

Sammendrag

Solparker er et lite diskutert tema i Norge, men i løpet av det siste tiåret har prisene på solkraft sunket drastisk. Erfaringene fra denne oppgaven viser at det finnes store muligheter i Norge for solparker, men solparker krever som oftest store arealer. Arealkonflikter er et større diskutert tema og for å diskutere hvordan solparker kan ta sin plass i Norge vil oppgaven ta i bruk flere geografiske perspektiv. Geografifaget innebærer arealplanlegging og ressursforvaltning. Innovasjon og bærekraftig utvikling er også temaer som er sentrale i faget.

Problemstillingen som vil bli utredet handler om hvilke muligheter og utfordringer som ligger i kombinasjonen solparker og landbruksareal.

Ved å lokalisere solparker på landbruksareal vil naturligvis bonden bli innblandet. For å løse problemstillingen brukes empiri fra intervju av to informanter i hver sin ytterkant av bransjen for solparker. En bonde og en prosjektutvikler. Ved å se bondens rolle i nye virksomheter i landbruket åpner det seg opp muligheter som kan øke bondens bærekraft.

Denne oppgaven ønsker naturligvis å se på mulighetene for solparkutbygging, men hensikten er også å se hvilke utfordringer en slik utvikling kan føre med seg. I en usikker sikkerhetspolitisk situasjon kan diskusjoner rundt matsikkerhet være betente og nedbygging av matjord skaper reaksjoner. Innledningsvis i dette sammendraget ble innovasjon nevnt og oppgaven bygger i stor grad på begrepet agrivoltaics som for mange er nytt i Norge. Det viser seg at det nødvendigvis ikke må bygges ned matjord for å drive solkraftproduksjon. Utfordringene i Norge dreier seg heller i større grad om kunnskap og infrastruktur i kraftnettet. Begge disse utfordringene er sentrale i en potensiell utbygging av solparker. For å se omfanget av mulighetene og utfordringene vil solparker i kombinasjon med landbruk bli diskutert på bondens nivå, landbrukssektorens nivå og et nasjonalt nivå. På bondens nivå vil empiriske funn der bonden reduserer utbyggingskostnadene presenteres. I landbruket generelt viser oppgaven at mangel på kunnskap kan være en hindring for solparker og i verste fall føre til «lock in». På et nasjonalt plan belyses potensialet solkraften kan ha ved å være en komplementær energiressurs til vannkraften.

Abstract

In Norway, solar parks is not a widely discussed subject. However, during the last decade the price of solar power has fallen drastically. Experiences from this thesis shows that there exists vast possibilities for solar parks in Norway. These requires large areas of land and conflicts related to area is a much more known subject. To discuss how solar parks can achieve its place in Norway, the thesis uses several geographical perspectives. Such perspectives are areal planning, resource managing, innovation and sustainable development.

The thesis question discusses the possibilities and challenges that revolves around the combination of solar parks and agricultural areas.

By localizing solar parks on agricultural area, the landowner will be involved. To answer the thesis question, results gathered through interviews are used. The informants represents both perspectives, as one is a farmer while the other is a project developer. By taking into account the role of the farmer in new projects such as solar parks, it might lead to possibilities for increasing the sustainability of agriculture.

The thesis wishes naturally to look at the possibilities for construction of solar parks, but there is also the intention of looking at challenge one might face as well. As an uncertain political situation, discussions around food security is controversial. Demolition of topsoil and agricultural land could cause reactions.

The thesis builds upon the term agrivoltaics, which in Norway might be an unknown term. It is shown that demolition of topsoil might be necessary for production of solar power. The challenges in Norway consist mostly around knowledge and infrastructure of the power grid. Both these challenges are key in a potential development of solar parks. To consider the size of possibilities and challenges, solar parks combined with agricultural land will be discussed on three different levels. The farmer, the agricultural sector and on a national level.

The thesis shows that in general, the agricultural sector is impaired by lack of knowledge thus altering the development of solar parks. At wors, it could result to “Lock-in”. On a national level, the potential of solar power is shown and how it can be a complementary to hydropower.

Forord

De siste årene har vært en lærerik prosess og jeg føler meg privilegert. Å avslutte med å kunne fordype meg i et tema jeg virkelig synes er interessant er en fin avrundning . Jeg er sikker på at jeg vil få bruk for kunnskapen denne oppgaven har tilført meg.

Når det gjelder denne oppgaven vil jeg takke informantene for et veldig hyggelig møte og engasjementet deres har absolutt gitt meg inspirasjon. Takk til veileder Alexander Dodge for fin diskusjon mot slutten av oppgaven. Retter også en takk til gjengen på GEOLF kontoret som gjorde avslutningen på dette prosjektet spenstig.

Vil også takke kjæresten min for god støtte.

Innhold

Figurer.....	ix
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling og oppgavens struktur	1
1.2 Valg av problemstilling	1
1.3 Aktualisering	2
1.4 Bakgrunn, tidligere studier og solparker i Norge.....	3
1.4.1 Solparker i Norge.....	4
2 Teori.....	7
2.1 Overordnet del.....	7
2.1.1 Grønn omstilling.....	7
2.1.2 Bærekraftig utvikling i landbruket.....	8
2.1.3 Sentraliserte og desentraliserte energisystem.....	9
2.1.4 Power of density og levelized cost of energy.....	10
2.1.5 Government og governance	10
2.1.6 Stiavhengighet og veivalg.....	11
2.2 Spesifikk del	12
2.2.1 Solcellepaneler, solenergi og utvikling av teknologi	12
2.2.2 Solcellepaneler.....	12
2.2.3 Solcelleanlegg.....	15
2.2.4 Bifacial solcellepaneler	17
2.2.5 Lønnsomhet og strømpriser	21
2.2.6 Agrivoltaics.....	23
2.2.7 Nettilknytning og lokale energisamfunn.....	25
2.2.8 Landbruk, innovasjon og bonden som entreprenør	27
3 Metode	30
3.1 Deltakende observasjon.....	30
3.1.1 Feltnotater	33
3.2 Intervju	34
3.2.1 Dybdeintervju	34
3.2.2 Semistrukturert intervju	37
3.3 Pålitelighet og forskerrollen	38
4 Empiri	40
4.1 Intervju	40
4.2 Dybdeintervju med Helge Hvoslef.....	41
4.2.1 Motivasjon	41
4.2.2 Muligheter for bonden og landbruket	41
4.2.3 Erfaringer.....	42

4.2.4	Potensialet i Norge.....	44
4.2.5	Kraftnettet.....	44
4.2.6	Agrivoltaics.....	45
4.2.7	Bifacial solcellepaneler.....	45
4.2.8	Lønnsomhet.....	46
4.3	Semistrukturert intervju med Energeia As.....	46
4.3.1	Motivasjon.....	46
4.3.2	Muligheter for bonden og landbruket.....	47
4.3.3	Erfaringer.....	48
4.3.4	Potensialet i Norge.....	49
4.3.5	Kraftnettet.....	49
4.3.6	Agrivoltaics.....	50
4.3.7	Bifacial solcellepaneler.....	51
4.3.8	Lønnsomhet.....	52
4.4	Erfaringer ved deltkende observasjon på Steinseth gård.....	53
4.4.1	Eget arbeid og utnyttelse av ressurser.....	53
4.4.2	Lønnsomhet og optimalisering.....	54
5	Diskusjon.....	56
5.1	Muligheter og utfordringer for bonden.....	56
5.1.1	Økonomisk bærekraft.....	56
5.1.1.1	Fullstendig utleie av landareal.....	57
5.1.1.2	Delvis investering i solparker.....	57
5.1.1.3	Heleide solparker.....	59
5.1.2	Kompetanse, fleksibilitet og nye muligheter.....	60
5.1.3	Bærekraftig konkurransekraft i rammen av grønn omstilling.....	61
5.2	Muligheter og utfordringer for landbruket generelt.....	62
5.2.1	Bifacial solcellepaneler, agrivoltaics og stivhengighet.....	63
5.2.2	Arealbruk og styring av landbruket.....	64
5.3	Muligheter og utfordringer i et nasjonalt perspektiv.....	64
5.3.1	Konflikter rundt kraftutbygging – power density og LCOE.....	65
5.3.2	Verdiskaping og bærekraftig utvikling av solkraft i Norge.....	66
5.3.3	Komplementære energikilder og nettutbygging.....	67
5.4	Svakheter i studien.....	67
6	Konklusjon.....	69
7	Videre studier.....	70
	Referanser.....	71

Figurer

Figur 1: Elektrisk strøm i en solcelle.....	14
Figur 2: Solcelleanlegg	16
Figur 3: Bakkemonter solcelleanlegg.....	17
Figur 4: Oppbygning av bifacial solcelle	18
Figur 5: Solinnstråling på bifacial solcellepaneler	18
Figur 6: Kraftnettet i Norge.....	26
Figur 7: Solparken til Helge Hvoslef og snø.....	43
Figur 8: Energieias solpark I Nederland med sauer.....	51

1 Innledning

Geografi er et bredt og aktuelt fag i dagens samfunnsutvikling. Oppgaven vil ta for seg solenergi i forhold til studieområdene arealplanlegging, ressursforvaltning og utviklingsspørsmål innen bærekraftig utvikling. Landbruket råder over store arealer og ressurser, men kraftproduksjon er kanskje ikke noe som forbindes med denne sektoren. Denne masteroppgaven ser på kombinasjonen mellom landbruk og kraftproduksjon i lys av dagens samfunnsutfordringer. Solkraft vil stå sentralt. Kanskje kan denne formen for kraftproduksjon bidra til å øke mulighetene for bonden, som per dags dato bøter med høye driftskostnader i lys av jordbruksoppkjøret (Norges Bondelag & Norsk Bonde- og Småbrukarlag, 2022).

1.1 Problemstilling og oppgavens struktur

Solenergi kan fanges og utnyttes i ulike type anlegg. I landbrukssektoren finnes det store arealer som kan være et potensial for etablering av solparker. Den overordnede problemstillingen tar utgangspunkt i solkraftkraftproduksjon på landbruksareal og er som følger:

Hvilke muligheter og utfordringer ligger i kombinasjonen av solparker og landbruksareal?

For å utrede problemstillingen vil jeg ta i bruk et teoretisk rammeverk bestående av en abstrakt del, som tar for seg grønn omstilling, bærekraftig utvikling, perspektiver på energisystem og arealplanlegging. I tillegg redegjør jeg for begrepene “power density” og “levelized cost of energy”. Jeg vil også inkludere en spesifikk teoridel som vil fungere som et verktøysett for å forstå fagområder innen solkraft og landbruk. Metodene er basert på kvalitativ forskning, hvor intervju og deltakende observasjon er tatt i bruk for å samle data. Den empiriske delen tar for seg datainnsamlingen som ble gjort i lys av metodebruken og presenterer erfaringer og funn. I siste del av oppgaven vil jeg diskutere empiri og teori for å svare på problemstillingen. Muligheter og utfordringer vil bli sett på i tre samfunnsnivåer for å skape en dybde i utredningen, før jeg avslutningsvis vil oppsummere i en konklusjon.

1.2 Valg av problemstilling

Interessen for energi, ressurser og bærekraftig utvikling har alltid vært sentralt for meg og en av hovedgrunnene til studievalget med geografi som hovedfag. Da muligheten for å være med

på et prosjekt med etablering av solkraft på den nye driftsbygningen til Steinseth AS kom, så jeg potensialet for et passende tema til masteroppgaven. Ved å ta del i dette prosjektet reiste det seg nye spørsmål på Steinseth gård om hvordan andre areal kunne utnyttes til energiformål. Det ble pekt på et skråstilt beite som helte mot syd, noe som videre skapte en trang etter å undersøke mulighetene for solparker i Norges landbruk. Da det etter nærmere litteratursøk på temaet viste seg at solparker var lite studert i Norge ønsket jeg å undersøke det mulige potensialet nærmere.

Thagaard (2009, s. 51) skriver at valg av problemstilling må tas på bakgrunn av forskerens ønske om informasjon og nysgjerrighet. Selv om problemstillingen bør avgrenses tilstrekkelig innenfor gitte rammer, legges det også vekt på at problemstillingen må være åpen nok til at prosjektet kan undersøke interessante temaer underveis. Utformingen av problemstillingen kan derfor anses å være en kontinuerlig prosess gjennom forskningsarbeidet (Thagaard, 2009, s. 52). Ved å først ta utgangspunkt i solenergi i Norge, for deretter å spisse dette mot solparker i Norges landbruk, følger denne studien den ovennevnte tilnærmingen innen valg av forskningsspørsmål og problemstilling. Oppgaven hadde først til hensikt å se på solcelleanlegg i Norge og generell utvikling basert på feltarbeidet for Steinseth As, men etter videre utvikling av prosessen i prosjektet dukket et "nytt" interessant tema opp i samme bransje.

Tjora (2017, s. 50) skriver at forskningen kan virke kaotisk og at prosjekter ofte kan bære preg av parallelle prosesser samt prøving og feiling. Å klare å vise evne til improvisasjon og at kursen kan endres underveis må til fordel forbindes med et spenningsmoment kontra frustrasjon. Underveis i denne oppgaven har det dukket opp nye konsesjonssøknader innen solparker, og den raske utviklingen i bransjen har ført til at oppgaven også har måttet tilpasse seg. Problemstillingen har dermed blitt justert ettersom den har blitt satt kontinuerlig på prøve ut ifra ny informasjon og nye aktører på markedet. Innenfor kvalitative studier skriver også Thagaard (2009, s. 49) at fleksibilitet og åpenhet for endringer i forskningsprosessen er viktig for å kunne vurdere om analyser blir relevante eller føre til interessante resultater.

1.3 Aktualisering

Utbygging og etablering av kraftverk i Norge er stadig oppe til debatt og arealbruk er en betent faktor i denne diskusjonen. Når samfunnet skal elektrifiseres, industrien utvikles og klimamål overholdes, vil til og med vannkraftnasjonen Norge ha behov for mer fornybar energi. I Sør-Norge vil vi ha et kraftunderskudd i 2026 ifølge Statnetts kortsiktige

kraftmarkedsanalyser fra desember (2021). I en hverdag hvor nyhetsbildet preges av høye strømpriser kan analyser som påpeker kraftunderskudd sjeldent tolkes positivt. I tidsperioden denne oppgaven skrives, har i tillegg et gassavhengig Europa blitt påvirket dramatisk i lys av krigen i Ukraina. Strømprisen i Europa styres i stor grad av gassprisen. Store deler av europeisk gass belager seg på forsyning fra Russland, til og med gjennom Ukraina, noe som åpenbart fører til stor usikkerhet og dermed økte gasspriser. Dagens Næringsliv belyste problematikken i slutten av mars og ifølge analysesjef i Voloue, Johan Botnan, kan utfordringene fort vedvare til 2027 (Berglihn, 2022). Når Norge er en del av kraftmarkedet i Europa er det kanskje ikke tilfeldig at strømprisen også påvirkes her til lands.

I en situasjon hvor kraftteterspørselen er høy, kan det gjerne tolkes som et rop om mer produksjon. Mer produksjon kan bety utbygging av nye kraftverk. Vindkraftutbyggingen har skapt store overskrifter og møtt stor motstand. Diskusjonene preges til tider av stor arealkonflikt som preger mediebildet og har etterlatt seg merkbare spor. Nå er havvindutbyggingen virkelig i vinden, men i Norge estimeres det at denne kraften først vil bli tilgjengelig nærmere 2030. Den grønne omstillingen skjer derimot nå, og involverer også landbruket som er relevant for denne oppgaven. Geografifaget dreier seg om å se mennesker, natur og samfunn, og sammenhengen mellom disse. Innenfor faget rettes fokuset blant annet mot forståelse og analyse tilknyttet omstilling, og hvilke utfordringer og muligheter omstillinger fører med seg (NTNU, 2022). I forbindelse med omstilling, ble solkraft nevnt avslutningsvis i “Debatten” på NRK 17. Mars. Statsminister Jonas Gahr Støre fremhevet solkraft som en stor mulighet for Norge i sin siste kommentar under en-til-en-intervjuet (Solvang, 2022, 44:40-45:00).

1.4 Bakgrunn, tidligere studier og solparker i Norge

I Norge er vi historisk godt vant med lave strømpriser og vannkraften omtales på folkemunne som Norges arvesølv. Mye av fastlandsindustrien her til lands er bygget på vannkraft og energilandet Norge har røtter tilbake til oppgangssaga. De to siste tiårene har også landbasert vindkraft meldt sin ankomst og nå står havvind på trappene. Erfaringer fra kraftutbyggingen fra disse to energikildene kan vise seg å ha overføringsverdi til en forventet vekst innenfor solkraft. Konsekvenser for miljø og samfunn er faktorer som må hensynstas når arealer beslaglegges og studier kan bidra til å optimalisere kraftinvesteringer. Slike investeringer bør ses i lys av lønnsomhet og samfunnsnytte og ved en geografifaglig tilnærming kan det bidra til økt bærekraft. Solkraft-installasjoner på takareal møter lav motstand men når installasjonene beveger seg ut på landbruksjord kan det være at engasjementet øker. Hvis

denne utviklingen skal skje under sunne diskusjonsklima og få høy oppslutning kan tidligere studier være et hjelpsomt referansepunkt.

Fraunhofer IFE er Europas største institutt for solenergi og presenterte i 2020 et veikart for solparker for landbruket i Tyskland. De store linjene baserte seg på utfordringer for utviklingen av mer fornybar energi uten å gå på bekostning av matproduksjon.

Arealkonfliktene mellom to nødvendige ressurser for landets innbyggere legger grunnlag for krevende arbeid for den bærekraftige utviklingen. Klimaendringene skrider stadig frem og Fraunhofer IFE peker på at hastigheten i tiltakene må skrues opp. Et verktøy for klimatiltak de stadig søker informasjon om er bruken av solcellepaneler i kombinasjon jordbruk og matproduksjon. I flere av pilotprosjektene viser resultatene at matproduksjonen ved flere anledninger ikke påvirkes negativt og at bonden opplever en ny dimensjon i landbruket. Usikkerhetene rundt eventuelle negative konsekvenser er fortsatt til stede, og lokal forankring av prosjektene pekes på som en viktig faktor (Fraunhofer IFE, 2020). Tyskland og Sør-Norge deler i stor grad samme grad av solressurser og studien kan derfor gi en relevans (Solenergiklyngen, 2020). Likevel har alle land forskjellige utgangspunkter med tanke på kultur, infrastruktur, økonomi, behov, miljø og klima.

1.4.1 Solparker i Norge

Bakkemonterte solcelleanlegg defineres i dag som solparker. Dette er solkraftverk som ofte forbindes med solkraftproduksjon i større skala og har svært liten utbredelse i Norge. I Norge ser vi hovedsaklig solcelleanlegg på tak eller fasader (Solenergiklyngen, 2022). Solparker består av de samme komponentene som tak eller veggmonterte anlegg, men festemateriellet til bakken er naturligvis annerledes og størrelsen er gjerne større. I følge veikartet "Veikart for den norske solkraftbransjen mot 2030" fra Solenergiklyngen og SuSolTech (2020, s. 24) forventes det en samlet installasjon på 2000-4000 MWp fra solcelleanlegg innen 2030. I denne analysen har det i hovedsak blitt vektlagt at dette vil stamme fra solcelleanlegg på bygg, og solparker spiller en vesentlig mindre rolle. Denne installasjonen vil tilsvare en energiproduksjon på 2-4 TWh i året, noe som kan se smått ut når vi i et normalt år produserer 157 TWh elektrisk energi totalt sett (NVE, 2022a). For å sette dette i et perspektiv så er den årlige produksjonen av elektrisk solkraft 0,15 TWh (NVE, 2022b).

I podkasten til Energi og Klima (2021) gjester Solenergiklyngen sin daglige leder Tine Kopstad. Her blir solparker i Norge tatt opp som noe man ikke har medregnet i særlig grad i kraftmarkedet i Norge i årene fremover. Dette kommer også til syne i NVE sin langsiktige kraftmarkedsanalyse fra 2021-2040. Her poengteres det at det er mer usikkert hvor mye solkraft som kommer til å bygges ut på grunn av solparkenes allerede lønnsomme utvikling per 2021, men likevel omtrent ingen installasjoner (NVE, 2021a, s. 6).

I skrivende stund er det kun en “storskala” solpark som er bygget i Norge og den ligger på ROAF (Romerikes Avfallforedling) sitt anlegg i Lillestrøm. Anlegget er et pilotprosjekt hvor flere store aktører er med, blant annet Scatec Solar, Solenergiklyngen (initiativtaker), Enova, Akershus Energi og Solcellespesialisten. Teknologien som benyttes er blant annet bifacial (tosidige) solcellepaneler (som jeg kommer tilbake til) og “trackere” som følger solens bane. Solparken dekker et område på 7 mål og produserer mellom 600 og 700 MWh i året, nok til å dekke energibehovet til 30 gjennomsnittlige eneboliger (ROAF, 2022). I tillegg til denne solparken finnes det også en mindre solpark på Alhaug Gard, nærmere bestemt Nes ved Mjøsa. Her ble en solpark på 94 solcellepaneler satt opp tidlig i 2018. Teknologien ble delvis fremskaffet selv gjennom eget arbeid og lokale krefter, solparken kan for eksempel tiltes manuelt etter ulike sesongers solinnstråling for høyere effekt (Agrol, 2018). Solbærbonden Helge Hvoslef som er eier av gård og anlegg kommer jeg tilbake til senere i oppgaven. Agrivoltaics som denne type solpark føyer seg inn under vil bli nærmere redegjort i et eget delkapittel.

Selv om solparker i Norge er svært lite utbredt og solkraftproduksjonen domineres av installasjoner på bygninger, ligger det inne to konsesjonssøknader på bakkemonterte solparker. Solgrid As med prosjektet Furuset Solkraftverk og El av Sol med prosjektet Buer Solkraftverk. I tillegg har Equinor fått konsesjon for en flytende solpark utenfor Frøya, et pilotanlegg på 1KWp (NVE, 2022c). Energeia As har også lagt inn en melding hos NVE for sitt prosjekt Seval Skog Solkraftverk, som vil kunne monne med sin planlagte årsproduksjon på 130 GWh og en installert effekt på 100 MWp (Energeia, 2021). Dette prosjektet vil jeg komme tilbake til i empiri- og diskusjonsdelen da det er et omfattende prosjekt som skaper nye ytterpunkter i solpark-diskusjonen. Til sammenlikning er Furuset Solkraftverk en planlagt solpark på 7MWp og Buer solpark på 1 MWp (NVE, 2022c). Den siste solparken som er planlagt og kjent etter et bredere søk er Ove Helgesen sitt prosjekt i Modum kommune. Det er ikke noe lite prosjekt det er snakk om og Helgesen gjennom sitt nyetablerte firma Hydropower As, har planlagt å ta i bruk et jorde på 11 mål. Denne solparken vil omtrent

produsere 1000,85 MWh i løpet av et år og festes med jordskruer i bakken (TVModum, 2021). Ifølge en oppdatering fra Nordea som Helgesen har et tett samarbeid med, er prosjektet virkelig lønnsomt og det er ventet at solparken kan stå ferdig sommeren 2022 (Nordea, 2022).

2 Teori

Teorikapittelet vil være delt opp i en overordnet del og en spesifikk del. For å diskutere problemstillingen vil det være nødvendig å se muligheter og utfordringer i lys av både større teoretiske perspektiver i geografifaget og mer temaspesifikk litteratur.

2.1 Overordnet del

Den første delen vil ta for seg større og mer abstrakte linjer i et teoretisk rammeverk som vil være overordnet for oppgaven. Grønn omstilling og bærekraftig utvikling er begrep som i stor grad dominerer samfunnets utvikling, og er høyaktuelt også for landbruket. Sentraliserte og desentraliserte energisystem er et overordnet perspektiv hva gjelder kraftforsyning. Innenfor rammen av arealutnyttelse og lønnsomhet vil jeg trekke frem relevante begrep som “power density” og LCOE. Hva gjelder arealplanlegging, regional utvikling og styring blir begrepene “governance” og “government” redegjort for. Med tanke på utvikling av landbruket i kombinasjon med solparker redegjør jeg for begrepet “stivhengighet”.

2.1.1 Grønn omstilling

Klima- og miljødepartementet omtaler grønn omstilling for å være utvikling og vekst innenfor naturens tålegrenser. Hensikten med en slik omstilling er å bli et lavutslippsland innen 2050 og overholde avtaler som Parisavtalen, hvor vi har forpliktet til reduserte klimagasser på 90-95% sammenlignet med 1990-nivå. Innen 2030 skal reduksjonen være på minst 50 % (Klima- og miljødepartementet, 2021).

Grønn omstilling kan ses gjennom tre “sfærer” som til sammen skal føre til bærekraftige løsninger og utfall. Disse sfærene består fra innerst til ytterst av den praktiske, politiske og personlige tilnærmingen. O’Brian og Sygna (2013) legger dette teoretiske rammeverket til grunn for å se på hvordan grønn omstilling foregår i samfunnet. På denne måten kan det også tydeliggjøres hva som påvirker samfunnet til å gjøre omstillinger i lys av sfærene. De tre sfærene vil bli redegjort for i avsnittene under.

Kjernen av grønn omstilling bygger på den praktiske sfæren hvor nye tekniske løsninger, praktiske handlinger og tiltak iverksettes på fysisk vis. Dette er som regel målbare utfall som

kan observeres og føres statistikk på, og preges av de to yttergående sfærene som kan legge føringer for de praktiske utfallene.

Den politiske sfæren omkranser den praktiske sfæren. Her er det systemet og strukturene som fasiliterer for hvilke praktiske handlinger som kan finne sted. Denne sfæren inkluderer økonomiske, politiske, lovgivende, sosiale og kulturelle systemer. Interessekonflikter på politisk nivå utbroderes her og grunnlaget for å gjennomføre bærekraftige løsninger i en større skala avhenger av den politiske sfæren.

Den politiske sfæren bærer preg av hvordan den personlige sfæren forholder seg. Her er det menneskers verdier, verdenssyn og holdninger som legger grunnlaget for hvilken politikk som skal føres. Den personlige sfæren belyser hva mennesker ser for seg er fornuftig og hva som er gjennomførbart. Den grønne omstillingen avhenger av at det gjennomføres praktiske handlinger som er fasilitert gjennom et politisk rammeverk. Dette må være forankret i menneskers personlige og kollektive verdier i et bærekraftig tankesett (O'Brian og Sygna, 2013).

2.1.2 Bærekraftig utvikling i landbruket

Begrepet bærekraftig utvikling har sine røtter i verdenskommisjonens rapport for miljø og utvikling tilbake i 1987. "Vår felles framtid" het rapporten og arbeidet ble ledet av Gro Harlem Brundtland. Begrepet ble her definert som "å sikre behovene i dag uten å gå på akkord med kommende generasjoners muligheter til å dekke sine behov". Siden den gang har begrepet vært flittig brukt og blitt en etablert norm for valg av samfunnsretning. I denne oppgaven rettes fokuset mot landbruket og den omfattende fagrapporten "Bærekraft i det norske matsystemet - kriterier for bærekraftig produksjon" trekkes derfor frem i lys av bærekraftig utvikling. Rapporten er et samarbeid mellom NIBIO og NMBU og beskriver bærekraft i fire dimensjoner:

- **Styringsmessig bærekraft** innebærer utvikling av politikk, prosesser, kunnskap og beslutningsevne som fører til en bærekraftig tilstand.
- **Miljømessig bærekraft** er å opprettholde produksjon og forsyninger ved å minimere negative konsekvenser og fremme miljøgevinster.
- **Økonomisk bærekraft** handler om at investeringer bidrar til å sikre kontinuiteten i produksjonen og at lokal økonomi holdes robust for å sikre matsikkerheten. Lokal

verdiskaping trekkes frem og motstandsdyktig produksjon er en nøkkel for å miljøvariasjoner og samfunnets volatilitet.

- **Sosial bærekraft** forutsetter at produksjon gir grunnlag for et godt liv og ser sammenheng mellom landsbygdas utvikling institusjonelt, økonomisk, økologisk og sosialt.

(Bardalen et al, 2020).

Landbruket er en del av samfunnsretningen mot en mer bærekraftig utvikling. Mer konkret har Norges Bondelag kommet frem til en klimaplan frem mot 2030. Denne består av åtte konkrete tiltak. Nummer en er å innføre en klimakalkulator og at alle gårdsbruk skal ha fått tilbud om klimarådgivning innen 2025. For oppgaven sin del treffer også målet om fossilfri maskinpark og oppvarming godt (Norges Bondelag, 2020). Den grønne omstillingen i landbruket kan også ha sin pris. Brobakk og Melås (2020) peker på viktigheten av at bøndene slipper til, og at støtteordninger rettes mot tiltak i landbruket som er med på å løse problemer, eller fordre til utvikling. Ved å fasilitere for at bonden selv kan være med på å løse et problem og bidra til utvikling øker bondens motivasjon. Analysene fra Brobakk og Melås (2020) viser at bønder stort sett er villige til å bidra med stor egeninnsats om tilskuddene og ordningene er tilstrekkelige for problemløsingen.

2.1.3 Sentraliserte og desentraliserte energisystem

Et sentralisert energisystem baserer seg på store kraftverk som leverer strøm ut på et større nettverk, og som dekker et gitt geografisk område. Kraftverkene kan være statlige, private, eller i kombinert eie. Det er ikke uvanlig at store kraftverk har sterke statlige forbindelser. Strømmen som blir produsert fraktes i et nettverk som forgreiner seg ut til sluttforbrukere. De største kablene i nettet fungerer som hovedfartsårer og er gjerne statlig eid. De bygger oppunder begrepet om et sentralisert energisystem. Her fraktes de største volumene med strøm før forgreiningene ned til mindre regioner drifter mindre kabler og nettverk ut til sluttforbrukere. En slik oppbygning av strømmettet baserer seg på transport av kraft over lengre avstander, hvor spenningene transformeres opp og ned etter behov og kapasitet. Kraftproduksjonen og infrastrukturen blir dermed sentralstyrt (Mitchell, 2016, s. 1).

Desentraliserte energisystem bygger på prinsippet om at kraftverkene bygges der hvor strømkonsumet foregår, og at strømmen forbrukes lokalt. Særlig fornybare energikilder som solkraft installeres gjerne direkte av forbruker selv. Når kraften er desentralisert vil

forbrukeren være en større del av systemet og påvirke flyten av strøm i større grad. I motsetning til et sentralisert energisystem som i stor grad er basert på regulerbar kraft som vann eller fossil, vil et desentralisert energisystem med sol og vind i utgangspunktet være ikke-regulerbar. Dimensjonene lagring, fleksibilitet og smartløsninger i en lokal kontekst spiller en vesentlig rolle for et slikt energisystem (Policy Department Economic and Scientific Policy, 2010).

2.1.4 Power of density og levelized cost of energy

En stor del av temaet kraftutbygging dreier seg om beslaglegging eller utnyttelse av areal. Arealutnyttelse, ressursforvaltning og samfunnsnytte står sentralt i geografifaget, og for å kunne utrede problemstillinger tilknyttet disse fagområdene trengs et sett av perspektiver. Power density er et begrep som har til hensikt å si noe om hvor mye energi et kraftverk får utnyttet per kvadratmeter. Benevnelsen er Watt per kvadratmeter (W/m^2). Ved å ta i bruk denne tilnærmingen til arealutnyttelse kan det tillegges argumentasjon i diskusjoner rundt kraftutbygging og lønnsomhet (Smil, 2015).

Levelized cost of energy er et uttrykk for hvor stor energikostnaden er gjennom levetiden for et kraftanlegg. For å kunne sammenlikne ulike kraftverk og kraftproduksjoner eller diskutere lønnsomhet i forbindelse med prosjektering vil LCOE være et samlenende begrep å ta i bruk. Det benevnes gjennom kostnadsnivå i en gitt valuta, per produserte KWh. I Norge brukes gjerne øre/KWh. Kostnadene som inkluderes er alt som berører kraftanlegget fra det installeres til avvikling (NVE, 2022d).

2.1.5 Government og governance

Innenfor temaet offentlig planlegging, forvaltning og styring har jeg valgt å trekke frem to begreper som skal gi en teoretisk forankring. Government og governance er to tilnærminger i geografifaget som omhandler offentlig styring. Begrepene er relevante opp mot arealplanlegging som vil gi teoretiske perspektiver på muligheter og utfordringer i etablering av solparker på landbruksjord. Under skal jeg redegjøre for de nevnte to begrepene.

Government er en demokratisk styringsform som er godt kjent og etablert i Norge. Begrepet bygger på et system hvor en folkevalgt gruppe med mennesker styrer på vegne av velgerne. Hierarkiet legger grunnlag for at en aktørgruppe gis autoritet til å handle på vegne av andre, og kan gi myndighet nedover i strukturen. I planleggingsaktiviteter hvor en slik tilnærming er gjeldende, kan de innehavende autoritetene styre gjennom intervensjon. Plan- og Bygningsloven (PBL) gir planmyndighetene noen sterke virkemidler som ekspropriasjon i

arealplansaker og dermed sterk offentlig styring. Ellers gir eksempelvis PBL også mulighet for medvirkning og deltakelse basert på gitte bestemmelser, selv om de offentlige styringsorganene har avsluttende beslutningsmyndighet. En slik tilnærming kan ses på som en vertikal koordinering av planlegging i lys av at aktørene er ordnet hierarkisk i forhold til hverandre (Higdem, 2009, s. 115).

Governance er en styringsform hvor tilnærmingen ligger mellom government og markedet. Markedsstyrt tilnærming ønsker at eksterne aktører løser plansaker og forvaltning seg i mellom på bakgrunn av regulative virkemidler fra det offentlige. Siden governance sin tilnærming ligger mellom government og marked er hensikten her at autoriteten flyttes fra det offentlige til et nettverksbasert styringssystem. I dette nettverket vil privat næringsliv og frivillige organisasjoner også få deltakelse i planlegging, styring og koordinering av saker. På denne måten kan styringsformen være noe mer flytende sammenlignet med government. Government vil ha høy grad av legitimitet på bakgrunn av den demokratiske stabiliteten, men governance åpner for et underskudd på demokrati om beslutningsprosessene tar avstand fra de folkevalgte beslutningsorganene. På den andre siden kan legitimiteten økes ved at flere aktører trekkes inn i planlegging og beslutningsprosess sammen med det offentlige. Da tilnærmer styringsformen seg en horisontal koordinering hvor hierarkiet ikke dominerer i like stor grad (Higdem, 2009, s. 116).

2.1.6 Stiavhengighet og veivalg

Stiavhengighet tar for seg aktørers evne til utvikling og i dette begrepet står fornyelse i sentrum. Aktører i form av bedrifter eller hele næringer kan gjerne ha forpliktelser til produktleveranser eller tjenester, og på denne måten fortsette driften sin baserte på samme gamle vaner og “stier”. Stiavhengighet handler om hvorvidt aktøren er avhengig av å holde på stien som allerede er etablert og har ofte relevans til tidligere suksess. Å være fastlåst til den etablerte stien uten å klare omstillinger eller å ta i bruk nyvinninger, defineres som “lock in”. Dette er den sterkeste formen for stiavhengighet og kan ha sammenheng med politiske forpliktelser, bånd eller andre avtaler. Hvis aktøren utelukker innspill om ny kunnskap og i for stor grad baserer seg på “learning by doing” kan den eksisterende kunnskap forbli taus og ikke nydyrket (Karlsen & Isaksen, 2008).

På den andre siden av tilnærmingen til utvikling er veivalg et begrep som fokuserer på hvordan aktøren tar i bruk ressursene sine på en ny måte, eller en form for gjenbruk. Et

nøkkelord her er overførbarhet (Karlsen & Isaksen, 2008). De to nevnte begrepene kan kjennes gjennom å “vandre langs gamle stier” eller “tråkke opp nye stier”.

2.2 Spesifikk del

Den andre delen tar for seg mer spesifikke teoriperspektiver med empiri fra litteraturen. For å besvare problemstillingen er det hensiktsmessig å få et rammeverk og verktøysett spisset mot solkraft og landbruket. Solenergibransjen utvikler seg svært raskt og det kan være vanskelig å holde følge med de ulike teknologiene og innovasjonene. En redegjørelse for hvilke teknologier, innovasjoner og prinsipper som vil være gjeldende i denne oppgaven har til hensikt å gjøre diskusjonen forståelig og få frem hva solkraftverk innebærer.

Solkraftinstallasjon er nødvendigvis ikke komplisert rent fysisk, og ved å sette seg inn i teknologien kan det overføres til å forstå bondens situasjon med hans ressursgrunnlag og ferdigheter. Landbruket vil også settes i rammen av innovasjon, utvikling og entreprenørskap.

2.2.1 Solcellepaneler, solenergi og utvikling av teknologi

Denne oppgaven har ikke til hensikt å gi en lang og detaljert avhandling om hvordan solcellepaneler generer elektrisitet fra solenergi. For oppgavens del er det viktig å forstå de generelle prinsippene og hvilke faktorer som påvirker produksjonen av solkraft.

2.2.2 Solcellepaneler

Solcellepaneler er bygget opp av solceller som virker på den måten at de omgjør energien i lys og stråling fra sola til strøm. Kristine Bergum, som jobber ved Senter for Materialvitenskap og Nanoteknologi, forsker på solceller og forklarer at i dag utnyttes omtrent 21% av strålingen fra sola i de kommersielle solcellepanelene. Disse er i hovedsak bygget opp av silisium (Melteig, 2022). Tilbake i 2017 forteller Bengt Svensson som er professor på Fysisk institutt ved UiO at utnyttelsesgraden lå på ca. 20% for silisiumbaserte solceller, og at makspotensialet ikke ville strekke seg over 30%. For å øke utnyttelsesgraden i panelet så forskningen mot å kombinere silisiumsceller med kobberoksidceller i flere lag. Vi snakker da om en utnyttelsesgrad i en slik kombinasjon på rundt 35-40% (Vogt, 2017). Bergum får frem potensialet i solcelleteknologien ved å underbygge det Svensson nevner tilbake i 2017 om kombinasjon av solceller og materialbruk. Hun påpeker at i 2022 er de beste solcellene på en effektivitet rundt 50%, hvor solcellene ligger lagvis 6 stykker av gangen. Dette brukes derimot i paneler på installasjoner i verdensrommet og er et stykke unna det kommersielle markedet (Melteig, 2022). Det blir poengtert av både Svensson og Bergum at noe av det essensielle for produktet solcellepanel er at det består av en forekomstrik ressurs,

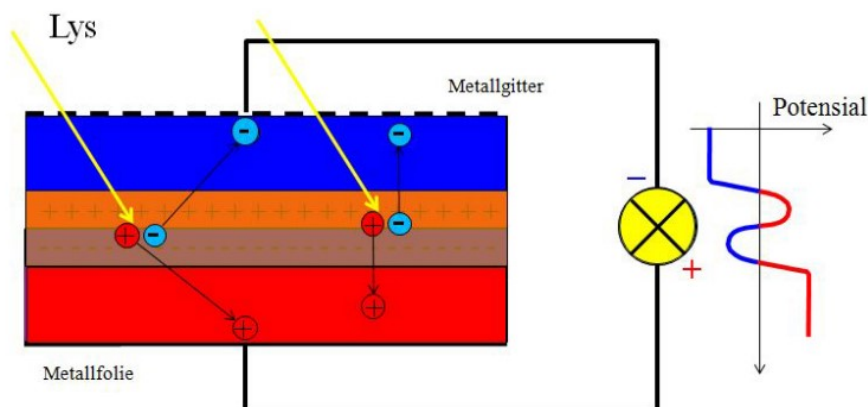
noe silisium først og fremst er. Hele 27,7% av jordskorpen er silisium hvis man måler dette i vekt. Etter oksygen er dette det grunnstoffet det finnes mest av, blant annet i sand, kvarts og bergkrystall og dermed også en gunstig brikke i et solcellepanel (Kofstad og Pedersen, 2019).

Hva som skjer med en solcelle når den treffes av sollys og det genereres strøm er i hovedsak forflytning av elektroner. Silisium som nevnt over er i utgangspunktet ikke en nyttig elektrisk leder men cellen forurenses med fosfor på oversiden og bor på undersiden. Denne tilsetningen av andre stoffer kalles doping, og solcellen består nå av et lag med dopet silisium på oversiden og et lag med dopet silisium på undersiden. Oversiden som er dopet med fosfor gjør at det her utløses frie elektroner (n-dopet). Undersiden eller resten av silisiumet dopes med bor som gjør at denne delen av cellen får ledige elektronposisjoner, eller såkalte hull. Denne delen er nå p-dopet. I solcellen der det n-dopete og p-dopete silisiumet møtes dannes det en overgang (pn-overgang) hvor det utveksles elektroner. Dette kalles en potensialbarriere og her får man en spenningsforskjell som forhindrer ytterligere utveksling eller flyt av elektroner før tilførsel av sollys (energi)(Rossing et al, 2020, s. 19).

Når solcellen tilføres sollys vil denne energien klare å flytte elektroner slik at disse havner på oversiden av solcellen. Motsatt skjer på undersiden hvor man får et hull. Man sitter nå igjen med oversiden som har et overskudd av elektroner og baksiden som har "huller". Både oversiden og undersiden har et metallbelegg, men oversiden har en gitterformasjon for å slippe gjennom lys til pn-overgangen for at elektroner skal kunne "sparkes" over til oversiden (n-området). I tillegg er oversiden belagt med et antireflekslag for å forhindre at all strålingen reflekteres rett tilbake. Når disse kobles sammen (forside og bakside) skaper man en mulighet for å utnytte energien til elektronet som forflytter seg. På grunn av det elektriske feltet (spenningen) i pn-overgangen får ikke elektronet som ble sparket over fra p-området til n-området mulighet å komme seg tilbake samme vei for å gjenopprette balanse. Elektronet søker derfor etter en løsning for å komme seg tilbake til p-området (undersiden) for å gjenoppta balansen i solcellen. Løsningen er da å ta en omvei gjennom metallbelegget (gitteret) som fanger opp frie elektroner på oversiden av cellen, hvor man videre kan lede elektronet via ledning og gjennom noe som trenger energi (strøm). Etter en omvei hvor man utnytter potensialet til elektronet vil det komme tilbake til p-området hvor forflytningen

startet, og metallbelegget på undersiden hvor det finnes huller vil bli tilført elektroner igjen (Rossing et al, 2020, s. 22).

I denne koblingen (med ledning) mellom bakside og forside kan det for eksempel tillegges en lyspære som vil utnytte denne energien og lyse. Det er dette som kalles strøm på et enklere språk (Rossing et al, 2020, s. 23). Ingunn Mjønerud (2019) beskriver dette som en elektrisk krets hvor det genereres strøm når elektronene beveger seg gjennom denne. Her forklares det gjennom en balansert solcelle som tilføres sollys som gjør at elektronene flytter seg fra positiv ladet side til negativt ladet side, og deretter søker tilbake til positivt ladet side igjen som blir gjennom “omveien” som skaper en elektrisk krets. En balansert solcelle er når den dopete cellen med en positiv side og en negativ side har stabilisert seg etter at elektronene har flyttet på seg på grunn av doping. Når dette skjer dannes det en barriere eller “pn-overgang”. Denne sørger som nevnt over for at elektroner ikke lenger flytter seg fra p-området til n-området uten tilførsel av energi (sollys). Når det derimot tilføres sollys på solcellen vil det føre til at elektroner i sjiktet mellom p-området og n-området sparkes over til n-området, og elektroner flytter seg gjennom omveien (ledningen eller kabelen) for å søke tilbake til p-området og skape “balanse”. Det er her potensialet ligger for å utnytte strømmen som skapes som igjen kan utføre et arbeid (Mjønerud, 2019). For å illustrere det ovennevnte vil figurene under være til hjelp. De viser hvordan en solcelle ser ut og hva som skjer når den blir truffet av sollys.



Figur 1: Her er de ulike delene av solcellen beskrevet og det er forklart gjennom en lyspære hvordan man kan hente ut energi fra en solcelle som blir belyst (Fornybar energi, 2020, Rossing et al.)

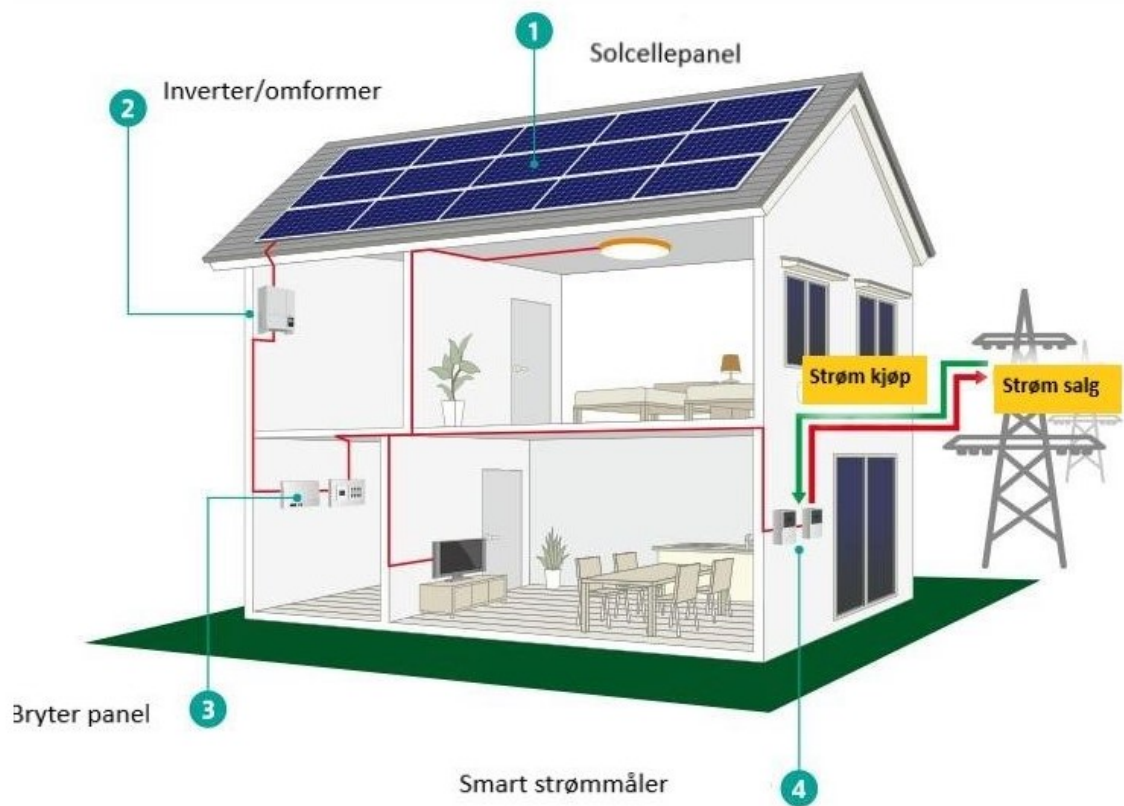
2.2.3 Solcelleanlegg

Over er det redegjort for hva en solcelle er, hvordan den virker og hva som skjer når den blir belyst. Et solcellepanel er en seriekobling av flere like solceller hvor minussiden kobles til plussiden og motsatt (forsiden på baksiden og baksiden på forsiden). I stedet for at ledningen går gjennom en lyspære slik som i figur 1, går ledningene inn i en vekselretter som jeg kommer tilbake til under. Et gitt antall solceller utgjør et solcellepanel og et solcelleanlegg består gjerne av flere solcellepaneler som er koblet sammen på samme måte som solcellene. Ledningene ut fra solcellepanelene vil på så måte være fra forsiden (negativ side) og baksiden (positiv side)(Rossing et al, 2020, s. 24). Seriekoblingen gjør at man øker spenningen i sum av alle spenningskildene (solcellepanelene). Strømmen som produseres kalles likestrøm og gir en gitt verdi ut ifra størrelsen på seriekoblingen og effektiviteten på solcellepanelene (Skolelaboratoriet for fornybar energi NMBU, 2014, s. 6).

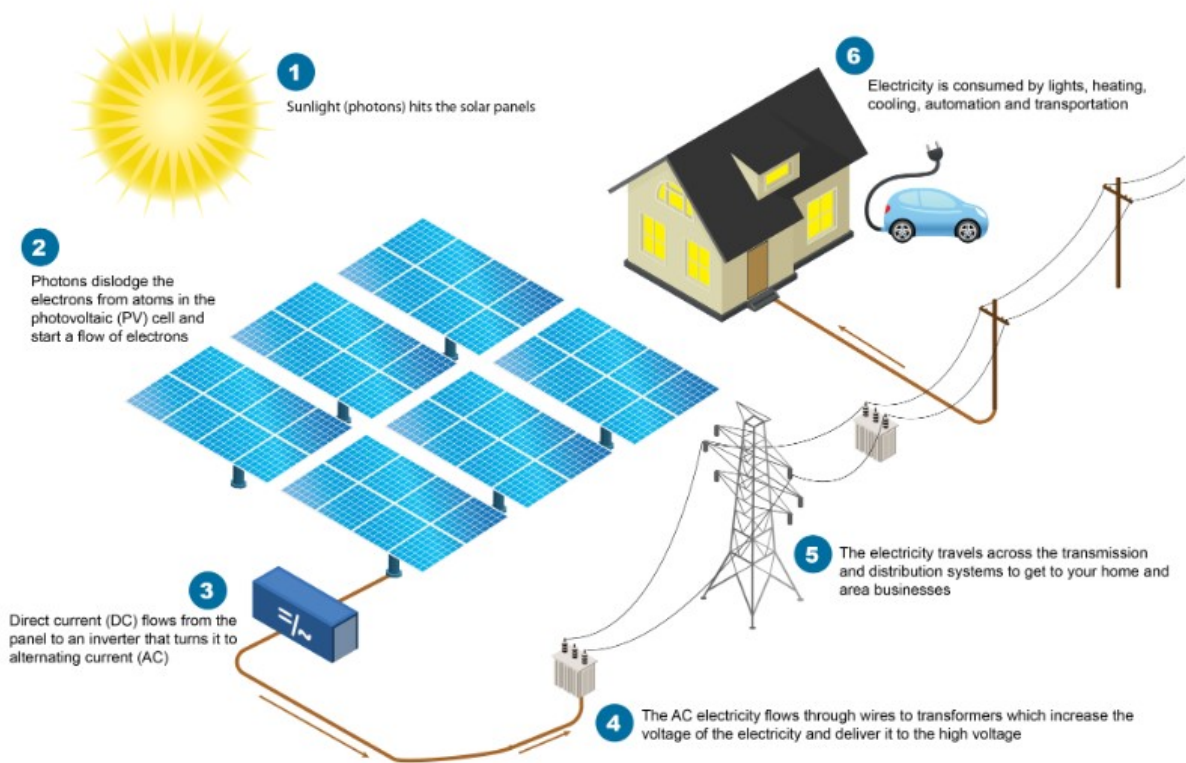
Ledningene (pluss og minus) man ender opp med etter seriekoblingen kobles inn i en vekselretter. Vekselretteren eller inverteren (det engelske begrepet som hyppig brukes i Norge) har til hensikt å gjøre om likestrømmen fra solcellepanelene til vekselstrøm som vi kan bruke i blant annet hjem, på arbeidsplasser og på gårder. I tillegg gir vekselretteren solcellepanelene den riktige lasten tilbake slik at de virker så effektivt som mulig basert på solforholdene (Hamid MN, 2022). Likestrøm er elektroner som strømmer i en retning slik som beskrevet når en solcelle belyses. Strømretningen går fra pluss til minus (Skaar, 2021). Etter likestrømmen med en gitt spenning (basert på energiproduksjonen fra solcellene) har vært innom vekselretteren, omgjøres likestrøm til vekselstrøm på for eksempel 230V spenning. Denne vekselstrømmen er en mer anvendbar form for flytting av energi, og den kan gå begge veier på ledningsnett og ut til stikkontaktene hvor du trenger strøm (Skaar, 2021). Siden lokalnettet og spenningen vi som regel bruker er 230V, er dette brukt som eksempel. Det tydeliggjør hvilken rolle vekselretteren spiller i et solcelleanlegg. Vekselrettere kan også med fordel gjøre om til 400V spenning for eksempel, alt ettersom hva som er hensiktsmessig med tanke på hva strømmen skal brukes til og hvilke krav en mottaker av strømmen har.

Solcelleanlegg består i hovedsak av solcellepaneler, inverter(e), festesystemer, sikringskap, strømfordeler, strømmåler og kabler mellom disse komponentene. Under ser man et typisk solcelleanlegg på bygg. Det er ikke gitt at panelene må være på taket, og anlegg kan skaleres opp og ned etter tilgang på areal, det elektriske nettverkets infrastruktur og kraftbehovet.

Solparker som jeg kommer tilbake til og som denne oppgaven i hovedsak dreier seg om, innebærer de samme prinsippene.



Figur 2: Over ser man hvordan strømmen flytter seg i et typisk anlegg som er tilknyttet et større nettverk. Det kan utveksles vekselstrøm ettersom man har behov for strøm fra nettet eller har en overproduksjon (Solcelleanlegg, 2022, Elpunkt).



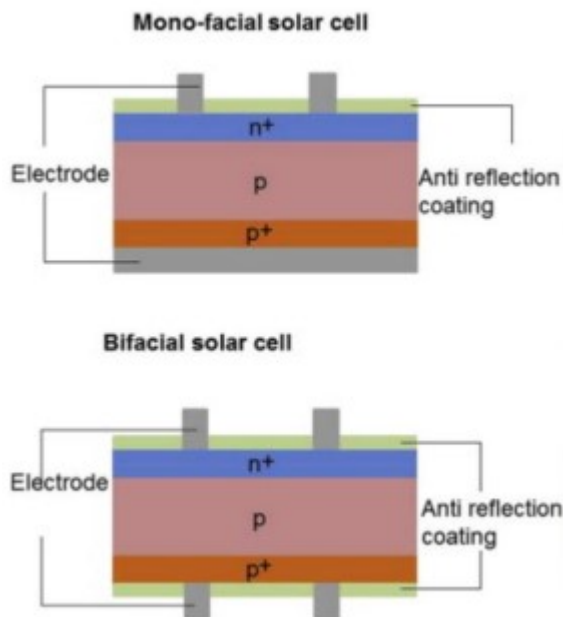
Figur 3: Over vises et solcelleanlegg montert på bakken hvor strømmen går direkte ut på hovednettet før den blir forbrukt. I dette eksempelet dreier det seg om en husstand. De samme prinsippene gjelder også i større en solpark (*How solar power works, 2022*, av Cider Solar).

2.2.4 Bifacial solcellepaneler

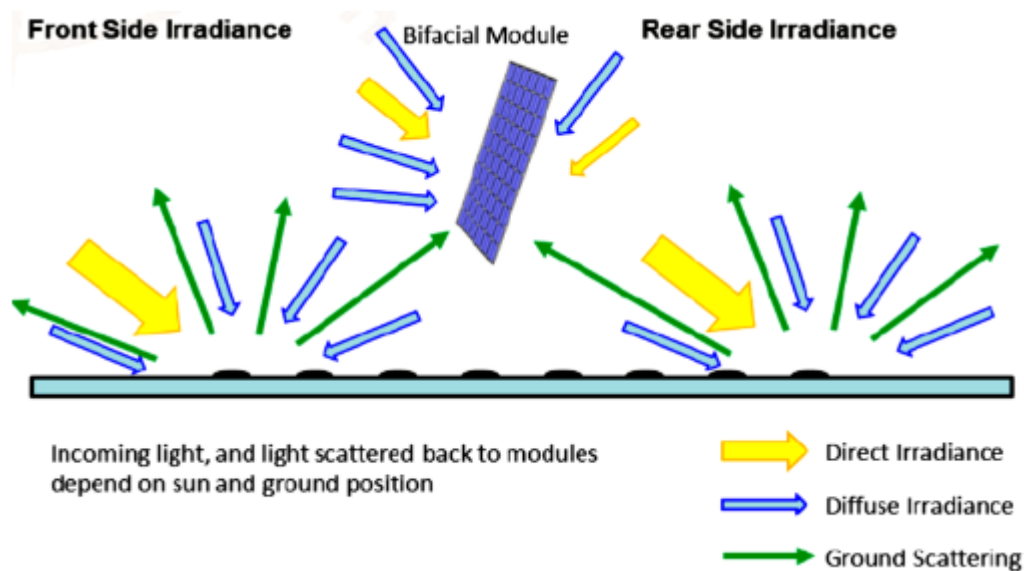
Tidligere i den spesifikke teoridelen har solceller og “tradisjonelle” solcellepaneler blitt redegjort for. Da denne oppgaven har til hensikt å se på hvordan solparker og landbruket har muligheter og utfordringer, er det derfor relevant å se nærmere på den nyeste og mest relevante teknologien innenfor bransjen. I de nevnte solpark-prosjektene som ligger inne hos NVE dominerer bruken av bifacial solcellepaneler, og anlegget på ROAF er også installert med slik type solcellepaneler.

Bifacial solcellepaneler, som kan oversettes til “tosidige” solcellepaneler, er i utgangspunktet ikke et helt nytt fenomen. En forskningsartikkel fra 1981 tar for seg et forsøk med et slikt panel. Studien konkluderte med at bifacial solcellepaneler kunne ha en solkraftproduksjon på rundt 50% mer enn tradisjonelle, ensidige, paneler ved bakgrunn med høy albedoeffekt (Cuevas et al. 1982). Tosidige solcellepanel har likevel blomstret frem først de siste årene, og teknologien er forholdsvis lik som tradisjonelle solcellepanel. Forskjellen ligger som vist i figuren under i hvordan undersiden er designet. I stedet for å ha en tett metallfolie under, brukes samme prinsipp under som over for å få solstråler gjennom panelet. Samtidig er

bakplaten i glass slik at solstråler som reflekteres fra atmosfæren, omgivelsene og underlaget bak panelet kan absorberes av solcellenes bakside (Yousif, 2022, s. 251).



Figur 4: Øverste figur viser hvordan tradisjonelle ensidige solceller fungerer som nevnt tidligere. Nederste figur skiller seg ut ved å ha en “nettingstruktur” også på undersiden for å slippe solstråler inn på solcellen bakfra (Shishavan, 2019, s. 13).



Figur 5: Figuren over viser hvordan solstråler treffer et solcellepanel, i dette tilfellet et som er tosidig. Som nevnt over vil et tosidig solcellepanel få både direkte solstråling, reflektert solstråling fra atmosfæren (diffus stråling) og reflektert solstråling fra bakken på begge sider (Yousif, 2022, s. 253).

Bifacial solcellepanel kan være utfordrende å måle effekten av da det er mange faktorer som spiller inn. Samtidig er det dette som gjør at slike paneler kan bidra til økt effekt og

produksjon av elektrisk strøm. Ensidige paneler har en standardisert metode for å måle hvilken effekt hvert panel har, men for bifacial paneler spiller spesielt albedoeffekt inn. STC (Standard test conditions) for tradisjonelle solcellepaneler er 1000W innstråling per kvadratmeter når panelet holder 25 grader. Med denne standarden kan solcellepaneler dermed sammenliknes (Multiconsult, 2018).

Uavhengig av om solcellepanelene er tosidige eller ensidige spiller temperatur en viktig rolle for hvordan panelene yter. I solcellepanelene er det oppgitt en temperaturkoeffisient. Den forteller noe om hvor mye effektiviteten synker når temperaturen i panelene går over over 25 grader celsius. Som regel ligger denne på -0,3-0,5%, noe som vil si at effektiviteten reduseres med disse prosentene per grad som overstiger 25. En svensk studie fra 2018 modellerte gevinst og tap med tanke på temperatur i forhold til STC. De fant at panelene kunne være opptil 10% mer effektive i vintermånedene (Molin et al, 2018, s. 1461). SINTEF fant de samme tendensene i resultatene sine fra forsøk i 2018. De beskriver at høy temperatur gjør at den indre energilekkasjen blir større siden elektronene beveger seg mer. På den andre siden ser vi at solceller fungerer meget godt i kalde temperaturer og øker effekten sammenlignet med STC (Benjaminsen, 2018). Temperatur spiller en viktig rolle for effektiviteten til et solcellepanel og selv om tosidige solcellepanel logisk nok absorberer mer sollys og får en høyere temperatur, kunne man tenke seg at effekten på slike paneler ikke var så høy. En studie fra Italia i 2021 så på denne problemstillingen og utførte en forsøk. Forskerne kom frem til at den tosidige gevinsten totalt var betydelig større, selv om temperaturen i det tosidige solcellepanelet lå mellom 9 og 12 grader over et ensidig panel. Forsøket ble gjort over grå asfalt med forholdsvis lav albedo (Leonardi et al, 2021, s. 11).

Hos de tosidige panelene har det blitt gjort en rekke undersøkelser for å måle ut hvilken effektgevinst slike paneler kan ha. Som jeg innledningsvis nevnte viste tester fra 1982 en økning på hele 50%. De senere årene har ny og bredere forskning fra ulike deler av verden kommet frem til nye resultater og utviklet testmetoder for å prøve å standardisere. I 2019 satte Shishavan en rekke faktorer til grunn for å finne mønstre i hvordan tosidige solcellepanel yter, og hvilke forhold som påvirket i positiv og negativ grad. Doktorgradsavhandlingen la til grunn albedo, høyde over bakken, vinkling og størrelse på anleggene med tanke på avstand. For tosidige paneler handler det i de store linjene om å tilrettelegge for mest mulig innstråling på baksiden. Dette for å utnytte solcellepanelets areal, samtidig er det essensielt at tilretteleggingen ikke går på bekostning av innstrålingen på forsiden av panelet (s. 101).

For å uttrykke hvor godt egnet en flate er til å reflektere lys benyttes albedo. Albedoeffekten kan variere i stor grad og for å måle albedo benyttes en skala mellom 0 til 1. Høy albedo er nærmere 1 og lav albedo er nærmere 0. Lys som ikke blir reflektert blir enten transmittert, at lyset beveger seg gjennom flaten eller mediet, eller absorbert. Når lys blir absorbert blir energien overført til elektroner i mediet det treffer, slik som i et solcellepanel (Yousif, 2022). Hensikten med tosidige solcellepanel er nettopp å utnytte albedoeffekten fra overflaten bakenfor solcellepanelene. I Norge er det flere måneder hvor bakken er dekket med snø, og nysnø har blant de høyeste albedoverdiene. Utfra hvor dyp snøen er og renheten, kan effekten variere mellom 0,6 og 0,9 som er rimelig høyt sammenliknet med gress, trær, steiner og asfalt, som holder seg på nivåer under 0,3 (Yousif, 2022, s. 252).

Det har blitt gjort noen studier de siste årene innenfor effekten bifacial solcellepaneler har, der albedoeffekten er tatt i betraktning. Holter (2021, s 49) gjorde en studie i sin masteroppgave i samarbeid med SINTEF ved å ta i bruk hvit presenning, grønn presenning, aluminiumsplater og svart tak som reflekterende materiale bak tosidige paneler. Hun kom frem til at effektgevinsten økte betydelig basert på størrelsen på areal bak panelene som hadde god albedo. Videre var effektgevinsten ved tosidige paneler størst ved overskyet vær hvor den diffuse solinnstrålingen dominerer. Materialalbedoen til den hvite presenningen ble målt til 38,6 % som i utgangspunktet er en del lavere enn snø. Den hvite presenningen ga en effektgevinst på 7-9% høyere sammenliknet med svart underlag. En annen studie fra solenergi instituttet i Singapore fra 2013, ser på effektgevinsten ved bifacial paneler ved et minimum av albedo gjennom en modellering. Studien viste at særlig i nordlige områder som Norge har bifacial paneler raskt et høyere utbytte, og allerede ved så lave albedoeffekter som 0,05-0,1 ville det være lønnsomt. Det er likevel viktig at lønnsomheten her tok utgangspunkt i at produksjon av bifacial paneler skulle havne på samme kostnader som ensidige paneler, da prinsippene for produksjon i stor grad var like (Guo et al, 2012, s. 452). Gitt at studien er fra 2012 og det har vært en utvikling i markedet av bifacial panelene vil kostnadene tas opp under kapittelet LCOE.

Når det gjelder bifacial solcellepaneler og egnetheten i nordisk klima som er relevant for Norge, er det flere faktorer som spiller inn. Fra 2018 finnes det en studie hvor SuSolTech og en masterstudent fra NTNU så på hvordan temperaturer og rim spilte en rolle. Man gikk her bort i fra STC og la forholdene mer til rette for nordisk klima. Masterstudenten fant at rim på

panelene ikke ga negativ påvirkning på produksjonen så lenge det ikke var snakk om et lag med snø eller is. Den lave temperaturen var med på å gjøre solcellepanelet mer effektivt (Hansen, 2018, s. 65). Når det gjelder snø og is i forbindelse med solcellepaneler reiser en studie gjort av representanter fra NTNU, SINTEF og IFE i 2018 utfordringer rundt dannelse av snø og is på paneler. Det pekes på skader på paneler og 90% redusert effekt ved bare 1-2 cm snødekke på panelene. Likevel pekes det også på potensialet ved albedoeffekten for snø i nærområdet, som ifølge studien kan øke innstrålingen med 3-6 ganger sammenliknet med flater uten et dekke av snø (Andenæs et al, 2018, s. 321). Utfordringene tilknyttet snødekke på panelene har blitt bevist mye mindre ved bifacial solcellepaneler. I følge rapporten fra 2021 om det tosidige solcelleanlegget på Isola sitt tak i Porsgrunn, fant de at snøen smeltet og skled på en film av vann på forsiden av panelet selv på vinterstid. Grunnen til dette skyldtes at den snøfrie baksiden av panelet fortsatte å produsere strøm, og skapte dermed varmgang i panelet som smeltet oversiden fri for snø. Dette anlegget ligner forøvrig på et bakkemontert anlegg, som er installert på et tak hvor panelene er skråstilte og hevet opp fra taket. Anlegget presterer meget godt, og 30% bedre enn typiske norske solcelleanlegg og 30% bedre enn et tilsvarende anlegg i Sverige hvor taket i motsetning er mørkt (Riise et al, 2021, s. 1304). Den samme tendensen om snøsmelting var gjeldende under studien av et bifacial bakkemontert solcelleanlegg i Willistoon, Vermont, i USA. Her så de en tydelig forskjell mellom tosidige og ensidige anlegg, og ved riktig vinkling skled snøen relativt lett av, særlig i de rammeløse panelene (Burnham et al, 2019, s.1324).

2.2.5 Lønnsomhet og strømpriser

Når det gjelder solkraft i form av strøm har LCOE sunket med over 89 prosent siden 2010, når man ser alle typer anlegg under ett i et globalt perspektiv (Roser, 2020). I følge Roser lå prisen på solkraft rundt 40 dollar per MWh globalt sett i 2019, noe som tilsvarer omtrent 35 øre/KWh. I Norge estimerer NVE at solparker hadde en LCOE på drøyt 49 øre/KWh. Til sammenligning med andre solcelleanlegg ligger prisen på standard hustak på 101 øre/KWh og større flate tak på 68 øre/KWh. Dette er tall fra juni 2020. (NVE, 2022d).

I veikartet fra Solenergiklyngen og SuSolTech beskriver de priser i solparker montert i Portugal og Saudi Arabia som holder seg helt nede på 17 øre/KWh. På grunn av den raske utviklingen ser man for seg at LCOE på solparker generelt vil kunne komme ned i 20

øre/KWh frem til 2030 (Solenergiklyngen, 2020). NVE (2022d) ser for seg en pris på 29 øre/KWh.

Når det gjelder det nevnte enorme solpark-prosjektet til Energeia har de estimert en LCOE på 19 øre/KWh over 30 år, men har også lagt til grunn 14 øre/KWh om solparken skal driftes i 45 år, som skal være mulig (Energeia, 2021, s. 26). Det er tydelige forskjeller og det er åpenbart variasjoner innenfor størrelse på anlegget og hvilke formål solparkene har. Enkelte anlegg kan være dyrere samtidig som de installeres på plasser hvor behovet er større og dermed oppnår man hensikten likevel. Det pekes også på usikkerhet i LCOE både i nåtid og i fremtidsestimater da utviklingen går raskt, og nye måter for å effektivisere dukker stadig opp. Det svenske Energiforsk belyser spriket i LCOE på solparker i sin nyeste rapport fra 2021. Her legges det til grunn informasjon om solparker som er installert og satt i drift i 2019 og 2020 i Sverige, og fordelte LCOE i tre kategorier. Rapporten viser til at de mest effektive solparkene ligger på SEK 29 øre/KWh, middels på 43 øre/KWh og de solparkene med høyest LCOE ligger på 52 øre/KWh (Elmqvist, 2021, s. 15).

Når det er snakk om LCOE hører som regel lønnsomheten i et prosjekt med. Når det gjelder solparker kan det skilles mellom om strømmen som produseres skal gå til eget bruk og overskudd til salg, eller om strømmen transporteres direkte til hovednettet for salg. Førstnevnte kalles en såkalt plusskunde som innebærer at man kjøper og selger strøm ettersom eget forbruk og produksjon øker og synker. For et solcelleanlegg vil dette i praksis bety at man ved produksjon av strøm først bruker denne selv på sitt eget strømnett. Eventuell overproduksjon utover forbruket vil bli sendt på hovednettet og distribuert videre. Når man ikke har produksjon eller nok produksjon importerer man etter behov fra hovednettet. Alt dette avregnes i strømmåleren. Når man bruker produsert strøm selv får man i prinsippet ingen kostnad for hverken nettleie eller importert strøm fra strømleverandør. Ved overproduksjon får man kun betalt for selve strømmen som leveres ut på nettet, men strømmen man senere må kjøpe tilbake må man betale nettleie for. Det man gjerne får kompensert for ved å levere ut på nettet er netteiers minkede nettap. Plusskunder blir regulert i innmatet effekt som leveres ut på nettet, og denne grensen er på 100 KW. Leveres det en effekt på over 100 KW brytes vilkårene for “gratis” innmating på hovednettet og man må betale netteier for å levere strøm på nettet (NVE, 2021b). Basert på dette, og hvordan strømvtales man har med strømleverandøren (som må kjøpe overskuddet), blir dette en faktor i hvor lønnsomt et anlegg kan være.

Salg direkte til hovednettet gjør at man betraktes som en kraftprodusent og man må dermed betale 1,43 øre/KWh (2022 satsen) for å levere ut på nettet. Dette kan kombineres med eget forbruk og gjelder for anlegg opp til årlig produksjon på 1 GWh. For dette kreves det ikke konsesjon, men slike installasjoner faller gjerne inn under plan og bygningsloven. Anlegg som produserer over denne grensen blir konsesjonspliktige. Må det etableres nye høyspentanlegg (1kV) eller om anlegget ønsker å levere til naboeiendommer kreves også konsesjon (NVE, 2022e).

Strømprisene er en viktig faktor når man skal se på lønnsomheten til en solpark. Det kan naturligvis være grunner til at en installerer solparker selv om lønnsomheten ikke er til stede. Områder uten nettilknytning er eksempel på dette. Likevel er det relevant å gjøre rede for strømprisene, da en forutsetning for å bygge en solpark som regel er lønnsomhet. Det siste halvåret har bydd på en ekstrem situasjon med månedlige strømpriser på 1-2 kr/kwh i gjennomsnitt. Dette er ikke normalen, men likevel relevant da slike situasjoner spiller en rolle og må hensyntas. I følge NVE og deres langsiktige kraftmarkedsanalyse vil strømprisene øke frem til 2030 og deretter flate ut. I rapporten legges det til grunn et basisscenario som gir en strømpris på 52 øre/KWh i 2030, men i utfallsrommet strekker prisen seg helt opp til 70 øre/KWh. Beregningene er gjort basert på værmodeller, CO₂-priser og brenselspriser (NVE, 2021a, s. 47). Det er viktig å merke seg at rapporten er fra oktober 2021 og verden har forandret seg dramatisk siden den gang.

2.2.6 Agrivoltaics

I Norge er solparker som nevnt svært lite utbredt og begrepet “agrivoltaics” desto mindre kjent, derav sitt engelske uttrykk. Agrivoltaics går ut på å bruke jordbruksland til både matproduksjon og produksjon av elektrisk strøm fra solceller. Målet ved å installere en solpark på jordbruksland i landbruket er i dette tilfellet å minimere den negative innvirkningen, og eventuelt forbedre jordbruket (SINTEF, 2022).

Ved å installere solparker på jordbruksjord kan man møte på flere utfordringer men også muligheter. SINTEF (2022) peker på at det er lite undersøkelser tilknyttet agrivoltaics i det norske jordbruket. Montering, klima, plantesort, tiltenkt bruk og fotosyntese er blant annet trukket frem som viktige momenter innenfor satsningsområdet. At solceller har såpass lav motstand sosialt er et fortrinn, men at matproduksjonen ikke påvirkes negativt trekkes frem som det største “usikkerhetsmomentet”.

Det er naturligvis skrevet forholdsvis lite om agrivoltaics i Norge. Særlig nedbygging av matjord kan kanskje ved første tanke danne en skepsis. Det må nødvendigvis ikke være på denne måten og Martiniussen fra Teknisk Ukeblad belyste dette tilbake i 2020. I et intervju med den velkjente solenergieksperten Bjørn Thorud fra Multiconsult (tidligere Scatec Solar) ble det pekt på en rekke konsepter innenfor agrivoltaics som hadde satt positive spor. I Kina har det blitt installert en enorm solpark på 1000 MW effekt som kombineres med dyrking av gojibær. Her er fordelene at bærene kan dyrkes i delvis skygge, samtidig som panelene beskytter mot for mye sol og kraftig regn. I tillegg var dette et tilnærmet ørkenområde tidligere og ved et dekke av solcellepaneler har dette området blitt omgjort til jordbruksareal. Et lignende tilfelle nevnes fra ørkenen i Nevada. Her har ørkenen blitt grønnere og bedret vekstforholdene til små planter ørkenskilpadder lever av grunnet fuktighet. Generelt sett nevnes bær dyrking i kombinasjon med solparker som et satsningsområde, eller i kombinasjon med beitedrift. Det krevende er eventuelle arealkonflikter med tanke på degradering av matproduksjon eller estetikk.

En studie utstedt fra det italienske departementet for bærekraftige avlinger som gikk over flere år, har sett nærmere på hvordan maisdyrking kombinert med solpark virker på selve avlingene. Faktoren vann var en naturlig del av studien, og det ble sett på hvordan avlingene presterte i områder med naturlig nedbør, med og uten solpark, og hvordan avlingene presterte ved ubegrenset irrigasjon. Resultatene viste at dyrkingen under solparken som naturligvis innebar mer skygge, førte til bedre avlinger både under naturlig nedbørsmengder men også under mer stressende tørkeperioder. Det ble pekt på at jorda beholdt en høyere fuktighetsgrad og at evapotranspirasjonen var lavere. På den andre siden fant studien at avlingene gjorde det bedre enn under solpanelene om irrigasjonen var ubegrenset (Amaducci et al, 2018, s. 545). Studien konkluderte med at dyrking under solparker kan gjøre enkelte avlinger mer robuste med tanke på klimaendringer. Mengden kunstig vanning kunne reduseres. I tillegg ble det vist til at land ekvivalent ratioen, som forteller noe om utnyttelsen av jorda, var over 1 ved alle scenarioene ved agrivoltaics i denne studien. Det ble sammenlignet med å ha tradisjonelle solparker og dyrking separat og optimalisert i motsetning til agrivoltaics. Ved tallet 1 er det like effektivt men samtlige resultat viste nivåer over 1 i favør agrivoltaics (Amaducci et al, 2018, s. 560).

I USA, som er et stort jordbruksland, ble det gjennomført en modellering og studie tilbake i 2016 som så på potensialet for økt økonomisk verdi for bønder som tok i bruk agrivoltaics. Basert på tidligere forskning la studien til grunn at avlingene måtte tåle skygge godt, og

salatdyrking ble trukket frem som et eksempel. Beregningene tilsvarte en verdiøkning på jordbruket på hele 30% som ville øke bondens bærekraftige utvikling. Det ble pekt på utfordringer innenfor tilskitning av panelene, men ved kombinerende av vanning lå det et potensial for å redusere denne problematikken (Dinesh & Pearce, 2016, s. 307).

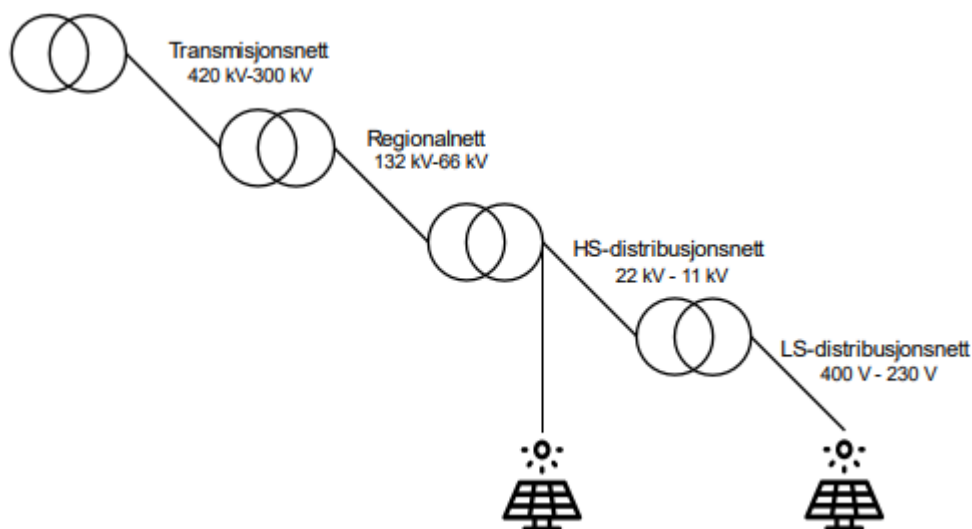
I forlengelse av de nevnte studiene og eksemplene har Fraunhofer sitt institutt for solenergi (største innen solenergi i Europa) samlet informasjon, forskning og veiledning i et veikart innen agrivoltaics. Veikartet ligner det Solenergiklyngen og SuSolTech utarbeidet for solenergi i Norge. Hovedtrekkene til Fraunhofer ISE (2020) peker på potensialet til ulike typer agrivoltaics basert på teknologi, type avlinger og økonomi. Hovedkostnadsøkningen til agrivoltaics sammenliknet med “tradisjonelle” solparker er ofte festestrukturer og materiell for å tilpasse matproduksjonen. Denne kostnadsøkningen gjenspeiles i den tyske studien som sammenliknet LCOE i “lave” tradisjonelle solparker og agrivoltaics. Teknologien som ble brukt innen agrivoltaics bestod av systemer som var plassert mange meter over jordbruksområdet som et tak eller drivhus. Forskjellen var 38% høyere LCOE for slik type agrivoltaics og skyldtes høye kostnader for festkonstruksjonen (Schindele et al, 2020).

Det pekes likevel på synergier i denne sammenhengen, særlig innenfor bærevkster og andre avlinger som dyrkes under plastfolie eller annet dekke, som dermed kan erstattes av paneler. I tillegg kan konstruksjonene i flere anledninger nyttes som ranker eller lignende. Basert på den innsamlede forskningen og deres egen forskning ser man at fleksibiliteten innen teknologiene og skaleringen er en stor fordel. Ved å ta i bruk riktig teknologi basert på avlingene under kan man i flere tilfeller øke produksjonen på samme landareal ved agrivoltaics. Implementeringen av agrivoltaics og kommunikasjon og inkludering av lokalbefolkning ses på som en nøkkel for at dette skal skje på en fruktbar måte uten konfliktdannelse. Siden enkelte avlinger som for eksempel hvete ikke viser til like gode resultater ved kombinasjon av skyggedannende solcellepaneler, må dette tas hensyn til for å sikre sunn konkurranse i landbruket. Skepsisen rundt “nedbygging” av matjord må også tas høyde for og en aktiv informasjonsspredning og inkludering ses på som essensielt (Fraunhofer ISE, 2020, s. 38).

2.2.7 Nettilknytning og lokale energisamfunn

Veksten av solcelleanlegg gjør at kraftnettet som leverer strøm til forbrukere kan møte på utfordringer. Det har vært mye snakk om kraftnettet i løpet av det siste året på grunn av de usedvanlig høye strømprisene, og hvordan kraftnettet kan påvirke denne basert på geografisk plassering. Når det gjelder solkraft fra solcelleanlegg så møter man på en del av de samme

utfordringene ved at kapasiteten på nettet rett og slett er for liten. Reguleringsmyndigheten for energi (RME) kom i januar 2021 ut med en rapport om hvordan solcelleanlegg påvirker det lavspente distribusjonsnettets først og fremst. Det er som regel i tilknytning dette nettet at solkraft blir installert og vi snakker om mindre anlegg på bygg hovedsakelig. Under vises en figur som redegjør for hvilke kraftnett som brukes til hva. Transmisjonsnettets er “motorveiene”, regionalnettet kan beskrives som “fylkesveier” og høyspent distribusjonsnett samt lavspente distribusjonsnett fungerer som kommunale og lokale veier. Norge er tradisjonelt en vannkraftnasjon, med store kraftverk som produserer kraft som leveres øverst i næringskjeden i kraftnettets. Solkraft forbindes med mindre anlegg og installeres nærme sluttforbrukeren (Kallevik, 2021, s. 10).



Figur 6: Hvordan kraftnettets er bygget opp i Norge. Et typisk sentralisert energisystem. For oppgavens del er det i hovedsak HS-distribusjonsnett og LS-distribusjonsnett som er aktuelle, men store solparker som Seval Skog og Solgrids Furuset solkraftverk berører de større nettene (Kallevik, 2021, s. 10).

Rapporten fra RME konkluderer med at det kan være særlig utfordrende med større installasjoner av solcelleanlegg i gravgrendte strøk, hvor kapasiteten til LS-distribusjonsnett er lav. Slike tilfeller tåler ikke høyere grad av spenningsvariasjoner som solcelleanlegg kan føre til. Det vil si at når solcelleanleggene produserer maksimum effekt man må ta høyde for dette i analysen. Kombinasjonen av flere anlegg kan også føre til utfordringer, men generelt sett peker rapporten på forholdsvis god nettilknytning for anlegg tilpasset boliger og mindre næringsstak. Særlig i områder med lett industri er nettilknytningen svært god. Ellers er en av de største faktorene avstanden til nettstasjonen, også kalt transformatorstasjonen. Dette er med på å bestemme størrelsen på tilknytningsmulighetene for ikke å overbelaste kabler blant annet (Kallevik, 2021, s. 65). Solparker er som regel større installasjoner og det vil være andre begrensninger. Særlig opp mot det HS-distribusjonsnettets blir solparker aktuelt. Det

kan derfor være en noe utdatert rapport i forbindelse med solparker, men den belyser utfordringene som finnes som også da er gjeldende for solparker. Krav til geografisk posisjon på installasjonen øker i betydelig grad om det ikke koordineres en oppgradering av kraftnettet.

Innenfor temaet nettilknytning og kraftnett blir nettap en relevant faktor. Plusskunder får i dag godtgjøring for redusering av nettapet, det vil si kraften som går til spille ved å frakte den på nettet via kablene som “lekker” energi. Hos Elvia blir det tilbakebetalt etter samme sats for importering av strøm som de eksporterer, per KWh. Satsene følger Elvia sine vilkår for nettleie (Elvia, 2022). I samme åndedrag som nettap, som på sin måte taler for at kraftnettet “avlastes”, må prinsippet om lokale energisamfunn og “nabostrøm” belyses. Prosjektet xCityExchange i Trondheim handler om å skape bærekraftige byer. For å få til dette har det nå blitt satt i gang et pilotprosjekt på Brattøra. Overskuddsstrøm fra for eksempel plussbygget Powerhouse leverer strøm til byggene og næringen i et lokalt nett i nærområdet. Prosjektet utvikler også plattformer for salg i minimarkeder. Ved å utnytte kraften lokalt minimeres nettapet og strømmen blir brukt mest mulig fornuftig. Batterier er også inne i bildet som en stabiliserende faktor. Grunnen til at dette er et pilotprosjekt med dispensasjon fra det gjeldende regelverket, er at det i utgangspunktet ikke kan selges strøm uten å være tilknyttet hovednettet og inneha omsetningskonsesjon (Haugan, 2022).

2.2.8 Landbruk, innovasjon og bonden som entreprenør

Basert på RULALIS (Institutt for rural- og regionalforskning) sin rapport fra 2018 er det lite forskning på feltet hva gjelder bondens nære sfære og innovasjon i Norge. Det er i hovedsak forskning og litteratur på mer konkrete bransjer ute i verdikjedene i mat, gjødsel og industri som er fremtredende, men ikke om bønder generelt og i “starten” av næringskjedene tilknyttet bonden (Stræte et al, 2018, s. 61). I dette delkapittelet er det i hovedsak bondens evne til å være innovativ eller ta i bruk innovasjon som står i fokus, i tillegg til bondens ressurser og rollen som entreprenør i landbruket. Innovasjon handler om å ta i bruk ressurser på nye måter eller ved ny kombinasjon for å skape en forbedring. Teknologi er gjerne en betydelig faktor innen innovasjon (Stræte et al, 2018, s. 39). I lys av denne oppgaven handler dette om hvordan solcellepaneler og landbruksjord kan kombineres og på denne måten at jord blir benyttet på nye måter eller i kombinasjon. Bonden er den sentrale aktøren her som enten får en rolle som eier, drifter eller i en kombinasjon. De forskjellige tilnærmingene kommer jeg tilbake til i diskusjonsdelen.

Bondens arbeidsplass er gjerne på gården som innehar et utvalg av ressurser ut i fra hva gårdsdriften baseres på. Ved å blande inn bonden som entreprenør dreier dette seg om hvordan en innovasjon tas i bruk for å lykkes forretningsmessig (Stræte et al, 2018, s. 53). Spilling (2005, s. 6) knytter entreprenøren til den personen som tar i bruk og iverksetter prosjekter hvor nye kombinasjoner tas i bruk for å skape ny forretningsmessig virksomhet. Solparker er et nytt felt for bønder i Norge. Ved å ta fatt på virksomhet som involverer solparker kreves det ulike kvaliteter hos bonden og utnyttelse av eksisterende ressurser. Det er ikke tvil om at solparker er kapitalkrevende, men Stræte et al (2018, s. 67) ser på kapital som ulike former. Bønder har gjerne en tendens til å løse problemer ved å være proaktive, ta i bruk tillagte egenskaper og utnytte sin sosiale kapital. For bonden kan det likevel være utfordrende å få tilgang på råd om ny kunnskap, teknologi og innovasjon. Den nevnte rapporten til RULALIS peker på dette gjennom rådgivermarkedet, som i større grad har blitt privatisert siden 80-tallet og tilgangen har blitt mindre oversiktlig. Dette gir utslag i evnen bøndene har til å ta ut de inntektsmulighetene de har, selvom om bonden sitter med kapital i ulike former. Råd og kunnskap blir i hovedsak utvekslet bøndene seg i mellom (Stræte et al, 2018, s. 79). Innenfor solenerginvesteringer finnes det i dag mange bønder som har installert solcelleanlegg på gården. På bakgrunn av potensialet både tak, vegg og bakkemontert solkraft har, i lys av krafttetterspørsel, retter rapporten muligens noen sentrale poeng. Det pekes på at kun en tredjedel av bønder føler de holder seg faglig oppdatert i landbrukssektoren. Tilgang på kunnskap, informasjon og råd på en forståelig måte trekkes frem som en del av løsningen for å øke bondens kompetanse i driftsledelse og landbruk. I tillegg må det prioriteres i større grad av bonden, til tross for en travel hverdag (Stræte et al, 2018, s. 64).

Rapporten “smart teknologi for et bærekraftig landbruk” anbefaler at innovasjon skal komme gjennom god støtte både økonomisk og politisk. Studien for rapporten ble gjennomført over tre år og det pekes på at teknologi må tilpasses norske forhold ved hjelp av støtte fra for eksempel Innovasjon Norge. Norske bønder holder allerede et høyt teknologisk nivå. Sammenligner man norsk landbruk med internasjonal standard er det norske allerede på et avansert nivå. Viktigheten av god rådgiving og finansierende aktører blir trukket frem som en av anbefalingene som bør satses på (Vik et al, 2021, s. 26). Teknologi og innovasjon påvirker bøndenes velferd, økonomi og arbeidshverdag direkte. Ved implementering av teknologi kan

produktiviteten økes og tidligere arbeid erstattes gjerne med kapitalinvesteringer (Vik et al, 2021, s. 7). For solparker sin del kan bøndene spille på ulike former for kapital, og med bøndenes ferdigheter kan de selv være en del av implementering av innovasjon og teknologi. Kunnskap er som nevnt en forutsetning, men det finnes også overføringsverdier fra allerede eksisterende ressurser og kunnskap.

3 Metode

Metodekapittelet har til hensikt å redegjøre for hvilke metoder som er brukt og hvorfor. Tilnærmingen til denne masteroppgaven har basert seg på egne erfaringer og nysgjerrighet rundt et lite utbredt og studert tema i Norge. Som nevnt tidligere er utbredelsen av solparker i Norge svært lav, og etter valget om å skrive om solenergi ble tatt for over et år siden, vekket denne delen av bransjen en interesse og vilje til fordypning. Dette kapittelet vil gå nærmere inn på metodevalg og kvalitativ forskning. De overordnede metodene som står helt sentralt er deltakende observasjon og intervju. Videre i kapittelet skal jeg utbrodere hvilke former innenfor disse sjangrene som har blitt brukt og til hvilken hensikt. Ved å etablere et nærmere forhold til informanter innenfor temaet, har målet vært å få et dypere innblikk i hvilke muligheter og utfordringer solparker kan ha i landbruket.

Kvalitative metoder innebærer tradisjonelt sett nær kontakt med med de det forskes på (Tjora, 2017, s.15). Denne oppgaven dannet seg tidlig en klar kvalitativ tilnærming ved valg av metode, da jeg i første kvartal 2021 tok initiativet til å være med på å installere et større solcelleanlegg for Steinseth AS, på gården Steinseth i Asker. Dette var i tråd med valg av temaet solenergi og kunne gi førstehåndserfaringer innen temaet i en tidlig fase av oppgaven. Ved å ha kjennskap til feltet som skal studeres dannes det et godt grunnlag for videre valg av andre metoder i følge Thagaard (2009, s. 12). Den smale forskningen på solparker i Norge førte til at det ble essensielt å søke nøkkelinformanter på feltet, og ta i bruk kvalitative metoder som er godt egnet til temaer med lite tidligere forskning (Thagaard, 2009, s. 12).

3.1 Deltakende observasjon

I et feltarbeid refereres det til at forskeren forlater forskningsinstitusjonen og oppholder seg “ute i felten”. Her foregår datainnsamlingen i det aktuelle miljøet. Den deltakende observasjonen er fremgangsmåten i feltarbeidet for å innhente den dataen som er ønskelig (Thagaard, 2009, s. 65). Forskningsprosjektet startet ved et initiativ om å få delta i prosessen, monteringen og oppfølgingen av solcelleanlegget på Steinseth gård. Ettersom oppgaven skulle handle om solenergi ble derfor dette starten på en datainnsamling om hvordan en gård kan installere et solcelleanlegg på en gunstig måte, der man benytter seg av stor egeninnsats. Ved å ha en vinkling hvor gårder i utgangspunktet har ressurser med relativt høy kompetanse i håndarbeid, kunne installasjonskostnadene i et slikt prosjekt gå ned. Gjennom å delta i

forprosjekteringen av anlegget og deretter observere hvordan montering av et takbasert solcelleanlegg foregikk i startfasen, var målet videre å delta i monteringen selv. Gjennom en innleid “veileder” eller “supervisor” ble teknikkene og prinsippene for montering belyst og forklart. Vi fra Steinseth AS kunne deretter ta fatt på monteringsarbeidet. Elektrikeren hadde også et ord med i laget og stod for elektroarbeider som krevde den type sertifisering. Ved å observere elektrikerens arbeid og diskutere med vedkommende underveis i prosessen, fikk jeg dermed et innblikk i denne delen av solcelleanleggets installasjon. Som forskningsmetode er en slik tilnærming av deltakende observasjon sentralt. Fangen (2004, s. 29) forbinder samhandlingen mellom forskeren og deltakeren opp mot iaktakelse av deres daglige aktiviteter som en naturlig innebæring av deltakende observasjon.

Under feltarbeidet var det naturlig å innta ulike feltroller ut ifra hvor i prosessen på installasjonen man hadde kommet. En feltrolle betegnes som hvilken måte forskeren observerer på. På den ene ytterligheten finnes fullstendig observasjon hvor forskeren på ingen måte deltar, og på den andre ytterligheten har forskeren en fullstendig deltakende rolle hvor man bidrar på lik linje som resten i datainnsamlingsmiljøet (Thagaard, 2009, s. 70). Siden hensikten var å tilegne seg kunnskap innenfor feltet av monteringen, gikk feltrollen fra å være fullstendig observatør til å gli over i deltakende observasjon som er en middelvei mellom de to ytterlighetene. Den deltakende observasjonen er en vanlig og velegnet metode når det skal studeres et nytt felt og forskeren ikke har tilstrekkelig forhåndskunnskap. Thagaard (2009, s. 69) peker også på verdien av deltakende observasjon gjennom å opparbeide seg nøkkelinformanter. Disse har betydelig innsikt innenfor rammene av problemstillingen. Ved å både arbeide med bonden selv, bondens ansatte og de innleide “supervisorene” ble relasjonen bygget opp og veien til betydelig innsikt og informasjon kort. Ettersom kunnskapen og ferdighetene økte innenfor monteringsprosessen og den deltakende observasjonen, flyttet feltrollen seg til å bli fullstendig deltakende i monteringen. Ved å delta fullstendig får forskeren mulighet til å lære teknikker informantene mestrer og forstå relasjonene mellom informantene og hvilke “spilleregler” som gjelder. Rollen kan forbindes med lærling eller medhjelper. Det er klart og tydelig hva som skal gjøres og man tiltrer blant de “underordnede” stillingene i forhold til ledelsen (Thagaard, 2009, s. 72). På denne måten fikk jeg førstehåndserfaring i hvilke teknikker, prinsipper, kompetanse, kunnskap og ferdigheter som kreves for å ta del i montasje av et solcelleanlegg. I samme åndedrag som nøkkelinformanter kan såkalte “portvakter” trekkes inn. Portvakter er personer som er posisjonert slik at de har mulighet til å åpne eller blokkere tilgang til miljøer eller organisasjoner (Hammersley &

Atkinson, 1996, s. 64). I denne sammenheng kan den innleide supervisoren innenfor solenergi-bransjen ses på som portvakt. For å komme inn på hans nettverk som innehar relevant informasjon, og kunnskap som er nyttig for studien, kreves det at tillit bygges så man oppnår en verdifull kontakt.

Å få tilgang til å observere en relevant situasjon eller et tema for å besvare problemstillingen kan være utfordrende. Som Tjora (2017, s. 55) også skriver må man være åpen og fleksibel i observasjonsstudier, og en foreløpig problemstilling eller klar tanke om tematisk interesse bør være avklart. I mitt tilfelle var jeg heldig da Steinseth AS, som jeg har nær relasjon til fra oppvekst og tidligere samarbeid, ønsket å involvere meg i forprosjekteringen av solcelleanlegg-prosjektet. Da jeg så dette kunne være relevant for valg av masteroppgave ble det et naturlig initiativ om å ta del i monteringen og innta rollen som deltakende observatør og senere fullt ut fullstendig deltakende.

I en observatørrolle kan man enkelt bli kastet inn i ulike situasjoner som konstant utspiller seg, og bare ved å være til stede inngår man gjerne i ulike former for interaksjon (Tjora, 2017, s. 61). Observasjonsrollen med fullstendig deltakelse kan på en måte beskrives som skjult om det ikke opplyses at det tilknyttet en studie ovenfor alle involverte. Det kan også beskrives som interaktiv observasjon når man er synlig på et eller annet vis, og kan med fordel heller deles inn i passiv eller aktiv interaktiv observasjon (Tjora, 2017, s. 62). Ved å ta del i prosjektet til Steinseth AS utviklet engasjementet seg, og rollen som deltakende observatør ble raskt erstattet med en integrert interaktiv rolle for å fullføre prosjektet. En slik rolle fikk sine store fordeler med tanke på hva man fikk observert, erfart og ikke minst lært med førsthåndserfaring. I tillegg åpnet det seg flere dører innenfor solenergi-temaet som var relevant for videre prosess i masteroppgaven.

Det pekes likevel på utfordringer ved en slik tilnærming til observasjon hvor man blir såpass integrert. Tjora (2017, s. 67) ser blant annet på utfordringer ved å ta notater og registrere data. I en såpass integrert situasjon kan man havne i en veldig tidkrevende arbeidsprosess som muligens ikke kan tillates innenfor rammene av eget prosjekt. Dette kan påvirke tid til refleksjon, notater og konsentrasjon til studien som helhet - noe som kan vanskeliggjøre avslutningen av studien. For min del har disse utfordringene vært delvis gjeldende ved at selve monteringen, hvor jeg deltok, baserte seg på lange dager med forholdsvis mye fysisk arbeid. Likevel var feltarbeidet i en såpass tidlig fase av masteroppgaven, og det ble i større grad en mulighet for å etablere en kunnskapsplattform innen feltet jeg kunne bygge videre på

og ha som referansegrunnlag. Når det gjelder feltnotater kommer jeg tilbake til dette i neste avsnitt.

Dynamisk observasjon forklares som at observatøren flytter seg sammen med de observerte mellom relevante situasjoner. Det kjennetegnes ved blant annet “work-along” varianten, som har sitt fokus på å følge de ansatte i en bedrift over flere dager eller lenger periode, hvor spontane intervjuer og observasjon foregår kontinuerlig (Tjora, 2017, s. 69). Den dynamiske observasjonen kan være gjeldende i mitt tilfelle, hvor jeg i stor grad fulgte prosjektet over tid og fikk muligheten til å følge opp prosessen selv via forskjellige typer observasjon og samtaler.

3.1.1 Feltnotater

Feltnotater blir nevnt som den viktigste formen for dokumentasjon av Tjora (2017, s. 69).

Analysen i studiet bygger på en forutsetning av at det har blitt gjort gode feltnotater.

Viktigheten av å ha nøyaktige notater rundt de hverdagslige og naturlige hendelsene som skjer i praksis, blir trukket frem som avgjørende (Tjora, s. 92). Gjennom feltarbeidet tok jeg i bruk en perm som jeg fikk utlevert av supervisoren. Permen inneholdt informasjon om monteringsbeskrivelser, solcelleanleggets oppbygning og en kronologisk gjennomgang av hva prosessen ved installasjon inneholdt. For min del ble denne permen en notatbok hvor jeg fikk notert spørsmål, erfaringer og kunnskap underveis i feltarbeidet. Disse notatene koblet jeg direkte på de allerede eksisterende dokumentene som permen inneholdt, for å prøve å holde innholdet presist. I følge Tjora (2017, s. 91) bør slike refleksjoner og spørsmål skrives ned i en såkalt feltdagbok så man kan reflektere over egne reaksjoner og opplevelser i feltarbeidet. Permen kan på så måte betegnes som denne feltdagboken. Thagaard (2009, s. 83) trekker også frem feltnotater som en sentral del av observasjonsstudier. Det blir lagt vekt på at det ikke nødvendigvis er like naturlig å notere hyppig underveis, særlig under høy deltakelse i observasjonsmiljøet. Mine notater ble i størst grad skrevet i pauser og etter endt arbeidsdag i kombinasjon av lesing på permens innhold.

I tillegg til å notere tok jeg i bruk video for å dokumentere dagens arbeid, samt hvordan festestruktur og solcellepanel ble montert. Ved å ta video av meg selv under montering og av prosjektet som helhet uten informantene, var hensikten å ikke skape et vanskelig scenario og gå for dypt inn i etiske utfordringer og situasjoner. Som Thagaard (2009, s. 83) skriver kan bruk av video og andre tekniske hjelpemidler føre til større begrensinger i bruk av datamaterialet grunnet etiske utfordringer. Krav rundt anonymitet og privatliv kan gjøre det

vanskelig å filme på en slik måte forskeren ønsker, og det må gjøres grundig arbeid rundt forhandlinger og samtykke for å kunne ta i bruk datamaterialet (Thagaard, 2009, s. 144). I mitt tilfelle var ikke informantene og de involverte hovedpoenget med videoene, men heller å få frem hvordan installasjon foregikk, samt progresjon. På bakgrunn av dette var det derfor like hensiktsmessig, om ikke mer, å filme meg selv som noen andre.

3.2 Intervju

Innenfor kvalitativ forskning er intervjuer den mest utbredte datainnsamlingsmetoden. Både semistrukturerte intervjuer og dybdeintervjuer er populære ifølge Tjora (2017, s. 113). I denne oppgaven har jeg gjennomført en rekke samtaler om solenergi, særlig i forbindelse med prosjektet til Steinseth AS som jeg etter hvert ble en sentral del av. I prosessen med å finne informasjon om solparker i Norge hadde jeg flere lengre telefonsamtaler med relevante aktører innenfor markedet. Alle de nevnte søkerne hos NVE innenfor solkraft har jeg vært i kontakt med, og høstet interessante perspektiver og fått et innblikk i ambisjonene. For å avgrense oppgavens omfang og spisse funnene har jeg valgt å trekke frem to intervjuer som skilte seg ut i større grad. I avsnittene under vil jeg gå nærmere inn på hver av disse intervjuene, og hvilke intervjumetoder som ble benyttet. De aktuelle intervjuene er henholdsvis dybdeintervjuet med bonden Helge Hvoslef og et semistrukturert intervju med en representant fra Energeia.

3.2.1 Dybdeintervju

Aksel Tjora har skrevet et kapittel som er meget relevant for dette delkapittelet i boken om kvalitative forskningsmetoder fra 2017. Han fokuserer spesielt på dybdeintervjuer i boken sin. Ved å skape en avslappet stemning med god tidsramme er hensikten med et dybdeintervju å få til en relativt fri samtale. I sentrum står noen spesifikke forhåndsbestemte temaer, men praten skal sitte løst slik at informanten kan reflektere rundt egne erfaringer og meninger. De frie rammene taler også for at eventuelle digresjoner tillates, da disse kan være relevante for forskningsprosjektet (Tjora, 2017, s. 114). Målet med intervjuet av bonden Helge Hvoslef var å gå i dybden på hans erfaringer, meninger og perspektiver rundt solparker, og sette hans solpark i sentrum. Siden Helge er den hittil eneste kjente bonden som har installert en solpark, var det viktig for meg å la han greie ut om alle sine erfaringer uten store begrensninger. Det jeg derimot avklarte på forhånd var noen stikkord og temaer jeg gjerne ønsker å dreie innom. Som Tjora skriver er det ikke nødvendigvis i dybdeintervjuer at man skal innsnevre innholdet og temaer i intervjuet i forkant, men heller som forsker filtrere og bearbeide datagenereringen

i etterkant (Tjora, 2017, s. 129). Innsnevring og avgrensning kommer jeg tilbake til i større grad under avsnittet for det semi-strukturerte intervjuet.

Dybdeintervjuet av Helge fant sted hos han selv på gården ved Stavsjø i hjertet av Mjøsa. For informanten kan det virke avslappende å gjennomføre dybdeintervjuet på steder hvor det føles trygt, slik som eget hjem eller arbeidsplass. Poenget er å tilrettelegge for en naturlig og avslappet stemning som fasiliterer for et godt utbytte og en trivelig stemning. I tillegg legger Tjora (2017, s. 121) vekt på at intervjuer hjemme hos informanten kan føre til at aktuelle artefakter eller gjenstander blir trukket frem for å berike eller belyse temaet. Ved å ta en forholdsvis lang reise til Helge og forberede han via telefon på hensikten med besøket og intervjuet, var tanken å gjøre situasjonen og forholdene så avslappet og naturlig som mulig. Som Tjora (2017, s. 122) gjentatte ganger skriver kan sted virkelig ha effekt på utbyttet, og å unngå forstyrrelser kan ha stor betydning. På gården til Helge var det svært rolige omgivelser. I tillegg var det høyaktuelt å ha kjernen av dybdeintervjuet rett ved hans egen solpark som tross alt var “hovedattraksjonen” og underliggende årsak til intervjuet. På denne måten kunne mye av samtalen direkte refereres til fysisk ved å både peke og forklare.

Selve intervjuet kan settes inn i et bakteppe av Tjora sin stegvis-deduktiv induktiv (SDI) metode. Denne metoden baserer seg på å ta utgangspunkt i empiri og nysgjerrighet for hva som er interessante temaer. Herfra jobber man mot konseptutvikling og implementering av teori i forskningsprosjektet. Ved å starte med empiri og jobbe seg stegvis oppover (induktivt) mot teori, for så å koble stegene med hverandre igjen i lys av teorien, sjekker man mer eller mindre den genererte empirien. Den nedadgående og tilbakekoblende prosessen defineres som deduktiv. Modellen er ikke fullstendig lineær og i virkeligheten åpner den opp for å være på flere steg samtidig, for eksempel ved at man må gå tilbake noen steg for å hente mer empiri (Tjora, 2017, s. 19). Med bakgrunn i egen erfaring fra monteringen og det tidlige feltarbeidet på Steinseth gård lå det allerede en viss empiri, erfaring og ikke minst nysgjerrighet til grunn. I lys av opparbeidet kunnskap og teori i løpet av året som fulgte etter dette feltarbeidet, fungerte dybdeintervjuet med Helge et år etter som påfyll av empiri, og jeg flyttet meg derfor flere steg tilbake i SDI-metoden. Empirien og erfaringene som ble hentet hos Helge hadde utgangspunkt i at masterprosjektet hadde dreid mot solparker og det var derfor nødvendig med påfyll av empiri. Mer konkret om resultater og empiri kommer jeg tilbake til under kapitlet empiri. Selve innholdet og strukturen i dybdeintervjuet følger i avsnittet under.

Dybdeintervjuet med Helge hadde en rolig start med introduksjon av begge parter, samt at min bestemor var med for reisen og opplevelsens skyld. Hun var riktignok ikke med på intervjudelen men jeg opplevde den lille deltakelsen til bestemor som en betryggende og tillitsbyggende seanse, hvor Helge virket å sette pris på at hun var med for opplevelsens skyld. Etter “oppvarmingen” fulgte et par timer med “refleksjonsspørsmål” i området solparken, før vi hadde “avrundingsspørsmål” ved bilene på gårdsplassen. Her dukket kona til Helge opp og ga sine innspill og delte sine interesser. Denne strukturen er gjennomgående for dybdeintervjuer og får frem graden av refleksjon som går fra lav - høy - lav gjennom seansens varighet. Starten og slutten har til hensikt å trygge situasjonen og det avsluttes som regel ved å fortelle om videre prosess og takke for innsatsen til informanten (Tjora, 2017, s. 147). Min opplevelse var stor grad i tråd med de nevnte fasene og videre arbeid eller spørsmål til Helge kunne gjerne tas over telefon, noe som også har blitt benyttet. I neste avsnitt skal vi se nærmere på midtfasen og refleksjonsspørsmålene, samt intervjuguidens betydning i dybdeintervjuet.

Kjernen av dybdeintervjuet er refleksjonsspørsmålene. Her får informanten virkelig gå i dybden, og dele erfaringer i flere sekvenser. Hovedspørsmålene er gjerne få, men får informanten til å greie ut om det aktuelle temaet. Oppfølgingsspørsmål eller stikkord kan likevel være nødvendig for å holde momentet eller dra ut interessante sekvenser (Tjora, 2017, 146). Jeg hadde forberedt et knippe spørsmål, men hadde basert dybdeintervjuet i hovedsak på stikkord og temaer jeg ønsket å sløyfe innom i løpet av besøket. Temaene vi var innom i grove trekk handlet om:

- Bakgrunnsmotivasjon
- Andel eget arbeid
- Erfaringer med solpark
- Potensialet i Norge
- Nettilknytning
- Agrivoltaics og gresset under solparken
- Snø, albedo og forventet produksjon
- Bifacial paneler
- Generell lønnsomhet

Helge var såpass engasjert at disse stikkordene mer eller mindre ble dekket på løpende bånd. Intervjuguiden var på den måten mindre betydningsfull i denne sammenhengen, men kan absolutt nå sitt fulle potensial i andre settinger hvor informanten i mindre grad fyller refleksjonsspørsmålene. Tjora (2017, s.158) legger vekt på at dybdeintervjuene gjerne har den frie, uformelle samtalen som ideal. Basert på dette kan intervjuguiden på den ene siden være til hinder eller forstyrrelser for flyten om samtalen henges opp i denne. På den andre siden kan det likevel være en forventning om en viss formell situasjon som også kan øke seriøsiteten. I mitt tilfelle utviklet heller intervjuguiden seg til å være et oppsummeringsverktøy til slutt, hvor jeg fikk sammenfattet notatene og gjentatt viktige poeng.

3.2.2 Semistrukturert intervju

Gjennom søk på internett og gjennomgang av konsesjonssøknader på NVE fant jeg solenergiselskapet Energeia. Artikkene om det gigantiske solpark-prosjektet Seval Skog vekket min interesse, og særlig i lys av få andre aktører på markedet. Jeg tok kontakt med selskapet i forbindelse med masteroppgaven, men også angående et mulig prosjekt for Steinseth AS som ville se på mulighetene for etablering av egen solpark. Etter en introduksjon over telefon og enkel mailkorrespondanse ønsket en representant å komme til Steinseth gård for å diskutere solpark-utviklingen i Norge og Energeia sin visjon. Ettersom noe av formålet var å få innsikt i Energeia ønsket jeg ikke å ta lydopptak, men heller fokusere på å skape en fortrolig ramme. Thagaard (2009, s. 102) fremhever viktigheten av lydopptak for at forskeren får fokusert og respondert bedre på informanten. Risikoen for å ikke få ned all mengden data reduseres også ved bruk av lydopptak. Selv om lydopptak ikke ble gjennomført hadde informanten laget en presentasjon som i stedet ga en detaljert og grundig base for å "lagre" data. Denne skulle jeg i stedet få tilsendt etterpå slik at vi i vesentlig større grad kunne fokusere på interaksjonen oss imellom. Betydningen på lydopptak ble dermed minimert og notater kunne også tones helt ned og ble i stor grad helt fraværende.

Da omfanget av prosjektet Seval Skog var såpass stort og helt nytt var det naturligvis flere nye perspektiver å ta innover seg. For å holde intervjuet mest mulig åpent forberedte jeg meg på et semistrukturert intervju. Et semistrukturert intervju legger til rette for at informanten får utfolde seg med egne ord og samtalen har til hensikt å være forholdsvis fri og åpen (Longhurst, 2016, s. 143). Semistrukturerte intervjuer har intervjuguiden som bygger på fleksibilitet men temaet er fastlagt på forhånd. I hvilken rekkefølge spørsmål og temaer kommer er ikke vesentlig, at informanten får fortalt sin fortelling er det viktigste. Forskeren kan i større grad heller følge opp temaer underveis ved et ønske om utdypning. Thagaard

(2009, s. 89) beskriver denne tilnærmingen som delvis strukturert. I mitt møte med representanten fra Energeia opplevdes intervjuet i stor grad styrt av et velformulert og forberedt presentasjonsmateriale som Energeia bruker i møte med relevante aktører. Dette kunne være grunneiere, kommuner og andre det er naturlig å henvende seg til angående mulige prosjekter om solpark. Presentasjonen som jeg fikk tilsendt i etterkant bygde på mye av det samme som meldingen angående Seval Skog som de hadde sendt til NVE. I forbindelse med at jeg hadde forberedt meg på et semistrukturert intervju ble de fleste spørsmålene mine besvart uten at jeg trengte å stille dem. Min rolle ble i større grad å stille oppfølgingsspørsmål rundt nye temaer eller perspektiver som var mindre kjent for meg, men likevel av stor interesse. Mine inngangsverdier som var knyttet til tidligere lesing av søknadsmeldingen til NVE ble i større grad et anker og referansepunkt for samtalen. Thagaard (2009, s. 90) skriver om forskerens kvalifikasjoner rundt det å ha innegående kunnskap til temaet. Det poengteres at ved å by på egen erfaring eller det å ha relevant kunnskap om temaet kan åpne dører inn til informanten. I lys av dette var hensikten ved å bruke info fra søknadsmeldingen til NVE å stille seg i posisjon til å kunne få flere, nye og mer utdypende resonnementer som kanskje ikke var tilgjengelig på nett. I tillegg var det ønskelig å bringe frem egne erfaringer fra Steinseth gård.

Intervjuet med Energeia kan oppsummeres i lys av Rubin & Rubin (2005, s. 160) sin modell. “Elv-med-sidestrømmer”- modellen bygger på en struktur hvor en stor elv har sine sidestrømmer men til slutt samler seg igjen. Elven representerer hovedtemaet og sidestrømmene symboliserer deltemaer som dukker i løpet av intervjuseansen. I mitt tilfelle var solparker og særlig større prosjekter hovedtema og derav den store elva. Nye og lite belyste deltemaer var sidestrømmene. I slike settinger blir oppfølgingsspørsmål viktige for å kunne lede til nye deltemaer og få innblikk i disse.

3.3 Pålitelighet og forskerrollen

Når det utføres forskning er det helt unaturlig om forskeren ikke har et engasjement innenfor temaet. Tjora (2017, s. 235) trekker frem at det innenfor den fortolkende tradisjonen i kvalitativ forskning ikke eksisterer fullstendig nøytralitet. I min situasjon kan engasjementet innenfor solenergi tilskrives å være svært høyt, noe som kan ha påvirket forskningsprosessen til en viss grad. Det viktigste i forskningsprosessen er ikke å legge fra seg alle forforståelser, men heller å være bevisst på disse og være åpen for å justere seg underveis (Tjora, 2017, s. 235). Da det ble snakk om å utnytte beitearealet på Steinseth gård til solkraft, ble motivasjonen min skrudd til å finne ut av hvilke muligheter og utfordringer et slikt prosjekt

ville innebære. Mitt personlige engasjement har derfor preget forskningsprosessen da jeg har søkt informasjon og datainnsamling for å skaffe et sammenligningsgrunnlag.

Ved å ta i bruk egen kunnskap og erfaring fra feltarbeidet hos Steinseth AS, lå det åpenbart en risiko for forutinntattheter. Min holdning til det hele har vært å bruke erfaringene for det de er verdt, men være bevisst på at man ikke søker positive svar selv om det er det som kanskje har vært ønskelig. Den nære relasjonen til Steinseth AS har vært viktig for et svært høyt engasjement og iveren etter å undersøke mulighetene for solparker. Tjora (2017, s. 238) trekker frem spørsmålet om resultatene hadde vært de samme om en annen hadde gjort de samme undersøkelsene og datainnsamlingene. Dette kan gi et inntrykk av pålitelighet, men bærer ikke en forventning om et soleklart "ja". Viktigheten ligger heller i redegjørelsene og refleksjonen rundt. Thagaard (2009, s. 198) omtaler dette som reliabilitet. I min situasjon kunne nok resultatene vært tilnærmet like om en ekstern skulle gjort prosjektet, og deretter gitt en anbefaling ovenfor Steinseth AS for eksempel. Intensjonen har vært å gjøre et arbeid som kan gi et inntrykk av hva solparker innebærer både fysisk for bonden, men også økonomiske perspektiver når en eventuell anbefaling skal gis. Prosjektet har i tillegg blitt rammet inn i et geografifaglig perspektiv med tanke på studieløpet og trangen for å søke bærekraftige løsninger personlig.

4 Empiri

Dette kapittelet vil ta for seg erfaringene, datainnsamlingen og inntrykkene som ble innhentet i løpet av feltarbeidet og intervjuene. I likhet med metoddelen har jeg valgt å fokusere på datainnsamlingen som var mest omfattende og ga dypest informasjon. Som nevnt har jeg også vært i kontakt med andre aktører som El av Sol (Buer solkraftverk) og Solgrid som også vil bli nevnt i diskusjonsdelen men via offentlige dokumenter. Empirikapittelet vil skille mellom feltarbeidet med den deltakende observasjonen hos Steinseth AS, og intervjuene med Helge Hvoslef og Energeia. I lys av problemstillingen “Hvilke muligheter og utfordringer ligger i kombinasjonen av solparker og landbruksareal?” vil jeg trekke frem relevante funn, resultater og erfaringer som skal tas i bruk i diskusjonsdelen. Intervjudelen av dette kapittelet vil struktureres etter like stikkord som ble brukt i intervjuene og vil også oppsummere hovedpoengene fra disse to informantene. Feltarbeidet og den deltakende observasjonen hos Steinseth AS vil bli presentert gjennom holdepunkter fra erfaringene som har overføringsverdi til stikkordene fra intervjuene.

4.1 Intervju

For å gjøre grunnlaget for diskusjon mer konkret og for å trekke ut de mest relevante temaene fra intervjuene, har jeg basert dem på stikkord som var gjennomgående i begge intervjuene. Disse stikkordene er dekkende for oppgaven og har i stor grad rot i intervjuguiden. Strukturen i empirien vil få frem data innenfor følgende stikkord og temaer som er relevante for problemstillingen:

- Motivasjon
- Muligheter for bonden og landbruket
- Erfaringer
- Potensialet i Norge
- Kraftnettet
- Agrivoltaics
- Bifacial solcellepaneler
- Lønnsomhet

4.2 Dybdeintervju med Helge Hvoslef

Nøkkelinformanten Helge installerte allerede i 2018 et bakkemontert solcelleanlegg ute på jordet sitt. Solparken, som et slikt anlegg kan betraktes som, hadde meget stor grad av egeninnsats og bonden Helge stod for store deler av monteringen selv. På bakgrunn av Helge sitt prosjekt var det naturlig å prøve å bygge empiriske data basert på hans erfaringer i lys av mitt valgte tema. Dybdeintervjuet på gården til Helge og observasjonen av solparken hans ga svært interessante opplevelser og informasjon.

4.2.1 Motivasjon

Solbærbonden Helge Hvoslef hadde et stort engasjement innen bærekraftig utvikling. På låvetaket hadde han også installert solcellepaneler på hver sin side av mønen i øst/vest retning. Ved å installere en solpark på jordet i sydvendt retning, var tanken å få produsert energi jevnt over hele dagen. Den “ubrukelige” delen av jordet hvor solparken ble installert ville dermed bidra til å sørge for at gården teoretisk sett skulle være selvforsynt med energi gjennom året. Denne praktiske siden av motivasjonen var likevel bare en av motivasjonene. Å kunne være en som gikk foran i det grønne skiftet og satse på fornybar energi på egenhånd var også en stor drivkraft. Ved å få ting til å skje og sette et eksempel på hva det er mulig å få til, var målet også å inspirere andre. Området gården er lokalisert på er et større landbruksområde midt i hjertet av Mjøsa og hadde erfaringsmessig meget gode solforhold. Om denne gården kunne være en bidragsyter til å få flere til å tenke bærekraftig og forhåpentligvis bidra med egenprodusert fornybar energi, kunne landbruket fått en mer bærekraftig utvikling. Helge og kona mente blant annet at det var flere som satt på gjerdet og at investering i solenergi kanskje lå latent blant nabobønder i området. Med et referanseprosjekt i nærheten og med de nåværende skyhøye strømprisene, kunne kanskje denne investeringen være til inspirasjon og hjelp for andre og bidra til å løfte landbruket.

4.2.2 Muligheter for bonden og landbruket

Noe av det mest fascinerende med besøket hos Helge var å se solparken med egne øyne og diskutere løpende muligheter for slike installasjoner hos bønder i Norge. Helge hadde bevisst installert solparken i et felt på jordet som var forholdsvis bratt og hadde liten jordbruksverdi. Han kalte området for marginalisert og det var dårlige vekstforhold. Mye skyldtes aggressiv sol på grunn av helningen, og erfaringsmessig var gjerne dette området omtrent solsvidd og gult. Som bonde er man gjerne opptatt av å få utnyttet de ressursene som er til rådighet og ved

å ta i bruk dette området på en ny måte ved å “høste” energi i stedet, var det allerede god nok grunn for Helge. De praktiske ferdighetene og nettverket Helge hadde var et godt utgangspunkt for initiativet med solpark. Den sosiale kapitalen ble tatt i bruk i form av å koble på den lokale smeden og en kamerat med ferdigheter innenfor 3D modellering og kart. Kameraten bistod med design av solparken med tanke på skyggeforhold og optimalisering av solinnstråling. Den lokale smeden ble en kjemperessurs ved å kunne bidra med materialvalg, sveising og konsepter for festesystem. Det er verdt å nevne at festesystemet til bakken og konstruksjonen panelene hviler på ikke var hyllevare. Systemet ble laget etter behov hvor smeden bidro med sin

4.2.3 Erfaringer

En av de store verdiene ved å få ta del i erfaringene til Helge og diskutere solpark-utvikling, er at han tross alt har hatt en solpark stående i fire år. Erfaringsgrunnlaget han sitter på er unikt i Norge og særlig i konteksten som selvstendig bonde og de vinklingene som dermed medfølger. Helge forteller først og fremst at det har vært et spennende prosjekt og at det etter fire år har vært få eller ingen problemer med anlegget. Det er nettopp dette som gjør solkraft troverdig og forutsigbart. Solcellepanel har gjerne en produksjonsgaranti på minimum 25 år og forventes å produsere strøm opptil 45 år. I løpet av denne tiden har ikke Helge sett for seg noe vedlikehold av betydning da panelene blir vasket av regnet og det ikke finnes bevegelige deler. Det nevnes at inverteren gjerne byttes etter 15-20 år.

Selve produksjonen leser Helge direkte av fra inverterne. Basert på strømregningene og “stikkprøvene” han gjør ved avlesning har solparken produsert som forventet. I en del tilfeller forteller Helge at produksjonen er mer enn forventet, særlig under kalde solfylte dager hvor snøen fortsatt er til stede. Når det gjelder snø og utfordringer med snødekte paneler beskrives disse som lite aktuelle. Panelene står nesten vertikalt på vinterstid som gjør at snøen ikke legger seg av betydning.



Figur 7: Bildet over er fra solparken til Helge og viser forskjellen mellom vinklingen på 73 og 45 grader etter et lite snøfall. Det er betydelig forskjell på de bakerste på 73 grader og de på 45 grader med tanke på hvordan snøen holder seg på panelene (Personlig kommunikasjon, 2022)

Vindfang som var et av få “usikkerhetsmoment” har vært et ikke-tema. Konstruksjonen har vært mer enn solid nok, og tiltaket under oppføringen med å ha en knyttneves mellomrom mellom hvert panel for å bryte vindfanget kan ha gitt effekt. Helge forteller også at dette bidrar til å ventilere og kjøle panelene. I starten av prosjektet var det tenkt at solparken skulle brukes som beiteområde for sauer. Dette har imidlertid blitt lagt på is og noen utbedringer vedrørende plassering og tildekking av kabler må i så fall gjøres. Likevel er tanken ikke forkastet og erfaringene fra vekstene under panelene er at de er større. Gresset under panelene blir i mellomtiden høstet manuelt. Det var likevel oppsiktsvekkende og utelukkende positivt at den tidligere marginaliserte jorda ser ut til å kunne gi et litt høyere utbytte etter solparkinstallasjonen.

4.2.4 Potensialet i Norge

Helge peker på at bønder gjerne har flere driftsbygninger eller annen form for energikrevende drift. Ved å installere en solpark vil man kunne ha en forutsigbar produksjon av energi og dra nytte av denne i egen drift. Selv om det er mindre solinnstråling i Norge på vinteren kan det fortsatt være gårder som har behov for energi året rundt, også sommerstid. En solpark som har tilnærmet vertikale paneler vil uansett ha en betydelig produksjon i kalde vårmåneder. Et annet aspekt Helge trekker frem er utbredelsen av mindre dyrkbar jord som heller kunne egnet seg til solparker. I hovedsak peker Helge på solparker som et godt grunnlag for å utvikle gården til en mer bærekraftig drift. Det er jo blitt en del etterspørsel etter bærekraftige produkter og ved å kunne markedsføre seg med lokal og bærekraftig energi i produksjonslinjene og driften av gården vil dette kanskje være potensial for økt konkurransekraft for bonden. Helge nevner også potensialet i Norge som stort om det blir formidlet hvor “enkelt” solenergi i utgangspunktet er. Selve installasjonen er repetitivt etter man har fått montert første panel og teorien bak produksjonen av strøm er forholdsvis spiselig, slik som beskrevet i teoridelen. Hvis man i tillegg får opplyst at solparker ikke vil gå på bekostning av matjord eller nedbygging av jordbruket ville nok potensialet vært utnyttet i større grad. Helge nevner at han har vært privilegert og hatt overskudd til å se fordelene og potensialet i solenergien. Han nevner videre at flere bønder ville delt de samme tankene om riktig informasjon kom frem. Likevel forteller han at det har skjedd en enorm økning i initiativer rettet mot han selv og generelt spørsmål rundt solenergien nå som kraftprisene har skutt i været. Som nevnt tidligere er bønder gjerne opptatt av at investeringer skal synes direkte på bunnlinja. Potensialet for å investere i solenergi og solparker er høyst sannsynlig på et historisk høyt nivå nå, med tanke på situasjonen flere bønder står i når det gjelder utgifter.

4.2.5 Kraftnettet

Solparken til Helge er lokalisert kun 100 meter fra tilkoblingspunktet på kraftnettet. Kraftledningen som krysser jorden til Helge er en 22KV distribusjonskabel og i forbindelse med en oppgradering med kraftnettet var det derfor gunstig å koble seg på her. Han ble fortalt av netteier Elvia AS at påkoblingen i dette tilfelle ikke ville være noe problem, og at det faktisk ville være hensiktsmessig på denne lokasjonen for å stabilisere nettet og hindre nettap. Helge forteller at det ville være uaktuelt å installere solparken om det ikke lå til rette for enkel påkobling av nettet. Ved større avstand til det høyspente distribusjonsnettet ville det lavspente distribusjonsnettet i denne lokasjonen krevd oppgraderinger som ville veltet prosjektet

økonomisk. Helge forteller at en god avklaring og rådgivning fra netteier og elektriker var avgjørende for å ta riktig beslutning, og at timingen i dette tilfelle på så måte var god.

4.2.6 Agrivoltaics

Utover i samtalen med Helge dukket naturligvis begrepet agrivoltaics opp. Begrepet var godt kjent hos Helge og tanken var jo å ha sauer beitende under solparken. Agrivoltaics konseptet hadde flere interessante retninger i samtalen og det faktum at Helge drev med solbær var jeg nysgjerrig på. Helge fortalte at solbær blant annet kunne dyrkes under skyggeforhold og at tanken om å sette opp noen ranker i tilknytning solparken hadde streift han. Helge kom med opplysninger rundt flere bærsorter og til og med kaffe som kunne vært gunstig å dyrke i tilknytning solparker, med tanke på egenskapene de har til å vokse i skyggeforhold.

Mulighetene for å kombinere ulike type avlinger med solparker var ikke fjernt for Helge, men han la samtidig vekt på at man burde holde seg unna de beste dyrkbare områdene for hvete for eksempel. Siden Norge har såpass begrenset med områder med ordentlig fruktbar jord og gode forhold, var det viktig å få frem at disse måtte prioriteres i høy grad for matproduksjon. Det ble nevnt at hvete trengte en gitt mengde sol, og i kombinasjon med solparker som gir skygge ville man redusert utbyttet. De store mulighetene for agrivoltaics ble pekt på i retning skrinne jordbruksområder og gjerne i sydlige helninger da disse fostret for en tettere ansamling paneler på grunn av gunstigere skyggekast. Slike områder ville sjeldent før med seg negative konsekvenser ved solpark installasjoner, snarere tvert imot om en legger jordkvaliteten til grunn.

4.2.7 Bifacial solcellepaneler

Noe av bakgrunnskunnskapen min før møtet med Helge gjaldt bifacial solcellepaneler hvor kostnad- og teknologiutviklingen til slike paneler har gjort større steg de senere årene. Slike paneler blir gjerne beskrevet som mer ideelle for bakkemonterte solcellepaneler og dermed aktuelle for solparken til Helge. Tilbake i 2018 var ikke slike paneler like utbredt på markedet og dermed ikke et tilgjengelig alternativ. Gjennom diskusjonen rundt slike paneler og hvilke gunstige effekter de gir, virket det som om dette var noe Helge gjerne ønsket å teste ut. Vi diskuterte også eventuelle gevinster ved at man har montert solparken i en helning og dermed vil ha en bedre vinkel for baksiden av panelene mot bakken som reflekterer sollys. Hensikten med å kunne vinkle paneler er jo tross alt å treffe så vinkelrett på sola som mulig for å oppnå høyest effekt. Særlig om vinteren ville det vært interessant å se forskjellen på effekten ved ulik helning av bakken bak panelene, når snøen reflekterer sollys tilbake til baksiden av panelet. Temaet bifacial paneler vekket også interesse rundt vintersesongen hvor man gjerne

har et større strømbehov. Ved bifacial paneler i Norge kunne man få større utbytte av albedoeffekten og kulden. I lys av den overpresterende effekten Helge har erfart på sen vinterstid og tidlig vår hvor snøen fortsatt ligger, spekulerte vi i om dette også ville være forsterket ved tosidige paneler.

4.2.8 Lønnsomhet

Investeringen i solparken til Helge bygger på mye egeninnsats og bruk av lokale ressurser. Dette har selvfølgelig en overføringsverdi til reelle kroner, men Helge forteller at han ikke har en samlet kostnadsoversikt. Med tanke på lønnsomheten i prosjektet har dette tatt en drastisk vending i løpet av det siste året hvor strømprisene har steget til rekordnivåer. Tilbake i 2018 ville det sett annerledes ut om man la datidens priser til grunn. Helt skjematisk har ikke Helge et klart svar på lønnsomheten til prosjektet, men han trekker frem verdien av selvforsyning, mulighet for beredskap ved strømstans og de indirekte verdiene gjennom å kunne markedsføre seg med egenprodusert fornybar energi. Temaet lønnsomhet i møte med Helge bærer preg av langsiktig tankegang og troen på at solparken vil kunne stå i lang tid og være en sikker investering. Troen på økte strømpriser og mer uforutsigbare tider ved elektrifiseringen av samfunnet og inntoget av en enda sterkere fokusering på bærekraftig utvikling, virker å være noe av spekulasjonen på lønnsomheten.

4.3 Semistrukturert intervju med Energeia As

Etter søk på solparker og aktører innenfor denne delen av solenergibransjen dukket Energeia opp i forbindelse med det planlagte prosjektet Seval Skog på opptil 100MW installert effekt. Da jeg forstod omfanget av prosjektet og at Energeia til de grader var en høyt satsende aktør i markedet, var det naturlig å ta kontakt med dem. For oppgaven sin del ville det være hensiktsmessig å få innblikk i hvordan en stor aktør ser på markedet og hvilke erfaringer de har gjort seg i bransjen. Det semistrukturerte intervjuet ble i større grad dominert av en god presentasjon fra representanten fra Energeia og hvordan de ser for seg å utvikle solparkprosjekter i Norge. Datainnsamlingen baserer seg i stor grad på møtet med representanten, men også på søknadsmeldingen som ligger inne hos NVE. Denne meldingen beskriver prosjektet Seval Skog godt og er et velegnet referansepunkt for hva Energeia ønsker å satse på.

4.3.1 Motivasjon

Energeia AS utvikler, bygger og driver storskala solkraftverk. I Norge er det i hovedsak prosjektutvikling i første omgang før man har fått konsesjon for det første planlagte prosjektet

Seval Skog ved Gjøvik. Fra før drifter Energeia solkraftverk både i Italia og Nederland hvor motivasjonen er å forsyne statene med strøm med langtidskontrakter for salg. Ved å eie og drifte solkraftverk er motivasjonen å klare å skape lønnsomme prosjekter som er bærekraftig sosialt, sett i lys av vindkraft-utbygginga. Når solkraft er spådd å bli den dominerende energiressursen er det muligheter for å ta del av utviklingen også i Norge, hvor strømprisene er spådd opp. I tillegg er Norge også avhengig av ny kraft i lys av elektrifisering og oppblomstrende industri. Å kunne fylle deler av kraftbehovet med lav-konflikt solprosjekter vil være en gunstig løsning for samfunnet. Ovenfor bøndene vil man kunne skape en potensiell vinn-vinn situasjon. I følge Energeia har Norge blitt et lønnsomt område å investere i og som en utvikler følger motivasjonen deretter.

4.3.2 Muligheter for bonden og landbruket

Energeia legger stor vekt på at bonden som grunneier skal få muligheten til å få et forutsigbart inntektsgrunnlag ved å leie ut jorda si til solparker. Over en periode på 30 år som Energeia setter som et minimum av landleien, vil bonden kunne få 300-500 kr per 1000 m² som disponeres. Utrekningene og foreløpige estimater er beregnet ut i fra investeringskostnadene per enhet installert effekt. Selv om det er Gjøvik som er grunneier i prosjektet Seval Skog ville man som eventuell bonde og grunneier hatt en inntjening på opptil 475 000 kr i året for landleie av prosjektets område (950 dekar). Siden Seval Skog har til hensikt å omgjøre utmarksbeite til nydyrking og innmarksbeite, tok de utgangspunkt i leieinntekter for 1000 dekar (1 dekar=1000m²) utmarksbeite som gir en inntjening på 14 000 kr årlig. Ved å sammenligne denne inntjeningen og potensiell inntjening ved etablering av solpark opplyser Energeia at bonden vil kunne ha muligheter for opptil 25 ganger leieinntekten.

Energeia er i utgangspunktet ute etter store områder for å virkelig få nytte av stordriftsfordeler. Tallene de operer med er områder på 100-1500 dekar. Dette vil igjen kunne gi et bedre utbytte for bonden og landbruket. Det er viktig for Energeia å få frem at nøkkelen ligger i kombinasjonsdrift (agrivoltaics), noe som fører til at bonden i tillegg vil kunne få muligheten til å nytte aktuelt område til beitedrift eller innhøsting av gress. Seval Skog er et eksempel på at en etablering ikke skal gå på bekostning av landbruket da LNF-området (landbruks-, natur- og friluftsområde) ikke skal reguleres om. Hensikten er å kunne opprettholde muligheten for landbruk både under og etter konsesjonen for solparken er gitt, og ved avvikling av solparken skal mulighetene enkelt ligge til rette for å ta i bruk området etter ønsket landbruksbehov.

4.3.3 Erfaringer

Energeia har basert sine erfaringer på drift av solparkene i Italia og Nederland, samt møtevirksomhet og prosjektutvikling i Norge. I tillegg gjør også Energeia erfaringsutvekslinger med andre aktører i Europa og andre kontinenter for å optimalisere egen forretningsmodell. Basert på størrelsesskalaen til Seval Skog tilsier erfaringene og utregningene at det vil lønne seg å ta i bruk trackere som følger solens innstrålingskurve i løpet dagen. En slik komponent er automatisk og bevegelig, noe som tilsier at det vil være noe mer vedlikehold og investeringskostnaden vil også være høyere. Likevel vil dette lønne seg da produksjonen vil øke med omlag 30% sammenlignet med en optimalisert fast vinkling. Det er likevel verdt å nevne at dette først er lønnsomt ved stordriftsfordeler og slike solparker må derfor opp på en viss størrelse ifølge Energeia.

Erfaringene Energeia har gjort seg i møte med kommuner og andre grunneiere er i utgangspunktet positive holdninger til etablering av solparker. Opprettholdelse av LNF-områder og et bidrag til den bærekraftige utviklingen er generelt sett høyt mottagelige sider av virksomheten Energeia ønsker å utvikle. Gjøvik kommune som er grunneier av Seval Skog ser blant annet på prosjektet som et godt bidrag til fornybar energiproduksjon og vil også kunne benyttes i NTNU Gjøvik sine interesser. At lokal fornybar energiproduksjon kan tas i bruk i studiesammenhenger og dra fordeler inn i forskningsinstitutter, bidrar til økt oppslutning rundt prosjektene. I tillegg innebærer avtalen med Gjøvik kommune at lokale leverandører skal ta del i installasjonsfasen av prosjektet. Den lokale forankringen blir beskrevet som en verdi for å øke aksept og få frem de positive sidene til en slik installasjon. Som Energeia påpeker fører selvfølgelig en så stor og arealkrevende installasjon med seg konsekvenser som nødvendigvis ikke er positive. Inngrep i kulturlandskapet, eventuell båndleggelse av viltkvoter, inngjerdete områder som ekskluderer mennesker og vilt, og eventuell medisinerings mot parasitter om samme type dyr beiter år etter år. Når det gjelder utvelgelse av egnede områder har ikke dette vært så enkelt som man kanskje kunne tro med tanke på Norges store ubenyttede areal. I følge Energeia trengs arealer som ikke må planeres i stor grad, med andre ord et forholdsvis lite kupert område. Med tanke på skalaen Energeia sikter på er gjerne dette jordbruksområder som er mer betente i forhold til svært fruktbar matjord og i lav grad ønskelig å risikere nedgradering av. Oppsummert er erfaringen at de egnede områdene er LNF-områder som ikke er dyrket mark, nærhet til nett og forholdsvis flatt eller svak helning mot sør. Når det gjelder nettilknytning kommer jeg tilbake til dette,

men nettinfrastrukturen kan være utfordrende med tanke på kapasitet og størrelsene Energeia ser for seg.

4.3.4 Potensialet i Norge

Energeia peker på at ressursgrunnlaget for solkraft ikke holder noe tilbake for den nordlige delen av Sentral- og Vest-Europa. Her er solkraft godt implementert allerede og disse områdene har omtrent de samme innstrålingsmengdene av sollys som Norge. Fordelene i Norge ligger i de kalde temperaturene og høy albedo i snø. Om dette potensialet for økt produksjon blir utnyttet i positiv retning i stedet for å se begrensningene, kan solparker absolutt forsvares i Norge. Som Energeia forteller har vi mye areal i Norge, men det er ikke like lett å finne egnede områder, og løypen for å få med essensielle grunneiere og andre aktører er i liten grad oppgått. Ved å ha enkel saksgang og folkeopplysning rundt fordeler rundt solparker, vil potensialet i større grad komme til syne. Selv store arealer som allerede brukes til å høste gress blir pekt på som et stort potensial, da slike områder kan disponeres til å ha solparker med stor avstand mellom radene. Ved en tilpasset avstand mellom radene med solcellepaneler vil man legge til rette for maskinell høsting og potensialet åpenbarer seg. Legger man behovet for økt kraftproduksjon til grunn i Norge, peker Energeia på at en solpark i Seval Skog sitt omfang bare trenger et år fra konsesjon gitt til produksjon av elektrisk strøm er igangsatt. Dette perspektivet forteller mye om hvor “enkelt” konseptet for solkraft og solparker er, og kan dermed være effektivt for å nå klimamål og belyse potensialet innenfor bransjen.

4.3.5 Kraftnettet

Størrelsesordenen Energeia opererer med krever mer nettkapasitet enn hva som vanligvis forbindes med solkraft. I prosjektet Seval Skog er det tenkt en løsning hvor det installeres en transformator som tar inn 22KV vekselstrøm fra anlegget og leverer 132KV til det regionale kraftnettet. Slike dimensjoner krever derfor gunstig plassering og sterk dialog med netteier for å avklare eventuelle utfordringer rundt flaskehals og potensiell oppgradering. Installasjoner på denne størrelsen krever også konsesjon fra NVE og bidrar til å øke kompleksiteten i noe grad. På den andre siden kan det være positive sider ved ny krafttilførsel av denne størrelsen. Etablering av ny industri kan være hensiktsmessig nære en stor kraftkilde. Energeia trekker frem muligheten for å ta i bruk batteri som etter hvert begynner å modne og bli tilgjengelig for kommersiell bruk. På denne måten vil man kunne omdanne uregulerbar kraft til delvis regulerbar kraft. Når størrelsesordenen er såpass stor som det nevnte prosjektet kan det lønne seg i et raskere tempo enn ellers og derfor har også Energeia lagt til rette for batterilagring i

konsesjonsmeldingen. Med tanke på nettilknytningen kan styring via batteri bidra til en mer stabil levering til Regionalnettet og lønnsomheten kan også økes i det lange løp.

4.3.6 Agrivoltaics

Energeia ser på agrivoltaics som hovednøkkelen til etableringer i Norge. Å kunne ta i bruk store landbruksområder med gunstige installasjonsfasiliteter, uten at det vil gå på bekostning av den opprinnelige landbruksdriften, vil gagne alle parter. Erfaringsmessig fra egne solparker er det i hovedsak beitedrift eller gressproduksjon til dyrefor som er den enkleste formen for implementering av solparker i landbruket i følge Energeia. Grunnpilarene i forretningsmodellen til Energeia baserer seg på effektiv arealbruk hvor kombinasjonen landbruk og solkraft er det vesentlige. Ved slik bruk unngår man også omregulering av LNF-områder og agrivoltaics kan derfor bety vern av landbruksareal til en viss grad. Agrivoltaics er viktig for driftskostnadene til solparkene Energeia ønsker å utvikle. Når det gjelder vegetasjonskontroll viser de til at sauer gjør en formidabel jobb med å holde vegetasjonen nede og hindre skyggeforhold og annen forringelse av solkraftverket. Dette blir en vinn-vinn situasjon da sauene får mat og samtidig utfører “vedlikehold”. En tilleggs erfaring Energeia har gjort ved sin solpark i Nederland, som er en kombinasjonsdrift med beitende sau, er at dyrevelferden går opp ved at panelene skaper komfortabel skygge og minimerer “varmestresset” som blant annet fører til økt vannforbruk. Panelene beskytter også mot hardt regnvær og kan fungere som ly. Energeia melder også om samme positive erfaringer fra andre land som USA og Australia. Gresset som vokser under panelene oppleves også som saftig og attraktivt for sauene. Et viktig tilleggspunkt for Energeia i forbindelse med prosjektet Seval Skog er den planlagte utprøvingen med kombinasjonen storfe og solpark.

Montasjestrukturere er planlagt forsterket og høyden er allerede planlagt at skal være tilstrekkelig for beitende storfe. De åpenbare utfordringene er eventuell økt vedlikehold og mer kostbare montasjesystemer.



Figur 8: Bilde fra Energieias solpark i Nederland. Skyggeutnyttelse for sauer. (Personlig kommunikasjon, 2022)

4.3.7 Bifacial solcellepaneler

For Energieia har det blitt et stort fokus på å ta i bruk bifacial solcellepaneler. På bakgrunn av at Energieia driver med bakkemonterte anlegg ser de at gevinsten ved den tosidige effekten er såpass stor at de ikke ser for seg å gå tilbake til ensidige paneler. Kostnadene til bifacial paneler har også sunket til et tilnærmet likt nivå, og prognosene Energieia sitter på tilsier at det omtrent ikke vil være noe forskjell i pris de kommende årene. Teknologien er i prinsippet lik som ensidige paneler, og når produksjonen blir enda mer kommersiell ser de for seg et betydelig lønnsomhetspotensiale i bifacial paneler. Utenom det rent økonomiske perspektivet innen innkjøp av panelene, legger Energieia vekt på mulighetene slike paneler gir ved at de slipper gjennom mer lys. På denne måten ser de for seg at også landbruksområder som er fulldyrket i større grad kan tas i bruk. Med utgangspunkt i den tyske veilederen for agrivoltaics ser de mulighetene innen vekster som ikke krever full-sol. De delte erfaringene peker på flere frukter og bær. For Energieia sin del ser de for seg å kunne utvikle prosjekter i samdrift med områder hvor aktuelle bær og frukter dyrkes. Internt i selskapet hadde de allerede noen kontakter som ønsket å se på slik samdrift.

Den tosidige løsningen på panelene er en viktig faktor for Energeia. I prosjektet Seval Skog viser beregningene at 20 GWh av 130 GWh kan komme fra refleksjon til baksiden av panelet. Dette tilsvarer ca 15%. Snø har gjerne blitt pekt på som en utfordring i Norge, men Energeia sine erfaringstall tilsier at kraftproduksjonen kan bli 30% høyere i perioder ved nysnø og lave temperaturer. For Seval Skog har det blitt innhentet data om antall snødekte dager som gir en faktor for utnyttelsen av bifacial solcellepaneler. Ved å øke produksjon på tidlig vår og vinterstid vil man historisk sett også få bedre betalt for kraften som blir produsert. Energeias perspektiv på lønnsomheten til solparker i Norge og Seval Skog kommer jeg tilbake til i neste delkapittel.

4.3.8 Lønnsomhet

Energeia begynte for alvor å se mot det norske markedet i 2020. Det skjedde et vendepunkt over sommeren dette året og Energeia sine innhentede data, beregninger og tall for solparker i adekvat størrelse pekte på en 30% reduksjon i byggekostnader. Tallene man opererte med var ca. 7500 kr per KWp i 2019 til 5000 kr per KWp i 2020. Faktorene her er teknologiutvikling av effektiviteten til panelene, trackere for store anlegg og de tosidige solcellepanelene. Gjennom eksempelet Seval Skog presenteres det en LCOE helt nede i 14 øre per KWh hvor 45 års levetid legges til grunn. Gjennom normale garantier på komponentene solparker består av legges gjerne en 30 års levetid til grunn. I dette tilfelle er LCOE for Seval Skog beregnet til 19 øre per KWh. Energeia tar utgangspunkt i NVE sin prognoser for kraftpriser og konkluderer med at solparker nå er lønnsomme uten subsidier i Norge, og dermed et konkurransedyktig alternativ til etablering av ny kraftproduksjon.

For Seval Skog har de også lagt frem et energiregnskap som regner på om installasjonen er lønnsom med tanke på utslipp knyttet til komponenter, byggefasen og resirkulering av anlegget. De forteller at de har tatt utgangspunkt i Fraunhofer ISE sine årlige vurderinger og kalkyler og kommet frem til at Seval Skog som eksempel vil produsere 25 ganger så mye energi som det kostet for deler, installasjon og resirkulering. Dette er beregninger gjort kun innenfor garantitid, men anlegget er forventet å produsere mange år etter denne tiden på ca 25-30 år også. Energeia gjør seg også bevisste på forskjellen mellom Kinesisk-produsert og EU-produsert utstyr som gir ca. 2,5 ganger høyere klimagassutslipp om det blir produsert i Kina. Beregningene Energeia har gjort i forbindelse med fortrenging av CO2 ved Seval Skog prosjektet er basert på SSB-tall og inkluderer fremtidig utfasing av fossilbiler, elektrifisering

og tilførsel av fornybar energi i kraftmiksen Norge er en del av. Anslagene deres lander grovt på et sted mellom 750 000 og 2,4 millioner tonn fortrengete CO₂-utslipp som vil gi en positiv klimaeffekt og lønnsomhet til miljøet.

4.4 Erfaringer ved deltokende observasjon på Steinseth gård

I dette delkapittelet skal jeg ta for meg erfaringene jeg gjorde meg under den deltokende observasjonen på Steinseth gård. Med tanke på problemstillingen og oppgavens vektlegging av solparker har jeg valgt å trekke frem de erfaringene og perspektivene som er overførbare til solparkprosjekter, da dette prosjektet var et takbasert solcelleanlegg. Da mye av erfaringene dreide seg om hvordan et solcelleanlegg fungerer, blir montert og hvilken kompetanse som trengs for å gjøre slike prosjekter, vil dette være en del av dette delkapittelet. Den andre delen av delkapittelet vil omhandle datainnsamling rundt lønnsomhet, markedsføringspotensiale og bevisstgjøring innen energiforbruk. Med tanke på muligheter og utfordringer for solparker i landbruket danner denne empirien et grunnlag for flere av de praktiske sidene av solenergiinstallasjoner i lys av bondens ressursgrunnlag.

4.4.1 Eget arbeid og utnyttelse av ressurser

Selve prosjekteringen og dimensjoneringen av solcelleanlegget ble gjort i samråd med leverandør og elektriker for å finne de gunstigste løsningene i forhold til nettilknytning, eget forbruk og arealutnyttelse. Disse faktorene ble knyttet opp til søknaden til Innovasjon Norge om støtte gjennom ordningen “fornybar energi i landbruket”. Det var i forbindelse med søknaden jeg ble involvert hos Steinseth AS for å bistå med relevant kunnskap fra studiet. Etter søknaden ble godkjent i april 2021 ble prosjektet iverksatt og med tanke på denne masteroppgaven om solenergi, var det hensiktsmessig å ta et initiativ til å være med på den videre prosessen. Min første observasjon i dette prosjektet var at det kan være utfordrende for en eldre aldersgruppe å ta fatt på en søknadsprosess som krever dataferdigheter og evnen til å forfatte skriftlige dokumenter som skal sendes inn. Spisskompetansen til driverne av Steinseth AS var først og fremst fysisk arbeid og kreative, praktiske løsninger. Svært lite erfaring bak tastaturet og hvordan man navigerer i søknadsprosesser så ut til å være en stor terskel.

De forberedende arbeidene til Steinseth AS hva gjaldt montering av egnet veggplate for invertere, graving av kabelgrøft til oppgradert kabel og etablering av sikringstiltak på taket, ble gjort av gårdbrukeren og gårdsarbeiderne selv. Ved hjelp av egne anleggsmaskiner, utstyr og lang erfaring innen praktisk håndarbeid var dette en smal sak for gården.

Oppstarten av monteringsarbeidet ble innledet av opplæring innen festesystemet og veiledning rundt hvordan et solcelleanlegg monteres. Denne seansen ble ledet av inneleid supervisor. Prinsippene og hvordan de ulike komponentene arbeider sammen ble gjennomgått for å få en grunnforståelse slik at Steinseth AS kunne arbeide mer selvstendig senere i prosjektet. Elektrikeren var også til stede for å gi sine innspill og sørge for at kabler ble lagt riktig, før han kunne påbegynne sitt arbeid som måtte være av autorisert elektriker etter vanlig norsk standard for el-arbeider. Seansen varte i ca to timer. Informasjonen, produktblader, bruksanvisninger og spesifikasjoner ble overlevert i form av en perm som skulle være et referansepunkt for videre selvstendig arbeid.

Mitt inntrykk var at fremgangsmåten for å montere solcellepaneler og festestruktur var meget logisk og det hele handlet om å være nøyaktig i starten. Etter riktig oppmålinger for symmetrien sin del, ble det hele til et samlebåndsystem hvor to personer monterte festestruktur og to personer monterte solcellepaneler. Effektiviteten var høy og jeg observerte at gårdsarbeiderne hadde brukt verktøy før. Bæring av paneler var en del av arbeidet, noe som alle var i stand til. Taket helte kun 7 grader og panelene ble heist opp med teleskoplaster av gårddriveren.

I løpet av en arbeidsuke med lange dager ble monteringen ferdigstilt og det var kun det elektriske arbeidet som stod igjen. Jeg noterte meg hvor "enkelt" installasjonsprosessen gikk, og særlig i lag med gårdsarbeiderne som hadde bred erfaring innen fysisk arbeid og bruk av verktøy. Gårdsarbeiderne og driveren av gården nevnte at det var hensiktsmessig å gjøre monteringen selv for å kunne være mer selvgående ved eventuelle vedlikeholdsarbeider, eller senere utvidelse av anlegget. Etter nærmere studie av permen jeg fikk utdelt forstod jeg at det i utgangspunktet var en forholdsvis "rett frem" monteringsanvisning. Etter diskusjon med de andre gårdsarbeiderne var inntrykket mitt at det var mindre komplisert enn hva man først skulle tro at et solenergi-prosjekt skulle innebære.

4.4.2 Lønnsomhet og optimalisering

Gjennom deltakelsen i prosjektet fikk jeg innsyn i de økonomiske sidene i prosjektet. Prosjektet har hatt konkrete utgifter på ca. 950 000 kr. Disse kostnadene baserer seg på leveransen av alt utstyr og elektrikerarbeid. Hos Innovasjon Norge ble prosjektet støttet i rammen av en prosjektkostnad på til sammen 1 200 000 kr. Eget arbeid har blitt beregnet til ca. 200 000 - 250 000 kr. Støtten ble gitt i form av tilskudd på 390 000 kr. som betyr at rene finansielle utgifter endte på i underkant 600 000 kr. Egeninnsatsen har naturligvis en kostnad

i form av lønninger, eget utstyr osv., men den direkte finansielle utgiften ble redusert i stor grad som gårdbrukeren satte som en stor verdi for å beholde kontanter og fleksibilitet. Egeninnsatsen hos Steinseth AS utgjør en vesentlig faktor for at kostnadene ble holdt så lave som mulig og økte lønnsomheten.

Ser man lønnsomheten kun gjennom LCOE ender dette anlegget opp på ca. 45 øre/KWh ved 30 års produksjon som grunnlag. Da er det tatt høyde for inverterbytte, degradering og at investeringen kostet 1 200 000 (tilskuddsrammen). Vrir man på regnestykket og ser på hvor fort bonden får nedbetalt sitt finansielle kapitalutlegg på 600 000 kr. får bonden en LCOE på 21 øre/KWh.

Synergieffektene tilknyttet solcelleanlegget må ikke undervurderes i følge gårdbrukeren på Steinseth. Ved å øke fokuset på energi har man også i større grad tilstrebet å ha drift tilpasset solrik sesong for å ta i bruk energien mest mulig optimalt. Energifokuset har også ført til økt energisparing og planer for å redusere energibruk på områder hvor man tidligere har vært mer “slepphendt”. Steinseth AS ønsker også å kunne markedsføre seg med en bærekraftig drift med fokus på fornybar energi. Produktene og tjenestene gården leverer kan dermed “stemple” som bærekraftige i større grad.

5 Diskusjon

Basert på redegjørelsene i teoridelen av oppgaven og datainnsamlingen i empiridelen, skal jeg ta fatt på en diskusjon om hvorvidt solparker i kombinasjon med landbruk skaper muligheter eller utfordringer. For å nyansere diskusjonen har jeg delt den inn i tre forskjellige perspektiver og nivå. I første del skal jeg diskutere muligheter og utfordringer direkte for bonden. For å se landbruket i kombinasjon med solparker i et større perspektiv, vil en mer generell diskusjon for landbruket finne sted i del to av kapitlet. Til slutt bringer jeg diskusjonen opp på et nasjonalt nivå og diskuterer hvorvidt solparker i kombinasjon med landbruk kan skape muligheter eller utfordringer utover landbruket.

5.1 Muligheter og utfordringer for bonden

Hver vår diskuteres jordbruksoppkjøret. I skrivende stund kjenner bonden på ustabile forhold knyttet til høye kunstgjødselpriser, ekstreme strømpriser i sør og en usikkerhet i den globale matproduksjonen. Til og med tørke preger det norske jordbruket i 2022, og alle husker de store utfordringene tørke medførte tilbake i 2018. I 2021 ble hele jordbruksoppkjøret amputert og preget av brudd, men i år ser det ut til at bøndene blir møtt et stykke på veien. I lys av krigen i Ukraina og koronapandemien har et bærekraftig landbruk fått mer oppmerksomhet, og beredskap tilknyttet norskproduserte varer har fått en ny betydning. Ved å bringe frem jordbruksoppkjøret og sette et bærekraftig landbruk på kartet er hensikten å se på hvordan solparker kan være en mulighet for bonden og styrke bondens bærekraftighet både økonomisk men også sosialt. Bondens posisjon i den grønne omstillingen vil også bli diskutert.

5.1.1 Økonomisk bærekraft

At jordbruksoppkjøret får såpass mye oppmerksomhet skyldes i stor grad misnøye rundt inntektsgrunnlag og utfordrende rammer for lønnsom økonomisk drift (Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag, 2022). Med dette som bakteppe skal jeg nå se på tre ulike tilnærminger til hvordan solparker kan avhjelpe situasjonen og gi bonden et ekstra bein å stå på for å styrke dimensjonen økonomisk bærekraft. Som nevnt tidligere er solparker kapitalkrevende installasjoner, noe som hensyntas under, men som også legger grunnlag for ulike måter en bonde kan ta i bruk sitt ressursgrunnlag. Det er en gjennomgående utfordring å holde inntektsnivået til bonden oppe og ved diversifisering gjennom solparker kan den økonomiske bærekraften styrkes (Fraunhofer ISE, 2020).

5.1.1.1 Fullstendig utleie av landareal

Bønder som driver gårdsbruk har som regel travle hverdager. I følge Steinseth AS og Helge Hvoslef kan det være lite kapasitet igjen både fysisk og mentalt til å involvere seg i nye virksomheter utover det man driver med fra før. Stræte (2018) påpeker også bondens travle hverdag og muligheten for å tilegne seg ny kunnskap. I forbindelse med installasjon av potensiell solpark kan en tilnærming være å fullstendig leie ut et egnet område. Tar man Energeia sine tall for hva man kan forvente av landleie kan dette være en gunstig måte å få mer ut av ressursgrunnlaget uten å ta stor del i prosjektet. Særlig for bønder med større arealer som er egnet for solpark-prosjekter kan man se for seg en god mulighet for en ny stabil inntjening. Et utmarksområde på 100 mål har i utgangspunktet en inntektsramme på ca. 14 000 kr. Tallene er hentet fra Energeia sine analyser i forbindelse med nydyrking. Om et tilsvarende område heller blir tatt i bruk som kombinasjonsdrift med innmarksbeite og solpark vil inntekten kunne øke med 25 ganger. Dette er riktignok snakk om forholdsvis store områder, men forteller noe om potensialet. Vinningsfaktorene her er at bonden som er grunneier vil få en forutsigbar inntekt og i tillegg kunne få muligheten til å drive landbruksvirksomhet på området som primærarbeid. På den andre siden kan allerede eksisterende jordbruksområder være aktuelle og ved å direkte skille ut solparkvirksomhet til en ekstern, samtidig som den opprinnelige beitedriften eller gressproduksjonen opprettholdes, kan bonden sikre seg høyere effekt av jordbruket sitt ved kombinasjon av solkraft.

Skepsisen ligger kanskje som Helge Hvoslef også nevner i en konservativ holdning rundt ny etablering av virksomhet på allerede dyrket mark. Eventuell forringelse av jorda kan fort være et sårt tema for bonden, men på den andre siden kan god opplysning og økt inntektsgrunnlag være med å åpne en verden for bonden som kanskje ser potensial for å bidra selv. Som Fraunhofer ISE (2020) skriver i sin veiledning innen vellykket agrivoltaics, er en av nøkkelfaktorene spredning av informasjon. For å øke den lokale oppslutningen til slike installasjoner og “naturinngrep” ser både Helge Hvoslef og Energeia det som viktig å søke lokale tjenester i oppføringen. Dette er erfaringsmessig positivt økonomisk for lokalbefolkningen, men skaper også grunnlag for inkludering og demokratisk påvirkningskraft. En mer aktiv tilnærming fra bonden selv vil være tema i neste avsnitt.

5.1.1.2 Delvis investering i solparker

Bønder er som nevnt proaktive i sin tilnærming til arbeid og utvikling. De innehar et forholdsvis stort repertoar av ressurser både sosialt og fysisk. Gjennom å drive med

landbruksvirksomhet kan gården ha tilgang på traktorer, gravemaskiner og andre maskiner som er relevante i arbeid tilknyttet etablering av en solpark. Som erfart hos Steinseth AS stilte gården selv med teleskoplaster til å heise opp paneler på taket, egne gårdsarbeidere til bæring, montering og fysisk krevende arbeid, trematerialer og utstyr til sikringstiltak og gravemaskin til kabelgate og trekking av kabler. Samme type arbeider ble utført hos Helge. Med tilgang på arbeidskraft og maskiner kan bonden være delvis investert i et solparkprosjekt og bidra til at byggekostnadene går vesentlig ned.

På den andre siden kan det være utfordringer knyttet til både tid og kapasitet for bonden, noe som kan føre til at annet arbeid må forsakes. Likevel kan slike prosjekter sammenlignes med andre type investeringer innen nye driftsbygninger og annet. Med en solpark pekes det på en fast, forutsigbar og lønnsom investering i følge Energeia og prognosene til NVE og svenske Energiforsk. Bonden har også selvfølgelig mulighet til å legge inn egen finansiell kapital. Dette vil i så måte øke eventuell risiko, men også oppturene ved prosjektet. Mye avhenger naturligvis av strømpris.

Erfaringene hos Steinseth vil være like relevante ved å kjøre materialer ut på et jorde i forbindelse med en solpark, eller ta i bruk gårdens maskiner til grunnarbeid og montering. Det samme gjelder tilgangen på gårdens arbeidskraft. Gårdens bidrag kan omgjøres til eventuelle eierandeler i et opprettet driftende firma tilknyttet solparken. Ved at bonden selv tar del i prosjektet kan gevinsten øke i takt med hvor lønnsomt man får solpark-installasjonen til å være. Andre synergieffekter kan være kompetanseheving innenfor fagfeltet som kan bidra til at bonden selvstendig kan ta i bruk flere gunstige områder for solenergi på gården med en lavere terskel. Som teoridelen om solcelleanlegg viser er prinsippene med komponenter for etablering de samme, og for en interessert bonde med tilgang på ulik type kapital og ressurser vil erfaringen kunne bli tatt i bruk på nye måter og plasser. Bondens faglige kunnskap (eksempelvis agronom) tillegges nye erfaringer fra solenergi og teknologi som kan kombineres og skape agrivoltaics, som igjen kan være bærekraftig for jordbruket med tanke på klimaendringer.

Agrivoltaics og solparker er lite utbredt i Norge, men $\frac{2}{3}$ av konsesjonssøknadene innebærer en økonomisk tilnærming slik som beskrevet i avsnittet over. I Solgrid sitt prosjekt er eierforholdet delt mellom Solgrid og grunneier. Furuset Solkraftverk vil bli driftet gjennom et AS hvor Solgrid eier 90,1% og grunneieren 9,9% (Solgrid, 2021). Den andre søknaden fra El av Sol bygger på et eierforhold hvor grunneier Anders Buer vil komme til å eie 49% og

være stort delaktig i byggeprosessen og prosjektet forøvrig. Hensikten er å gjøre kostnadene så lave som mulig gjennom eget arbeid og “dugnadsarbeid” for prosjektet (A. Buer, personlig kommunikasjon, 11. Mai 2022). I følge konsesjonssøknaden er planen å bygge i randsonen mellom skog og jordet, et område som ellers har særs lav verdi. Buer driver med kalkuner som er en forholdsvis energikrevende drift året rundt, og solkraft passer dermed godt inn som et supplement til driften.

I lys av den økonomiske tilnærmingen til bonden som går inn som medeier, kan det knyttes usikkerhet til lønnsomheten som kan gå utover bonden. Solkraft er naturligvis mest aktuelt i sommerhalvåret hvor kraften statistisk sett er billigere. Ved større innslag av solkraft og vindkraft ventes det at strømprisene også vil bli mer volatile da dette er øyeblikkskraft som er utfordrende å lagre (NVE, 2021a). Dette kan bety at når det først er sol over større områder og i tillegg på sommerstid, kan prisene synke mye og raskt. Det krever naturligvis et stort omfang solkraftanlegg, men basert på utviklingen og veikartet til Solenergiklyngen (2020) er solkraft forventet å bli en dominerende kraftkilde de kommende årene.

5.1.1.3 Heleide solparker

Den siste økonomiske tilnærmingen for bonden baserer seg på at hele prosjektet finansieres av bonden selv. Solparker forbindes gjerne med større prosjekter og arealer for å utnytte seg av stordriftsfordeler, men som Helge har bevist er det mulig å installere mindre parker også. Solparken på 94 paneler passer perfekt inn i Helge sitt forbruk og er dimensjonert deretter. I tillegg får han tatt i bruk et areal som ellers har vært av lav eller ingen verdi. En slik investering bærer preg av selvforsyning i større grad enn å ha til hensikt å eksportere strøm ut på nettet for salg. Fordelene i et slikt anlegg er at man slipper avgifter og nettleie når man tar i bruk strømmen selv. Egne kreative løsninger er også kanskje enklere å få gjennomført om ikke omfanget er for stort. Bakdelen kan på den andre siden være at man mister garantier om man ikke bestiller pakkedøsninger, men heller lager festestrukturer som Helge har gjort selv. Det skal likevel sies at det var mindre alternativer på markedet tilbake i 2018 da Helge iverksatte sitt prosjekt. Etter hvert som markedet utvikler seg og enkle festesystemer blir tilgjengelig kan en mulighet være at bonden enklere kan stå for prosjektleder-rollen selv. Som nevnt under delkapittelet om innovasjon i teoridelen, kan bonden betraktes som entreprenør ved å ta i bruk jordressursene, den sosiale kapitalen og maskin- og utstyrsparken. Kombinasjonen av disse kan legge et grunnlag for reduserte kostnader i et mindre anlegg hvor de større stordriftsfordelene frafaller.

Ser man dette perspektivet fra en mer kritisk side kan man trekke frem risikoen bonden løper ved betydelig større ansvar, finansielle bindinger av bondens kapital og større prioriteringsdilemmaer i en hektisk hverdag. Ved å stå alene om prosjektet kreves det at bonden selv står for vedlikehold og oppfølging av solparken. For flere bønder kan det være vanskelig å frigjøre nok kapital til selve investeringen. Når det er snakk om finansiering finnes det likevel støtteordninger gjennom Innovasjon Norge. Prosjektet til Steinseth AS ble støttet med 33% av totalkostnaden og bonden fikk godtgjort for eget arbeid basert på nasjonale satser i landbruket. En slik støtte utgjør en betydelig forskjell og var avgjørende for at Steinseth AS gjorde investeringen i solcelleanlegget. I følge Innovasjon Norge (2022) må slike anlegg produsere strøm til næringsformål på landbrukseiendommen, og således utelukkes derfor rene solparker hvor hensikten er kun å eksportere. Det åpner imidlertid opp for solparker som prosjekteres etter bondens behov og kan dempe de store finansielle kapitalene. Ved investering i solpark på egenhånd følger det uansett en høyere potensiell gevinst ved optimal utnyttelse av gårdens ressurser og dermed lavere investeringskostnader. Oppturene ved lønnsomheten forsterkes og den høyere risikoen kan gi større gevinst. Det kan argumenteres for at risikoen kan reduseres gjennom god rådgivning som nevnt i teorikapittelet. Den sosiale kapitalen kan også innebære elektriker-kontakter eller andre essensielle personer slik som Helge hadde i sin lokale og nære smed.

5.1.2 Kompetanse, fleksibilitet og nye muligheter

I veilederen til Solenergiklyngen pekes det på at solkraftbransjen etterspør kompetanse og ferdigheter for å utvikle markedet videre. Dimensjonering av anlegg og å skape prosjektene krever naturligvis kompetanse, men flere av prosessene i installasjonen viser seg å være arbeider der fysisk kapasitet og praktiske evner er fremtredende. En typisk bonde har gjerne flere tilleggsnæringer utover primærnæringen eller driften på gården. NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi) gjorde en analyse i 2018 av tilleggsnæringer til bonden og det er en bred utbredelse innen byggevirksomhet og anleggsarbeid. Det pekes på fordeler ved fleksibiliteten og fordeler ved å ha flere ben å stå på økonomisk (Stornes, 2018). På denne måten kan det hevdes at bonden oppnår en høyere økonomisk bærekraft ved å kunne få tilførsel av næringsgrunnlag i form av solpark-installasjon.

Overføringsverdier innen fysisk arbeid og maskinhåndtering kan vise seg gjeldende for å ta del i solpark-prosjektet. Basert på observasjonen på Steinseth var det tydelig at gårdsarbeideren som bidro med monteringen hadde holdt et verktøy før. Effektiviteten var høy og evnen til å tenke praktisk og "få ting til å skje" var fascinerende. Erfaring med å kjøre

gravemaskin og hjullaster var kompetanse som i stor grad bidro til prosjektet, og kompetansen var tydelig mulig å overføre til montering av solcelleanlegg.

I lys av teoridelen om innovasjon blir det påpekt at ny teknologi kan frigjøre arbeidskraft ved at det i stedet gjøres kapitalinvesteringer. På bakgrunn av dette kan investering i solparker for bonden gjøre at hverdagen på sikt kan bli noe mindre travel. Rådet om å oppdatere seg i faglig retning innen landbruket får kanskje også en døråpner. En solpark bidrar også til et fleksibelt inntektsgrunnlag over tid eller en lav energipris som er forutsigbar for bonden som forbruker av egenprodusert kraft. Ved å ha tilgang på kraft kan drift optimaliseres etter når kraften produseres. Solinnstrålingen og kraftproduksjonen kan predikeres med høy nøyaktighet basert på sesong og måneder. Dette gir muligheter for en mer lønnsom drift, men det er selvfølgelig utfordringer der drift knyttes til vinterstid i hovedsakelig. Vinn-vinn situasjonene kommer nok ikke på et sølvfat, men en bevisstgjøring rundt mulighetene for bonden kan åpne noen dører for flere bønder. Bevisstgjøringen henger gjerne sammen med landbruksrådgivningen, og når rapporten fra RULALIS påpeker at informasjon og ny kunnskap først og fremst flyter mellom bøndene, blir dette en utfordring. Det er tross alt svært lav utbredelse av solparker i landbruket og landbruksrådgivning har derfor kanskje et ekstra ansvar her, som nevnt føler kun $\frac{1}{3}$ bønder at de holder seg faglig oppdatert i landbruket.

5.1.3 Bærekraftig konkurransekraft i rammen av grønn omstilling

En synergieffekt eller et større insentiv for å ta i bruk agrivoltaics kan være konkurransekraften bonden kan utvikle ved etablering av solpark. I følge Morthen og Hovland (2021) viser forbrukertrendene at økt fokus på norskproduserte varer og bærekraftig drift har økende etterspørsel i Norge. Ved å sette denne analysen inn i rammen av den personlige sfæren innenfor grønn omstilling, ser vi likheter i at holdningene til forbrukeren og verdiene er nært knyttet til et bærekraftig tankesett. Agrivoltaics kan på denne måten bidra til den grønne omstillingen, særlig når det kan føre til høyere etterspørsel av produkter fra gårdsbruk som bidrar positivt til klimaregnskapet.

Hvis vi ser agrivoltaics og bondens konkurransekraft i lys av de tre sfærene O'Brian og Sygna (2013) knyttet til grønn omstilling kan det tyde på at den politiske sfæren har et potensial. Bonden utfyller den praktiske sfæren ved å ta i bruk landarealet for agrivoltaics, med hensikt å øke konkurransekraften og bidra til grønn omstilling. Det er bonden som er praktisk utførende og dermed kjernen av omstillingen. Den politiske sfæren har per i dag lite innspill og fasilitering for agrivoltaics, men oppmerksomhet rundt Solgrids godkjenning av

konsesjonsøknad kan bane vei for flere. Som NVE skriver i sin godkjenning vil dette prosjektet bidra som et pilotprosjekt og de har satt en rekke vilkår for å tilføre NVE kunnskap om solkraft i Norge (NVE, u.å). Kommunen Stor-Elvdal er riktignok positive, men initiativet kommer fra bransjen sin side og veien videre for agrivoltaics ser ut til at blir til mens man går. Denne solparken skal tross alt ikke driftes i kombinasjon med beitedrift eller matproduksjon, men praktiske erfaringer vil likevel bli av stor nytte.

Den personlige sfæren kan også ses i lys av Helge sine erfaringer rundt solparken og tilbakemeldingene han har fått fra store deler av lokalområdet. Han gjennomførte en lunsj og inviterte til opplysning og spørsmål rundt solparken, og responsen var utelukkende positiv. I tidsperioden etter lunsjen har Helge også fått flere henvendelser i forbindelse med solkraft, særlig det siste året på grunn av strømprisene (H. Hvoslef, Personlig kommunikasjon, 20. april 2022). Dette kan tyde på høy interesse men mangel på informasjon og støtte.

Selv om det kan virke som at oppslutningen rundt solkraft på landbruksareal er høy, og både Gjøvik kommune og Stor-Elvdal kommune er positive til prosjekter finnes det også skeptiske holdninger. Disse må tas med i vurderingen av den personlige sfæren som er grunnleggende for å drive den grønne omstillingen. I april 2021 deltok NRK på en befaring i tilknytning Energeia sitt prosjekt Seval Skog. Eierne av gården Seval som grenser til det prosjekterte området, risikerer å miste muligheten for beitedrift av storfe som er en del av gårdens næringsgrunnlag. Når grunneierne står sammen med NRK forteller de at det virker lite fornuftig å avskoge et område når det plantes skog for å binde karbon andre steder (Kessel, 2021). I følge Energeia sin oppdaterte melding til NVE og temaet agrivoltaics fra intervjuet, kan det se ut som de har tatt hensyn til nabogården da de har prosjektert med å teste ut kombinasjonsdrift med storfe. Hva gjelder binding av karbon tar Energeia sine analyser utgangspunkt i at skogen har lav bonitet og slåttemark faktisk vil føre til økt karbonbinding (Energeia, 2021). Ut i fra disse erfaringene kan det se ut som at den grønne omstillingen og den personlige sfæren må ta høyde for skepsis og holdninger, men fortsette å jobbe målrettet, medvirkende, opplysende og inkluderende.

5.2 Muligheter og utfordringer for landbruket generelt

Gjennom ny teknologi i bifacial solcellepaneler har solenergibransjen fått en ny dimensjon som kanskje åpner for økt markedsandel i landbruket.

Jeg skal diskutere mulighetene denne nyvinningen kan bidra med og se på eventuelle utfordringer. Når landbruksjord blir tatt i bruk til kraftinstallasjon forbindes det gjerne med

arealkonflikt. Med dette som bakteppe vil jeg se på muligheter og utfordringer solparkene har når det gjelder regulering av NLF-områder og offentlig forvaltning. Her vil jeg ta i bruk begrepene “government” og “governance” fra teorikapittelet. I dette delkapittelet skal jeg også se på mulighetene for innovasjon i landbruket i lys av agrivoltaics og stivhengighet.

5.2.1 Bifacial solcellepaneler, agrivoltaics og stivhengighet

Med den ekstremt raske utviklingen solcellepaneler har hatt det siste tiåret, har de nå blitt såpass effektive og rimelige at solkraft ser ut til å bli den verdensledende energikilden på sikt (Solenergiklyngen, 2020). I lys av litteraturen fra den spesifikke delen ser man fortsatt at det finnes et potensiale i å gjøre solcellepanelene mer effektive. I Norge gir “nyvinningen” bifacial solcellepaneler i kombinasjon med solparker et ekstra fortrinn. I kombinasjon med landbruk ser vi fra teorikapittelet at det legges til rette for en bærekraftig utvikling hvor flere plantearter ser ut til å trives. Det miljømessige aspektet i bærekraft får et løft ved at landbruket får muligheten til å produsere fornybar energi, og bidra til reduserte klimagassutslipp ved å fortrenge fossile energikilder. Dersom traktor- og maskinparken til bonden elektrifiseres på sikt, legges det til rette for at landbruket kan utvikle gode løsninger for å utnytte kortreist og egenprodusert strøm. I klimaregnskapet vil dette ha betydning for klimamålene landbruket har satt selv i sin klimaplan frem mot 2030 (Norges Bondelag, 2020).

Ved bruk av bifacial paneler vil bonden ha mulighet til å få mer solinnstråling på vekstene bak panelene i solparken. Agrivoltaics som denne måten å drive solpark og landbruk på, forutsetter at det som dyrkes ikke står tilbake for hvordan forholdene var før solparkens tilkomst (Fraunhofer ISE, 2020). Slik teorikapittelet beskriver resultatene som hittil har kommet i forbindelse med agrivoltaics, ser det ut til at det finnes flere egnede plantearter som også kan avles i Norge. Det er utelukkende positivt med økte avlinger i forbindelse med agrivoltaics, men det er slett ikke alle type plantearter som tåler like mye skygge.

Utfordringen for landbruket kan være at det blir ubalanse i hva som produseres basert på hva som egner seg i forbindelse med solparker. I neste delkapittel vil jeg komme tilbake til dette i forbindelse med styring og arealbruk.

En potensiell utfordring landbruket står ovenfor er stivhengighet. Selv om det i følge prosjektutviklere er kort tid siden solparker ble lønnsomme med tanke på kraftverkets levetid, er det relevant å problematisere agrivoltaics som en nyvinnende måte å drifte deler av landbruket på (Energeia, 2021). Landbruket bærer et stort ansvar hva gjelder matsikkerhet, forsyning og beredskap. Mange bønder har svært innarbeidede rutiner på gårdsdriften og i

forbindelse med jordbruket og matproduksjonen ligger det gjerne lange tradisjoner. For å ta i bruk jordene på en ny måte og ta et veivalg kan bonden føle på usikkerhet om grunnlaget for å ta valg ikke er gode nok. Stiavhengigheten kan være et kjennetegn på hva som eventuelt kan skje i landbruket hvis spørsmålet om å drive med agrivoltaics dukker opp. Det krever kapital og omstilling, og det kan være at noen driftsformer må tilpasses. Nyvinningen bifaciale solcellepaneler åpner i teorien opp for å kunne drive som før, om ikke bedre. Dette delkapittelet omhandler muligheter og utfordringer for hele landbrukssektoren. Mulighetene for å kunne utvikle sektoren med solparker kan stoppes av utfordringer tilknyttet tilgang på informasjon og evner til å ta i bruk kunnskap utenom nabogården. Om det først dukker opp noen solparker kan det være at fenomenet sprer seg. Bøndene seg imellom klarer å påvirke en implementering av solkraft som spiller på deres premisser og sikrer matsikkerhet.

5.2.2 Arealbruk og styring av landbruket

3 % av landarealet i Norge er jordbruksareal (Norges Bondelag og Norsk Bonde og Småbrukarlag, 2022). For å forvalte denne jorda og sikre norsk matproduksjon kan solparker i ytterste konsekvens være en utfordring. Hvis lønnsomheten blir veldig høy i enkelte plantearter vil bønder kun dyrke etter lønnsomhet. Utvalget av ulike mat og kritiske forsyninger kan dermed komme i ubalanse og arealbruken må derfor styres på en bærekraftig måte. Det er ikke gitt at bønder gir slipp på sine produksjoner kun på grunn av muligheten for økt lønnsomhet. For å regulere en eventuell nyvinning i landbruket kan man ta i bruk styringsformene governance eller government som ble redegjort for i teoridelen. Governance tilnærmingen åpner for at flere aktører kan bidra til å forme den mest gunstige utviklingen av eventuell agrivoltaics i Norge. Da det er lite erfaring og forskning på feltet kan det være hensiktsmessig med en åpen inngang til videre utvikling før det eventuelt strammes mer inn. For at matsikkerheten opprettholdes og at Norge fortsatt dyrker hvete kan en government tilnærming være nødvendig.

En stor mulighet ved å implementere agrivoltaics er å sørge for “vern” av landbruket. Agrivoltaics har ikke til hensikt å omregulere et område og dermed kan NLF-områder stå urørt fra andre sektorer.

5.3 Muligheter og utfordringer i et nasjonalt perspektiv

Det nasjonale perspektivet ser på ringvirkninger av at landbruksarealer kan være utgangspunktet for utbygging av solparker.

5.3.1 Konflikter rundt kraftutbygging – power density og LCOE

Som nevnt i innledningen har vindkraft vært svært omdiskutert i Norge, og særlig på land. I lys av den debatten kan solkraftbransjen høste erfaringer hva gjelder innbygges og samfunnets oppfatninger og meninger av kraftutbygging. Solkraft i landbruket har potensial til å berøre store områder og ta i bruk landbruksjord. Energeia belyser dette i sitt enorme prosjekt Seval Skog, sett i norsk målestokk. Som det kommer frem i teoridelen er solparker forholdsvis enkle konstruksjoner og kan settes opp i stor skala på kort tid. Empirien i oppgaven underbygger også dette i noe mindre omfang, men Helge sin solpark og solcelleanlegget på Steinseth gård er i hovedsak satt opp av bønder. Når Norge er nødt til å bygge ut mer kraft for å unngå kraftunderskudd vil dette gå utover landareal. For å få mest mulig samfunnsnytte av arealene kan begrepene power density og LCOE tas i bruk i forbindelse med kraftutbygging.

Solparker krever som nevnt store areal men i kombinasjon med landbruk er hensikten å ta i bruk areal som allerede er “tatt i bruk”. Argumentet mot ikke å berøre urørt natur blir derfor ikke gjeldende i like stor grad i denne settingen. Fenomenet agrivoltaics muliggjør bruken av landbruksjord til solkraftutbygging uten å forringe matproduksjon og landbruksdrift. Ved å koble på begrepet “power density” kan det på den ene siden være en god måte for å finne ut hvilket konsept for solkraftproduksjon som gir høyest utbytte per kvadratmeter. Power density og agrivoltaics kan sammen legge grunnlag for hvilket konsept som nyttes basert på bruken av arealet fra før eller hvilken matproduksjon som drives. En ytterligere påkobling av LCOE gjør at arealeffektiviteten og lønnsomheten blir sett i samspill med hverandre. For å problematisere tankene rundt solkraftutbyggingen kan man se på realitetene for hvilke inngrep som faktisk må gjøres ved installasjon, og hvem som eventuelt blir påvirket ved å få landskapet sitt potensielt ødelagt. På den ene siden kan man se power density som irrelevant i forbindelse med agrivoltaics da benyttet jord allerede er påvirket av drift og beslag av nytt areal uteblir. Da beveger man seg mot en vinn-vinn situasjon. Realiteten er nødvendigvis ikke så enkel og det kan ligge flere interesser i et landbruksareal som for eksempel friluftsliv, jakt, landskapsinteresse og rekreasjon i et naturlig skue. Omlegging av matproduksjon for å tilrettelegge for solkraft kan også bøte med samfunnsnyttens hvor tidligere matproduksjon som hvete for eksempel blir utradert. I slike tilfeller kan power density være aktuelt for om man heller skal satse på kraftproduksjon på en annen lokasjon og i annen form, for eksempel vindkraft.

5.3.2 Verdiskaping og bærekraftig utvikling av solkraft i Norge

Ser man solparker i lys av bærekraftig utvikling kan mulighetene være flere. I dimensjonen for miljø vil solparker være med på å levere fornybar energi til Norges samfunn. Ettersom det blir produsert fornybar energi skapes det et tilsig av kraft som gjør at det åpnes et potensial for å fortrenge fossilbasert energi. I en overordnet tanke tilsier dette at det gir et gunstig bidrag til miljø og klima. Samtidig er det viktig å se på hele produktet, som vil si utslipp ved produksjon av panel og materialer. Bøhren et al (2021) regnet på miljøgevinsten ved å se på hvor panelene er produsert og fant at paneler produsert i Kina kan vise seg å ha lite klimagevinst i Norge. Faktorene som legges til grunn er at panelene blir produsert med fossilbasert strøm i alle ledd, og i Norge vil kraften de produserer "erstatte" fornybar vann- og vindkraft. Elementene ved utslipp er viktige å få med, men Norge er koblet på det europeiske kraftmarkedet i flere regioner og fortrenging av fossilbasert energi i Europa kan derfor fortsatt gi miljøgevinst i global skala. Bøhren et al (2021) peker på den andre siden på at EU-produserte paneler for eksempel vil gi et bedre klimaregnestykke.

Solparker i lys av den sosiale dimensjonen kan fronte flere muligheter. I følge veikartet til Solenergiklyngen (2020) vil solenergibransjen stå for en sysselsetting på mellom 12 000 - 24 000 årsverk frem til 2030. Solparker forventes å ha en vekst i Norge og bidra i de nevnte årsverkene, men tallene er foreløpig svært usikre da det er lite erfaringsgrunnlag i Norge. Selve prosjekteringen og arbeider med drift av solparker kan være en eksportvare og forventes å ha en verdiskapning på 1000-2000 i året i 2030. I den sosiale dimensjonen kan arbeidsplasser være en viktig faktor for innbyggernes sosiale velvære. Sett i lys av arbeidsplasser i forbindelse mulige batterifabrikker, kan den sosiale bærekraften økes i form av sikring av investering i arbeidsplasser. Solparker kan være en viktig garantist for at batterier blir viktig. Ved gode batterikapasiteter vil også fleksibiliteten til solparker øke. Som kjent fra teoridelen er solparker i utgangspunktet ikke regulerbare når det gjelder kraftproduksjon, og behovet for regulering i forbindelse med nettilknytning eller desentrale energisystem kan føre til økt etterspørsel og sysselsetting også i batteriindustrien. Økt industri kan bety økt økonomisk bærekraft og derfor kan solparker spille en rolle i Norges bærekraftige utvikling. Utfordringene ligger kanskje først og fremst i den styringsmessige bærekraften som dreier seg om at utvikling av politikken og beslutningstakere i samfunnet står ovenfor store prioriteringer og komplekse valg. Disse igjen blir påvirket av samfunnet forøvrig som inngår i den personlige sfæren, hvor det i så måte kreves kunnskap og holdninger for et bærekraftig tankesett.

5.3.3 Komplementære energikilder og nettutbygging

Solparker i stor skala kan være utfordrende for Norge hvis man trekker det store bildet og ser for seg en utbygging som virkelig monner med produksjon på flere TWh årlig. I følge veikartet til Solenergiklyngen (2020) er ikke dette utenkelig, men det er tak- og veggbaserte installasjoner som er forventet å dominere. Ved store og mange solparker i Norge vil vi få en høy produksjon i sommerhalvåret hvor forbruket vårt er lavest, noe som skaper en ubalanse i kurvene for forbruk og produksjon. Denne utfordringen er naturlig å tenke at ikke vil by på de store problemene i Norge for å sikre strømforsyning, i den grad vi har vannkraften til grunn i kraftsystemet. Selv om det er allment kjent at vi har god tilgang på vannkraft, peker rapporten Klima i Norge 2100 på at det er tendenser til at det har blitt lengre perioder med lav vannstand om sommeren på Sørøstlandet. Tørkeår har også periodevis påvirket vannkraftprisen i høy grad. Med disse tendensene som grunnlag kan solkraften være med å optimalisere bruken av vannkraften når vi trenger den som mest. I perioder med tørke vil det være mye sol og disse to kraftkildene vil dermed komplementere hverandre. I et bærekraftig perspektiv kan dette være med på å holde kraftprisene stabile slik at den sosiale og økonomiske bærekraften opprettholdes for husholdninger, landbruk og industri.

Utfordringen med storstilt solparkutbygging i Norge kan ses i sammenheng med vannkraften som kraftnettet er bygget rundt. Teoridelen gjorde rede for sentraliserte og desentraliserte energisystem. Siden Norge er bygget på vannkraft er det et dominerende sentralisert energisystem som kan gjøre det utfordrende å implementere solparker. Særlig i landbruket hvor det finnes egnede arealer kan kraftnettet være lite egnet for store installasjoner av solkraft (Kallevik, 2021). Desentraliserte energisystem blir ved storstilt solkraftinstallasjon nødvendig for å holde kostnadene nede i form av mindre storstilt kraftnettsutbygging og reelle nettap i kraftnettet for krafttransport (Multiconsult, 2018). Batteriets funksjon som regulerende komponent blir dermed vesentlig.

5.4 Svakheter i studien

I løpet av denne studien har jeg vært med på ca. et års utvikling innenfor solenergibransjen. Det har vært interessant å se hvordan teknologien har utviklet seg, men det har også vært utfordrende å holde følge. Flere tidligere studier har blitt utdatert, og nye spennende områder innenfor bransjen har dukket opp. Sett i lys av hva jeg har hatt til hensikt å se på i oppgaven ser jeg at datainnsamlingen kan ha vært noe snever. De informantene jeg har vært i kontakt med har hatt interesser i solenergi, men representerer i liten grad majoriteten i landbruket. Noe av poenget var å se bransjen fra det ene ytterpunktet hos bonden Helge Hvoslef, og på

det andre ytterpunktet se den eksterne aktøren i et stort selskap som Energeia. Hvis det hadde vært en bonde med hveteproduksjon involvert i empirien, kunne diskusjonen fått en annen vinkling og blant annet fått frem flere synspunkter.

Et mer nyansert utvalg av informanter kunne gitt et bredere grunnlag for diskusjon. På den andre siden var det utfordrende å velge informanter da solparker er svært lite utbredt i landbruket, og erfaringer jeg gjorde var at det var få bønder som hadde kjennskap til denne delen av bransjen. Fordelen med et mindre, men spisset utvalg, var at det tillot meg å gå ordentlig i dybden og investere mye tid og følge opp. Bønder med takbaserte anlegg kunne vært et godt alternativ da overføringsverdien er aktuell, akkurat slik jeg erfarte hos Steinseth AS. Et større utvalg av slike informanter kunne belyst meninger fra flere matprodusenter og gårdbrukere med forskjellig erfaring og kunnskap.

Denne oppgaven har blitt skrevet midt under den ekstreme prisveksten på kraft, samtidig som Russland har invadert Ukraina. Strømprisene har vært rekordhøye og usikkerheten rundt matsikkerhet og beredskap har holdt seg svært relevant også etter koronapandemien. Kraftmarkedsanalyser og prognoser som har blitt brukt i oppgaven har vært utarbeidet før Ukraina-krigen, noe som kan føre til at enkelte forhold kan ha blitt påvirket og utdatert. Samtidig belyser usikkerheten i verdenssamfunnet viktigheten av å se muligheter innenfor ny kraftproduksjon, og hvilke hensyn som bør tas.

6 Konklusjon

Denne studien har sett på muligheter og utfordringer solparker kan ha i en kombinasjonsdrift med landbruksareal. Ved å installere solparker på landbruksareal vil bøndene som er grunneiere få et ekstra inntektsgrunnlag. Den ekstra inntekten kan variere ut i fra hvor stor grad bonden involverer seg som entreprenør eller investerer i solparken. Studien har vist at bønder kan innta rollen som prosjektleder i et solpark-prosjekt ved to anledninger fra empirien. Utfordringen til bøndene er å få tilgang på informasjon og komme i posisjon til å få brukt sine ressurser og økt sin økonomiske bærekraft. Ved en utvikling av flere prosjekter med solparker på landbruksareal, kan bonden ta del i det grønne skiftet som kjernen av de bærekraftige løsningene. Bonden tilhører den praktiske sfæren, men for å drive det grønne skiftet fremover tyder det på at han eller hun må oppsøke mer kunnskap. Først da vil informasjonen flyte mellom bøndene hvis flere får påfyll i første omgang.

Begrepet agrivoltaics har dominert oppgaven og er en av de største mulighetene bøndene står ovenfor. Ved å drive både med jordbruk og med kraftproduksjon kan landbrukssektoren øke sin konkurransekraft i bærekraftig retning. Utfordringene ligger i begrepet stivhengighet og hvorvidt landbruket klarer å fornye seg uten å gå på bekostning av matsikkerheten. Denne utfordringen kan løses i form av styring og ved høy inkludering av flere miljøer kan governance være en bærekraftig styringsform i et grønt skifte.

På nasjonalt nivå kan solparker spille en betydelige rolle om utbyggingen tar fart. Økt utbygging av solparker kan føre til en robust kraftsituasjon, særlig om sommeren hvor risikoen for tørke har en tendens til å øke. Solkraften vil fungere som en komplementær ressurs og ved storstilt utbygging kan det føre til et betydelig antall arbeidsplasser. Utfordringene er å styre en utbygging slik at den ikke går på bekostning av matsikkerheten. Det er tross alt slik at agrivoltaics er nytt for Norge og det er ikke sikkert alle kombinasjoner med landbruksareal er gunstige. Kraftnettet vil også bli utfordret jo mer solkraft som blir bygget ut. Først og fremst kan solparker i kombinasjon med grønt landbruksareal være meget utfordrende på grunn av nettkapasitet. Samtidig kan desentraliserte energisystem være en lønnsom og bærekraftig løsning på vei inn i det grønne skiftet.

7 Videre studier

I løpet av prosessen og arbeidet med denne masteroppgaven har det dukket opp flere interessante temaer og vinklinger i forbindelse med solparker. utfordringer rundt nettilknytning har belyst behovet for å kartlegge hvilke områder som er egnet for ulike typer og størrelser på solparker eller solcelleanlegg. Gjennom studieløpet i lektor geografi har jeg blitt kjent med geografiske informasjonssystemer (GIS) og ved å ta i bruk verktøy i programvaren ArcGIS Pro kunne forskeren kartlagt hvor nettilknytning er mulig ut i fra kartdata av kraftledningsnett.

Ved å studere egnede områder for solkraft basert på nettilknytning og kapasitet, kunne man i tillegg tilføyd en kartlegging av gårdsbruk eller produsenter som driver solkraftvennlige virksomheter. Dette kan være kjølelagre, bærprodusenter, sauebønder eller annen industrivirksomhet i nærheten av landbruksområder. Slike studier kunne vært aktuelle for rådgivertjenester og kunne åpnet dører for de som ser potensialet og er villige til å investere men ikke er kjent med mulighetene.

I lys av konflikter tilknyttet arealbruk og kraftverksetablering ville en studie av innbyggers holdning og kunnskap rundt agrivoltaics eller solparker vært interessant. En slik studie kunne bidratt til å forstå hvilke behov innbyggere har for informasjon rundt temaet og hva man eventuelt må ta hensyn til i solparkutbyggingen. Siden det er svært få solparker i Norge kunne studier av de allerede etablerte anleggene vært en start. Ved å følge prosjektet til Solgrid As som fikk konsesjon nå i mai 2022, kunne forskeren vært med å innhente data i lys av forskjellige bærekraftsprinsipper.

Referanser

- Agrol. (2018, 6. mai). *Smart bonde baner vei for smart solcelleproduksjon*. Hentet fra: <https://agrol.no/artikkel/smart-bonde-baner-vei-smart-solcelleproduksjon/>
- Amaducci, S., Yin, X & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy, Volume 220*, 545-561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
- Andenæs, E., Jelle, P.B., Ramlo, K., Kolås, T., Selj, J and Foss, S.E. (2018). The influence of snow and ice coverage on the energy generation from photovoltaic solar cells. *Solar Energy* (159), 318 – 328. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.10.078>.
- Bardalen, A., Skjerven, T. A. & Olsen, H. A. (2020). *Bærekraft i det norske matsystemet. Kriterier for bærekraftig produksjon* (978-82-575-1788-5). NMBU. <https://www.nmbu.no/aktuelt/node/43005>
- Benjaminsen, C. (2018, 1. mars). *Hvor godt virker egentlig solceller om vinteren?*. Hentet fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2018/hvor-godt-virker-egentlig-solceller-i-nordisk-klima/>
- Berglihn, H. (2022, 7. mars). Strømprisen til himmels. *Dagens Næringsliv*. <https://www.dn.no/energi/energi/gass/gasspriser/stromprisen-til-himmels/2-1-1180086>
- Brobakk, J. & Melås, A. (2020). *Dagens klimautfordringer og tidligere miljøtilpasninger i norsk jordbruk – hva kan vi lære?* (Rapport nr 7/2020). RURALIS. <https://ruralis.brage.unit.no/ruralis-xmlui/bitstream/handle/11250/2711472/Rapport%2b7-%2b2020%2b%2bDagens%2bklimautfordringer%2b%2bbog%2btidligere%2bmilj%25C3%25B8tilpasninger%2bi%2bnorsk%2bjordbruk%2b-%2bhva%2bkan%2bvi%2bl%25C3%25A6re.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Burnham, L., Riley, D., Walker, B., and Pearce J. M. (2019). , Performance of Bifacial Photovoltaic Modules on a Dual-Axis Tracker in a High-Latitude, High-Albedo Environment, *2019 IEEE 46th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, 2019, pp. 1320-1327, doi: 10.1109/PVSC40753.2019.8980964.
- Bøhren, Ø., Gjørnum, P. I. & Hasle, T. (2021). Solstrøm fra boligtak er ofte godt for både klima og økonomi, men ikke i dagens Norge (Domestic Solar Energy Often Benefits Both the Climate and the Economy, but Not Yet in Norway.). *Samfunnsøkonomen* 35 (5), 33- 51. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3838062>
- Cuevas, A., Luque, A., Eguren J. og Alamo J. del (1982). 50 per cent more output power from an albedo-collecting flat panel using bifacial solar cells. *Solar Energy*, (29), 419–420. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0038092X82900780>
- Dinesh, H. & Pearce, M.J. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 54*, 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>

- Elmqvist, Å. (2021, desember). *El från nya anläggningar* (2021:714). Energiforsk. <https://energiforsk.se/media/30970/el-fra-n-nya-anla-ggningar-energiforskrapport-2021-714.pdf>
- Elvia. (2022). *Hva er plusskunde hos Elvia?*. Elvia.no. Hentet 10. april 2022 fra <https://www.elvia.no/proff/nettilknytning/plusskunde/hva-er-plusskunde-hos-elvia/>
- Energeia. (2021, 16. september). *Seval Skog Solkraftverk og Innmarksbeite*. Hentet fra: <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/3d34c147-c907-49b4-ba24-19e6bf80075d/202114931/3424679>
- Energi og Klima. (2021, 21. januar). *Tror vi vil se frittstående solparker i Norge* [Audio podkast]. Energi og Klima. <https://energiogklima.no/podkast/tror-vi-vil-se-frittstaende-solparker-i-norge/>
- Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon* (2.utg.). Fagbokforlaget.
- Fraunhofer ISE. (2020, oktober). *AGRIVOLTAICS: OPPORTUNITIES FOR AGRICULTURE AND THE ENERGY TRANSITION*. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>
- Guo, S., Walsh, M. T. og Peters, M. (2013). Vertically mounted bifacial photovoltaic modules: A global analysis. *Energy* (61), 447 – 454. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.08.040>.
- Haugan, I. (2022, 23. mars). *Først ut i verden med kjøp og salg av strøm i nabolaget*. Gemini. https://gemini.no/2022/03/forst-ut-i-verden-med-kjop-og-salg-av-strom-i-nabolaget/?utm_source=RSS+Nyhetsbrev&utm_campaign=1f1ea08579-RSS_CAMPAIGN_ALT&utm_medium=email&utm_term=0_de4d883975-1f1ea08579-73652249
- Hammersley, P & Atkinson, R. (1996). Qualitative Data Archiving: Some Reflections on its Prospects and Problems. *Sociology*, (31), 131-142. doi:10.1177/0038038597031001010
- Hansen, S.A. (2018, juni). *Bifacial Solar Cells in Nordic Climate* [Masteroppgave]. NTNU
- Hamid MN. (2022, Februar). *Vekselretter til solcelleanlegg - slik fungerer det*. Otovo.no. Hentet fra: <https://www.otovo.no/blog/solcellepanel-solceller/vekselretter-slik-fungerer-det/#:~:text=Fakta%20om%20vekselretter,i%20en%20garasje.>
- Higdem, U. (2009). Governance og partnerskap i offentlig planlegging og forvaltning i Norge. *Kart og Plan*, 69(2), 113-125. <http://www.kartogplan.no/Artikler/KP2-2009/Governance%20og%20partnerskap%20i%20offentlig%20planlegging%20og%20forvaltning%20i%20Norge.pdf>
- Holter, M.E.Ø. (2021, desember). *Tosidige solcellemoduler – påvirkningen albedo har på tosidig effektgevinst* [Masteroppgave]. NMBU.

Innovasjon Norge. (2022, 6. mai). *Fornybar energi i landbruket*. Hentet fra: <https://www.innovasjon norge.no/no/tjenester/landbruk/finansiering-for-landbruket/fornybar-energi-i-landbruket/>

Kallevik, T. (2021). *Prosumenterers innvirkning på lavspente distribusjonsnett* (RME Ekstern rapport nr. 9/2020). RME.

https://publikasjoner.nve.no/rme_eksternrapport/2020/rme_eksternrapport2020_09.pdf

Karlsen, A. og Isaksen, A. (2008). Den historiske dimensjonen ved kunnskaps- og teknologiutvikling. Isaksen, A, Karlsen, A, Sæther, B (red.), *Innovasjoner i norske næringer – et geografisk perspektiv* (Kapittel 2, s. 28-43). Fagbokforlaget

Kessel, D., Vollan, M. & Moen, R. (2021, 29. april). Her planlegges Norges største solcellepark. *NRK.no*. <https://www.nrk.no/innlandet/far-energeia-som-de-vil-far-gjovik-det-forste-storskala-solkraftverket-i-norge-1.15472097>

Kofstad, Per K. og Pedersen, B. (2019, 30. september). Silisium. *I store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/silisium>

Klima- og miljødepartementet. (2021). *Det grønne skiftet*. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/tema/klimate-og-miljo/innsiktsartikler-klimate-miljo/det-gronne-skiftet/id2879075/?expand=factbox2879090>

Leonardi, M., Corso, R., Milazzo, R.G., Connelli, C., Foti, M., Gerardi, C., Bizzarri, F., Privitera S & Lombardo, S. A. (2022) The Effects of Module Temperature on the Energy Yield of Bifacial Photovoltaics: Data and Model. *Energies*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/en15010022>

Longhurst, R. (2016). Semi-structured interviews and focus groups. In N. Clifford, M. Cope, T. Gillespie, & S. French (Eds.), *Key Methods in Geography* (Third ed., pp. 143-156). SAGE

Martiniussen, B. (2020, 13. oktober). *Solceller med overraskende effekt i landbruket: Gir mer mat og strøm*. Hentet fra: https://www.tu.no/artikler/solceller-med-overraskende-effekt-i-landbruket-gir-mer-mat-og-strom-br/500711?fbclid=IwAR3KQkbeWQqYRUMwhm_2J5-fyNjm_g6Z2SF_WLjhNY3HZdrmDzHxa9RXs-k&key=22TwT0fT

Melteig, E. (2022, 14. januar). *Norge glemmer sola*. Hentet fra: <https://www.uio.no/om/aktuelt/universitetsplassen/nyheter/2022/norge-glemmer-sola.html>

Mitchell, C. (2016). Momentum is increasing towards a flexible electricity system based on renewables. *Nature Energy*, 1. 15030. <https://doi.org/10.1038/nenergy.2015.30>

Mjønerud, I. (2019, 19. november). *Alt du bør vite om solceller og solenergi*. Strøm.no. Hentet fra: <https://xn--strm-ira.no/solceller-og-solenergi>

Molin, E. B., Molin, A. & Wäckelgård, E. (2018). Experimental Yield Study of Bifacial PV Modules in Nordic Conditions. *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 8, 1457-1463. doi: 10.1109/JPHOTOV.2018.2865168.

Morthen, E. & Hovland, E-M. (2021). *Bærekraft som konkurransefortrinn for norsk grøntproduksjon*. Landbruksdirektoratet.
https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/filarkiv/rapporter/Rapport_Baerekraft%20som%20konkurransefortrinn%20for%20norsk%20gr%C3%B8ntproduksjon_Gartnerhallen.pdf/_attachment/inline/e0212770-74b2-4757-952d-575fa396875d:90fdfeff9edcb630e9affae8689b12e91c94dfe8/Rapport_Baerekraft%20som%20konkurransefortrinn%20for%20norsk%20gr%C3%B8ntproduksjon_Gartnerhallen.pdf

Nordea. (2022, 14. februar). – *Har levd i en boble hvor vi nesten ikke har tenkt på strøm som en utgift*. Hentet fra: <https://www.nordea.com/no/nyheter/har-levd-i-en-boble-hvor-vi-nesten-ikke-har-tenkt-pa-strom-som-en-utgift>

Norges Bondelag & Norsk Bonde- og Småbrukarlag. (2022). *Jordbruksforhandlingene 2022. Krav til ramme og fordeling*. https://www.bondelaget.no/getfile.php/131030854-1651049236/MMA/Bilder%20NB/Jordbruksoppgi%C3%B8ret/Jordbrukets%20krav%202022_totalfil.pdf

Norges Bondelag. (2020). <https://www.bondelaget.no/bondelaget-mener/miljo-og-klima/klima/les-klimaplanen-her>

Norsk solenergiforening. (2022, 4. april). *Solfangere*. Hentet fra: <https://www.solenergi.no/solvarme>

NVE. (2021a, oktober). *LANGSIKTIG KRAFTMARKEDSANALYSE 2021 – 2040*. (NVE Rapport nr. 29/2021). https://publikasjoner.nve.no/rapport/2021/rapport2021_29.pdf

NVE. (2021b, 16. desember). *Plusskunder*. Hentet fra: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/nettleie/tariffer-for-produksjon/plusskunder/>

NVE. (2022a, 28. januar). *Kraftproduksjon*. Hentet fra: <https://www.nve.no/energi/energisystem/kraftproduksjon/>

NVE. (2022b, 7. april). *Solkraft*. Hentet fra: <https://www.nve.no/energi/energisystem/solkraft/#:~:text=Solkraft%20utgj%C3%B8r%20en%20liten%20del,promille%20av%20Norges%20totale%20kraftproduksjon.>

NVE. (2022c). *Konsesjonssaker, kategori solkraft*. Hentet 10. april 2022 fra <https://www.nve.no/konsesjon/konsesjonssaker/>

NVE. (2022d, 31. januar). *Kostnader for kraftproduksjon*. Hentet fra: <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/kostnader-for-kraftproduksjon/>

NVE. (2022e, 22. mars). *Konsesjonsbehandling av solkraft*. Hentet fra: <https://www.nve.no/konsesjon/konsesjonsbehandling-av-solkraft/>

NVE. (u.å). *Solgrid - Konsesjon - Furuseth solkraftverk - Stor-Elvdal kommune - Innlandet*. Hentet 15. mai 2022 fra <https://www.nve.no/konsesjon/konsesjonssaker/konsesjonssak?id=7618&type=A-8>

NTNU. (2022). *Hva lærer jeg?*. Hentet 13. mai 2022 fra:
<https://www.ntnu.no/studier/bgeog/laeringsmal>

O'Brien, K. and Sygna, L. (2013). Responding to climate change: The three spheres of transformation. *Proceedings of Transformation in a Changing Climate*, 19-21 June 2013, (pp.16-23). https://www.sv.uio.no/iss/english/research/projects/adaptation/publications/1-responding-to-climate-change---three-spheres-of-transformation_obrien-and-sygna_webversion_final.pdf

Policy Department Economic and Scientific Policy. (2010). *Decentralized Energy Systems* (IP/A/ITRE/ST/2009-16). European Parliament.
<https://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201106/20110629ATT22897/20110629ATT22897EN.pdf>

Riise, H.N. (2021). Performance analysis of a BAPV bifacial system in Norway. *IEEE 48th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, 1304-1308. doi:
10.1109/PVSC43889.2021.9518963.

ROAF. (2022, 10. april). *Roaf får Norges første bakkemonterte solcellepark*. Hentet fra:
<https://roaf.no/aktuelt/roaf-far-norges-storste-bakkemonterte-solcelleanlegg/>

Rossing, N.K., Solli, P-T. S., Völler, S. & Fagerli, T. (2020). *Fornybar energi* (3. utg.). NTNU Grafisk senter.

Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (2005). *Qualitative Interviewing: The Art of Hearing Data* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage

Skaar, J. (2021, 20. juli). Vekselstrøm. *Store norske leksikon*. Hentet 15. Mars 2022 fra
<https://snl.no/vekselstr%C3%B8m>

Skaar, J. (2021, 27. juli). Likestrøm. *Store norske leksikon*. Hentet 15. Mars 2022 fra
<https://snl.no/likestr%C3%B8m>

Shishavan, A.A. (2019, august). *BIFACIAL PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEM PERFORMANCE MODELING UTILIZING RAY TRACING* [Doktorgradsavhandling, The University of Iowa]. Iowa Research Online.

SINTEF. (2022, 27. april). *Agrivoltaics*. Hentet fra: <https://www.sintef.no/ekspertise/sintef-industri/agrivoltaics/>

Skolelaboratoriet for fornybar energi NMBU. (2013). *Solceller*. [Brosjyre].
<http://www.umb.no/statisk/energilaboratoriene/Solceller.pdf>

Smil, V. (2015). *Power Density: A Key to Understanding Energy Sources and Uses*. The MIT Press.

Schindele, S. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy* (265), 114737 .
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626192030249X?via%3Dihub>

Solenergiklyngen & SuSolTech. (2020, 22 desember). *Veikart for den norske solkraftbransjen mot 2030*. Solenergiklyngen & SuSolTech.
https://www.regjeringen.no/contentassets/66de7ddcf7a6494694202b760fa3f50f/susoltech_.pdf

Solgrid As. (2021, oktober). *PV Solkraftanlegg*. Hentet fra:
<https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/30f7d52b-d6de-4b8c-aa38-0b836cd6a856/202116320/3424938>

Spilling, R., O. (2005). Entreprenørskap i et evolusjonært perspektiv. Arbeidsnotat 19, NIFU STEP.

Stornes, O. K. (2018). *Annen næringsinntekt på norske gårdsbruk – liten, men viktig* (NIBIO POP;4(25) 2018). NIBIO.
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2569340>

Stræte, E. P., Hårstad, B. R., Ystad, E., Kvam, G-T., Mørch, A., Klev, A. & Haugum, M. (2018). *Kompetanse og rådgiving i jordbruket: Kunnskapsoversikt, aktuelle problemstillinger og analytiske perspektiver for studier av bønders kompetanse som samspill mellom bønder, rådgiving og forskning* (Rapport 2/2018). RURALIS https://kompetentbonde.no/wp-content/uploads/sites/7/2018/02/r2_18-kompetanse-og-rdgiving-i-jordbruket-med-forside.pdf

S. Yousif og A. Lateef. (2022). An optimum location of on-grid bifacial based photovoltaic system in iraq. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, (12), 250–261.
<http://ijece.iaescore.com/index.php/IJECE/article/view/25557/15442>

Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitativ metode* (3. utg.). Fagbokforlaget.

Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg.). Gyldendal Akademisk

TVModum. (2021, 27. august). *Bygger Norges største solcellepark* [Video]. Vimeo.
<https://vimeo.com/593303274>

Verdenskommisjonen for miljø og utvikling. (1987). *Vår felles framtid* (8210030787). Tiden norsk forlag.
<https://www.nb.no/items/de713b07a1f88b51eb090b925e61e4e6?page=3&searchText=oaiid:%22oai:nb.bibsys.no:998760155934702202%22>

Vik, J., Stræte, E. P., Søraa, R. A., Finstad, R., Melås, A., Gjefsen, D. M., Langørgen, O. R., Fuglestad, E. & Hårstad, R. M. B. (2021). *Smart teknologi for et bærekraftig landbruk* (Rapport 9/2021). RURALIS https://ruralis.no/wp-content/uploads/2021/12/r-9_21-smart-teknologi-for-et-baerekraftig-landbruk-vik-straete-soraa-finstad-melas-gjefsen-langorgen-fuglestad-harstad.pdf

Vogt, Y. (2017, 8 februar). *Slik kan solceller bli mer miljøvennlige og dobbelt så effektive*. Hentet fra: <https://forskning.no/miljoteknologi-nanoteknologi/slik-kan-solceller-bli-mer-miljovennlige-og-dobbelt-sa-effektive/366348>