73% av befolkningen sier at de bruker enten elektriske ovner, varmepumper eller varmekabler som hovedkilde til oppvarming. I perioder med høyere strømpriser sier 36% at de har gjort tiltak for å begrense strømbruken, og 80% av disse igjen sier de gjør det med ønske om å redusere utgifter til energi. Som man kan se i tabellen under ligger eneboliger høyt oppe på bruk av elektrisitet (Statistisk sentralbyrå, 2014).



Tabell 1-3: Statistisk sentralbyrå 2014 (Gjennomsnittlig energiforbruk, etter hustype 2012)

Strømprisene i Norge har vært veldig lave i en lang stund, samtidig som vi bruker mer strøm enn noen gang før. 21. januar 2016 ble det satt strømforbruks rekord i Norge (Statnett, 2016, 21.01). Dette kommer som en følge av at mange benytter oppvarming av bolig med elektrisitet, og at næringsbygg også bruker mer og mer elektrisitet i sine lokaler, fabrikker mv.

I Norge er det installert flere hundre tusen varmepumper og mange har sannsynligvis installert dette med ønske om å spare mer energi. Gram-Hanssen, Christensen og Petersen (2012) foretok en studie som gikk ut på om dette faktisk ville være tilfelle. Mye tydet på at

det ikke vil være noen reduksjon i strømforbruket ved bruk av luft-til-luft varmepumpe. Resultatet de konkluderte med var at 20% av den forventede reduksjonen i strømforbruket blir omdannet til økt komfort i hjemmet, man har en utvidet oppvarming og innetemperaturen holdes mer konstant. På sommeren brukes også varmepumpen som en air-conditioner, noe som medvirker til at strømforbruket ikke blir noe mindre likevel. Man kan tenke seg at varmepumpene er gått fra å være energieffektiv teknologi til å bli en komfort teknologi.

1.3 Problemstilling

Global kapasitet, stor teknologisk utvikling, pris- og kostnadsutvikling, forbruk, behov og muligheter er mine nøkkelord. Nøkkelord som ledet meg inn mot oppgavens tema, solceller. Jeg ønsket å skrive en oppgave om noe som er både samfunnsnyttig og relevant, i dag og i fremtiden. Valget falt på solenergi på grunn av denne fornybare energikildens enorme potensial. Denne energien vil alltid være tilgjengelig for alle. Og med bakgrunn i forholdene nevnt i foregående kapitler anser jeg det som et interessant forskningsfelt. Om solceller vil ha mulighet til å konkurrere mot konvensjonell kraftproduksjon her i Norge eller bli en kostnadseffektiv løsning. Det vil være sannsynlig at kunnskapsnivået og vekst vil være avgjørende faktorer for at dette skal skje. Men hvordan skal man oppnå vekst?

Vekst av solceller på generell basis vil naturligvis være for omfattende tema for denne oppgaven, det vil derfor være behov for en avgrensning i forhold til oppgavens omfang. Med bakgrunn i veksten og antall private installasjoner i Tyskland og Sverige, gjorde dette meg nysgjerrig på om dette også er mulig i Norge. Avgrensningen vil derfor rette seg mot private solcelle installasjoner i Norge. Målet med studien vil være å skaffe dypere innsikt i hva som må til for at flere mennesker installerer solceller på egne boliger. Vil ulike støtteordninger være avgjørende for en eventuell vekst? Arbeidet med oppgaven har ledet meg til en

problemstilling som jeg mener står ubesvart i forhold til fremtidens solcelle installasjoner i Norge.

”Hvordan kan en solcelleinvestering i private hjem bli en kostnadseffektiv løsning med høy nytteverdi?”.

For at jeg skal finne svar på dette vil jeg gjennomføre en kost- nytte analyse av solcelle bruk i Norge. Hvordan en slik analyse skal gjennomføres vil bli nærmere forklart i kapittel 2, der det teoretiske rammeverket kommer inn, sammen med de innledende trinnene i selve analysen. I kapittel 3 kommer en forklaring på oppgavens datakvalitet og datainnsamlingsmetoder. Deretter vil kapittel 4 bestå av selve analysen med dens resultater, etterfulgt av en diskusjonsdel med konklusjon.

Grunnen til at jeg ønsker å gjennomføre en kost- nytte analyse er for å få en oversikt over nytte og kostnader ved installering av solceller på private boliger. Slik at man kan se om dette med tiden vil ha en mulighet til å bli en kostnadseffektiv løsning. Noen av de viktigste spørsmålene man har ved installasjon av solceller vil være kostnader, virkningsgrad og hvilket fordeler og nytte man får etter en installasjon. Analysen vil kunne hjelpe folk i en vurderingsfase til å avgjøre om de ønsker å investere i solceller. Det vil bli lettere for private husholdninger som er interessert i solceller å sammenligne installasjonsalternativet mot null-alternativet, som er å ikke forandre på noe.

Fokuset i oppgaven vil derfor være om det kommer en tid hvor solceller kan være økonomisk lønnsomt å installere og eventuelt hva som må til for at man skal komme dit.

2 Teoretisk rammeverk

2.1 Kost-nytte analyse

I dette kapittelet vil jeg forklare det teoretiske rammeverket til en kost- nytte analyse (KNA). Dette inkluderer de viktigste begrepene og metodene for gjennomføring, definisjon, formål, det konseptuelle grunnlaget og de viktigste trinnene i analysen. Internasjonalt kjenner vi det som Cost-Benefit Analysis (CBA). En kost- nytte analyse er en metode som er mye brukt for å vurdere økonomisk overskudd ved et prosjekt eller offentlige investeringer. Det er et rammeverk som handler om de grunnleggende prinsippene for velferdsøkonomi og offentlig økonomi. I tillegg er det en måte å tenke på, fordi det gir veiledning til offentlige beslutningstakere i deres søk etter ressursallokering (Nas, 1996).

Bruken av KNA startet i USA i 1930, men avanserte først i 1960 da samferdselsministeren i Storbritannia vedtok å fremme bruken av denne metoden. Etter dette ble KNA spredt rundt om i verden og brukes i dag i mange ulike situasjoner og til ulike formål (Boardman, Greenberg, Vining, Weimer, 2014). Selv om en KNA i de fleste tilfeller er beskrevet i litteraturen som en analysemetode man vil bruke for å beregne nytten samfunnet eller befolkningen vil få av et tiltak, vil det også være aktuelt å bruke en slik type analyse for å beregne nytten den enkelte forbruker kan få ved personlige tiltak. Det vil si, det vil være relevant å bruke en KNA rettet mot mikronivået i de tilfellene en forbruker f.eks. ønsker å foreta en investering til seg selv som han/hun er usikker på om vil lønne seg i det lange løp. Analysen kan da bli foretatt fordi det f.eks. ikke foreligger noen tidligere undersøkelser på området eller at det knytter seg usikkerheter til investeringen som kan være med på å avgjøre om tiltaket vil kunne bli lønnsomt for en forbruker på sikt. En annen grunn for at en slik analyse kan være relevant å bruke på mikronivå, er i tilfeller hvor man vil undersøke om f.eks. små private miljøtiltak vil kunne bidra til større samfunnsmessig nytte for befolkningen

på sikt. På denne måten vil denne forenklede KNA kunne bidra til å øke kunnskapen om hvilken effekt private installerte solceller vil kunne ha.

2.1.1 Rammeverk og definisjon

Det finnes ikke en konkret definisjon på en kost- nytte analyse, men det omtales ofte som en systematisk tilnærming og estimering av styrker og svakheter ved et alternativ. Analysen brukes til å bestemme hvilket alternativ som gir best utfall for fordelene, samtidig som man vil ha mest mulig besparelser. Eller hvilket alternativ som gir best utfall for kostnadene ved et prosjekt sammenlignet med nytten prosjektet gir.

Man kan skille mellom flere ulike samfunnsøkonomiske analyser som kan deles inn i hovedtyper som nytte- kostnadsanalyse, kostnadseffektivitetsanalyse og kostnadsvirkningsanalyse. Felles for disse er at kostnadene og nytten bli omregnet til en pengeverdi. Man kan skille mellom et positivt utfall og et negativt utfall. Dersom man gjennom analysen får et positivt utfall vil det bety at ressursene kaster mer av seg enn alternative måter å løse oppgaven på. Ved et negativt utfall vil det motsatte være tilfelle, altså at det finnes alternative måter som vil være bedre å bruke enn hva man har sett for seg (NOU 2012: 16).

2.1.2 Verdsetting

I en kost- nytte analyse blir både kostnadene og nytten som inngår i et tiltak eller prosjekt verdsatt i kroner og øre, så langt det lar seg gjøre i forhold til at det skal være hensiktsmessig og faglig forsvarlig. Denne verdsettelsen skal reflektere verdien av ressursene eller innsatsfaktorene som inngår i tiltaket eller prosjektet man vurderer. Verdsetting av nytte eller goder vil ofte være vanskelig fordi man ikke har noen gitt pris og er et av usikkerhetsmomentene ved en slik analyse (NOU 2012: 16). For å verdsette nytte eller et gode som ikke spesifikt lar seg måle mener Boardman et al (2014) at man må måle betalingsvilligheten til befolkningen og alternativkostnaden som vil oppstå for å finne en god

indikasjon på verdsettingen av nytte. Finansdepartementet har beskrevet kostnader og nytte på en måte som gjør de enklere å skille fra hverandre. "Kostnadene ved et prosjekt skal prinsipielt gjenspeile verdien av hvor mye en *må* gi opp av andre ting for å gjennomføre prosjektet, mens nytten skal gjenspeile hvor mye en er *villig* til å gi opp" (NOU 2012: 16, Kap. 11.2).

2.1.3 Ulike typer kost- nytte analyser

Det finnes ulike måter å foreta KNA. Det kan gjøres ex ante, ex post, in medias res eller en sammenligning av ex post (eller in medias res) og ex ante innenfor samme prosjekt. Ex ante er den vanligste formen for KNA hvor et prosjekt blir analysert før det eventuelt settes i gang og gjennomføres. Ex post foregår i slutten av et prosjekt, og in medias res foregår imens et prosjekt blir gjennomført. In medias res har derfor på lik linje med ex ante mulighet til å påvirke et valg av hvorvidt man skal fortsette/gjennomføre prosjektet eller ikke. Behovet og ønsket om å gjennomføre en ex post eller in medias res KNA er ikke like stor som ex ante som er den vanligste formen for en slik analyse (Boardman et.al, 2014).

I denne oppgaven vil det bli gjennomført en ex ante KNA. Fordi målet med oppgaven er å undersøke hvorvidt det vil være relevant med en privat solcelle installasjon i fremtiden med tanke på kostnader og nytten ved en installasjon.

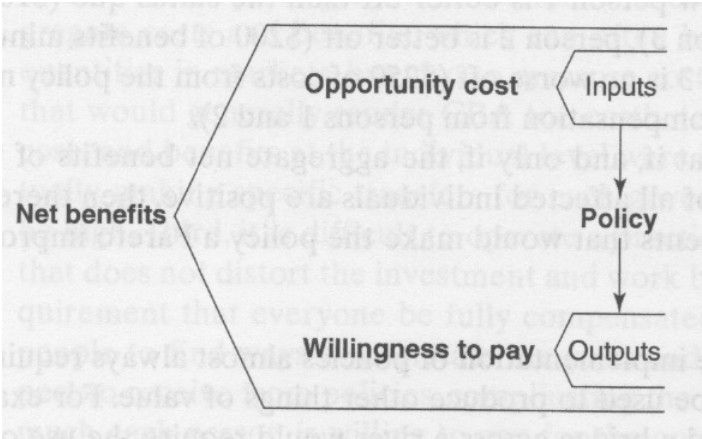
2.1.4 Hovedformål og metoder

Hovedformålet til en kost- nytte analyse er å klarlegge og synliggjøre ulike konsekvenser ved alternative tiltak før beslutninger fattes. Man kan si det er en måte å systematisere informasjon på før man bestemmer seg for hvilket alternativ man skal velge (NOU 2012: 16). For å fatte slike beslutninger vil man se på den økonomiske effektiviteten og pareto-optimalitet. Man vil beskrive netto nytte som er basert på betalingsvilje og alternativkostnader. Tidsbruk og målet for sosioøkonomisk lønnsomhet blir vurdert, sammen med en diskonteringsrente (Boardman et al, 2014).

Videre i dette underkapittelet vil jeg gå mer i detalj på det teoretiske fundamentet i en kost-nytte analyse. Boardman et al. (2014) deler inn KNA i ulike deler som blir nærmere forklart.

- **Pareto-optimalitet og netto nytte**

Et sentralt begrep innenfor velferdsøkonomi er ressursallokering eller pareto-optimalitet. Dette er det konseptuelle grunnlaget for KNA. Pareto-optimalitet er en tilstand der det ikke vil være mulig å omfordele goder på en slik måte at minst en person vil få økt sin velferd eller gode uten at andre vil få sin velferd/gode redusert. Boardman et al (2014) snakker om koblingen mellom netto nytte og pareto-optimalitet. De mener denne er enkel og forklarer det som *"if a policy has positive net benefits, then it is possible to find a set of transfers, or "side payment," that makes at least one person better off without making anyone else worse off"*. For å forstå denne koblingen fullt ut må man reflektere over hvordan man skal måle kostnader og nytte i en KNA. Nytten, eller fordelene, kan bli målt ved hjelp av enten betalingsvillighet eller alternativkostnader. Betalingsvillighet er metoden man bruker om man vil verdsette utgangen av et prosjekt og alternativkostnaden er metoden man bruker dersom man vil verdsette ressursene som kreves for å gjennomføre prosjektet. Dette er vist i figuren under og blir videre forklart hver for seg (Boardman et al, 2014).



Figur 2: Categorization of Net Benefits of Projects. Boardman et al. 2014; s.29

- **Betalingsvillighet**

Kan gi en indikasjon på hvor mye man er villig til å gi opp av andre ting for å gjennomføre et prosjekt, eller hvor mye man er villig til å betale for en aktuell ting eller et behov. Man kan skille mellom indirekte- og direkte metoder når man skal måle betalingsvillighet. Disse skiller seg fra hverandre ved at indirekte faktorer vil påvirke f.eks. prisen på et hus som ligger nær en mye trafikkert vei og blir påvirket av støy. Imens de direkte faktorene går mer inn på hva mennesker er villige til å betale for en ting eller gode. Man kan derfor ofte måle betalingsvillighet ut i fra hvilke nytteposter et prosjekt genererer og at den inntektsgenererende verdien av en positiv effekt bør være lik hva befolkningen er villig til å betale for å oppnå dette (NOU 1997: 27).

- **Alternativkostnad**

Betyr at ressursene er begrenset og at de kan ha en alternativ anvendelse. Det vil si at alternativkostnaden kan reflektere de kostnadene man kunne brukt på å f.eks. produsere andre ting som vil kunne gi mennesker en like stor nytteverdi. Kostnadene som man knytter til en bestemt ressurs bør derfor settes lik verdien av ressursinnsatsen. Selv om dette kan høres enkelt ut, kan det i mange tilfeller være vanskelig å fastsette alternativkostnaden fordi markedsprisene ikke nødvendigvis gjenspeiler ressursenes beste alternative verdi (NOU 1997: 27)

- **Diskontering av nytte og kostnader (i fremtidige perioder)**

Hvordan man beregner de forskjellige kost- og nytte elementene vil være forskjellig fra prosjekt til prosjekt. Mye av grunnen til dette er at de ulike elementene sjelden oppstår samtidig, noe som gjør at man har behov for å bruke ulike metoder hvor man kan summere nytteeffekter og kostnader og som enkelt kan sammenlignes. Som eksempel kan det i et tilfelle være mest aktuelt å sammenligne nåverdien av ulike elementer, noe som gjør at

nåverdimetoden er mest relevant å bruke. I andre tilfeller vil det være mer relevant å bruke internrentemetoden, som er et mer relativt mål som utrykkes i prosent.

- **Nåverdimetoden**

Dette er den vanligste metoden å bruke ved beregning av kost- og nytte elementer. Her vil man beregne nåverdien av de samlede kostnad- og nytteelementene som påløper i ulike perioder. Det vil si at man får et lønnsomhetsmål uttrykt i kroner. Når man skal bruke nåverdimetoden vil det innebære at nytteoverskuddet neddiskonteres til investeringstidspunktet, noe som betyr at det omregnes til nåverdi og summeres til netto nåverdi (NNV). Ved en diskontering som dette vil man i hovedsak kunne reflektere at en krone i dag ikke har samme verdi som en krone i morgen. Dersom man har et investeringsprosjekt kan man se at dette er lønnsomt dersom netto nåverdi er større enn eller lik null (NOU 1997: 27). Formelen som brukes for å beregne NNV er som følger:

$$NNV = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{U_t}{(1+k)^t}$$

I_0 = investeringsutgift som påløper i år 0.

U_t = overskuddet av nytte i år t.

k = diskonteringsrenten som man forutsetter at er konstant i analyseperioden.

Diskonteringsrenten brukes fordi når man diskonterer vil man ha mulighet til å sammenligne og rangere tiltak som har økonomiske virkninger som inntreffer på ulike tidspunkt. Hvilken diskonteringsrente som er riktig å bruke er det ikke noe enkelt svar på. Ulike kilder har diskutert hvorvidt en diskonteringsrente kan variere mellom 1,4% og 8% (NOU 2012: 16, Kap 5.2.1; Harrison, 2010). Det er stor variasjon i rentens størrelse fordi

dette er tall som er kommet frem i forhold til ulike marginale tiltak og over til det globale klimaspørsmålet. Det har også vært ulikt fra land til land. Finansdepartementets utvalg har gjennom flere perioder behandlet hva slags diskonteringsrente som vil være mest riktig å bruke i Norge. Man kan se helt tilbake til perioden 1967 til 1999 hvor man brukte en tilnærming hvor Ramsey-modellen ble lagt til grunn for kalkulasjonsrentens størrelse. I et rundskriv (R-3/1975) fra 1975 var kalkulasjonsrenten oppe i 10%, dette var på bakgrunn av en utredning utført av Leif Johansen i 1967. Dette er blitt vesentlig endret med tiden og i et rundskriv (R-14/99) fra 1999 ble det fastsatt at man skulle legge en risikofri realrente på 3,5% til grunn hvor man justerte i forhold til risiko. Denne risikoen ble delt inn i tre ulike risikoklasser på henholdsvis 4%, 6% og 8% (NOU 2012:16, kap.5.3.2). Gjennom de seneste årene har dette blitt justert flere ganger, og i lys av klimadebatten har teorien som har blitt gjennomgått vist at den risikofrie renten har vært fallende over tid. Tidligere har det ikke vært vanlig å bruke en rente som varierer over tid, men dette er nå endret fordi den økende usikkerheten om alternativavkastningen tilsier at kalkulasjonsrenten er fallende med tiden. Finansdepartementets utvalg har som siste anbefaling i 2012 skissert en tabell som viser diskonteringsrenten i ulike år.

Diskonteringsrente

	0 - 40 år	40 - 75år	fra 75 år (dvs. i stor grad miljøvirkninger)
Risikofri rente	*2,5 %*	*2 %*	*2 %*
påslag	*1,5 %*	*1 %*	*0 %*
Risikojustert rente	*4 %*	*3 %*	*2 %*

Tabell 2-1: NOU 2012: 16

Det man må huske på når man skal anvende disse rentene er at rentestrukturen skal gjelde fra analysetidspunktet og at verdier i fra samme periode skal diskonteres ned med samme renteverdi. Det betyr at dersom man skal beregne en virkning i løpet av 50 år må man først

diskontere ned med én rente de første 40 år, deretter en lavere rente for de neste 10 årene. Dette gjør at en virkning ikke endres vesentlig dersom man skal bergene en virkning på f.eks. 41 år.

- **Andre beregningsmetoder**

Man kan i tillegg til nåverdimetoden bruke andre lønnsomhetsberegninger i en KNA. De vil ikke bli brukt eller belyst videre i denne oppgaven, men er metoder som er aktuelle å nevne på grunnleggende basis. Dette gjelder blant annet lønnsomhetsberegning ved hjelp av internrentemetoden og nytte- kostnadsbrøken.

2.1.5 Vanlige markedsfeil og årsaker til markedssvikt

En viktig kilde til markedssvikt eller feil kan være ufullstendig informasjon. Dette er fordi relevant informasjon kan være vanskelig å få tak i og noen ganger vil ikke denne informasjonen en gang eksistere. Men i de tilfellene informasjonen eksisterer kan personer likevel være uvitende om at den er tilgjengelig. Dette kan utgjøre en begrensning for beslutningene som fattes. Monopol, eksternaliteter, informasjonsasymmetri og offentlige goder er alle kilder til markedsfeil eller markedssvikt (Nas, 1996).

Boardman et al. (2014) mener det vil være nyttig å se på monopol først. Dette er fordi det er et perfekt eksempel på avvik fra konkurranselikevekt som på sikt vil redusere det samfunnsøkonomiske overskuddet. En monopolist vil være alene om en vare eller et tilbud i sitt marked. Dette gjør at de lettere kan se markedets etterspørselskurve for sin egen produksjon. Dersom markedets etterspørselskurve går nedover fordi monopolisten selger all sin produksjon til samme pris vil han kunne produsere bare én ekstra enhet ved å redusere prisen på hva han selger. Dette vil si at marginalinntekten er mindre enn salgsprisen på den enheten. Dersom man velger å foreta en kost-nytte analyse hvor man bruker markedspriser som er basert på monopolistiske aktører vil man i prinsippet overvurdere verdiene fordi

prisene også vil inneholde en monopolgevinst. Derfor vil det ofte i disse tilfellene være nødvendig å korrigere prisene (NOU 1997: 27).

Når man snakker om eksternaliteter innenfor samfunnsøkonomi vil det være eksterne virkninger som oppstår når konsumet eller produksjonen til en konsument eller bedrift vil påvirke andre konsumenter eller bedrifter på en annen måte enn gjennom markedsprisene. Slike eksterne virkninger kan være både positive og negative og representere både fordeler og kostnader for samfunnet. Dersom de eksterne virkningene er positive betyr det at de samfunnsøkonomiske kostnadene er lavere enn de privatøkonomiske kostnadene, eller at nytten er høyere. Dette brukes derfor ofte som et argument for at privatøkonomiske ulønnsomme prosjekter skal gjennomføres, dette kan f.eks. være restaurering av en gammel bygning. Dersom de eksterne virkningene er negative vil det motsatte være tilfelle og det kan være en god grunn til at et prosjekt ikke bør bli realisert selv om det vil være privatøkonomisk lønnsomt. Dette kan f.eks. være prosjekter som vil eller kan føre til økt forurensning (NOU 1997: 27).

Begrepet informasjonsasymmetri innebærer at informasjonen om en jobb eller et produkt ikke er lik på begge sider av markedet. Det betyr at noen markedsaktører har mer informasjon enn andre. Eksempler på dette kan være at selgere vet mer om hvor godt og trygt et produkt er i forhold til kjøperne eller at arbeidsgivere kan mer om den jobb relaterte helserisikoen som gjelder for de ansatte (Boardman et al.2014). I arbeidet med en kost-nytte analyse vil det være et viktig poeng at de som utarbeider analysen ikke overvurderer de positive eller negative ringvirkningene et prosjekt vil gi. Dette vil være en asymmetrisk fordeling av informasjon som vil kunne føre til at feil beslutninger fattes (NOU 1997: 27).

Offentlige goder kan bli karakterisert på to grunnleggende måter. For det første kan godene være ikke rivaliserende i konsum eller forbruk og for det andre vil utelukkelse av godene enten være umulig eller svært kostbart (Nas, 1996). Eksempel på en offentlig gode

kan være vårt eget nasjonale forsvar som vil være et fellesgode som er likt for alle. Men offentlige goder kan også være ulik for befolkningen, da snakker vi om rivaliserende fellesgoder. Dette betyr de godene som enkelte konsumenter får større nytte av enn andre. Med andre ord vil tilgjengeligheten for konsumentene være den samme, men ikke alle bruker godet like mye. En optimal tilførsel av rene fellesgoder bør fastsettes på en måte som gjør at den totale viljen til å betale for én ekstra enhet er lik de marginale kostnadene man har ved å produsere denne enheten. I praksis vil forbrukere ha ulik marginal betalingsvillighet, og et problem kan være at forbrukere i enkelte tilfeller underrapporterer sin betalingsvillighet fordi de tror at finansieringskostnaden er avhengig av hva de rapporterer inn (NOU 1997: 27).

Markedsprisene som vil bli brukt i denne oppgaven vil ikke være hentet fra monopolistiske aktører, noe som gjør at faren for overvurderte verdier ikke er til stede. Prisene fra de ulike aktørene er også i stor grad i likhet med hverandre slik at dette heller ikke vil anses som noen markedssvikt i dette tilfellet. I forhold til eksterne virkninger og eksternaliteter er det eksempelvis ingen CO_2- utslipp ved bruk av solcelle paneler, dette gjør at man slipper å forholde seg til denne typen negative miljøfaktorer i analysen. En annen ting man isteden må forholde seg til kan til en viss grad være utseende på panelene. Hvor synlige de er og om de sjenerer naboer eller nærområder nevneverdig. Dette er mer rettet mot ytre påvirkninger som kommer som følge av en installasjon, men likevel en faktor man må medberegne og huske på såpass tidlig i prosessen. Informasjonsasymmetri er det i denne oppgaven ingen andre enn forskeren selv som kan råde over. Med andre ord vil det være jeg, som forsker, som er ansvarlig for at all informasjon kommer fram på korrekt måte under analysen. Og at ingen informasjon blir utelatt å ta med fordi man skulle ønske det ene eller andre utfallet av analysen. Det vil ødelegge mitt omdømme som forsker dersom det hadde vist seg at viktig informasjon var utelatt med vilje. Det viktigste for meg under arbeidet med analysen vil derfor være å fremskaffe gjeldene priser fra markedet slik at dette ikke vil kunne

utgjøre noen svakhet eller svikt ved analysen. Det betyr at priser må innhentes fra flere ulike aktører og sammenlignes, samt beregne gjennomsnittlige priser ut fra denne informasjonen. At det dukker opp mer informasjon i etterkant av analysen vil alltid være en risiko, fordi tidene og markedene utvikler seg. Offentlige goder ville vært mer aktuelt dersom oppgaven ikke var rettet mot privatmarkedet, men at den var rettet mot bruk av solceller på offentlige steder og lignende. Eksempel på dette kunne vært dersom en tursti eller turområde fikk belysning ved hjelp av at det ble installert solceller. Da ville dette vært et offentlig gode man måtte tatt hensyn til i analysen.

2.1.6 Kritikk av kost- nytte analyser

Kost- nytte analyser har som nevnt tidligere sin basis i velferdsøkonomisk teori. Dette går ut på at sosial velferd er summen av velferden til alle enkeltpersonene i et samfunn. Det betyr også at disse enkeltpersonene er de som vet best hvordan denne velferden økes. Dette konseptet fører til at nytten i en slik analyse ofte blir målt i enkelt individenes betalingsvillighet. Det vil si, hvor mye de er villige til å betale for en gode eller noe som kommer de til nytte.

Videre i dette kapittelet vil fokus være på den kritikken som en kost- nytte analyse kan stå ovenfor. Et av kritikk områdene er at betalingsvilligheten ikke tar høyde for den relative inntektsforskjellen til de personene som blir spurt. Dette kan føre til at personer med høyere inntekt er villig til å betale mer for et gode enn hva personer med lavere inntekt er villige til.

Kritikken til en kost- nytte analyse har ulike røtter og opphav, Hansjürgens (2004) er blant de som mener denne kritikken er en systematisk analyse som avslører tre forskjellige retninger. Disse blir videre forklart som:

- **Det underliggende effektivitetskriteriet**

Kritikken som oppstår ved en kost- nytte analyse er ofte ledet av skepsisen til hvordan man veier for og i mot ulike ting. Spesielt er dette rettet mot at liv, helse og miljø ikke bør

veies opp mot økonomiske interesser, noe som er basert på etiske og moralske grunner. En annen innvending er at effektivitetsregelen utgjør en slags norm som sier at den er tildelt prioritet fremfor andre verdier. Selv om andre verdier er like viktig som effektivitetsregelen. Denne kritikken gjør at fordelingsmessige hensyn blir ignorert. Konsekvensen av kritikken som kommer fra den underliggende effektivitetsnormen er at rangeringen blir avvist når det er flere enn et alternativ. På grunn av de ulike underliggende verdiene vil det være mange saker som ikke kan veies opp mot hverandre.

- **Utilstrekkelig spesifikasjon av kost- nytte analysen**

Dette er rettet mot metodiske svakheter hvor utvalget av innsamlet data som blir brukt i analysen er tilfeldig. Det vil si at den som utfører analysen kun har vurdert visse aspekter imens andre aspekter er forsømt eller ignorert helt bevisst. Dette er ingen heldig situasjon for forskeren selv da det kan svekke hans omdømme og gode rykte. Man må likevel vite at en kost- nytte analyse inneholder visse metodiske kriterier som regnes som en standard. Hvorvidt disse standardene er tatt hensyn til kan verifiseres, og bruken av disse kan bli oppmuntret ved å kontakte forskeren direkte for kontroll. En annen kritikk til en slik analyse er at de kvantitative dataene blir brukt feil i analysen, noe som skaper en unøyaktighet og kan lede til feil beslutninger. For å unngå at de kvantitative dataene blir brukt feil kan man utføre følsomhetsanalyser og undersøke resultatenes robusthet ved å foreta en reversering i rangeringen av ulike alternativer for å sjekke om ulike forutsetninger er endret.

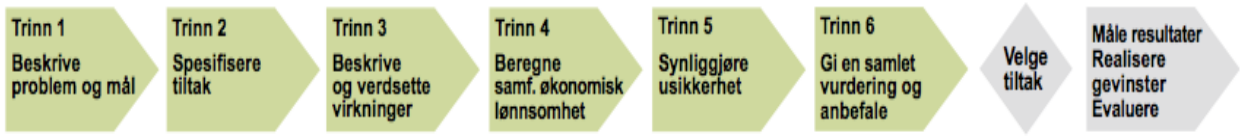
- **Kost- nytte analysen i den politiske beslutningsprosessen**

Her er det kritiske fokuset rettet mot at en kost- nytte analyse er regnet som et utrykk for økonomisk verdiimperialisme hvor verdien fra en liten, men innflytelsesrik minoritet er pålagt flertallet av befolkningen. Dette argumentet peker ofte i en bestemt retning og tyder på at det i denne sammenhengen er industrien som representerer hovedgruppen av interessenter, og at denne gruppen vil bli styrket dersom man gjennomfører en kost- nytte analyse. Et annet

aspekt som kan være kritikkverdig når du gjennomfører en slik analyse er at effekten av politisk regulering er laget fra harde kvantitative data, imens virkninger på menneskers helse og miljø bare kan analyseres ved hjelp av myke kvalitative data. Som siste kritiske aspekt innenfor den politiske beslutningsprosessen er at innhenting av informasjon er svært tidkrevende og at det kan forsinke hele prosessen. Denne forsinkelsen kan stamme fra data problemer eller at industrien tilbakeholder informasjon om kostnadene ved reguleringen, i tillegg er det svært tidkrevende med den enorme mengden analysearbeid som kommer ved en slik analyse.

2.2 Hovedtrinn i en kost- nytte analyse

I dette kapittelet skal jeg gå nærmere inn på hvordan en kost-nytte analyse gjennomføres. Det er ikke et bestemt antall steg i en slik analyse ettersom ulike forfattere har litt ulike trinn, og ulikt antall trinn. Likevel kan man lett se en rød tråd ved de ulike forfatternes sjekklister eller modeller. Dette gjelder blant annet Boardman et al. (2014) så vel som Nas (1996) sine trinn i en slik analyse. I min oppgave videre vil jeg se på hovedpunktene ved gjennomføringen og bruker hovedsakelig veilederen som Senter for statlig økonomistyring gav ut i 2010, sammen med veileder fra Direktoratet for økonomistyring fra 2014 som en gjennomførings mal. Ved å dele inn i ulike trinn vil det være enklere å både planlegge og gjennomføre analysen. Det vil også være lettere for den som skal lese rapporten/analysen etterpå og bla seg frem og tilbake. Under kan man se en samlet oversikt over de aktuelle trinnene.



Tabell 2-2: Trinnene i en samfunnsøkonomisk analyse (Senter for statlig økonomistyring, 2010. s.10).

2.2.1 Trinn 1: Beskrive problem og mål.

Som første trinn i analysen vil man redegjøre for den nåværende situasjonen, gi en problembeskrivelse og beskrive hva som vil være formålet med tiltaket som vurderes. Videre vil man spesifisere hvilke alternativer man har i forhold til tiltaket og disse alternativene presiseres grundig så langt det er mulig. Et av alternativene kan være situasjonen slik den er i dag, men det vil ikke være tilstrekkelig å kun beskrive dagens situasjon. Man må også beskrive hvordan den fremtidige utviklingen vil være dersom man ikke igangsetter noen tiltak. Dette kalles gjerne basisalternativ og kan være viktig å bruke senere i analysen for å sammenligne forventede virkninger av ulike alternativer opp mot hva som hadde vært tilfellet dersom man ikke hadde foretatt seg noe. Når man skal beskrive målet for analysen kan man gjerne dele inn i hovedmål, delmål og resultatmål. Hovedmålet bør være en konkretisering av hva intensjonen eller formålet med analysen er og ordvalget bør her være klart og tydelig. Delmålene kan brukes som hensiktsmessig bidrag til at hovedmålet blir realisert, men i enklere analyser (som dette) kan det være nok å holde seg til hovedmålet.

<u>Nåværende situasjon:</u>

Solceller i dag er som nevnt tidligere mest brukt på hytter, fritidsboliger og fyrtårn. Det er likevel de seneste årene blitt sett flere installasjoner på offentlige nybygg, to av de største offentlige installasjonene i Norge de siste årene finner vi i Oslo. Operaen er det første eksempelet hvor 450m^2 av glassfasaden er dekket av integrerte solceller som vil produsere omlag 20 000kWh pr år. Solcellene virker også som en slags solskjerming og er bygget som

følge av at eierne ønsket å demonstrere fremtidsrettet teknologi (NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, 2017, 08.03). Brynseng skole i Oslo er det andre eksempelet, her vil man få enda større solcellefasade enn Operaen. Det vil være en av de største solcellefasadene på bygninger i landet når den står ferdig i 2017. Skolen bygges etter passivhus-standarden hvor målet er å drive skolen så nært en nullenergiskole som mulig. Dette gjennomføres ved hjelp av en brønnpark med varmepumpesystem som står for oppvarmingen av skolen og solcelle fasaden skal kunne produsere strøm opptil 105 000kWh per år. Dette vil langt på vei kunne dekke mye av strømbehovet skolen har ved siden av oppvarmingen (Oslo kommune, 2017, 08.03).

Dette er bare eksempler på to store installasjoner på offentlige bygninger i Norge. Det man ikke ser like mange eksempler på er solceller som er installert på private bolighus. I følge Åse Lekang Sørensen som er generalsekretær i Norsk Solenergiforening kan man se en vekst av solcelleinstallasjoner på låver, fjøs og andre store driftsbygninger i landbruket i dag. Hun mener solceller er godt egnet å bruke i landbruket, både på grunn av store takflater med gode forhold for installasjon og at det vil være en god mulighet for å utnytte miljøvennlige energiressurser (Steen, 2016).

Dagens situasjon er enda slik at det fortsatt er for lite private investeringer i solceller på bolighus, enda man ser at solforholdene i Norge er like gunstige som andre steder i Europa. Derfor bør målet være at man kan se en vekst av solcelle installasjoner også på vanlige bolighus, spesielt nybygg.

Problembeskrivelse:

I Norge i dag er man totalt avhengig av egen strømleverandør. Man bruker mer strøm enn tidligere og man er mer avhengig av strøm i forhold til oppvarming av boliger enn før. Dette er fordi de fleste boliger i dag bruker strøm til oppvarming, enten ved hjelp av en varmepumpe (luft til luft eller luft til vann), varmekabler eller varmeovner. Problemet med

dagens situasjon vil være ved eventuelle strømbrudd eller problemer med el-nettet. I de boligene hvor elektrisitet er eneste kilde til oppvarming kan dette være problematisk, spesielt på vinterstid.

I de boligene med mulighet til å benytte annen form for oppvarming vil ikke oppvarmingsproblemet være det samme ved eventuelle strømbrudd eller lignende. Da vil problemet gå over til økte CO_2 utslipp ettersom oppvarmingen da vil komme fra olje-/parafin fyring, gass eller vedfyring. Noe som vil gå utover miljøet på en negativ måte. Dette vil naturligvis begrense seg til en liten andel, ettersom strømbrudd o.l. vanligvis ikke forekommer flere ganger i uken. Men likevel verdt å nevne ettersom det vil være usikkert hvor ofte eller hvor lenge slike problemer kan forekomme.

Den daglige elektrisiteten vi behøver er også utsatt ved uforutsette hendelser som nevnt over. Mye av elektrisiteten vi bruker hver dag tenker vi ikke en gang over, men er likevel avhengig av den. Dette er elektrisitet som vi trenger til for eksempel belysning, matlaging, varmtvann, vaskemaskin, tv, internett, lade telefoner og kanskje til og med for å lade bilen. Dette er strøm vi klarer oss uten ved kortvarige strømbrudd på noen timer en dag, men hvor lenge vil man egentlig klare seg helt uten elektrisitet før det gir uholdbare negative konsekvenser?

Et usikkerhetsmoment som også bør tas hensyn til er forventede strømpriser. Snittprisen for strøm har vært forholdsvis lav de siste årene og er i følge Statnett sin markedsanalyse fra 2016 forventet å fortsette på dagens nivå frem til 2020. Deretter er det forventet en markant økning i gjennomsnittlig kraftpris i hele Europa fra 2020 til 2030. Fra 2030 til 2040 viser prognosene fortsatt en liten økning, men dette er litt mer usikkert på grunn av tidsaspektet og hvordan utvikling av kraftsystemer vil bli (Kringstad, Bøhnsdalen, Døskeland, Västermark, Holmefjord, Aarstad, 2016). Dersom disse prognosene viser seg å

stemme, hva vil da skje med forbrukernes strømforbruk? Et av utfallene kan være at det igjen blir brukt mer alternative energikilder til oppvarming som fører til økte utslipp av CO_2.

For å oppsummere problemene med dagens situasjon kan det være at en økende avhengighet av strømnettet og sårbarheten ved eventuelle avbrudd kan føre til mer forurensende energikilder. Det samme gjelder ved høyere strømpriser, som kan føre til at den enkelte forbruker kan gå over til billigere energi som potensielt kan forurense mer.

Formål med tiltaket:

Tiltak som bør vurderes vil være å øke antall private installasjoner av solceller. Dette kan føre til at noen av problemene nevnt over kan reduseres. De vil mest sannsynlig ikke kunne forsvinne helt fordi det vil avhenge av hvor store anlegg man installerer. Som igjen vil avgjøre hvor mye elektrisitet man får til rådighet.

Formålet med denne analysen vil derfor være å analysere incentiver som vil kunne bidra til å øke antall installasjoner på bolighus i Norge innenfor en 25 års periode. Og å undersøke hvorvidt disse incentivene kan gjøre solcelleinvesteringer fordelaktige.

2.2.2 Trinn 2: Spesifisere tiltak

På dette trinnet identifiserer og beskriver man alle de alternative tiltakene som er aktuelle for at man skal nå målet man har satt. Man vil i prosessen sile ut de alternativene som ikke er aktuelle på grunn av åpenbare begrensninger. Selv om man allerede har bestemt hvilket tiltak man egentlig vil jobbe videre med må man på dette trinnet også ta andre alternative tiltak i betraktning. Dette er for at man ikke skal låse seg fast til et tiltak som kan utelukke at det finnes bedre alternativer. Det vil si at det egentlig kan være andre tiltak som er mer lønnsomme enn det ene man har sett for seg.

Når man skal identifisere de alternative tiltakene er det forskjellige virkemidler og vurderingsmomenter som kan være aktuelle å se på. Først og fremst de generelle momentene

Her menes alt fra skala på tiltaket, f.eks. befolkningsgrupper eller geografiske områder, kvalitetsnivåer på tjenester til en vurdering av å f.eks. eie eller leie en bygning. Virkemidlene som kan være relevante å se videre på kan kategoriseres som regulatoriske-, økonomiske-, organisatoriske- og pedagogiske virkemidler. Hvilken av disse man benytter kommer helt an på hva slags tiltak man skal identifisere.

Som nevnt tidligere kan det være flere alternative tiltak som er aktuelle å jobbe videre med, men det viktigste er at man siler ut de som vil bidra til måloppnåelse. Når man har gjennomført en slik utsiling må man sile videre i forhold til enkelte begrensninger. Dette kan være juridiske, etiske, budsjettmessige, tekniske, tidsmessige eller organisasjonsmessige begrensninger. For at man skal kunne tallfeste og beskrive nytte- og kostnadsvirkningene til tiltakene i neste trinn må man konkretisere tiltakene ut fra hva de går ut på og hvordan man har tenkt å gjennomføre dem i praksis. I denne oppgaven vil utsilingen nesten gå av seg selv på grunn av åpenbare begrensninger i forhold til oppgavens størrelse og tidsbruk.

Ulike alternativer:

Incentivene man vil fokusere på for å finne de ulike alternativene er kostnadseffektivitet, prisutvikling, støtteordninger fra stat og kommune og nytte. Basisalternativet, også kalt nullalternativet, i analysen er å ikke investere i solceller. Det vil si at man fortsetter med dagens situasjon, forholdet til strømleverandøren er den samme. Likeså er behovet for at de leverer sin tjeneste på en tilfredsstillende måte. Eneste forskjellen som kan påvirket basisalternativet i denne analysen er hvordan strømpriser endres i analyseperioden. Dersom strømprisene øker slik prognosene tilsier kan dette påvirke forbrukerne på en negativ måte.

To av nøkkelfaktorene for solcelleinvesteringer er som nevnt tidligere økt strømpris og avhengighet av elektrisitet. Andre nøkkelfaktorer kan f.eks. være reduksjon i

installasjonskostnader og økte støtteordninger. Disse ble kort nevnt innledningsvis i oppgaven og vil begge være aktuelle faktorer for private solcelleinstallasjoner.

Prisene på solceller er redusert betraktelig de seneste årene og viser tegn til å fortsette nedover en stund til. Dette vil i stor grad bidra til at selve installasjonskostnaden blir redusert på lik linje som selve panelene. Trenden i andre land, som allerede har vesentlig lavere kostnader enn Norge, er at det er flere antall installasjoner fordi installasjonskostnaden gjør solceller til et mer konkurransedyktig alternativ for forbrukerne. Det samme gjelder med støtteordninger. Eksempel på dette kan man se både i Tyskland og Sverige, hvor høyere subsidier og investeringsstøtte har bidratt til enorm vekst av private installasjoner. Disse nøkkelfaktorene kan derfor ses på som vesentlige i forhold til om man skal sammenligne ulike alternativer med basisalternativet.

Dette er alternativer som senere kan sammenlignes med basisalternativet:

- Investere i solceller med støtteordninger / uten støtteordninger
- Investere i solceller når strømpris øker / strømpris er uendret
- Investering i integrerte solcellepaneler
- Investere i solceller når installasjonskostnad synker / installasjonskostnaden er uendret
- Investere i solfangere

I en større utredning kunne det vært aktuelt å sett på enda flere alternativer knyttet til tiltaket med å investere i solceller. Det kunne vært andre faktorer som f.eks. geografiske utfordringer man står ovenfor i Norge. Undersøke om kvalitet og virkningsgrad på solcellene påvirker antall installasjoner. Vurdere solfangere kontra solceller. Det vil på bakgrunn av oppgavens omfang være nødvendig å innskrenke aktuelle alternativer til det generelle tiltaket som er å investere i solceller. Det som kan se ut til å ha en stor påvirkning på antall installasjoner er å investere i solceller med en slags støtteordning. Dette vil innebære at staten

må innføre en regelverksendring om økte subsidier ved installasjon av solceller i private hjem. I Sverige er dette allerede innført og en sammenligning rettet mot deres støtteordning vil være aktuelt å se videre på i denne oppgaven. En annen grunn for at Sverige er et godt sammenlignings alternativ er jo at klimaet og mengde solinnstråling er forholdsvis likt hva vi har i Norge.

Alternativene blir derfor som følger:

- Basisalternativet: Status quo (ingen investering)
- Alternativ 1: Investere i solceller med eksisterende støtteordning (Enova)
- Alternativ 2: Investere i solceller med svensk støtteordning

Endringer i strømpriser og installasjonskostnader vil være aktuelle å bruke videre i oppgaven for å se effekten av endringer disse kan gi på tiltaket. Dette vil bli analysert i en usikkerhetsanalyse senere i oppgaven. Hvordan strømprisene øker eller forblir uendret vil være av vesentlig betydning for hvor lønnsomt det kan, eller ikke kan, være å installere solceller. Det samme gjelder dersom installasjonskostnadene synker eller forblir uendret.

2.2.3 Trinn 3: Beskrive virkninger

Etter at man har bestemt seg for hvilke alternativ man ønsker å analysere videre skal man på dette trinnet i prosessen kartlegge og beskrive alle de relevante virkningene man har til hvert enkelt alternativ. Virkningen vil være den endringen som vil oppstå dersom man sammenligner alternativt tiltak med basisalternativet. Dette betyr at man beskriver fordeler (nytte) og ulemper (kostnader) som er knyttet til hvert enkelt alternativ.

Virkningene som knyttes til alternativ 1 og 2 ses i forhold til basisalternativet. Det vil si at jeg begrenser meg til å se på merkostnaden og mernytten fra disse to samlet og sammenligner med å ikke investere.

Fordeler (i forhold til å ikke investere):

- Sparte strømkostnader
- Mindre avhengig av kraftleverandør
- Inntekt fra overskuddsproduksjon
- Miljøbesparelse/-gevinst
- Lite vedlikeholdskostnader
- Energiomstilling

Ulemper (i forhold til å ikke investere):

- Installasjonskostnad
- Vedlikehold og reparasjonskostnader for solceller (det slipper man jo ved å bruke strøm-nettet)
- Sjenerende paneler for naboer

Videre skal alle virkninger tallfestes og verdsettes i kroner så godt det lar seg gjøre, men i første omgang er det viktigst å avgjøre hvilke variabler det er nødvendig å samle inn data på. Det som er viktig er at variablene man ønsker å tallfeste skal kunne gi verdifull informasjon. Ved de virkningene som vanskelig lar seg tallfeste vil man kunne bruke andre metoder som f.eks. brukerundersøkelser, verbal beskrivelse eller en såkalt pluss-minus metode. Grunnen til at man ønsker å verdsette virkningene ved hjelp av kvalitative metoder i disse tilfellene er fordi disse virkningene kan ha like stor betydning på resultatet av analysen, og vil kunne være med på å bestemme om et tiltak bør iverksettes eller ikke. I analysen vil det være behov for å bruke flere ulike variabler ved beregningene.

- Total investeringskostnad på solcellene
- Drift og vedlikeholdskostnader
- Kalkulasjonsrente
- Analyseperiode

- Strømpriser og forbruk
- Eksisterende støtteordninger
- Aktuelle støtteordninger
- Inntekter ved salg av overskuddsstrøm
- Sjenerende paneler for naboer
- Energiomstilling
- Miljøgevinster

3 Metode

I dette kapittelet vil jeg gi en kort forklaring av hvilken metode som blir brukt i denne oppgaven. Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016) omtaler metode som en systematisk, strukturert fremgangsmåte som er grunnet på prinsipper og regler for å nå et bestemt mål. Det vil si en beskrivelse av hvordan man går frem for å skaffe informasjon om virkeligheten, og hvordan man skal analysere denne informasjonen slik at den gir ny innsikt i ulike økonomiske forhold og prosesser. Kapittelet deles inn i hovedemner som består av forskningsdesign, datainnsamling og datakvalitet, og til slutt vil jeg kort beskrive validiteten og reliabiliteten knyttet til denne oppgaven.

3.1 Forskningsdesign

Forskningsdesignet er den logiske sekvensen som vil linke innsamlet data til konklusjonen som trekkes, sett i forhold til forskningsspørsmålet i studien. Å definere forskningsspørsmålet vil trolig være det viktigste steget man tar i en forskningsstudie. Utgangspunktet for valg av design vil avhenge av hva det spørres om, datainnsamlingsteknikker, strategier for dataanalyse, finansiering, tidsperspektiv og gjennomførbarhet (Yin, 2009). Vi skiller mellom to typer forskningsstrategier som er basert på kvalitative og kvantitative metoder. Disse deles igjen inn i fem ulike typer design, eksperimentell, tverrsnitt, langsgående, casestudie og komparativ (Ringdal, 2007). En basiskategorisering av ulike forskningsspørsmål vil i følge Yin (2009) i mange tilfeller kunne lede frem til hva slags design som er relevant å bruke. I forhold til min problemstilling som er nevnt tidligere, innledes denne med et forklarende forskningsspørsmål (eks. hvordan, hvorfor) som leder meg til bruk av casestudie som forskningsmetode. Når man arbeider med en forklarende studie vil en alltid forsøke å beskrive et mønster som vil være relatert til det man

studerer. Designet vil være en slags logisk plan for hvordan man skal komme seg fra A til B. A vil gjerne være innledende spørsmål og B vil fremstå som studiens konklusjon. I mellom der vil det være både teori og analyse av relevant data (Yin, 2009). Innenfor casestudier deler Yin (2009) inn i single og multiple case studier som vil reflektere ulike designsituasjoner som enten vil inneholde en eller flere analyseenheter. Et singlecase brukes ofte dersom man vil bekrefte eller utvide teorien, undersøke hverdagslige hendelser eller at studien vil være av longitudinell karakter. Det vil si at man studerer hvordan forhold kan endre seg over tid. I forhold til min oppgave og problemstilling vil det være relevant å bruke et single holistisk casedesign. Dette betyr at man studerer ett "typisk" case med én analyseenhet. Dette er fordi min studie forsøker å finne svar på om solcelleinstallasjoner i privathusholdninger i Norge vil bli mer kostnadseffektivt og gi høyere nytteverdi med tiden. I min studie vil det derfor være relevant å bruke en norsk gjennomsnittsfamilie som basisgrunnlag ved datainnsamlingen og i videre analyser. Grunnen er at valg av datainnsamlingsteknikker og tidsperspektivet ved arbeidet. Ved å bruke singlecase som forskningsdesign vil man kunne få mer dybde og kunnskap om fenomenet som studeres. De fleste fenomener kan studeres ved hjelp av både kvalitative og kvantitative metoder. Disse metodene kan derfor ikke anses å være konkurrerende, men heller komplementære. I forhold til dette påpeker Yin (2009) at det er forskningsspørsmålet og dybden av det man ønsker svar på som vil avgjøre metodevalget. I denne oppgaven er det brukt begge deler, både i form av tekstdata og talldata.

3.2 Datainnsamling og datakvalitet

Ved oppgavens spede begynnelse var tanken at jeg kunne arbeide med, og benytte meg av, informasjon som var basert på egne spørreundersøkelser gitt en begrenset gruppe mennesker. Ettersom arbeidet med oppgaven skred frem så jeg ganske tidlig en begrensing i forhold til kunnskapsnivå og erfaring med solceller blant befolkningen. Dette gjorde at jeg

anså spørreundersøkelser som en lite relevant måte å benytte på grunn av risikoen for målefeil. Mye av datainnsamlingen har derfor gått ut på å lese og bearbeide informasjon som allerede var tilgjengelig. Dette har i hovedsak vært dokumentdata og arkivdata. Ved bruk av casestudier påpeker Yin (2009) at en blanding av kilder, observasjoner og dokumenter kan hjelpe til med å danne et bedre bilde av realiteten. Han mener også at en kilde som dokumentdata er styrket ved at den er stabil, eksakt, diskret og vil ha en bred dekning av både tid og handlinger. Dokumentdataene jeg har brukt er hentet både fra artikler, offentlige rapporter og veiledninger, offentlige dokumenter og via ulike direktorater og bedrifters nettsider. Det man likevel må være bevisst på ved bruk av dokumentdata er at det også kan finnes negative sider ved denne bruken. Det er fordi dokumentene kan være preget av seleksjonsbias eller rapporteringsbias (Yin, 2009). Seleksjonsbias kan oppstå i f.eks. rapporter eller medieartikler hvor det ikke blir tatt hensyn til alle sidene av en sak. Noe som gjør at kun enkelte sider av saken vil bli belyst og vil skape feilaktig informasjon. Rapporteringsbias betyr at dokumentene viser feilaktige funn, f.eks. dersom en forsker kun viser gunstige og positive funn som trekker i den retningen forskeren ønsker. Ved at jeg som forsker er en kritisk leser vil man i større grad unngå å bruke dokumenter hvor slike bias er et problem.

Markedsprisene som blir brukt blir innhentet fra ulike aktuelle leverandører og de variablene som vanskelig lar seg tallfeste blir verdsatt ved hjelp av pluss-minus metoden. Dette blir videre forklart i de to neste under kapitlene.

3.2.1 Datainnsamling av variabler med tilgjengelige markedspriser

Ved innhentingen av aktuelle talldata forutsetter jeg at alle paneler og installasjoner kjøpes i Norge og leveres av norske leverandører. Det kan tenkes at man ved en utvidet analyse i tillegg kunne studert effekten av internasjonal handel av paneler på tvers av landegrenser, for å se om dette ville påvirket kostnadseffektiviteten og/eller nytten ved en solcelleinstallasjon. Dersom man skulle studert denne handel/import effekten, ville fokuset i

oppgaven blitt noe endret og jeg anser dette som for omfattende i forhold til denne oppgavens omfang, tids- og ressursbruk.

Videre vil jeg forklare kort hvor og hvordan prisene blir hentet, og hva som er tatt hensyn til ved de ulike variablene.

- **Totale investeringskostnader på solcellene**

Det er valgt å innhente priser på totalpakker fra ulike leverandører for å sammenligne disse. De gjeldende leverandørene er Solcellespesialisten, Smart Energi, Otovo og Solpanelet. Totalpakkene består av materialkostnaden som er selve solcellemodulen, vekselsretter, monteringssystem og overvåkningsutstyr av drift o.l. Montasje utført av fagfolk. Lasting, transport og kjøretid. Samt installasjonskostnad som består av mekanisk arbeid, selve installasjonen og el-installasjon utført av elektriker. Det finnes et begrenset antall leverandører som leverer total-pakker av solcelleanlegg til boliger. Leverandørene er derfor valgt ut etter søk på internett og sammenlignet hva de forskjellige leverandørene tilbød. De anses derfor som å være et representativt utvalg, ettersom det fortsatt er et begrenset antall total-leverandører på markedet. Prisene er først sett på nettsiden, deretter bekreftet fra leverandøren på telefon eller som et kostnadsoverslag på mail (Se Vedlegg 1). En prisbekreftelse fra leverandøren var viktig i forhold til datakvaliteten, siden analysen skal bygge videre på disse tallene. Det vil også være med på å styrke studiens indre validitet. Leverandørene hadde forskjellig retningslinjer hvor noen ikke leverte paneler uten montasje og ferdigmelding, det er derfor prisene med alt inkludert som blir lagt til grunn i videre beregninger.

Prisene på panelene som er med i analysen er montert utenpå eksisterende takstein, totalt 16 solarmoduler. Det er ikke tatt hensyn til paneler som kan integreres på tak eller i fasaden. Grunnen til at de integrerte panelene ikke er med i analysen er fordi jeg ønsket å se effekten av hvordan man kan øke antall private installasjoner. Da må man ta hensyn til at

installasjonene også kan foretas på eksisterende boliger uten belastende ekstrainvesteringer. Noe en integrering i fasade eller på tak ville vært.

- **Drifts- og vedlikeholdskostnader**

Det er lite drifts- og vedlikeholdskostnader etter installasjon av et solcelleanlegg. I følge Enova kan man anta at 0,5% av investeringskostnaden kan beregnes til denne typen kostnader per år (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2015).

- **Strømpriser og forbruk**

Strømprisene blir hentet fra Statistisk Sentralbyrå sine nettsider hvor ferdige beregninger for 2016 er tilgjengelig. I beregningene blir det brukt gjennomsnittspris per kWh for hele året. Strømforbruket vil også hentes fra Statistisk sentralbyrå sine nettsider, og baseres på forbruket til en gjennomsnittsfamilie.

- **Inntekter ved salg av overskuddsstrøm**

Dersom man i perioder produserer mer strøm enn man bruker vil man som plusskunde ha mulighet til å selge strøm tilbake til egen kraftleverandør. Hvor mye man kan tjene ved å selge overskuddsstrøm tilbake til kraftleverandøren er individuelt i forhold til mengde overskudd og prisen kraftleverandøren gir per kWh. For å finne ut hvor stor overproduksjon man kan anta at det kan bli er det behov for å beregne/bruke estimater. Det samme gjelder når man skal finne ut hvor mye man får betalt av kraftleverandøren per kWh av overproduksjonen. Begge disse variablene vil være usikkerhetsmomenter ved beregningene som fremkommer i analysedelen. Dette er fordi det er lite informasjon rundt mengde kWh overproduksjon i et bolighus, og prisene per kWh som kraftleverandørene opererer med har store variasjoner.

For å estimere antatt mengde overskuddsstrøm som blir solgt tilbake til kraftleverandøren vil det være nødvendig å anslå en gjennomsnittlig overproduksjon basert på

erfaringer i forhold til andre anlegg. Som eksempel kan man se på Norgesnett som har kjøpt 100 000 kWh fra tilsammen 125 plusskunder forrige året, dette tilsvarer en overproduksjon på 800 kWh per kunde i løpet av et år (Barstad, 2016). Denne beregningen har ikke tatt hensyn til de aktuelle anleggenes størrelser eller forbruk, men gir et grovt anslag av hva man kan forvente som et gjennomsnitt.

Hvor mye man får betalt for overskuddsstrømmen (per kWh) avhenger av hva slags priser din leverandør opererer med. Det vanligste er at nettleverandøren følger markedets spot-priser med et negativt marginaltapsledd (Hafslund, 2017, 18.04). Men, det finnes også leverandører som lover å gi deg den høyeste prisen tilbake slik som f.eks. Smart Energi i Fredrikstad som per i dag (18.04.17) lover å betale 80 øre/kWh av din overproduksjon (Smart Energi, 2017, 18.04). Tidligere er det også funnet sted priskriger fra ulike aktører, som kan gi en indikasjon på at tilbakebetalingsprisene kan øke noe (Barstad, 2016). I følge Jensen og Ødegård (2016, s.28) vil inntekten av strømmen som eksporteres tilbake til nettleverandøren i størst grad være basert på spot-priser og ligger for tiden på omtrent 30 øre/kWh. På bakgrunn av dette forholdsvis store spriket i tilbakebetalingslovnader vil jeg bruke en forventnings pris som baserer seg med 70% sannsynlighet på spot-priser og 30% sannsynlighet på Smart Energi sitt lovord om høyeste tilbakebetalingspris. Grunnen til at jeg velger en fordeling som er 70-30 er fordi det fremstår per i dag som at 80 øre/kWh vil være et lite relevant beregningsgrunnlag på lang sikt. Samtidig som 30øre/kWh er lavt når forbrukerne vet de kan forhandle om bedre priser fra andre leverandører. Prisen kunne likevel blitt kunstig høy i forhold til spot-prisene dersom man hadde beregnet en forventnings pris som var fordelt 50-50, ettersom de fleste leverandører på markedet opererer med spot-pris. Derfor anser jeg 70-30 som en grei fordeling ved videre beregninger.

- **Støtteordninger**

I analysens beregninger av alternativ 1 og 2 vil det bli brukt støtteordninger fra både Norge og Sverige. Den eksisterende støtteordningen som er aktuell for alle i hele Norge er hentet fra Enova sine nettsider. Det vil ikke bli tatt hensyn til den ekstra støtten boligeiere i Oslo Kommune kan søke om, fordi analysen da ville gitt et skjevt bilde av hvilke besparelser hoveddelen av Norges befolkning har mulighet til å få. Den svenske støtteordningen som vil bli brukt er tidligere diskutert og blir hentet fra Energimyndighetene i Sverige sine nettsider.

3.2.2 Datainnsamling av ikke-prissatte virkninger

Når man skal vurdere ikke-prissatte virkninger krever det litt andre metoder enn når man finner markedspriser eller regner ut kalkulasjonspriser. Man kan gjennomføre brukerundersøkelser, bruke helt rene verbale beskrivelser, bruke verdioverføringer fra tidligere verdsettingsstudier som er gjennomført i inn- eller utland, eller man kan bruke en såkalt pluss-minusmetode. I denne studien ville en brukerundersøkelse være en alt for omfattende metode og benytte, fordi det finnes foreløpig et såpass lite antall private solcelleinstallasjoner i Norge. I tillegg til at det ville vært alt for tidkrevende i det hele tatt å få tak i respondenter til undersøkelsen. Å bruke tidligere verdsettingsstudier av virkningene var i dette tilfellet ikke mulig, da det ikke fantes relevante studier som kunne legges til grunn. Før en skal sette en verdi på ikke-prissatte virkninger er det alltid lurt å sjekke om det kan finnes slike undersøkelser, fordi dette vil være både tids- og kostnadsbesparende for forskeren.

For å verdsette virkninger som vanskelig lar seg tallfeste velger jeg å benytte en pluss-minus metode som er nærmere forklart i veilederen fra Direktoratet for økonomistyring (2014). Dette er en metode som kan hjelpe til med å skape en systematisk faglig vurdering av de virkningene som er vanskelig å tallfeste, men som likevel kan ha mye å si for utfallet av analysen. Metoden vil bidra til at de ikke-prissatte virkningene vil bli mer synlige og man kan lettere fremstille disse når man skal fatte beslutninger. Den systematiske, oversiktlige og mer

synlige fremstillingen av metoden er grunnen til at jeg velger denne metoden fremfor kun en verbal fremstilling av virkningene.

I en pluss-minus metode starter man med å vurdere *betydningen* av tiltaket. Det vil si at man danner en vurdering av hvilken betydning tiltaket har på f.eks. miljøet og området rundt, enkeltmennesker eller samfunnet som helhet. Dette kan angis på en tredelt skala, enten liten, middels eller stor betydning. Deretter vurderes *omfanget* av tiltaket. Det vil si at man danner en vurdering av hvilke endringer tiltaket vil medføre, sammenlignet med basisalternativet. Og i hvor stor grad vil miljøet, området rundt, enkeltmennesker eller samfunnet påvirkes av denne endringen. På samme måte som ved kartleggingen av betydningen vil det også her bli brukt en tredelt skala. Lite, middels eller stort omfang, men i tillegg vil man skille mellom et positivt eller negativt omfang. Dette deles gjerne inn i syv ulike kategorier, som vist i konsekvensmatrisen under. Denne brukes for å lese av den ikke-prissatte konsekvensen.

Betydning / Omfang	Liten	Middels	Stor
Stort positivt	+ / ++	++ / +++	+++ / ++++
Middels positivt	0 / –	++	++ / +++
Lite positivt	0	0 / +	+ / ++
Intet	0	0	0
Lite negativt	0	0 / –	– / – –
Middels negativt	0 / –	– –	– – / – – –
Stort negativt	– / – –	– – / – – –	– – – / – – – –

Tabell 3-1 Konsekvensmatrise for ikke-prissatte virkninger (Direktoratet for økonomistyring, 2014).

Ut fra tabellen kan man se at betydningen og omfanget av de ulike virkningene til sammen vil utgjøre en konsekvens, som vil være endringen sett relativt i forhold til basisalternativet. For å

kunne vurdere virkningenes konsekvens på en systematisk måte kan man forklare den ni-delte skalaen som dette:

++++ Meget stor positiv konsekvens

+++ Stor positiv konsekvens

++ Middels positiv konsekvens

+ Liten positiv konsekvens

0 Ubetydelig/ingen konsekvens

- Liten negativ konsekvens

-- Middels negativ konsekvens

--- Stor negativ konsekvens

---- Meget stor negativ konsekvens

3.3 Validitet og reliabilitet

Begrepene validitet og reliabilitet forsikrer et visst nivå på forskningens datakvalitet og kilder. Dette er begreper som er viktig for at forskningen man gjennomfører skal anses å være av god kvalitet. Det vil si at den skal være både gyldig og pålitelig, noe som er også er vesentlig for denne oppgaven. Yin (2009) deler inn kvalitetskriteriene til casestudier og empirisk forskning i fire ulike varianter. Begrepsvaliditet, intern validitet, ekstern validitet og reliabilitet.

Begrepsvaliditeten vil identifisere de riktige operasjonelle målingene for det man studerer. Det vil si om man måler det teoretiske begrepet man ønsker å måle. I denne oppgaven vil det være om man måler kostnadseffektivitet og nytte som problemstillingen etterspør.

Intern validitet går ut på at man forsøker å danne kausale sammenhenger hvor man antar at en bestemt betingelse eller hendelse vil lede til en annen betingelse eller hendelse.

Den interne validiteten vil være ivaretatt når forskeren vil kunne rettferdiggjøre og begrunne sine påstander om at det finnes sammenhenger mellom observerte fenomener på en korrekt måte.

Ekstern validitet vil gi en indikasjon på om funnene i studien kan generaliseres til andre studier. Med andre ord vil den eksterne validiteten være ivaretatt i den grad det som skjer i vår setting eller populasjon kan skje i andre lignende settinger. Man kan styrke den eksterne validiteten i en singel casestudie ved å bruke veletablert teori, men fordi en casestudie som dette ikke er basert på statistiske funn vil den være vanskelig å generalisere.

Reliabilitet vil fortelle oss om de ulike operasjonene i en studie vil kunne gjentas med samme resultat. Dette gjelder alt fra datainnsamlingsprosedyre til de reelle funnene som fremkommer av studien. Dette kvalitetskriteriet baserer seg med andre ord på at en forsker vil kunne få samme resultat, dersom han gjennomfører en lik studie som er beskrevet av en tidligere forsker. Målet med reliabilitet er å minimere feil og skjevheter i en studie (Yin, 2009).

3.3.1 Et kritisk blikk på min studie

Som forsker må jeg hele tiden rette et kritisk blikk til både validiteten og reliabiliteten ved studien. Dette er noe som har stått i fokus gjennom hele arbeidsprosessen og skrivingen av oppgaven. For å systematisere mitt kritiske blikk starter jeg med å se på oppgavens validitet, deretter vil jeg foreta en vurdering av oppgavens reliabilitet.

For å oppnå best mulig validitet i denne oppgaven har jeg først brukt mye tid på å opparbeide meg kunnskap om konteksten av temaet jeg undersøker. Jeg har begrunnet mine valg og påstander på en så grundig og rettferdig måte som mulig, både ved hjelp av grunnleggende teori og metode. Datainnsamlingen av markedspriser på solceller er også gjort etter beste evne, og bekreftet fra de aktuelle leverandører. Dette er med på å styrke den interne validiteten i oppgaven. Det som kan svekke den interne validiteten i oppgaven er bruk av

pluss-minus metode som verdsettingsmetode i oppgavens analysedel. Her kan det være momenter ved verdsettingen som er blitt glemt eller utelatt fordi jeg skriver denne oppgaven alene. Tolkning, kunnskap og holdninger kan være preget av dette. Men, jeg har vært bevisst på denne utfordringen, og har derfor benyttet meg av forskertriangulering. Via andre medstudenter og ressurspersoner for å diskutere aktuelle fordeler og ulemper ved virkningene. På denne måten har jeg forsøkt å oppnå bedre intern validitet.

Når det gjelder den eksterne validiteten vil det være vanskelig å generalisere resultatene fordi studien kun omfatter en gjennomsnittsfamilie i Norge. Denne familien trenger ikke nødvendigvis være representativt for en hel populasjon. Noe som svekker den eksterne validiteten.

For å styrke reliabiliteten på best mulig måte i denne oppgaven har jeg forsøkt å beskrive både datainnsamlingen, formål og bakgrunn for mine valg på best mulig måte. Det som er vanskelig med en kvalitativ undersøkelse som f.eks. ved pluss-minus metoden i denne studien er at det ikke finnes noen standardiserte måleinstrumenter. Dette kan medføre at det kan være vanskelig å få de eksakt samme svarene. Bare det at vi alle er ulike som mennesker kan medføre små skjevheter som vil kunne spille en rolle i forskningen. Men med dette i bakhodet har jeg hele tiden forsøkt å begrunne valg og forklaringer på en grundig måte.

4 Analyse og Resultater

Analysen starter med fortsettelsen av trinn 3 hvor jeg verdsetter/tallfester de aktuelle variablene beskrevet i Kap. 2.2.3. Deretter følger trinn 4 til trinn 6 som er selve beregningen av lønnsomhet, usikkerhetsanalyse og en samlet vurdering.

4.1 Trinn 3: Verdsette virkninger

4.1.1 Markedspriser på aktuelle variabler

- **Total investeringskostnad på solcellene**

Den totale investeringskostnaden avhenger av størrelsen på anlegget. For en privat bolig er normal investering på et anlegg på mellom 2,1 kWp og 7,3 kWp. I beregningene som følger er det tatt utgangspunkt i et anlegg på 4,2 kWp, dette anlegget vil i følge leverandørene kunne levere fra 4000 kWh opptil 4850 kWh ved optimale solforhold. Størrelsen på anlegget er valgt på bakgrunn av leverandørenes anbefalinger. De mener at dersom du installerer et større anlegg enn dette vil du mest sannsynlig sitte igjen med unødig mye overskuddsstrøm i sommermånedene. Siden besparelsen man får ved å bruke egenprodusert strøm er mye større enn inntekten ved overproduksjon bør målet være å velge et anlegg som passer ditt forbruk best.

Gjennomsnittlig total investeringskostnad på det 4,2 kWp store anlegget er beregnet til å bli kr 73 132. Dette er de totale kostnadene ved en installasjon og inkluderer alt fra materiell til montasje og ferdigmelding. Det er denne totale kostnaden som ligger til grunn ved videre beregninger i analysen.

	Otovo	Solcellespesialisten	Smart Energi	Solpanelet	Gjennomsnitt
4,2kWp stort anlegg. Inkl. alt av utstyr, montasje og ferdigmelding.	75 927	74 500	72 800	69 300	**73 132**

- **Drifts- og vedlikeholdskostnader**

Utgjør som tidligere nevnt 0,5% av de totale investeringskostnadene.

Det vil si kr 73 132 * 0,5% = kr 366 per år.

- **Strømpriser og forbruk**

Strømprisen som er hentet er medregnet nettleie, kraftpris og forbruksavgift på elektrisk kraft samt merverdiavgift. Gjennomsnittet for 2016 lå på 91,8 øre/kWh, noe som er 12% økning fra 2015 (Statistisk Sentralbyrå, 2017). Strømforbruket viser at i 2012 hadde en gjennomsnitts familie et forbruk på ca. 20 000 kWh i året. Ettersom forbruket var relativt likt fra 2009 – 2012 anser jeg det som fortsatt relevant å benytte 20 000 kWh per år som beregningsgrunnlag for basisalternativet (Statistisk Sentralbyrå, 2014). For beregning av tiltakene blir gjennomsnittsforbruket redusert med antatt egenproduksjon. Det vil si at dersom man forutsetter en egenproduksjon på gjennomsnittlig ca. 4300 kWh av de installerte panelene, men selv kun klarer å benytte 3500 kWh av dette til eget bruk vil strømkostnadene reduseres tilsvarende.

	Solceller installert
Strømpris (øre/kWh)	91,8
Årlig forbruk (kWh)	20 000
Total strømkostnad (kr)	18 360

	Solceller installert
Strømpris (øre/kWh)	91,8
Reduksjon i forbruk (kWh)	3 500
Årlig besparelse (kr)	3 213

- **Inntekter ved salg av overskuddsstrøm**

I beregningene vil en overproduksjon av elektrisitet på 800 kWh bli lagt til grunn sammen med en forventnings pris per kWh som følger: 0,7*0,30 + 0,3*0,80 = 0,45 øre/kWh.

	Solceller installert
Anslått overskudd per år (kWh)	800
Forventnings pris (øre/kWh)	0,45
Årlig inntekt ved overskuddsproduksjon (kr)	360

- **Støtteordning i Norge**

Alle i Norge som ønsker å installere solceller kan søke Enova og få støtte på inntil 35% av investeringskostnaden. Maks 10 000 kr. I tillegg får du 1 250 kr per kWp installert effekt, opptil 15 kWp. Maksimal støtte er 28 750 kr (Enova, 2017, 10.04).

	Eksisterende støtteordning i Norge
Total investeringskostnad	73 132
- Enova støtte	15 250
Totalpris etter støtte	57 882

- **Støtteordning i Sverige**

Siden Sverige har hatt betydelig vekst i private installasjoner av solceller de seneste årene vil det være av interesse å sammenligne deres støtteordning med Norge. Som nevnt tidligere i underkapittel 1.2.3 har de nå støtte på inntil 20% av investeringskostnaden pluss en skattereduksjon på overskuddselektrisiteten som blir matet tilbake til el-nettet. De hadde en annen støtteordning i de årene hvor antall installasjoner virkelig økte. Jeg velger derfor heller å se på den støtteordningen som faktisk var den utløsende faktoren for den økte interessen og

investeringene i Sverige. Det vil si støtteordningen de hadde før 1. januar 2015. Da hadde de mulighet til å søke om å få dekket 35% av investeringskostnaden.

	Sverige
Total investeringskostnad	73 132
- 35% invest.støtte	25 596
Totalpris etter støtte	47 536

4.1.2 Pluss minus metode, ikke-prissatte virkninger

I denne utredningen vil tiltakene kun bero på forskjellen mellom basisalternativet og investering i solceller med ulike støtteordninger. Noe som gjør at det kun vil være nødvendig å se på betydningen og omfanget knyttet til installasjon av solceller. De ikke-prissatte virkningene som er aktuelle å se konsekvensene av i denne analysen er sjenerende paneler, energiomstilling og miljøgevinst.

Sjenerende paneler: - Med sjenerende paneler tenker man helst på utseende på panelene, i tillegg til en eventuell sjenerende glansrefleksjon. Panelene kan virke mer fremtredende i negativ forstand på enkelte typer hustak. Spesielt ettersom denne analysen kun tar for seg paneler som blir montert utenpå eksisterende takstein. Dersom analysen hadde tatt for seg flere ulike typer solcellepaneler er det ikke sikkert panelenes utseende nødvendigvis ville vært til like stor sjenanse. Dette er fordi integrerte paneler kan skjules på en mye større måte enn utenpåliggende moduler som denne analysen har som utgangspunkt. Nedenfor kan man se eksempler på ulike type paneler som er installert utenpå eksisterende takstein.

Bilde 1: Illustrasjonsfoto fra www.tradewind.no

Bilde 2: Illustrasjonsfoto fra www.smartenergi.com

Panelenes utseende er en virkning som kan være vanskelig å verdsette, fordi ulike personer kan ha ulike meninger og synspunkter. Enkelte vil ikke bry seg nevneverdig over at naboen installerer solceller på taket, imens andre vil rase over hvordan slike paneler kan ”ødelegge et helt boligfelts utseende”. Enkelte vil bli hardere rammet enn andre, både når det

gjelder hvor synlige panelene er og om de blir utsatt for en eventuell glansrefleksjon som kan virke sjenerende. Andre vil ikke bli berørt av disse problemene, og anser det ikke som noe negativt. Hvor mange som vil bli direkte påvirket av en slik installasjon er derfor vanskelig å si, fordi det også kommer an på hvor panelene er installert. Om det er i tettbebygd boligfelt eller om det er i mer landlige omgivelser. I tettbebygde boligfelt vil sjenansen kunne ha større betydning for enkeltpersoner enn hva den vil ha i mer landlige omgivelser. I de landlige omgivelsene vil sjenansen av panelene kunne være mer rettet mot miljø, fritidsområder og trafikk. Så må man til slutt tenke over antall installasjoner på bolighus i Norge i dag. Det er foreløpig et begrenset antall, men vil kunne ha potensiale til å øke i årene som kommer. Hvor stor denne økningen vil være og hvor mange som da vil bli berørt er vanskelig å forespeile. Uansett vil innføringen av et slikt tiltak kunne medføre store visuelle endringer i nærmiljøet og det vil være nærliggende å tro at dette vil ha en middels betydning for de berørte parter. Dersom det vil bli installert mange slike private anlegg vil det påvirke enkeltpersoner og miljøet rundt i forholdsvis stort omfang, men siden installasjonene per i dag ikke er så mange vil en foreløpig vurdering av tiltakets omfang være middels negativt.

	Betydning	Omfang	Konsekvens
Sjenerende paneler	Middels	Middels negativ	--

Konsekvensmatrisen vil derfor kunne se ut som dette dersom tiltaket blir gjennomført. Og viser at panelenes utseende i stor grad vil gi en middels negativ konsekvens.

Energiomstilling: - Med energiomstilling vil man se på gevinsten man har ved å innføre tiltak som kan gjøre privatpersoner mindre avhengig av egen kraftleverandør. Man vil også få økt energisikkerhet i hjemmet i forhold til om man skulle fortsatt med basisalternativet. En annen fordel kan være at energibruken i en gjennomsnittsfamilie kan bli redusert. Fordi de

blir mer bevisst på hvor mye elektrisitet de bruker og når på døgnet man bruker den. Solcellepaneler produserer elektrisitet i det tidsrommet på døgnet når sola skinner. Så dersom man ikke har enormt store batterier eller annen lagringskapasitet til den produserte energien, vil det være mest gunstig å bruke f.eks. vaskemaskin, tørketrommel og oppvaskmaskin på dagtid når elektrisiteten er gratis. Dette kan for noen oppfattes som en negativ konsekvens, fordi man tenker at man må være hjemme når disse maskinene er i bruk. En mulig løsning på dette problemet er dersom maskinen man har inneholder en timer-funksjon. De fleste slike maskiner som man kjøper i dag har dette innebygget, noe som gjør det enkelt å planlegge når de skal starte. Batterier og andre mulige lagringsmetoder finnes på markedet, men dette arbeides fortsatt mye med og er per i dag en dyr og lite tilfredsstillende investering.

For privatpersonene som velger å installere solceller vil en energiomstilling mest sannsynlig være av relativ stor betydning. Menneskers livsstil og helse er i stadig endring mot både grønne løsninger og økologiske alternativer. Dette kan være faktorer som bidrar til større nysgjerrighet rundt en energiomstilling og at flere etterhvert kan ønske å produsere egen strøm, noe som vil anses som en gevinst på lang sikt.

Når man skal vurdere omfanget av en energiomstilling for personer, området eller miljøet rundt vil det mest sannsynlig ikke påvirke andre nevneverdig. Mest sannsynlig vil ikke naboer eller nærområder merke noe til denne endringen. Likevel vil omfanget kun bli vurdert til middels positivt, fordi man ikke kan si med hundre prosent sikkerhet at de ikke vil bli berørt av tiltaket.

	Betydning	**Omfang**	**Konsekvens**
Energiomstilling	Stor	Middels positivt	++/+++

Konsekvensmatrisen vil derfor kunne se ut som dette dersom tiltaket blir gjennomført. Og viser at en energiomstilling i størst grad vil gi en middels til stor positiv konsekvens.

Miljøgevinster: - Ved vurderingen av miljøgevinster vil man se på betydningen og omfanget som tiltaket vil gi sett i forhold til basisalternativet. Dersom Norge hadde hentet sin elektrisitet fra fossile energikilder ville det vært svært sannsynlig at hensynet til miljøet hadde hatt enda større innvirkning på denne analysen. Men fordi energien vi bruker i Norge i dag i all hovedsak blir hentet fra vannkraft er ikke insentivet om miljøgevinst like stort. Men man skal vite at energien man får fra vannkraftverkene også er et omstridt tema. Fordi store kraftverk og regulering av vassdragene fører til store inngrep i naturen. Derfor bør man tenke på solceller som minst et like godt alternativ for miljøet som vannkraft. Ingen av alternativene medfører CO_2 utslipp, og kan derfor anses som likeverdige i dette tilfellet. Fordelen ved å bruke en tilleggs-energi som solceller kan være at man kan redusere eget CO_2 utslipp fra f.eks. vedfyring. En annen fordel ved installasjon av solceller er at man kan utnytte solenergiens ressurser og privatpersoners eget takareal til noe miljøeffektivt. Dette kan bidra til å vise at man som privatperson tar samfunnsansvar ovenfor de alt for høye klimagassutslippene vi har i Norge og verden per i dag.

Betydningen av tiltaket kan derfor anses å være middels til stort for de som ønsker å installere solceller. Når man skal vurdere omfanget av tiltaket kan man anta at dette vil være ubetydelig til litt positivt i matrisen. Dett er fordi tiltaket vil ikke medføre store endringer for hverken miljøet eller enkeltpersoner i forhold til dagens miljøgevinst.

	Betydning	Omfang	Konsekvens
Miljøgevinst	Middels til stor	Ubetydelig til litt positivt	0/+

Konsekvensmatrisen vil derfor kunne se ut som dette dersom tiltaket blir gjennomført. Og viser at en miljøgevinst vil gi en ubetydelig men liten positiv konsekvens.

4.2 Trinn 4: Beregne økonomisk lønnsomhet

Etter at man har beregnet og verdsatt nytte og kostander ved de ulike tiltakene i trinn 3 vil man her gå videre å beregne nåverdien slik at man kan summere nyttevirkningene og kostnadene som påløper i de ulike årene. Formålet da er å finne ut om den verdsatte nytten vil overstige kostnadene eller motsatt. Dersom nytten overstiger kostnadene vil man se den økonomiske lønnsomheten til hvert tiltak og man kan rangere de ulike tiltakene. Siden kostnader og nytte gjerne oppstår på ulike tidspunkt benytter man seg av nåverdimetoden for å kunne omregne alle virkningene til et felles tidspunkt. Man vil da lettere kunne sammenstille de virkningene som påløper på de ulike tidspunktene. For å gjøre dette må man fastsette en analyseperiode og en kalkulasjonsrente. Analyseperioden er på samme måte som kalkulasjonsrenten en størrelse av stor betydning når vi skal beregne økonomisk lønnsomhet. Perioden vi tar for oss må som hovedregel være tilstrekkelig lang slik at man får inkludert alle de gevinstene og kostnadene man mener vil være sentrale. Dette gjelder også eventuelle verdier som kommer lengre frem i tid. Ofte kommer kostnadsvirkningene ganske tidlig, imens nyttevirkningene ikke kommer før senere i perioden. Hva som er riktig periodelengde å bruke kommer helt an på tiltaket og må vurderes nøye i det aktuelle tilfellet. Dersom analyseperioden blir satt til å være for lang vil tiltaket kunne fremstå som mer lønnsomt enn hva det egentlig er og motsatt dersom analyseperioden blir for kort. Dersom det er vanskelig å vite hvor lang tidsperiode man skal bruke kan det være nyttig å se på tidligere undersøkelser innenfor samme kategori for å finne ut hva som er brukt tidligere.

Analyseperiode: - I tillegg til punktene som er nevnt over er hovedprinsippet som fremgår av Det Kongelige Finansdepartementets rundskriv (R-109/14) at analyseperioden settes så nær antatt levetid på tiltaket som mulig. For en fysisk investering som dette vil tiltaket reflektere antatt levetid på solcellepanelene. Antatt levetid for et solcelleanlegg blir som regel satt til 25

år, men kan ofte operere nærmest feilfritt i minst 30 år (NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, 2017, 17.04). Dersom det skjer store teknologiske endringer innenfor området man studerer er dette noe som vil redusere analyseperioden. Solceller er i stadig utvikling i forhold til kvalitet, men selv om det kan skje endringer på området vil det ikke forringe den antatte levetiden som allerede er satt. Derfor blir analyseperioden satt til 25 år.

Kalkulasjonsrente: - Her vil det bli brukt en risikofri rente (2,5%) med påslag av systematisk risiko (1,5%). Finansdepartementets anbefaling fra 2012 vil være aktuell i beregningene. Det vil si at den risikojusterte renten basert på 25 års analyseperiode vil være 4% (NOU 2012: 16).

Netto nåverdi beregninger:

Videre vil jeg vise netto nåverdiberegningene av de ulike alternativene, med forutsetningene for analyseperiode og kalkulasjonsrente nevnt ovenfor. Alle beregninger er foretatt i Microsoft Excel.

- **Alternativ 1, Med eksisterende støtteordning fra Enova**

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:			-	-	
Salg av overskuddsstrøm		360	-	-	360
Kostnadsbesparelse strøm		3 213	-	-	3 213
Investeringsstøtte	15 250		-	-	
Sum nyttevirkninger	15 250	3 573	-	-	3 573
Kostnadsvirkninger:			-	-	
Total investeringskostnad	73 132		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		366	-	-	366
Sum kostnadsvirkninger	73 132	366	-	-	366
Netto nytte før neddiskontering	-57 882	3 207	-	-	3 207
Netto nåverdi av tiltaket	**-kr 7 777**				

Beregnet netto nåverdi er -7 777 kr, som er summen av neddiskontert årlig resultat for alle årene i analyseperioden.

- **Alternativ 2, Med aktuell svensk støtteordning**

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		360	-	-	360
Kostnadsbesparelse strøm		3 213	-	-	3 213
Investeringsstøtte	25 596		-	-	
Sum nyttevirkninger	25 596	3 573	-	-	3 573
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	73 132		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		366	-	-	366
Sum kostnadsvirkninger	73 132	366	-	-	366
Netto nytte før neddiskontering	-47 536	3 207	-	-	3 207
Netto nåverdi av tiltaket	**kr 2 570**				

Beregnet netto nåverdi er 2 570 kr, som er summen av neddiskontert årlig resultat for alle årene i analyseperioden.

4.3 Trinn 5: Synliggjøre usikkerhet

Ved beregning av netto nåverdier i trinn 4 kan man se av resultatene at det ene alternativet er økonomisk lønnsomt, imens det andre alternativet ikke er det. Dette viser at dersom man skal investere i solceller i Norge i dag, vil det ikke være økonomisk lønnsomt med den støtteordningen vi allerede har fra Enova. Avkastningen ved en installasjon av solceller vil med andre ord være lavere enn avkastningskravet. Med bakgrunn i at den svenske støtteordningen er høyere enn Enova sin støtteordning, vil jeg anta at det er nyttesiden (kostnadsbesparelsen) som vil ha størst påvirkningsfaktor på den økonomiske lønnsomheten. Men, det kan også være andre usikre momenter eller faktorer som kan påvirke resultatet, enten positivt eller negativt. Dette gjelder både på nytte- og kostnadssiden.

Etter beregning av netto nåverdi bør man derfor videre ta hensyn til at det finnes slike usikre faktorer ved beregningene. Usikkerhet og avvik fra forventet resultat kan komme av ulike årsaker, men ofte er det forbundet med risiko. Da snakker man om systematisk risiko og

usystematisk risiko. Selv om dette trinnet av analysen er spesielt viet til å synliggjøre risiko vil man i stor grad allerede ha luket vekk en god del i de foregående trinnene. Dette gjelder spesielt i trinn 2 hvor man luker vekk alternativene med unormal høy risiko og trinn 4 hvor kalkulasjonsrenten blir korrigert for systematisk risiko. Derfor kan man lure litt på hvorfor man trenger å se på usikkerheten ved et tiltak enda en gang. Dette kan komme av at det finnes usikkerhet i faktorer som ikke kan tallfestes eller verdsettes. Eksempler på disse faktorene kan være:

- Etterspørsel eller behov for en tjeneste
- Teknologiske endringer kan forekomme
- Manglende eller for dårlig datagrunnlag
- Omfanget av vedlikehold
- Investeringskostnaden
- Restverdien på investeringene

Alle disse vil kunne være usikre momenter som kan slå ut på lønnsomheten til et tiltak. For å finne ut hvordan de usikre faktorene kan slå ut på tiltakets lønnsomhet kan man gjennomføre usikkerhetsanalyse ved hjelp av en følsomhetsanalyse, en scenarioanalyse eller en simulering. Ved både følsomhets- og scenarioanalyser vil man undersøke hva som skjer med kontantstrømmen dersom det er endringer eller avvik fra basisforutsetningene. I en slik analyse vil spredningen i de mulige nåverdiene være et utrykk for investeringens risiko, derfor må man huske å alltid bruke et risikofritt avkastningskrav i slike analyser. Dette er for at man ikke skal dobbeltelle for risiko, med både risikojustert rente og risikoen i spredningen i de mulige nåverdiene (Bøhren og Gjærum, 2003). Den risikojusterte renten på 4 % som ble brukt ved beregningene i trinn 4 vil derfor justeres for risiko ved videre beregninger i scenario- og følsomhetsanalysen. Den risikofrie renten er som nevnt tidligere i oppgaven 2,5 %.

I denne oppgaven vil det være flere usikre variabler, men de variablene det knytter seg størst usikkerhet til er investeringskostnaden og strømprisene. Dette er fordi de i stor grad vil påvirke både nytte- og kostnadssiden ved de ulike alternativene. Disse vil derfor være hensiktsmessig å se nærmere på. Først vil jeg gjennomføre en scenarioanalyse, deretter en følsomhetsanalyse. Grunnen til at man med fordel kan lage ulike scenarioer i denne studien er at det er stor sjanse for at disse variablene vil kunne slå ut på samme tid. Derfor vil det testes for både positive og negative mulige utfall. Ved gjennomføring av en scenarioanalyse vil man ha mulighet til å se hvordan de usikre faktorene vil virke sammen. Man kan teste mange ulike scenarioer for hvordan strømpriser og investeringskostnader vil komme til å øke eller bli redusert i fremtiden. Men det kan være vanskelig å vite eksakt hvilke grenser man skal bruke for å vurdere ulike utfall. I mine beregninger er det ulike scenarioer som baserer seg på både økning og reduksjon i prisene sett i forhold til hverandre. Før jeg beskriver de aktuelle scenarioene kommer en kort forklaring på aktuelle prognoser for fremtiden.

I følge Kringstad et al (2016, s.49) sine prognoser om forventet kraftpris i Norge mener de at disse kan stige markant og opptil 60 % frem mot 2030 og deretter holdes mer stabil fra 2030 til 2040. Det gjennomsnittlige kraftprisnivået i Norge mener de i all hovedsak følger Tyskland sine priser, men med variasjoner og avvik som kommer på grunn av større endring i temperaturnivå (sommer og vinter). Utviklingen rapporten bygger på er basert på forventede *"økte gasspriser, høyere CO_2-pris og at gasskraft blir prissettende i en større andel av tiden når kjernekraft, kull og lignitt blir lagt ned"* (Kringstad et al. 2016, s.50). Dette er alle faktorer som i stor grad vil påvirke kraftprisene i Europa og Norden i årene frem mot 2040, og som også vil ha stor påvirkning til økning i de norske prisene.

I forhold til prisen på selve investeringen i solceller er det som nevnt innledningsvis i oppgaven vært store prisreduksjoner på solceller de seneste årene. Og prognosene tilsier at denne prisreduksjonen vil fortsette i årene som kommer. Som følge av enorm vekst i det

globale markedet er det forventet at prisene på selve modulene vil kunne reduseres med 40 - 50 % innen 2030. Imens en rimelig antagelse i Norge vil være at de totale investeringskostnadene vil kunne reduseres med 30 - 40 % innenfor samme tidsrom (Jensen og Ødegård, 2016).

Disse to usikre faktorene er vanskelig å kontrollere på noen som helst måte, og man vil ikke ha noen mulighet til å påvirke usikkerheten rundt deres verdier. Usikkerheten i analysen kan derfor ikke reduseres i den grad man ikke vil ha noen påvirkningskraft til de usikre variablenes verdier. Det eneste man vet er at disse variablenes verdier ikke vil være konstante gjennom analyseperioden. Derfor vil det være aktuelt å se på ulike utfall som kan være reelle usikre momenter. Videre har jeg listet opp ulike scenarioer.

Scenarioer med utgangspunkt i dagens priser:

- ***Scenario 1:*** Mest optimistiske utfall. Basert på prognosene nevnt over, hvor begge prognosene vil slå ut maksimalt samtidig. Strømpris øker med 60 % samtidig som totale investeringskostnader reduseres med 40 %.
- ***Scenario 2:*** Basert på at de økte kraftprisene kommer opp i mot hva prognosene sier, imens den globale veksten på solceller stagnerer og gjør at prisene på solceller ikke reduseres i like stor grad. Strømprisen øker med 40 % samtidig som totale investeringskostnader reduseres med kun 10 %.
- ***Scenario 3:*** Istedenfor å følge prognosene er dette scenarioet basert på pessimistiske verdier for både nytte- og kostnadsvirkningene. For nyttesiden betyr det at strømkostnaden blir redusert med 20 %. Og på kostnadssiden betyr det at investeringskostnaden øker med 20 %.

Scenario 1 og 2 har jeg laget med utgangspunkt i prognosene. Men siden man ikke har noen garanti for at disse skal bli en realitet har jeg laget et pessimistisk utfall i scenario 3. Ved

beregningene forutsetter jeg at forventningsprisen ved salg av overskuddsstrøm endres på lik linje som kraftprisen/strømprisen ellers i markedet. De nye netto nåverdiene blir som følge av de ulike scenarioene som følger (beregninger ses i vedlegg 2).

	Alternativ 1	Alternativ 2
NNV Scenario 1:	72 657	69 800
NNV Scenario 2:	35 530	43 317
NNV Scenario 3:	-27 929	-12 463
V før usikkerhet:	-7 777	2 570

Kommentar til scenarioene:

Med bakgrunn i de ulike prognosene ved scenario 1 og 2 vil begge alternativene kunne anses å bli mer økonomisk lønnsomme enn basisalternativet, uavhengig av hvilken støtteordning man har. Ved scenario 3, som var det mest pessimistiske utfallet, vil ikke en investering i solceller kunne anses å være økonomisk lønnsom. Dette viser at dersom virkeligheten går i den retningen prognosene sier vil fremtiden se lys ut for private solcelleinvesteringer.
En svakhet ved analyser som dette vil være at det finnes svært mange mulige kombinasjoner av utfall. Og at scenarioene i stor grad blir valgt ut basert på et stort anslag av skjønn. I tillegg må man huske på at slike usikkerhetsberegninger kun vil si noe om mulige konsekvenser ved avvikene sett i forhold til forventningsverdien. De vil ikke danne grunnlag for å si noe om sannsynligheten for at avvikene skal opptre.

Scenario 1: Det prognosebaserte scenarioet viser at dersom prognosene om økte kraftpriser og reduserte investeringskostnader vil slå ut maksimalt på likt, vil det i stor grad være gunstig å investere i solceller. Den økonomiske lønnsomheten vil være størst ved alternativ 1, sett i forhold til basisalternativet. Om man vurderer de ulike støtteordningene (alternativ 1 eller 2) vil det ikke være noen vesentlig forskjell mellom eksisterende og aktuell støtteordning når

investeringskostnaden reduseres med så mye som 40 %. Dette er fordi Enova sin støtteordning vil forbli uendret imens den svenske prosentbaserte støtteordningen naturligvis vil gå ned tilsvarende reduksjonen i den totale investeringskostnaden.

Scenario 2: Her viser resultatene at med bakgrunn i de økte kraftprisene vil en investering i solceller øke den økonomiske lønnsomheten vesentlig, selv om prisene på solceller ikke reduseres mer enn med 10 % i forhold til prisene i dag. Den økonomiske lønnsomheten vil være størst ved alternativ 2, sett i forhold til basisalternativet.

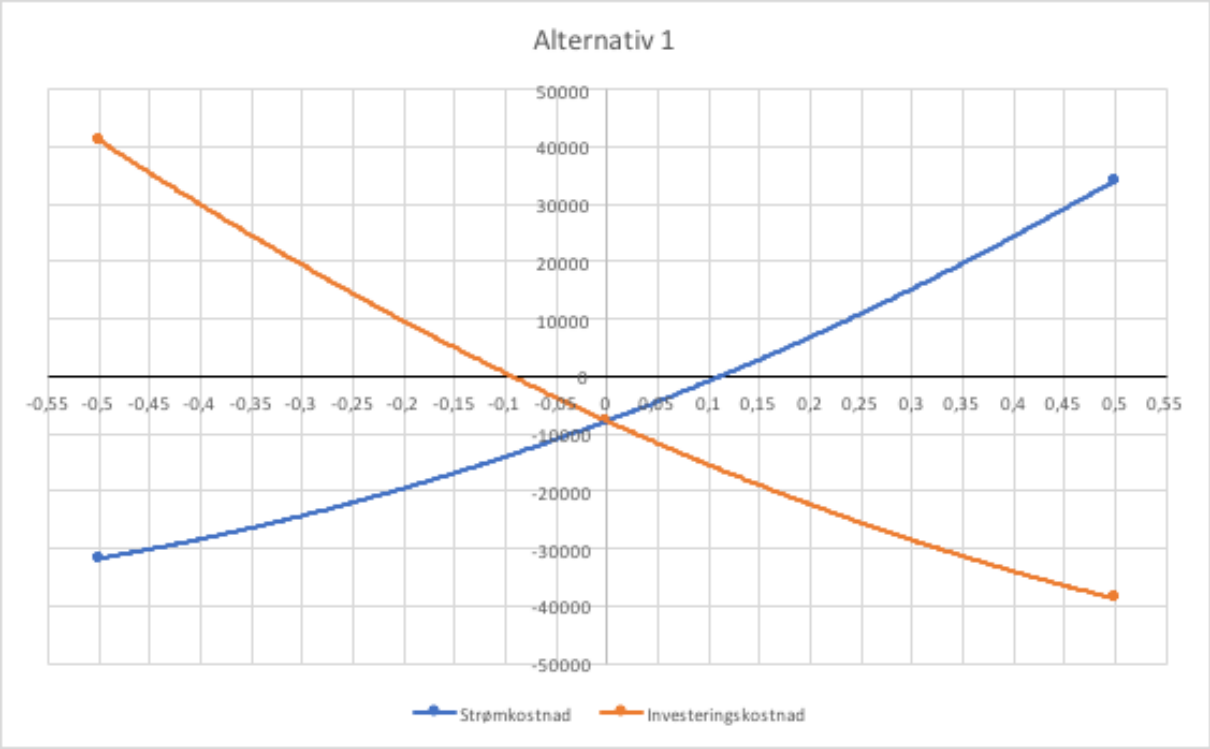
Scenario 3: Det mest pessimistiske scenarioet viser at dersom begge de usikre pessimistiske variablene slår inn på likt vil ingen av alternativene fremstå som økonomisk lønnsomme, sett i forhold til basisalternativet.

Dersom man sammenligner scenario 1 (mest positive) og 3 (mest pessimistiske) kan man se at lønnsomheten ved de ulike alternativene ikke vil være robust med hensyn til endringer ved de usikre faktorene. Med andre ord vil de usikre faktorene, strømkostnad og investeringskostnad, være sårbare momenter for den økonomiske lønnsomheten ved en investering. Mest sårbart vil det være for alternativ 1, der et pessimistisk anslag på både strømkostnad og investeringskostnad vil gi ytterligere og vesentlig negativ netto nåverdi.

Siden man ved disse tre ulike scenarioene har sett på to usikkerhetsmomenter slå inn samtidig kan man ikke si med sikkerhet hvilket av disse to som vil påvirke lønnsomheten i størst grad. Man kan heller ikke si noe om forholdet i endringen dem i mellom, eller sannsynligheten for det ene eller andre utfallet. Det kan man heller ikke med en følsomhetsanalyse, men den kan hjelpe til å danne et bilde av hvordan NNV endrer seg når en og en usikkerhetsfaktor endres. Derfor har jeg valgt å gjøre disse endringene, en etter en, og deretter satt inn hvordan dette påvirker NNV i tabellen under (beregninger ses i vedlegg 3).

Usikkerhetsfaktor	Netto nåverdi ved endring til **pessimistisk** verdi	Netto nåverdi, forventningsverdi	Netto nåverdi ved endring til **optimistisk**verdi
Alternativ 1: Strømkostnad	*Reduseres med 50 %* -31 704	-7 777	*Øker med 50 %* 34 126
Investeringskostnad	*Øker med 50 %* -38 723	-7 777	*Reduseres med 50 %* 41 146
Alternativ 2: Strømkostnad	*Reduseres med 50 %* -21 358	2 570	*Øker med 50 %* 44 473
Investeringskostnad	*Øker med 50 %* -15 579	2 570	*Reduseres med 50 %* 38 694

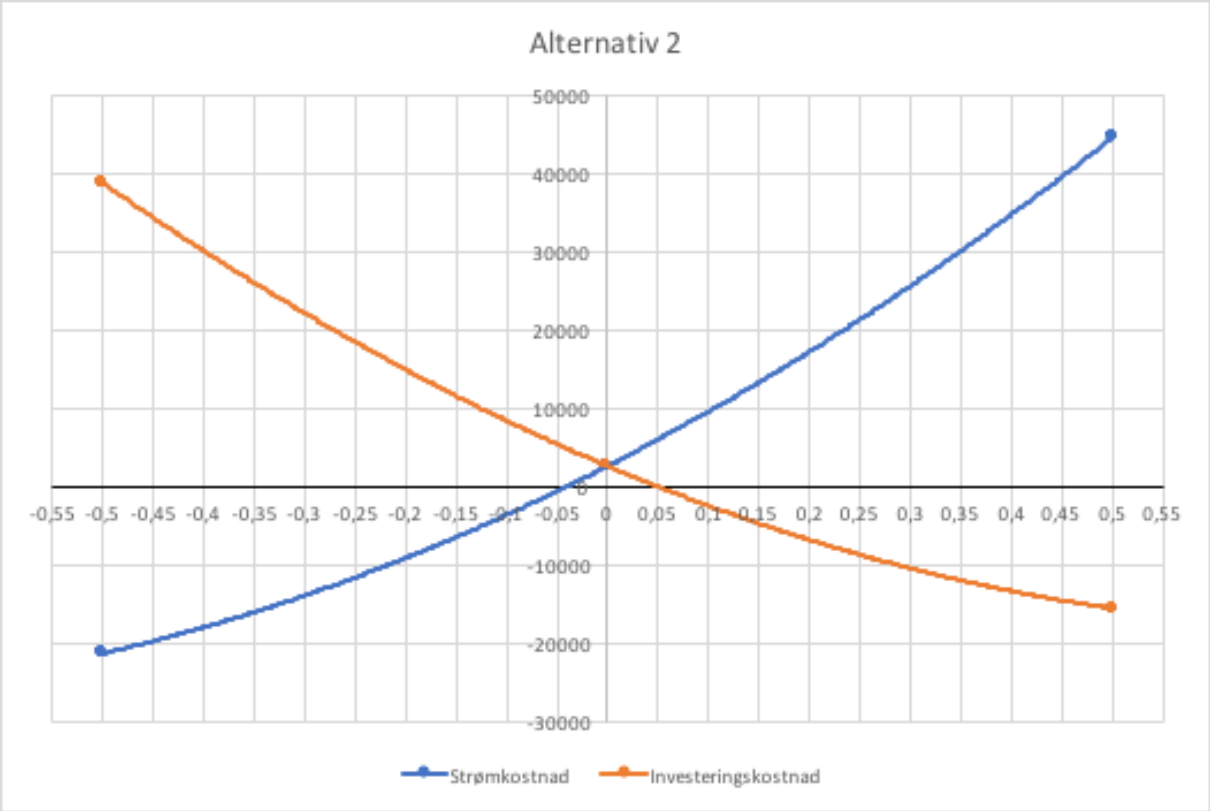
Tabellen viser pessimistiske og optimistiske utfall for de usikre variablene, hvor det er sett på en økning og reduksjon på 50 %. Dette kan lettere ses i diagrammene under.



For at alternativ 1 skal bli lønnsomt kan man se ut fra diagrammet at enten punkt 1 eller punkt 2 under må inntreffe:

1: Strømkostnaden må øke med mer enn ca. 11,5 % for at NNV > 0.

2: Investeringskostnaden må reduseres med mer enn ca. 9 % for at NNV > 0.



Alternativ 2 er allerede økonomisk lønnsomt så her vil man kunne se på de kritiske faktorene som må inntreffe for at investeringen ikke lengre vil lønne seg. De kritiske faktorene for alternativ 2 vil være når enten punkt 1 eller punkt 2 under vil inntreffe:

1: Strømkostnaden reduseres med ca. 3,5 % før NNV < 0.

2: Investeringskostnaden øker med ca. 5 % før NNV < 0.

Denne følsomhetsanalysen vil ikke fortelle oss noe om virkningsgraden mellom disse usikkerhetsfaktorene, men heller danne et bilde av hvor liten økning eller reduksjon som skal til for at netto nåverdien vil bli positiv eller negativ. Det mest interessante ved disse diagrammene mener jeg vil være ved alternativ 1. Dette er fordi her kan man se hvilke endringer som ”må til” for at en privat solcelle investering i Norge skal kunne bli økonomisk lønnsom, dersom den støtteordningen vi allerede har tilgjengelig fra Enova ikke blir endret. En forholdsvis stor svakhet ved en følsomhetsanalyse som dette er at den er partiell, det vil si at bare en faktor endres av gangen. Noe det vil være liten sannsynlighet for at vil være tilfelle i virkeligheten (Bøhren og Gjærum, 2003).

4.4 Trinn 6: Gi en samlet vurdering og anbefale

Som siste trinn i analysen skal man gi en samlet vurdering på tiltaket. Ofte vist som en rangert fremstilling hvor formålet er at dette skal munne ut i en anbefaling om et tiltak.

I tabellen under er hovedresultatene fra analysen presentert på en sammensatt og oversiktlig måte.

	Alternativ 1 (Eksisterende støtteordning)	**Alternativ 2 (Svensk støtteordning)**
Prissatte virkninger (nåverdier):		
Nyttevirkninger:		
Salg av overskuddsstrøm	360	360
Kostnadsbesparelse strøm	3 213	3 213
Investeringsstøtte	15 250	25 596
Kostnadsvirkninger:		
Total investeringskostnad	73 132	73 132
Drifts- og vedlikeholdskostnader	366	366
I. Beregnet økonomisk lønnsomhet (netto nåverdi)	-7 777	2 570
Ikke-prissatte virkninger:		
Nyttevirkninger:		
Energiomstilling	++/+++	++/+++
Miljøgevinst	0/+	0/+
Kostnadsvirkninger:		
Sjenerende paneler	--	--
II. Samlet vurdering ikke-prissatte virkninger (rangering basert på pluss- minus metoden)	1	1
Usikkerhetsvurdering:		
Netto nåverdi ved mest optimistisk og mest pessimistisk utfallsrom fra scenarioanalysen	57 252 til -34 709	55 297 til -19 244
Rangering etter økonomisk lønnsomhet (samlet vurdering av I, II og usikkerhetsvurderingen)	**2**	**1**

Som man kan se ved de ulike investeringsalternativenes netto nåverdier er det kun alternativ 2 som vil være økonomisk lønnsomt sett i forhold til basisalternativet. Dette betyr at med den støtteordningen vi har i Norge i dag vil det ikke anses å være økonomisk lønnsomt å installere solceller i private husholdninger.

Ved vurdering av de ikke-prissatte virkningene vil det være både positive og negative virkninger ved en installasjon av solceller. Forskjellen på alternativene vil kun være de ulike støtteordningene, derfor vil rangeringen her være lik. Dersom man skal sammenligne de to alternativene med basisalternativet, vil en investering i solceller kunne gi større nyttevirkninger enn om man ikke investerer.

Videre må man se på usikkerheten som er knyttet til alternativene. Det vil være usikkerhet knyttet til begge alternativene, men usikkerheten kan anses å være størst ved alternativ 1. Dette er fordi ved beregning av pessimistiske verdier på de usikre variablene vil NNV bli mest negativ ved alternativ 1.

Ved rangering av tiltakene trekkes det en helhetlig vurdering av både økonomisk lønnsomhet, ikke-prissatte virkninger og usikkerheten. Netto nåverdiene viser at alternativ 2 er det eneste alternativet som vil være økonomisk lønnsomt. Ikke-prissatte virkninger rangeres likt. Og ved beregning av alternativenes usikkerhet er den størst ved alternativ 1, som betyr at alternativ 2 vil være å foretrekke. Når man setter sammen disse resultatene til en rangering vil det derfor være alternativ 2 som kan anses å være det alternativet som gir høyest økonomisk lønnsomhet sett i forhold til basisalternativet.

Gevinstplan: Dersom man installerer solceller i private hjem vil denne investeringen kunne gi enkelte gevinster som er verdt å nevne til slutt. Dette gjelder i hovedsak:

- Man kan føle en ekstra nytte ved å bruke egenprodusert, gratis energi.
- Man blir mer bevisst på hvor mye strøm man faktisk bruker.
- Man vil spare miljøet, til en viss grad mer enn i dag.

5 Diskusjon og Konklusjon

5.1 Diskusjon

Denne oppgaven har tatt utgangspunkt i eksisterende teori om samfunnsøkonomiske analyser, men er blitt forenklet med bakgrunn i at studien foregår på mikronivå. Beregningene som er foretatt og resultatene som fremkommer gjenspeiler derfor hvordan en investering i solceller vil slå ut for en privat forbruker. Og hvordan en slik investering eventuelt vil ha mulighet til å være, eller bli, en kostnadseffektiv løsning med høy nytteverdi. I kapittelet vil det bli diskutert både resultater og utfordringer ved analysen.

- **Resultater**

Resultatet fra analysen viser at dersom det blir innført et litt bedre alternativ til dagens støtteordning, vil solceller i fremtiden ha stor mulighet for å bli en mer gunstig investering for privatpersoner i Norge. Dog vil det ikke anses å være økonomisk lønnsomt å investere i Norge i dag. Per i dag vil man altså være avhengig av økt støtteordning fra stat eller kommune dersom man vil investere i solceller, og i tillegg kunne si at det er økonomisk lønnsomt. Disse resultatene er i tråd med Timilsina et al. (2012) sin studie, hvor de konkluderte med at politisk støtte ville være nødvendig i flere tiår for å opprettholde og øke veksten av solenergi i både utviklede og utviklingsland. Og at en slik økonomisk støtte vil bidra til at en solcelleinvestering vil være aktuelt for en større gruppe mennesker.

Dersom en økning i støtteordningene i Norge ikke vil tre i kraft med det første, viser analysens usikkerhetsberegninger at både strømpriser og investeringskostnader kan være med å påvirke en solcelleinvesterings lønnsomhet. Prognosene for fremtiden viser økte strømpriser og reduserte investeringskostnader, noe som kan bidra til at en investering vil være aktuelt i

Norge selv uten endring i støtteordningene. Dette er likevel en noe usikker måte å tenke på, fordi man vet aldri hvor riktig eller feil prognoser for fremtiden vil være.

Ved arbeidet med denne delen av analysen er det derfor laget et anslag på hvor mye hver usikkerhetsfaktor faktisk må øke eller reduseres for at en investering skal anses som lønnsom. Resultatet viser at dersom strømprisen øker med over 11,5 %, vil NNV bli positiv. Dette betyr at dersom støtteordningen fra Enova forblir som i dag og at gjennomsnittlig strømpris per/kWh øker til over 1,02 kr, vil en investering i solceller være bedre enn basisalternativet.

Det samme gjelder dersom investeringskostnaden reduseres slik prognosene sier. Resultatet fra analysen viser at dersom Enova støtten forblir uendret og investeringskostnaden reduseres med mer enn 9 % vil NNV også i dette tilfellet bli positiv. Det betyr en reduksjon i investeringskostnaden fra kr 73 132 til kr 66 550.

- **Utfordringer og usikkerhet**

En svakhet med estimatene på solcelleprisene vil være at det ikke er tatt i betraktning hvor i Norge man bor. Prisene som er brukt er beregnet i forhold til at man bor på sentrale steder på Østlandet. Det kan derfor forekomme avvik i prisen i forhold til frakt, levering og installasjonspris dersom man bor i mindre sentrale områder. Med mindre sentrale områder mener jeg i de tilfellene leverandøren holder til flere timers bilkjøring unna, og bruker vesentlig lengre tid på en leveranse og installasjon.

En annen begrensning ved bosted i forhold til oppgaven er at siden den ikke tar hensyn til hvor i Norge du bor vil avgitt effekt fra panelene kunne avvike noe fra estimerte tall i analysen. Det kan være forskjell på solinnstrålingen per dag om du bor sør, øst, nord eller vest i landet. Men som nevnt innledningsvis viser tidligere forskning at solinnstrålingen i stor grad

er god nok uansett hvor i Norge man bor, derfor er ikke dette tatt videre hensyn til i denne oppgaven.

En utfordring ved oppgavens usikkerhetsanalyse kan være de ulike scenarioene som er valgt. Da scenarioene ikke nødvendigvis vil stemme med hvordan fremtiden blir. Man kunne vurdert flere og ulike scenarioer, men med de begrensningene som følger av oppgavens størrelse mener jeg de tre scenarioene jeg valgte var mest relevant for å besvare problemstillingen i denne studien.

Ved gjennomføringen av analysen kan også vurderingen av de ikke-prissatte virkningene være et usikkerhetsmoment. Ikke bare fordi jeg har skrevet analysen alene, og at viktige ting eller elementer kan bli glemt eller utelatt. Men også fordi det i tillegg kunne vært andre ikke-prissatte virkninger som vil kunne påvirke resultatene uten at jeg har tenkt på å ta det med.

Solcellenes teknologiske utvikling kan ikke anses å være et usikkerhetsmoment i negativ forstand. For med den historiske utviklingen vi kan se tilbake på vil en videre utvikling av virkningsgrad og effekt kunne bidra positivt og til økt interesse rundt solceller. Dersom den teknologiske utviklingen av energilagringsmuligheter for solenergien også vil øke, vil nytteverdien og kostnadsbesparelsen ved en installasjon mest sannsynlig øke betraktelig.

Med dagens støtteordninger har ikke interessen for solceller vært særlig stor. Interessen har i hovedsak kommet av andre grunner. Enten om det er ønske om å produsere og bruke egen energi. Eller om installasjonen har blitt foretatt med bakgrunn i et ønske om å spare miljøet i fremtiden. Dog kan man se en annen utvikling ved antall installasjoner i Oslo kommune. En ekstra støtteordning for at folk skal bli mer bevisst på miljøet, har fungert i stor grad. Man ser betydelig forskjell i antall installasjoner i Oslo, sammenlignet med resten av

landet. Dersom man kunne fått innført en slik type støtteordning i resten av Norge også, er det stor sannsynlighet for at investeringsviljen til befolkningen vil øke.

- **Diskusjonsavslutning**

Det er mye som tyder på at politisk tilrettelegging, folkelig engasjement og kunnskapsnivå vil være avgjørende for hvor fort en eventuell omstilling til flere solcelleinstallasjoner vil gå. I Norge lever man godt av både lett tilgjengelig energi fra vannkraft og regjeringens bruk av oljepenger, noe som har gjort at vi ikke har brydd oss noe særlig om hverken energieffektivisering eller bruk av andre fornybare energikilder. Med en gratis evigvarende energikilde som solenergi er installert hjemme, vil det gi større frihet til enkeltpersoner ved at de blir mindre avhengig av egen kraftleverandør. Og man vil gjøre egne tiltak i hjemmet som vil fortsette å spare miljøet i fremtiden. Med teknologi- og prisutvikling på lagringsmetoder for solenergien vil dette kunne bidra til enda høyere nytteverdi for private husholdninger i form av større reduksjon i strømkostnadene.

5.2 Konklusjon

Med bakgrunn i denne kost- nytte analysen har jeg arbeidet med å finne svar på oppgavens problemstilling, som ble nevnt innledningsvis.

"Hvordan kan en solcelleinvestering i private hjem bli en kostnadseffektiv løsning med høy nytteverdi?"

Resultatene viser at en privat solcelleinvestering med dagens støtteordning fra Enova, ikke kan anses å være lønnsomt. På motsatt side vil en slik investering være lønnsom med en bedre type støtteordning. En økning i forhold til nåværende støtteordning indikerer derfor at dette vil gjøre en investering i solceller mer kostnadseffektiv, sammenlignet med alternativet.

Nyttevirkningene en privat husholdning får ved en solcelleinstallasjon vil være høyere enn kostnadsvirkningene, noe som vil bidra til å besvare min problemstilling.

Dersom støtteordningen i Norge økes fra dagens nivå vil dette bidra til at private solcelleinvesteringer kan bli en kostnadseffektiv løsning med høy nytteverdi.

5.3 Videre arbeid

Per i dag finnes det allerede flere rapporter og beregninger om hvor lang tid det vil ta før en solcelleinstallasjon har tjent inn seg selv. På samme måte som ved denne analysen vil disse rapportene også inneholde usikre momenter i forhold til prisutviklingen på solcellene, noe som gjør at slike studier blir foretatt igjen og igjen. Spesielt ettersom teknologien, prisene og markedene utvikler seg. Selv om dette vil fortsette å være et relevant forskningsfelt, er det andre momenter som også kan være interessant å forske mer på. Et eksempel på dette kan være:

- Når kan man oppnå nettparitet i Norge? Det vil si, når har man nådd en produksjonskostnad på solceller som kan konvertere med konvensjonell kraft-produksjonskostnad? I land med høye strømpriser kan man se at nettparitet allerede er nådd. Hva vil være utslagsgivende i Norge?

6 Litteratur

Barstad, H. (2016, 09.11) Priskrig om solstrøm - betaler 1 krone per kWh. *Europower.* Hentet fra http://www.europower.com/Public/article272165.ece

Boardman, A. Greenberg, D. Vining, A. Weimer, D. (2014). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice,* Great Britain: Pearson.

Bøhren, Ø. og Gjærum, P. I. (2003). *Prosjektanalyse.* Bergen, Skarvet Forlag.

Chen, C. J. (2011). *Physics of Solar Energy*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons.

Det Kongelige Finansdepartement - Rundskriv (R-109/14). Hentet 09.04.17. https://dfo.no/Documents/FOA/publikasjoner/rapporter/r_109_2014.pdf

Direktoratet for økonomistyring (2014). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser.* Hentet fra https://dfo.no/Documents%2FFOA%2Fpublikasjoner%2Fveiledere%2FVeileder_i_samfunns økonomiske_analyser_1409.pdf

Energimyndigheten (2016, 17.10). Stöd till solceller. Hentet fra http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solenergi/solceller/stod-till-solceller/

Energimyndigheten (2016, 21.12). 12 miljoner för energilagring i hemmet. Hentet fra http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2016/12-miljoner-for-energilagring-i-hemmet/

Enova. (2016, 28.05). Tilskudd for el-produksjon. Hentet fra http://www.enova.no/finansiering/privat/enovatilskuddet-/el-produksjon/tilskudd-for- el-produksjon/914/1981/

Enova (2017, 10.04). El-produksjon. Hentet fra https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/el-produksjon-/

Gram-Hanssen, K., Christensen, T. H., og Petersen, P. E. (2012). Air-to-air heat pumps in real-life use: Are potential savings achieved or are they transformed into increased comfort? *Energy and Buildings, 53*, 64-73. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.06.023

Hafslund (2017, 18.04). Hva er en plusskunde? Hentet fra https://www.hafslundnett.no/oss/hva_er_en_plusskunde_/14398

Hauge, Å. L., Sørnes, K, Godbolt, Å. L., Kristjansdottir, T., Sørensen, Å. L., og Fredriksen, E. (2014) *Suksessfaktorer for økt bruk av solvarme*. (SINTEF Notat 10). Hentet fra https://www.sintefbok.no/book/download/989/sintef_notat_10pd

Hagos, D. A., Gebremedhin, A., og Zethraeus, B. (2014). Solar Water Heating as a Potential Source for Inland Norway Energy Mix. *2014*. doi:10.1155/2014/968320

Hansjürgens, B. 2004. *Economic valuation through cost-benefit analysis – possibilities and limitations.* Toxicology, 205, 241-252.

Jensen, N og Ødegård, P. (2016) *MOT LYSERE TIDER Solkraft i Norge – Fremtidige muligheter for verdiskaping.* Hentet fra http://awsassets.wwf.no/downloads/160315_wwf_a4_screen_spread.pdf

Johannessen, A., Tufte, P. A. og Christoffersen, L., (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode.* Oslo, Abstrakt forlag.

Kringstad, A. Bøhnsdalen, E. T. Døskeland, I. H. Västermark, K. L. Holmefjord, V. Og Aarstad, J. (2016). *Langsiktig markedsanalyse, Norden og Europa 2016-2040.* (Statnett SF). Hentet fra http://www.statnett.no/Global/Dokumenter/Nyheter%20-%20vedlegg/Nyheter%202016/Langsiktig%20markedsanalyse%20Norden%20og%20Europa%202016–2040.pdf

Lindahl, J. (2014). *National Survey Report of PV Power Applications in SWEDEN*. Hentet 26.05.16 fra https://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/solenergi/stod-till-solceller/national_survey_report_of_pv_power_applications_in_sweden_2014.pdf

Nas, T. F. (1996). *Cost-benefit analysis: theory and application,* Thousand Oaks, California, Sage Publications.

Norges vassdrags- og energidirektorat (2015) *Kostnader i energisektoren* (nr. 2/2015 del 1) Hentet fra http://publikasjoner.nve.no/rapport/2015/rapport2015_02a.pdf

Norsk solenergiforening (2015). Bruk av solenergi i Norge. Hentet fra http://solenergi.no/wp-content/uploads/2010/01/Solguiden_A6_enkeltsider_okt15-2.pdf

NOU 1997:27 (1997). *Nytte-kostnadsanalyser.* Hentet fra https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1997-27/id116359/

NOU 2012:16 (2012). *Samfunnsøkonomiske analyser.* Hentet fra https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2012-16/id700821/

NVE (2017, 18.04) *Plusskunder.* https://www.nve.no/elmarkedstilsynet-marked-og-monopol/nettjenester/nettleie/tariffer-for-produksjon/plusskunder/

NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge (2016, 07.06) Solceller. Hentet fra http://www.fornybar.no/solenergi/elektrisk-energi-fra-solen/solceller

NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge (2017, 08.03) Bygningsintegrerte solceller, Operaen. Hentet fra http://www.fornybar.no/prosjekteksempler/solenergi/bygningsintegrerte-solceller-operaen-/bygningsintegrerte-solceller-operaen

NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge (2017, 30.03) 2. Teknologi. Hentet fra http://www.fornybar.no/solenergi/teknologi

NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge (2017, 17.04) 3. Produksjon og marked. Hentet fra http://www.fornybar.no/solenergi/produksjon-og-marked

Oslo Kommune (2017, 08.03) Brynseng skole – ny skole i 2017. Hentet fra https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/slik-bygger-vi-oslo/brynseng-skole-ny-skole-i-2017/

Oslo Kommune (2017, 10.04) Støtte til installering av solceller. Hentet fra http://www.oslosola.no/stotte.html

Ringdal, K. (2007) *Enhet og mangfold.* Bergen. Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.

Senter for statlig økonomistyring (2010). *Håndbok for samfunnsøkonomisk analyse.* Hentet fra https://dfo.no/Documents%2FFOA%2Fpublikasjoner%2Fveiledere%2FHaandbok_for_samfunnsokonomiske_analyser.pdf

Smart Energi (2017, 18.04). Vi kjøper solstrømmen din for 80 øre! Hentet fra http://www.smartenergi.com/produkter/80-ore/

Statistisk Sentralbyrå (2014) – Energibruk i husholdningene, 2012. Hentet fra https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/husenergi/hvert-3-aar/2014-07-14

Statistisk Sentralbyrå (2017). Elektrisitetspriser, 4. Kvartal 2016. Hentet fra https://ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elkraftpris/kvartal/2017-02-24

Statnett (2016, 21.01). *Ny strømrekord i dag*. Hentet fra http://www.statnett.no/Media/Nyheter/Nyhetsarkiv-2016/Ny-forbruksrekord-i-dag/

Steen, L. K. (2016, 10.01) Kjempestort sauefjøs får all strømmen fra sola. *Nationen.* Hentet fra http://www.nationen.no/article/kjempestort-sauefjas-fayr-all-strammen-fra-sola/?share=P36NtJs8Mics2Qg1LzxhhmqkbJT6JGNRXquZcknQs4lliDMmny1Q71ym8j2o09FhvDQ%2BZkyCNte6CiSBYisrXxBgGxzsOWdi5wn5eDP1LYviVwbUL3tuLyBg1O49o8zcN%2B3gYBInZRF6syrgBdn6292%2Fpz0IUjd0JNoxJEf56LI%3D

Støren, B. (2014, 16.04.2014). *Derfor er Tyskland best på solenergi.* Hentet 25.05.16 fra http://forskning.no/alternativ-energi-miljopolitikk/2014/04/derfor-er-tyskland- best-pa-solenergi

Timilsina, G. R., Kurdgelashvili, L., og Narbel, P. A. (2012). Solar energy: Markets, economics and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16*(1), 449-465. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.009

Thorud, B., Nordahl, S. H., Bugge, L., Authen, M. L., og Bernhard, P. (2012). *Solstrøm i Norge*. Hentet 20.03.16 fra http://www.enova.no/upload_images/558DF5FE0C544A9FBE48C6B930A56956.pdf

Yin, R. K. (2009) *Case Study Research Design and Methods,* Sage Publications, Thousand Oaks, California.

Vedlegg

Vedlegg 1.

Innhentede priser på solcelleanlegg:

	Otovo	Solcellespesialisten	Smart Energi	Solpanelet	Gjennomsnitt
4,2kWp stort anlegg. Inkl. alt av utstyr, montasje og ferdigmelding.	75 927	74 500	72 800	69 300	**73 132**

Bekreftet pris på:	Mail / chat / bekreftet pristilbud i egen link. Motatt 27.04.17.	Pris på nettside, bekreftet på tlf 28.04.17. etter mail fra Helene Tømmerbakke	Bekreftet på nettside med egne vilkår beskrevet.	Tlf samtale med Solpanelet 27.04.17. Totalpris bekreftet på mail.	

Vilkår for Smart Energi:

Smart Energi (2017, 27.04) Solceller for hus, rekkehus og leiligheter. Hentet fra http://www.smartenergi.com/produkter/solcellepanel-hus/

"Prisene gjelder for montasje på boliger i Fredrikstad, for andre steder gjelder tillegg for reise/ frakt og snølasttilpasninger (alle steder har egne beregninger for dette, vi følger gjeldende normer for beregning av monteringsutstyr). Eventuelle lokale tilskuddsordninger kan påvirke prisene. Montering med maks høyde på takfot på 3,4 meter, sammenhengende kvadratisk montasje med stående paneler på takvinkel på under 30 grader. Forventet endelig pris vil bli bekreftet før montasje. Alle avtalene forutsetter at man tegner strømavtalen "Smartstrøm" som er et spotprisprodukt med vintergaranti".

Solpanelet (2017, 27.04) Mottatt mail med pristilbud. Se under.

SOLPANELET
for en grønnere fremtid

Oslo, 27.04.17

Tilbud, Ingvild Råen
Glesnemoen, 3535 Krøderen

Tilbud komplett solcelleanlegg.
Solcellepanel 260W
Vekselretter (inkl. wifi tilkobling for app)
Monteringsutstyr og kabler

Pris uten montering:
4.2kWp kr 56 500 inkl. mva.

Pris etter Enova støtten:
4.2kWp kr 41 500 inkl. mva.

Pris montering kr 12 800 inkl. mva.

Tilbudets gyldighet er 30 dager etter tilbuds dato.

Hvis du eventuellt har spørsmål i forbindelse med tilbudet , ta gjerne kontakt med mig.

Mvh Andreas Sundin
andreas@solpanelet.no
+47 981 52 177

www.solpanelet.no – mail: info@solpanelet.no - org.nr 916 660 537 MVA

Otovo (2017, 27.04) Solstrøm i Krødsherad 0622-176/186. Pristilbud mottatt i egen link i mail. Hentet fra https://www.otovo.no/solstrom/beregning/ef956d8e-47fb-4c90-9fdb-b4e747039035

Solcellespesialisten (2017, 28.04) Nøkkelferdige solcelleanlegg. Hentet fra http://www.solcellespesialisten.no/solcelleanlegg/solcellepanel-til-hus-med-solcellepanel-pa-taket/nokkelferdige-solcelleanlegg-med-montering.html

S

Solcellespesialisten <salg@solcellespesialisten.no>

fr 28.04, 08:48

Du

Svar

Hei Ingvild,

Tusen takk for din e-post.

Akkurat nå har vi stor etterspørsel på prising, estimater og prosjektering av solcelleanlegg. Det gjør at vi desverre ikke får sendt deg et detaljert tilbud akkurat idag.
Vi ønsker likevel gjerne gi deg et godt tilbud, så hvis du gir oss litt tid vil du få svar fra en av våre dyktige prosjektkoordinatorer for boligmarkedet her i Solcellespesialisten.

Normal svartid er i øyeblikket ca. 14-21 dager. Hvis du har en tidsfrist, eller prosjektet haster så ring oss gjerne på telefon 69 10 90 65.
Har du plantegninger, mål eller annen info som gjør prosjektering av ditt tak raskere, så send det gjerne som vedlegg på denne e-posten: solcellespesialisten+deal258@pipedrivemail.com

Ha en riktig fin dag,

Vennlig hilsen
Helene Tømmerbakke
Sivilingeniør Carl Christian Strømberg AS
T: +47 417 89 787

Vedlegg 2.

Scenarioanalysens beregninger i Excel:

Alle justeringer er beregnet med risikofri rente på 2,5 % og 25 års analyseperiode.

- **Scenario 1**

Alternativ 1

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		576	-	-	576
Kostnadsbesparelse strøm		5 141	-	-	5 141
Investeringsstøtte	15 250				
Sum nyttevirkninger	15 250	5 717	-	-	5 717
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	43 879				
Drifts- og vedlikeholdskostnader		219	-	-	219
Sum kostnadsvirkninger	43 879	219	-	-	219
Netto nytte før neddiskontering	-28 629	5 497	-	-	5 497
Netto nåverdi av tiltaket	kr 72 657				

Alternativ 2

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		576	-	-	576
Kostnadsbesparelse strøm		5 141	-	-	5 141
Investeringsstøtte	15 358				
Sum nyttevirkninger	15 358	5 717	-	-	5 717
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	43 879				
Drifts- og vedlikeholdskostnader		219	-	-	219
Sum kostnadsvirkninger	43 879	219	-	-	219
Netto nytte før neddiskontering	-28 521	5 497	-	-	5 497
Netto nåverdi av tiltaket	kr 69 800				

- **Scenario 2**

Alternativ 1

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		504	-	-	504
Kostnadsbesparelse strøm		4 498	-	-	4 498
Investeringsstøtte	15 250				
Sum nyttevirkninger	15 250	5 002	-	-	5 002
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	65 819				
Drifts- og vedlikeholdskostnader		329	-	-	329
Sum kostnadsvirkninger	65 819	329	-	-	329
Netto nytte før neddiskontering	-50 569	4 673	-	-	4 673
Netto nåverdi av tiltaket	kr 35 530				

Alternativ 2

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		504	-	-	504
Kostnadsbesparelse strøm		4 498	-	-	4 498
Investeringsstøtte	23 037				
Sum nyttevirkninger	23 037	5 002	-	-	5 002
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	65 819				
Drifts- og vedlikeholdskostnader		329	-	-	329
Sum kostnadsvirkninger	65 819	329	-	-	329
Netto nytte før neddiskontering	-42 782	4 673	-	-	4 673
Netto nåverdi av tiltaket	kr 43 317				

- **Scenario 3**

Alternativ 1

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		288	-	-	288
Kostnadsbesparelse strøm		2 570	-	-	2 570
Investeringsstøtte	15 250				
Sum nyttevirkninger	15 250	2 858	-	-	2 858
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	87 758				
Drifts- og vedlikeholdskostnader		439	-	-	439
Sum kostnadsvirkninger	87 758	439	-	-	439
Netto nytte før neddiskontering	-72 508	2 420	-	-	2 420
Netto nåverdi av tiltaket	-kr 27 929				

Alternativ 2

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		288	-	-	288
Kostnadsbesparelse strøm		2 570	-	-	2 570
Investeringsstøtte	30 715				
Sum nyttevirkninger	30 715	2 858	-	-	2 858
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	87 758				
Drifts- og vedlikeholdskostnader		439	-	-	439
Sum kostnadsvirkninger	87 758	439	-	-	439
Netto nytte før neddiskontering	-57 043	2 420	-	-	2 420
Netto nåverdi av tiltaket	-kr 12 463				

Vedlegg 3.

Følsomhetsanalysens beregninger i Excel:

Alle justeringer er beregnet med risikofri rente på 2,5 % og 25 års analyseperiode.

- **Alternativ 1**

Strømkostnad øker 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:			-	-	
Salg av overskuddsstrøm		540	-	-	540
Kostnadsbesparelse strøm		4 820	-	-	4 820
Investeringsstøtte	15 250		-	-	
Sum nyttevirkninger	15 250	5 360	-	-	5 360
Kostnadsvirkninger:			-	-	
Total investeringskostnad	73 132		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		366	-	-	366
Sum kostnadsvirkninger	73 132	366	-	-	366
Netto nytte før neddiskontering	-57 882	4 994	-	-	4 994
Netto nåverdi av tiltaket	**kr 34 126**				

Strømkostnad reduseres 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:			-	-	
Salg av overskuddsstrøm		180	-	-	180
Kostnadsbesparelse strøm		1 607	-	-	1 607
Investeringsstøtte	15 250		-	-	
Sum nyttevirkninger	15 250	1 787	-	-	1 787
Kostnadsvirkninger:			-	-	
Total investeringskostnad	73 132		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		366	-	-	366
Sum kostnadsvirkninger	73 132	366	-	-	366
Netto nytte før neddiskontering	-57 882	1 421	-	-	1 421
Netto nåverdi av tiltaket	**-kr 31 704**				

Investeringskostnad øker 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:			-	-	
Salg av overskuddsstrøm		360	-	-	360
Kostnadsbesparelse strøm		3 213	-	-	3 213
Investeringsstøtte	15 250		-	-	
Sum nyttevirkninger	15 250	3 573	-	-	3 573
Kostnadsvirkninger:			-	-	
Total investeringskostnad	109 698		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		548	-	-	548
Sum kostnadsvirkninger	109 698	548	-	-	548
Netto nytte før neddiskontering	-94 448	3 025	-	-	3 025
Netto nåverdi av tiltaket	**-kr 38 723**				

Investeringskostnaden reduseres 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:			-	-	
Salg av overskuddsstrøm		360	-	-	360
Kostnadsbesparelse strøm		3 213	-	-	3 213
Investeringsstøtte	15 250		-	-	
Sum nyttevirkninger	15 250	3 573	-	-	3 573
Kostnadsvirkninger:			-	-	
Total investeringskostnad	36 566		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		183	-	-	183
Sum kostnadsvirkninger	36 566	183	-	-	183
Netto nytte før neddiskontering	-21 316	3 390	-	-	3 390
Netto nåverdi av tiltaket	**kr 41 146**				

- **<u>Alternativ 2</u>**

Strømkostnad øker 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		540	-	-	540
Kostnadsbesparelse strøm		4 820	-	-	4 820
Investeringsstøtte	25 596		-	-	
Sum nyttevirkninger	25 596	5 360	-	-	5 360
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	73 132		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		366	-	-	366
Sum kostnadsvirkninger	73 132	366	-	-	366
Netto nytte før neddiskontering	-47 536	4 994	-	-	4 994
Netto nåverdi av tiltaket	**kr 44 473**				

Strømkostand reduseres 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		180	-	-	180
Kostnadsbesparelse strøm		1 607	-	-	1 607
Investeringsstøtte	25 596		-	-	
Sum nyttevirkninger	25 596	1 787	-	-	1 787
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	73 132		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		366	-	-	366
Sum kostnadsvirkninger	73 132	366	-	-	366
Netto nytte før neddiskontering	-47 536	1 421	-	-	1 421
Netto nåverdi av tiltaket	**-kr 21 358**				

Investeringskostnad øker 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		360	-	-	360
Kostnadsbesparelse strøm		3 213	-	-	3 213
Investeringsstøtte	38 394		-	-	
Sum nyttevirkninger	38 394	3 573	-	-	3 573
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	109 698		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		548	-	-	548
Sum kostnadsvirkninger	109 698	548	-	-	548
Netto nytte før neddiskontering	-71 304	3 025	-	-	3 025
Netto nåverdi av tiltaket	**-kr 15 579**				

Investeringskostnaden reduseres 50 %.

År	2017	2018	-	-	2042
Nyttevirkninger:					
Salg av overskuddsstrøm		360	-	-	360
Kostnadsbesparelse strøm		3 213	-	-	3 213
Investeringsstøtte	12 798		-	-	
Sum nyttevirkninger	12 798	3 573	-	-	3 573
Kostnadsvirkninger:					
Total investeringskostnad	36 566		-	-	
Drifts- og vedlikeholdskostnader		183	-	-	183
Sum kostnadsvirkninger	36 566	183	-	-	183
Netto nytte før neddiskontering	-23 768	3 390	-	-	3 390
Netto nåverdi av tiltaket	**kr 38 694**				