



Vannkraftpotensialet i Norge

En utforskende kvalitativ studie av de bakenforliggende årsakene til ulike estimater

Tonje Cappelen og Øyvind Aasnæs

Veiledere: Endre Bjørndal og Mette Bjørndal

Masteroppgave innen Energi, Naturressurser og Miljø (ENE)

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Sammendrag

Vannkraft er et ord de fleste nordmenn er kjent med. Ikke bare er det vår viktigste kilde til energi, men den har også forankret seg som en viktig del av norsk kultur. Gjennom 100 år med vannkraftutbygging har Norge opparbeidet seg et robust og bærekraftig kraftsystem takket være vannkraften. Nå som nye former for fornybar energi gjør sitt inntog i landets energimiks kan man stille spørsmål ved vannkraftens fremtidige rolle. Den siste tiden har debatten rast om hvor stort det uutnyttede potensialet for økt vannkraftproduksjon er i Norge. Det er denne debatten som er utgangspunktet for vår studie.

I denne masteroppgaven har vi undersøkt potensialet for økt vannkraftproduksjon i Norge. Vi har gjennomført en kvalitativ, eksplorerende casestudie. Vårt forskningsspørsmål for denne oppgaven er derfor:

Hvilke elementer er styrende for estimeringen av norsk vannkraftpotensial og hvordan vurderer ulike eksperter potensialet til norsk vannkraftproduksjon basert på disse elementene?

Gjennom semistrukturerte intervjuer og relevant litteratur har vi forsøkt å besvare dette spørsmålet. Vi har dermed stilt opp forskere på vannkraft sine estimer opp mot kommersielle estimer. Våre funn tyder på at styrende elementer for estimeringen er hovedsakelig knyttet til opprustning og utvidelse. Ekspertene på begge sider veier potensialet til opprustning relativt likt, men det foreligger en forskjell i vurdering av potensialet ved utvidelse. Ved en eventuell utvidelse må det tas hensyn til lover og reguleringer, miljødesign og økonomiske hinder. Da det er de samme lovene og reguleringene som ligger i grunn for begge estimatene, ansees dette som en begrensende faktor og kan dermed ikke være forklarende for forskjellene. Det er dermed hovedsakelig økonomiske faktorer som ansees som begrensende fra kommersielle aktører. En annen forklaringsfaktor er betydningen fra miljødesign som estimeres høyere fra forskersiden enn fra de kommersielle aktørene.

Nøkkelord: Vannkraft, opprustning, utvidelse, miljødesign, fornybar, energi, O/U-prosjekter, kraftpotensiale

Forord

Denne masteroppgaven er en del av utdanningsforløpet ved Norges handelshøyskole, med spesialiseringen innen Energi, Naturressurser og Miljø.

Wilson Mizner har uttrykket “*Den sterkeste vannkraften i verden - er kvinnetårer*”. Vi forsøker derfor gjennom vår oppgave å vise at Norges vannkraftpotensial er sterkere. Gjennom vårt utdanningsforløp har vi vært interessert i kraft, og kraftpotensialet i Norge. Vi har derfor valgt å undersøke potensialet for vannkraft, og har vært så heldige å komme i kontakt med dyktige forskere og kommersielle aktører som har kunnet hjelpe oss med å svare på oppgaven. Vannkraftpotensialet i Norge har den siste tiden vært omdiskutert, ettersom det har kommet nye funn som tilsier at det er større muligheter enn først antatt.

Å skrive denne oppgaven har vært en svært lærerik prosess som har gitt oss en dypere forståelse for betydningen av vannkraft i Norge. Det har vært svært interessant å lære mer om vannkraft, samt prosessen som ligger til grunn for å skrive en slik oppgave.

Vi vil gjerne benytte anledningen til å takke venner og familie som har vært et uvurderlig støtteapparat i denne prosessen. Vi vil også gjerne takke intervjuobjektene vi har benyttet for deres informasjon og bidrag til denne oppgaven. En spesiell takk går også til våre veiledere Endre Bjørndal og Mette Bjørndal for deres støtte og konstruktive tilbakemeldinger i løpet av denne prosessen.

Bergen

31.05.21



Tonje Cappelen



Øyvind Aasnæs

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Forord	3
1. Introduksjon	6
1.1 <i>Bakgrunn</i>	6
1.2 <i>Motivasjon</i>	7
1.3 <i>Forskningsspørsmål</i>	7
1.4 <i>Disposisjon</i>	8
2. Kontekst	9
2.1 <i>Vannkraft i Norge i dag</i>	9
2.1.1 Reinvesteringsbehov.....	10
2.1.2 Kraftprodusentenes beslutningsprosess ved O/U-prosjekter.....	11
2.2 <i>Det norske kraftmarkedet</i>	11
2.2.1 Kabler til utlandet	12
2.3 <i>Fremtidig potensial</i>	14
2.3.1 Opprustning	14
2.3.2 Utvidelse	15
2.4 <i>Miljødesign</i>	15
2.5 <i>Lover og reguleringer</i>	17
2.5.1 Relevante lover	17
2.5.2 Dobbeltregulering av vannkraft	18
2.5.3 Skattelegging og grunnrenteskatt.....	19
2.6 <i>Utgangspunkt for problemstillingen</i>	20
2.7 <i>Sammendrag kontekst</i>	22
3. Metode	24
3.1 <i>Forskningsfilosofi</i>	24
3.2 <i>Forskningsdesign</i>	25
3.3 <i>Litteraturanalyse</i>	26
3.4 <i>Casestudie</i>	27
3.4.1 Valg av informanter	28
3.4.2 Informanter.....	28
3.4.3 Overblikk av informanter	29
3.5 <i>Datainnsamling og analyse</i>	29
3.5.1 Semistrukturerte intervjuer	29
3.5.2 Forberedelse til intervju.....	30
3.6 <i>Dataanalyse</i>	31
3.7 <i>Evaluering av forskningsmetoden</i>	31
3.7.1 Validitet.....	31
3.7.2 Reliabilitet	33
3.7.3 Begrensninger	34
3.7.4 Etske hensyn	34

4. Funn	36
4.1 <i>Opprustning</i>	36
4.2 <i>Utvidelse</i>	38
4.3 <i>Lover og reguleringer</i>	40
4.4 <i>Miljødesign</i>	43
4.5 <i>Sammendrag funn</i>	45
5. Diskusjon	46
5.1 <i>Opprustning</i>	46
5.2 <i>Lover og regler og miljødesign opp mot Utvidelse</i>	47
5.2.1 <i>Lover og regler i utvidelsesprosjekter</i>	47
5.2.2 <i>Miljødesign i utvidelsesprosjekter</i>	48
5.2.3 <i>Økonomiske hensyn for utvidelse</i>	49
5.3 <i>Sammendrag diskusjon</i>	50
6. Konklusjon	52
6.1 <i>Hovedfunn</i>	52
6.1.1 <i>Våre meninger</i>	53
6.2 <i>Studiens implikasjoner</i>	53
6.3 <i>Begrensninger</i>	54
6.4 <i>Fremtidig forskning</i>	55
6.5 <i>Konklusjon</i>	56
Referanser	57
Appendiks A	61
Appendiks B	62
Appendiks C	63

1. Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Norsk vannkraft har alltid spilt en stor rolle for norsk økonomisk vekst. Allerede på 1200-tallet ble vannkraft tatt i bruk for å male korn og annet mekanisk arbeid. Ettersom skogdrift ble drevet i større skala ble vannkraft brukt for å transportere og kutte trær til planker. Under den industrielle revolusjonen på 1800 tallet ble turbiner brukt til å drive deler av industribygninger. Utover 1900-tallet ble vannkraft kommersialisert med muligheten til å produsere elektrisitet til hele befolkningen (Olje- og energidepartementet, 2019). Det ble imidlertid en stans for videre storskala utbygging av vannkraft på 1990-tallet for å bevare og verne vassdrag og fiskeinteresser (Harby, 2021). Dette har resultert i 1690 vannkraftverk som er i drift i dag, hvorav de 36 største vannkraftverkene står for 25% av all vannkraft i Norge (Energifakta Norge, 2021). Grunnen til at Norge har hatt muligheten til å utnytte denne ressursen er landets unike topografi og værforhold. Dette har gjort det mulig for Norge å utvikle et robust og bærekraftig kraftsystem som helt siden begynnelsen av 1900-tallet og frem til i dag har kunnet forsyne befolkningen med ren, fornybar kraft.

Ettersom store deler av norske vannkraftverk ble installert på 50- og 60-tallet har man nå sett at det er et behov for oppgraderinger. Det har nylig blitt utført opprustninger og utvidelser på norske vannkraftverk, for å kunne opprettholde kraftproduksjonen. Gjennom denne omgjøringen har det blitt identifisert et urealisert potensial på enkelte vannkraftverk.

Det kan stilles spørsmål om hvorvidt Norge trenger å investere ytterligere for å øke kraftproduksjonen. Ifølge Statkraft (Østlie, 2019) har vi i et normalår et stabilt kraftoverskudd på rundt 10 TWh i Norge. Dette varierer fra år til år avhengig av mengden tilsig. I år med lite nedbør kan vi oppleve kraftunderskudd, og må derfor importere fra naboland, og motsatt i år med mye nedbør. I årene som kommer prosjekteres det en økning i forbruket av strøm ettersom Norge nå gjennomgår det en kaller "elektrifisering". Transportsektoren beveger seg vekk fra fossilt brennstoff, personbiler skal bli elektriske, plattformer i Nordsjøen skal elektrifiseres, og kraftforbruket i industrien anslås til å øke (Østlie, 2019). Alt dette krever store mengder elektrisitet, og sammen med andre fornybare energikilder som vindkraft vil også vannkraften spille en viktig rolle i denne utviklingen.

1.2 Motivasjon

Norge er et land drevet av vannkraft, og har vært det siden 50-tallet. Til tross for dette er vannkraft sjeldent debattert i media. Dette kan bunne ut i at mange ser på vannkraft som en stødig, men fullstendig ubevegelig klippe som kun eksisterer i bakgrunnen uten mulighet for ny og spennende utvikling i fremtiden. De få gangene vannkraft blir debattert er det som oftest i forbindelse med konflikter slik som Alta-saken, hvor byggingen av en demning førte til store demonstrasjoner, som varte fra sent 1960-tallet til tidlig 1980-tallet (Berg-Nordlie & Tvedt, 2019). Vannkraft kan oppfattes som gammelt nytt, og teknikken for å utnytte vannkraftressurser for å generere elektrisk strøm har i prinsippet endret seg lite opp gjennom årene. Turbinene omgjør den potensielle kraften i vannet til mekanisk kraft, og generatoren omgjør dette til elektrisk kraft som sendes ut til norske husholdninger. Det har imidlertid forekommet en ny diskusjon rundt potensialet for vannkraft i Norge, ofte stilt opp mot forslag om utbygging av vindkraft på land og til havs. Uttalelser som *“Opprustning og utvidelse av norske vannkraftverk kan gi like mye strøm som all planlagt vindkraft på land”* (Lia, 2019) har ført til økt debattering om hvor mye det er å hente i Norges allerede godt utnyttede vannkraftressurser.

Vår motivasjon for oppgaven er dermed å undersøke hva potensialet til norsk vannkraft er basert på holdninger og meninger blant nøkkelpersoner i næringen og i forskningsmiljøet. Med et stort sprik i meningene, er det interessant å undersøke dette nærmere for å kartlegge hvor det er konsensus og hvor det er uenighet blant forskere og kommersielle aktører. Vi vil også forsøke å identifisere de ulike driverne bak utviklingen innen vannkraft.

1.3 Forskningsspørsmål

Denne masteroppgaven skal fokusere på det norske potensialet for vannkraft. Ved å sammenligne de ulike tilnærmingene til det fremtidige potensialet vil vi forsøke å finne ut hvilken tilnærming som er mest troverdig gitt dagens teknologi og juridiske rammebetingelser.

Nåværende forskning har noe sprik i sine estimater for hva potensialet for vannkraft i Norge er. Vi ønsker derfor å se på hvorfor disse anslagene er så ulike, og hva som trolig er grunnen til at man kommer frem til forskjellige potensielle tall. Forskningsspørsmålet vårt er derfor:

Hvilke elementer er styrende for estimeringen av norsk vannkraftpotensial og hvordan vurderer ulike eksperter potensialet til norsk vannkraftproduksjon basert på disse elementene?

For å besvare dette forskningsspørsmålet har vi utført semistrukturerte dybdeintervjuer med eksperter innen vannkraft. Vi har også brukt støttende litteratur for å underbygge svarene til respondentene. Vi har dermed undersøkt hvilke drivere som er faktorer for beregning av potensial, og hvordan respondentene forholder seg til disse estimatene. Med bakgrunn i dette vil vi undersøke de store forskjellene i prognoser lagt frem av ulike eksperter. Videre ønsker vi å finne ut hvorfor forskjellene er så store når begge parter forholder seg til den samme informasjonen med de samme lovene og reguleringene til grunn.

1.4 Disposisjon

Denne masteroppgaven består av 6 kapitler. I kapittel 2 vil vi presentere konteksten for oppgaven. Den gir en oversikt over vannkraft i Norge i dag, bakgrunnsinformasjon om vannkraftprodusentene og markedet de opererer i og det juridiske rammeverket de må forholde seg til, samt utgangspunktet for problemstillingen vår. I kapittel 3 skal vi gjennomgå de metodologiske valgene våre og forskningsstrategien vår. Her presenterer vi også styrkene og svakhetene for de metodologiske valgene vi har tatt. Kapittel 4 tar for seg funnene gjort ved å bruke primær- og sekundærdata. I kapittel 5 setter vi inn funnene våre fra foregående kapittel i lys av konteksten i kapittel 2. I siste kapittel presenterer vi vår konklusjon og forklarer oppgavens implikasjoner, begrensninger, og gir våre forslag til videre forskning.

2. Kontekst

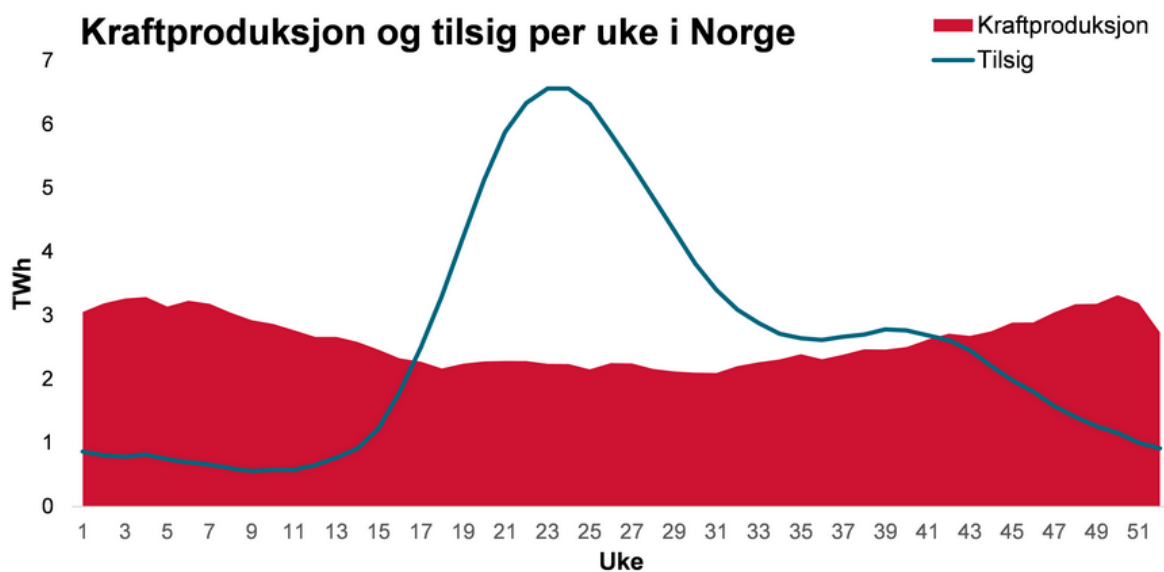
Formålet med dette kapittelet er å skape en kontekst. Dette vil vi gjøre ved å gi et helhetlig overblikk over situasjonen vedrørende vannkraft i Norge i dag. Vi begynner kapittelet med å gi en oversikt over Norges vannkraftsystem. Deretter tar vi for oss det norske kraftmarkedet, og hvordan kraftflyten går mellom landene i Norden. For å forstå seg på situasjonen vedrørende vannkraft i dag definerer vi videre i oppgaven forskjellen på opprustning og utvidelse. Videre ser vi på hvordan miljødesign kan benyttes i forbindelse ved utvidelsesprosjekter. Deretter tar vi for oss hvordan lover og reguleringer utgjør det juridiske rammeverket for vannkraft. Avslutningsvis kommer vi med yttligere bakgrunn for problemstillingen som kan bidra i arbeidet med å strukturere datainnsamlingen vår.

2.1 Vannkraft i Norge i dag

Helt siden industrialiseringen tok til på slutten av 1800-tallet, har vannkraft hatt en unik påvirkning på utbygging av industri og samfunn i Norge. Vannkraftverkene betegnes av enkelte som bærebjelken i det norske kraftsystemet, og står i dag for ca. 90% av den totale kraftproduksjonen i landet (NVE, 2021). Per 31.03.2021 består vannkraftsystemet av 1690 vannkraftverk med en samlet installert effekt på 33 055 MW, og en gjennomsnittlig årlig produksjon på ca. 136,7 TWh (NVE, 2021). I tillegg til et stort antall vannkraftverk har Norge også over 1000 vannmagasiner, og dermed også stor lagringskapasitet. Norge har i dag 87 TWh lagringskapasitet, noe som tilsvarer halvparten av Europas samlede lagringskapasitet (Energifakta Norge, 2021). Ettersom elektrisitet er ferskvare, er lagringskapasitet en stor fordel som gir Norge mulighet til å tilby elektrisitet til mange husstander på relativt kort tid, og som kan skrus ned ved overflødig elektrisitet i markedet.

En særegenhet ved det norske kraftsystemet, som følge av vannkraftverkernes dominerende andel av energimiksen, er dets grad av regulerbar kraft. Regulerbar kraft vil si at produksjonen kan justeres opp eller ned avhengig av etterspørselen. 75% av Norges produksjonskapasitet er regulerbar, og magasinkraftverkene nyter en høy grad av fleksibilitet (Energifakta Norge, 2021). Reguleringen av produksjon kan dermed foregå rimelig raskt uten for store kostnader (EnerWE, 2017).

Vannet som benyttes til kraftproduksjon i norske vannkraftverk kommer fra tilsig. Det vil si vannet som årlig renner inn i norske elver, vassdrag, og magasiner. Graden av tilsig varierer gjennom året. I store deler av vinterhalvåret er tilsiget lavere enn vannkraftproduksjonen, og dermed må magasinene tappes for å møte etterspørselen etter energi (NVE, 2020). Takket være Norges store magasin kapasitet har vi muligheten til å samle opp store mengder vann i perioder med mye tilsig, for så å gradvis tappe disse magasinene ved behov. Dette er illustrert i Figur 1 under, hentet fra NVE sine nettsider (NVE, 2020):



Figur 1 Kraftproduksjon og tilsig per uke i Norge (NVE, 2020)

At vannkraft er og forblir en viktig ressurs for Norge er det ingen tvil om. Det som derimot kan diskuteres er hvor mye ekstra kraftproduksjon det er mulig å hente innenfor vannkraft i fremtiden, og hvordan dette potensialet i så fall kan realiseres innenfor de regulatoriske rammene som er satt for vannkraft i Norge.

2.1.1 Reinvesteringsbehov

Vannkraftverk har historisk hatt en meget høy virkningsgrad. Virkningsgrad kan beskrives som et mål på hvor effektiv en maskin kan utnytte energien den blir tilført. I et vannkraftverk blir dette et mål på hvor mye av den potensielle energien i vannet vi klarer å utnytte. Et typisk vannkraftverk i dag vil ha en virkningsgrad på over 90% (Harby, 2021). I norske vannkraftverk er såkalte "Francisturbiner" og "Peltonturbiner" de to vanligste som følge av landets topografi. Nye Francisturbiner og Peltonturbiner har vanligvis en virkningsgrad på henholdsvis 95% og 92% (Henriksen, Wahl, Veie, & Arnesen, 2020). I tillegg til vannkraftverkenes høye virkningsgrad har de også en meget høy teknisk levealder, noe som

gir mindre incentiver til å bytte ut turbiner før endt levetid. Et vannkraftverk kan derfor være i drift i mange tiår med minimalt vedlikehold før større vedlikeholdsprosjekter, og dermed reinvesteringer, blir nødvendig. En stor del av Norges vannkraftverk ble bygget i perioden 1950 til 1980, og til tross for jevnt vedlikehold nærmer mange av disse kraftverkene seg sin tekniske levealder (NVE, 2021). De siste 20 årene har det derfor vært nødvendig med store reinvesteringer i aldrende vannkraftverk, og i denne perioden har over halvparten av alle norske vannkraftverk gjennomgått O/U-prosjekter (NVE, 2021).

2.1.2 Kraftprodusentenes beslutningsprosess ved O/U-prosjekter

Når en kraftprodusent skal gjøre en reinvesteringsbeslutning er det mange faktorer som spiller inn. En reinvestering kan bestå av alt fra en utskifting av et par mindre komponenter til å bygge et helt nytt kraftverk ved siden av det gamle (Norges Offentlige Utredninger, 2019). Det gjøres kontinuerlig vurderinger av tilstanden til kraftverket og dets komponenter. Når en komponent, for eksempel et løpehjul, nærmer seg slutten av sin tekniske levetid vil det tas en beslutning om å skifte ut den aktuelle komponenten. Dette er et eksempel på en opprustning. Disse komponentene har som regel høye tekniske levealder, og kraftverkene har lange nedbetalingstider. Levealderen for et vannkraftverk beregnes til å være rundt 40 til 70 år, og en bør forvente omfattende reinvesteringer ca. hvert 30. år. Elektrisk og mekanisk utstyr bør en regne med å rehabilitere fullstendig etter 40 til 80 år (Norges Offentlige Utredninger, 2019). Det vil med andre ord eksistere et løpende behov for reinvesteringer i norske vannkraftverk, og kraftprodusentene må dermed kontinuerlig gjennomgå grundige vurderings- og beslutningsprosesser for å opprettholde kraftproduksjonen. Det er mange forhold som må hensyntas i en slik beslutning. I tillegg til åpenbare miljøhensyn må det også gjøres vurderinger av lønnsomheten, som avhenger av forventet energipris, eventuelle produksjonstap ved ombygging av gamle kraftverk, og bortfall av inntekt i anleggsperioden (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020)

2.2 Det norske kraftmarkedet

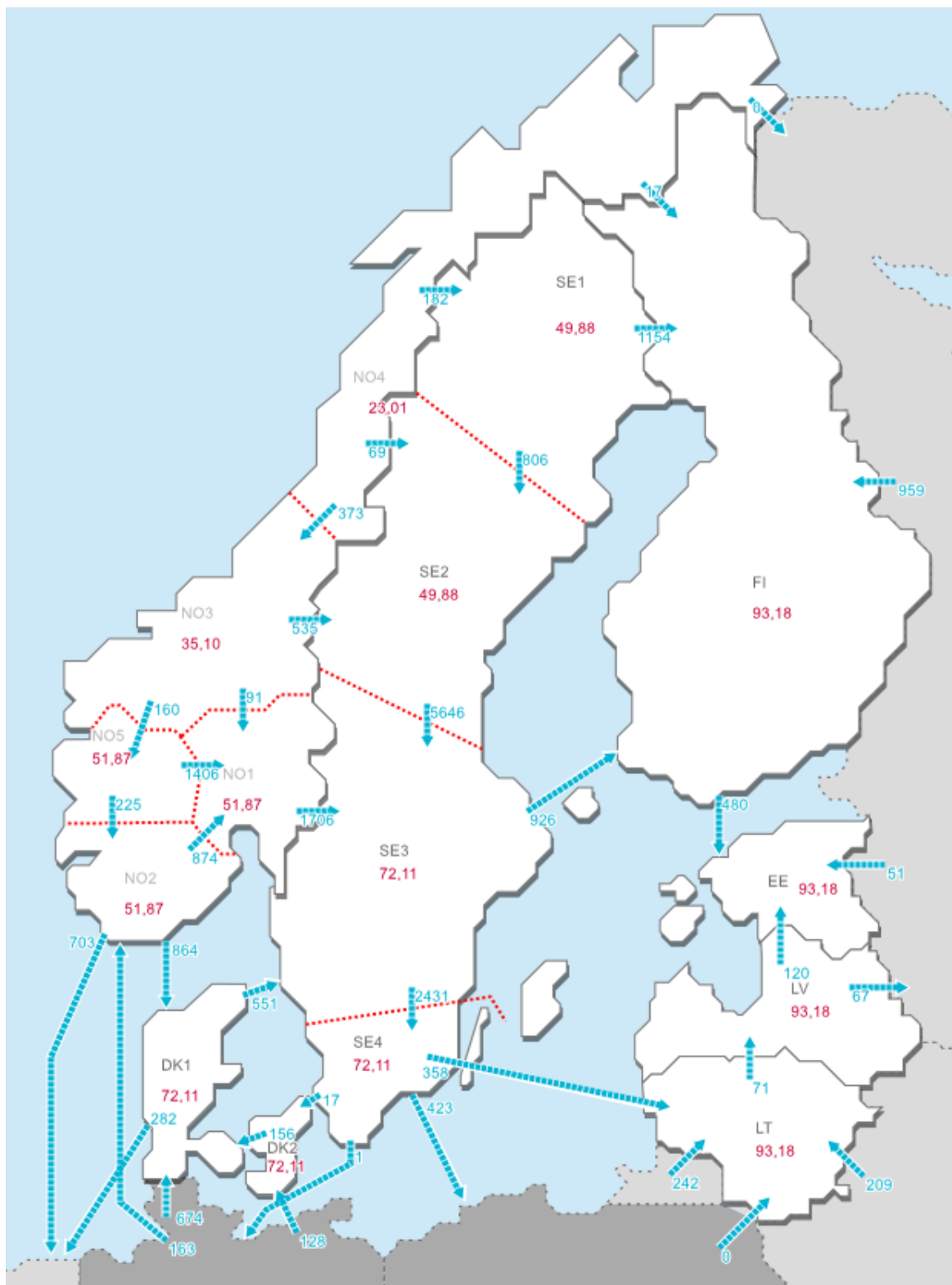
Det norske kraftmarkedet er et åpent marked med markedsbasert omsetning, etter det ble deregulert fra et statlig monopol i 1991. Som følge av dereguleringen og integreringen av andre nordiske land er det nordiske kraftmarkedet kjent som et av de frieste markedene i verden (Nordpool, 2019). I motsetning til andre kraftmarkeder i Norden foregikk denne

dereguleringen ikke trinnvis, men med relativt umiddelbar overgang (Energifakta Norge, 2021). Hele markedet styres dermed av tilbud og etterspørsel. Videre utover i 1996 og 1998 ble henholdsvis Sverige og Finland integrert i markedet (Nordpool, 2019). Frem til 2019 har flere land i Europa blitt med i denne samlingen for å kunne dra nytte av den frie kraftomsetningen. Dette har ført til et fritt elektrisitetmarked blant medlemslandene. Ikke bare har man kunnet handle strøm med hverandre, men det gir også mulighet for energiprodusenter som produserer overflødig strøm til å kunne selge dette til land som trenger strøm i dette tidsintervallet. Eksempelvis kan et land eksportere overflødig vindkraft i tider det blåser mye, til land som har et økt behov i samme tidsintervall. Norge har brukt dette systemet til å kunne importere vindkraft fra Danmark når det blåser mye på natten, for deretter å selge strøm til Danmark på dagen når det da blåser mindre. Dette har gjort Danmark mindre avhengig av kullkraftverk, samtidig som de kan dra nytte av en større grad av fornybar energi fra Norge.

2.2.1 Kabler til utlandet

Kraftutveksling mellom de nordiske landene muliggjøres av et godt utbygd transmisjonsnettverk med mellomlandforbindelser. Norge har en rekke strømkabler som kobler sentralnettet vårt med utenlandske nettverk. Vi har blant annet koblinger til Danmark, Sverige, Finland, Russland, og Nederland. Den samlede overføringsevnen på Norges forbindelser med utlandet lå i 2015 på ca. 6000 MW (Hofstad, 2021). De siste årene har det blitt opprettet flere forbindelser mellom Norge og nabolandene. En ca. 623 km lang kabel til Tyskland, det såkalte NordLink prosjektet, stod ferdig i 2020 og kobler i dag det norske og tyske kraftmarkedet sammen. Denne kablen har en kapasitet på ca. 1400 MW (Statnett, 2021). I tillegg til dette er North Sea Link, en ca. 720 km lang kabel mellom Norge og Storbritannia under utbygging og forventes å stå ferdig i 2021. Denne vil også ha en kapasitet på ca. 1400 MW (Statnett, 2021).

Figur 2 er hentet fra Statnett sine nettsider, og viser en oversikt over den nordiske kraftflyten den 24.05.2021 (Statnett, 2021). North Sea Link kablen mellom Norge og Storbritannia er ikke synlig ettersom dette prosjektet fremdeles er under utvikling.



Figur 2 Nordisk kraftflyt 24.05.2021 (Statnett, 2021)

Som vi ser av Figur 2 er dette et tett integrert nettverk som gjør det mulig å glatte ut og stabilisere strømtilgangen i de forskjellige landene på kort varsel. Stabilitet er en stor gevinst ettersom landene har svært ulik energimiks, og dermed også varierende kraftproduksjon på forskjellige tider av døgnet og på forskjellige tider av året. Kraftflyten går som regel fra

områder med mye kraft, og dermed lav energipris, til områder med lite kraft og høy energipris. Størrelsen på dette nettverket har en stor innvirkning på energiprisen i de forskjellige landene. Mellomlandsforbindelsene bidrar til å jevne ut energipriser blant landene. Dette betyr at dersom Norge har mye overskuddskraft på et tidspunkt vil energiprisen være lav. Dersom overskuddskraften blir ført til utlandet ved dette tilfellet, vil dette ha en effekt på energiprisen i Norge som dermed vil stige. Dette bidrar til å jevne ut kraftprisene generelt i landene som er med i nettverket, og hjelper til med å balansere tilbud og etterspørsel. Det har blitt argumentert for at dette fører til en vesentlig høyere pris for norske konsumenter, men i følge enerWE så er denne økningen predikert til kun 2-3 øre per kWh i 2030 og er derfor neglisjerbar i det store bildet (EnerWE, 2018).

2.3 Fremtidig potensial

Når vi snakker om potensialet for norsk vannkraft snakker vi om potensielt urealiserte gevinster ved å gjennomføre opprustninger og/eller utvidelser av eksisterende vannkraftverk, for eksempel i form av høyere installert kapasitet og økt årlig produksjon. Det er imidlertid viktig å skille mellom disse to begrepene ettersom de betegner to ulike former for oppgradering av kraftverkene. Hovedforskjeller ligger i størrelse og omfang og om hvorvidt en konsesjonssøknad er nødvendig for prosjektet. En konsesjonssøknad må sendes for å kunne få en formell tillatelse fra NVE som har forvaltningsansvar på dette området. Dette innebærer at alle inngrep som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser i vassdraget, må ha konsesjon (NVE, 2021).

2.3.1 Opprustning

En opprustning “innebærer tiltak for å effektivisere kraftverket og redusere energitapet i vannveien” (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020). Eksempler på dette er å installere nye løpehjul/turbiner, nytt elektromekanisk utstyr, og lignende. Dette er tiltak som ikke krever store inngrep i nærområdet eller nedstengelse av kraftverket i en lengre periode. Opprustning er noe som må gjøres med jevne mellomrom for å opprettholde drift. Tiltak ved opprustning øker den totale virkningsgraden, og kraftproduksjonen har mulighet til å øke med 3-5 prosent (NVE, 2021). Økningen kommer av at slitte komponenter skiftes ut, samt at forbedret teknologi blir benyttet ved opprustningen. En opprustning krever ingen konsesjonsbehandling da det hovedsakelig går ut på vedlikehold av kraftverket, og det

innebærer heller ikke inngrep i omliggende områder og anses som en nødvendighet av selskapene som drifter verket. NVE har beregnet at dersom man bytter ut alle løpehjul for vannkraftverk i Norge med over 10MW installert kapasitet kan man oppnå en teoretisk økning i årlig produksjon på 4,4 TWh (NVE, 2021). Videre i oppgaven skal vi derfor diskutere hvordan opprustning av norske vannkraftverk kan øke potensialet, men miljødesign og lover og regler, som vi skal diskutere videre i oppgaven, blir ikke appliserbart i denne sammenhengen.

2.3.2 Utvidelse

En utvidelse av kraftverket vil være tiltak for å øke fallhøyde, redusere flomtap, eller utnytte mer vann (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020). Eksempler på dette er høyere dammer, større magasiner, tilførsel av vann fra et nytt vassdrag, eller å utnytte mer av vannet fra det vassdraget som allerede er i bruk. En utvidelse, i motsetning til opprustning, fører typisk med seg større inngrep i naturen og dermed kreves det ofte konsesjonsbehandling (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020). Det er særlig under en utvidelse av vannkraftverk at en større økning av kraftproduksjon kan forekomme. Grunnen til dette er at det ved en utvidelse blir mulig å tilføre mye mer vann til kraftverket. Dette åpner opp for økt kapasitet og produksjon. Disse utvidelsene har historisk sett vist seg å være svært kostbare å gjennomføre, samt at ved et større utvidelsesprosjekt ofte blir nødvendig å stenge ned kraftproduksjonen i vannkraftverket over lengre tid mens arbeidet pågår.

Ettersom utvidelse er det som ofte krever både miljødesign og hensyn til lover og regler, vil de neste kapitlene i denne delen diskutere dette i lys av utvidelsesprosjekter.

2.4 Miljødesign

Et viktig spørsmål knyttet til utbygging av vannkraftverk er miljødesign. Når vi snakker om vannkraft er det nødvendig å stille seg spørsmålet om hvilken effekt utbyggingen av våre kraftverk og vårt strømmnett har på våre omgivelser. Bygging av vannkraftverk medfører store inngrep i vassdragene. Da det bygges store demninger for å demme opp vann til magasinene, og dermed endres den naturlige vannføringen i vassdraget. Dette kan føre til store negative eksternaliteter, som potensielle katastrofale ødeleggelser av lokale økosystemer. I tillegg til lokale økosystemer, biologisk mangfold, og andre miljømessige aspekter kan utbygging av vannkraft også føre med seg andre problemer. Det kan skape problemer for turisme,

rekreasjon, fiske, og andre samfunnsmessige funksjoner kan også påvirkes negativt (Harby, 2021).

Kort forklart har miljødesign som hensikt å ta hensyn til både samfunnets behov for energi og naturen rundt oss. I miljødesign handler det om å vurdere ikke bare de økonomiske aspektene, men også de samfunnsmessige, miljømessige, og kulturelle aspektene. I begynnelsen av utbygging av vannkraft i Norge var ikke miljødesign prioritert like høyt som det er i dag. Miljødesign ble først diskutert og i større grad implementert etter Alta-konflikten (Ruud & Fjeldstad, 2015). Norge var på 1900-tallet en nasjon i vekst, og industrialiseringen av landet krevde store mengder energi. Løsningen var å utnytte Norges mange vassdrag for å generere elektrisk strøm til å møte samfunnets behov. Siden den gang har vi blitt gradvis mer bevisste på de negative eksternalitetene handlingene våre har på omgivelsene, og et større fokus på miljø og bærekraft. Miljødesign er nå godt integrert i de fleste beslutningsprosesser vedrørende vannkraft, og står på agendaen hos Norges kraftprodusenter.

Innen miljødesign utvikles det stadig nye teknologier og metoder for å redusere de negative effektene av menneskelig inngrep i naturen. Spørsmålet er om det er mulig å regulere et vassdrag, samtidig som man ivaretar det lokale økosystemet. Det finnes mange eksempler på miljødesign. Laksetrapper er et godt eksempel, og har blitt benyttet i regulerte vassdrag for å gjøre det mulig for laksen å bevege seg oppover elver, og samtidig kunne benytte andre deler av vassdraget til kraftproduksjon (Forseth & Harby, 2013).

Et eksempel på vellykket miljødesign er utvidelsen av Nedre Røssåga Kraftverk. I 2013 ble det igangsatt en stor opprustning og modernisering av kraftverket. Det ble blant annet bygget ny kraftstasjon parallelt med den gamle, og nye rørsystemer. Da arbeidet var ferdig i 2016 var den installerte kapasiteten økt fra 250 til 350 MW, og årlig produksjon ble økt fra 200 GWh til 2150 GWh (Statkraft, 2021). I tillegg til den imponerende økningen i kapasitet/produksjon hadde også denne rehabiliteringen en positiv miljøeffekt. Elven fikk tilbake en lakseførende strekning som står for 30% av gytegrunlaget i Røssåga-vassdraget (Statkraft, 2021). Dette ble utført ved å legge utløpet til den nye kraftstasjonen 600 meter over utløpet til den gamle kraftstasjonen. Dette gjorde det mulig å revitalisere en elvestrekning som før hadde vært tørrlagt.

2.5 Lover og reguleringer

Norges vassdrag er strengt regulert av Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), som har ansvaret for å forvalte Norges vann og energiresurser. For å bygge et vannkraftverk i Norge kreves formell tillatelse, også kalt konsesjon. En må da søke om konsesjonsbehandling hos NVE.

Ved en konsesjonsbehandling må søknaden ta høyde for alle lovene som berører næringen. Hvilke lover som må hensyntas varierer i henhold til det individuelle prosjektets størrelse, lokasjon, omgivelser, omfang, og en rekke andre faktorer. Selv om formålet med denne oppgaven ikke er å evaluere alle norske lover tilknyttet vannkraft så er det fremdeles en rekke lover som kan ansees for å være grunnleggende og som det derfor er verd å nevne.

2.5.1 Relevante lover

Under har vi laget en oversikt over de mest relevante og grunnleggende lovene tilknyttet vannkraft i Norge. All informasjon oppgitt i tabellen (henvisning) er hentet fra lovdata.

Lov	Formål og innhold	Ikrafttredelse
Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven, 2001)	<u>Formål:</u> Sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann. <u>Innhold:</u> Regulerer vannkraftverk og andre installasjoner/tiltak som påvirker vannstand/vannføring og lignende.	01.01.2001
Lov om konsesjon for rettigheter til vannfall mv. (Vannfallrettighetsloven, 1917)	<u>Formål:</u> Sikre at vannkraftressursene tilhører og skal forvaltes til beste for allmennheten gjennom offentlig eierskap. <u>Innhold:</u> Regler rundt konsesjon.	14.12.1917
Lov om regulering og kraftutbygging i vassdrag (Vassdragsreguleringsloven, 1917)	<u>Innhold:</u> Omfatter alle tiltak som vil føre til endringer i vannføringen i et vassdrag. Den inneholder bestemmelser rundt konsesjonsbehandlinger og lignende.	14.12.1917
Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven, 2009)	<u>Innhold:</u> Bestemmelser som gjelder "alle typer aktiviteter og virksomheter knyttet til fast eiendom." Herunder også alle Norges vassdrag.	01.07.2009

Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi (Energiloven, 1991)	<u>Formål:</u> “sikre at produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi foregår på en samfunnsmessig rasjonell måte” <u>Innhold:</u> Generelle bestemmelser rundt produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling, og bruk av energi. Loven tar også hensyn til allmenne og private interesser.	01.01.1991
Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften, 2007)	<u>Formål:</u> Forskrift som gir “ <i>rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene</i> ”.	01.01.2007

Som vi ser av lovene er hovedbudskapet at vannkraftressursene i Norge skal tilegnes allmennheten, og derav gagne hele befolkningen. Dette har vært et formål med loven helt siden implementering av kommersiell bruk av vannkraft i Norge på tidlig 1900-tallet. Det har i senere tid også blitt implementert ytterlige lover for å sikre bærekraftig vassdragsregulering og dermed også verne vassdrag. NVE baserer sine konsesjonssøknader på disse lovene for å kunne bevare norsk natur og andre naturinteresser.

2.5.2 Dobbelregulering av vannkraft

Selv om Norge ikke er et offisielt medlem, så er vi tett knyttet til EU gjennom EØS-avtalen. Dette gjør at mange av lovene og reguleringene som vedtas i EU også gjelder for Norge. Vannkraft i Norge må derfor forholde seg til, ikke bare norske forskrifter, lover og reguleringer, men også direktiver fra EU.

Verdt å nevne her er “The EU Water Framework Directive”, eller EUs vanndirektiv på norsk. Dette direktivet ble gjort gjeldende for Norge i 2008 gjennom det norske vanndirektivet. (NIVA, 2021). Dette er et miljødirektiv som har som formål å danne en felles politikk for bærekraftig forvaltning og bruk av vannressurser (Halleraker, 2021).

Som del av EUs “The European Green Deal” som ble lagt frem i 2019, har EU utviklet en taksonomi, med andre ord et klassifiseringssystem, som omhandler miljømessig bærekraftige aktiviteter (European Commission, 2021). Taksonomien har som formål å støtte opp om bærekraftig utvikling gjennom et klassifiseringssystem. Dette for å bidra til økte investeringer i prosjekter med høy bærekraftig klassifisering.

Vannkraft er regulert gjennom denne taksonomien i artikkel 12, som omhandler tiltak for bærekraftig bruk og beskyttelse av vann- og havressurser (European Commission, 2021). Her legges det spesielt vekt på å stimulere statusen til vannbaserte økosystemer. Dette stiller dermed strengere krav for vannkraftsaktører ved at det har blitt et utvidet krav om økt tilretteleggelse for dyreliv i disse vassdragene.

2.5.3 Skattelegging og grunnrenteskatt

Ettersom vannkraftprodusentene er kommersielle aktører vil avgjørelsene om investeringer bli tatt på bakgrunn av kost/nytte vurderinger, i tillegg til miljøhensyn og lignende. Den forventede utviklingen i energiprisen, og kostnadene tilknyttet prosjektet, vil derfor ha en stor innvirkning på om en investering blir gjennomført eller ikke. Skattekostnader er en annen kostnad som har mulighet til å påvirke investeringsgrunnlaget.

I Norge blir vannkraftverkens overskudd skattlagt som alminnelig inntekt med en skattesats som i 2021 ligger på 22%. I tillegg til dette må det også betales en såkalt “grunnrenteskatt”. Denne påfaller alle kraftverk med generatorer på 10 Megavolt Ampere (MVA) eller over, noe som tilsvarer 10 MW (Energifakta Norge, 2019). De fleste norske vannkraftverk overskrider denne grensen og må dermed betale grunnrenteskatt som i 2021 ligger på 37% av grunnrenteinntekten (Energifakta Norge, 2019). Grunnlaget for grunnrenteskatten beregnes ut fra markedsverdien av kraftverkets produksjon i inntektsåret, fratrukket driftskostnader, avskrivninger, og friinntekt (NOU 2019: 16, 2019). Dette betyr at kraftverk som overskrider 10 MVA må betale 37% på hele overskuddet i tillegg til den ordinære skattesatsen. Tanken bak denne grunnrenteskatten er at den skal gi fellesskapet en del av grunnrenten samtidig som at kraftprodusentene skal insentiveres til å gjøre lønnsomme investeringer (NOU 2019: 16, 2019).

Denne grunnrenteskatten har vært mye omdiskutert den siste tiden, og det har blitt stilt spørsmål om den hindrer utbygging av prosjekter som, foruten grunnrenteskatten, kunne vært både lønnsomme og miljøvennlige. Hovedproblemet ved grunnrenteskatten er at det ikke stimulerer til maksimal utnyttelse ved kraftverk som har mulighet til å produsere rett over 10 MVA. Resultatet av dette er at disse kraftverkene nedjusterer produksjonen for å opprettholde lønnsomhet i stedet for å maksimere produksjon. Dette kommer vi til senere i oppgaven.

2.6 Utgangspunkt for problemstillingen

Bakgrunnen for vår oppgave ligger i Leif Lia, Mikal Naug Aas, og Ånund Killingtveits artikkel fra 2017 med tittelen “Increased generation from upgrading and extension projects” (Lia, Killingtveit, & Aas, 2017). I denne artikkelen tar de for seg det de omtaler som “oppgraderingspotensialet” for norsk vannkraft. I dette legger de potensialet for økt årlig produksjon, økt installert kapasitet, og økt fleksibilitet for norske vannkraftverk. Deres analyse bygger på observasjoner fra 20 utvalgte O/U-prosjekter ved 20 forskjellige vannkraftverk i Norge. Observasjonene består av tall for årlig produksjon hos disse 20 kraftverkene i GWh før og etter O/U-prosjektene ble gjennomført. Ettersom O/U-prosjektene varierte i omfang og type, ble det observert store variasjoner i økningen av årlig produksjon fra kraftverk til kraftverk, og økninger fra så lite som 6% til så mye som 60% ble observert. Gjennomsnittsökningen blant de observerte kraftverkene lå på 23% etter ekskludering av to “extreme outliers” som avvok ekstremt fra de andre observasjonene.

I denne rapporten så de også på sammenhengen mellom alder på kraftverkene og økning i årlig produksjon. De konkluderte med at alderen på kraftverkene hadde en sammenheng med oppgraderingspotensialet, noe som gir mening ettersom de eldste kraftverkene nyter større økninger i produksjon som følge av mer moderne teknologi. I tillegg til dette så de på sammenhengene mellom *økning* i installert kapasitet (størrelsen på kraftverket) og økningen i årlig produksjon, samt sammenhengen mellom installert kapasitet og økningen i årlig produksjon. De konkluderte her med at størrelsen på kraftverket ikke hadde mye å si for oppgraderingspotensialet.

Med disse resultatene som grunnlag, kalkulerte de et totalt oppgraderingspotensiale for norske vannkraftverk på mellom 22 og 30 TWh i økt årlig produksjon (Lia, Killingtveit, & Aas, 2017). De konkluderer med at selv om politiske/miljøhensyn vil redusere dette tallet i praksis, ligger potensialet høyere enn de 2 til 3 prosentene som tidligere anslått fra NVE.

NVE har adressert påstander om kunstig lave anslag for fremtidig potensiale for økt produksjon ved flere anledninger. Et eksempel er NVE sitt faktaark nr. 6 fra 2020 med tittelen “Hva er egentlig potensialet for opprusting og utvidelse av norske vannkraftverk?” (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020)

Her forklares det hva som menes med de forskjellige typene potensial, og forskjellige metoder for å kartlegge et O/U potensial. NVE identifiserer fem kategoriseringer for potensial (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020):

Teoretisk potensial: “Ressurser det er teoretisk mulig å utnytte”. Her tar man ikke stilling til kostnader ved å utnytte ressursene, om det er teknisk mulig, eller miljøhensyn.

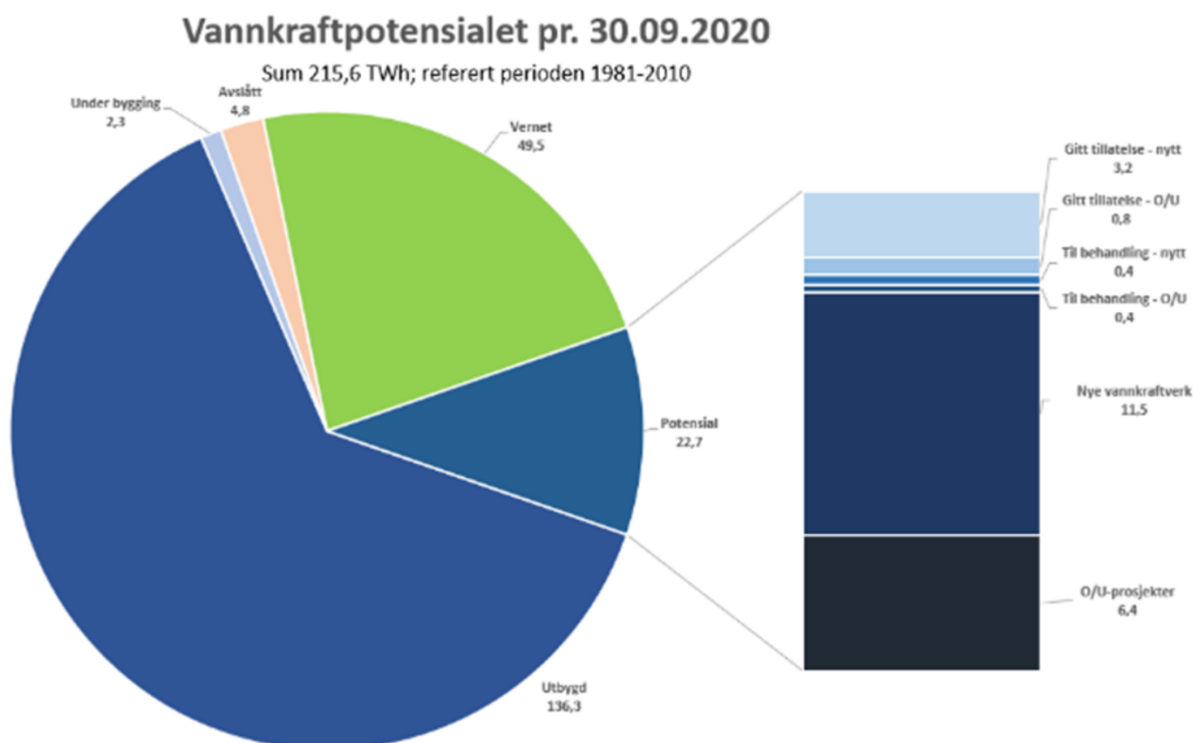
Teknisk potensial: “Hva som regnes som teknisk mulig å utnytte av ressursgrunnlaget med dagens teknologi”.

Teknisk-økonomisk potensial: Dette kalkuleres etter en “overordnet vurdering av miljøkonsekvenser, rammebetingelser, og kostnader”.

Økonomisk potensial: Ved beregning av økonomisk potensial går man enda nærmere inn på den forventede lønnsomheten og miljøkonsekvenser. Dette omfatter prosjektene som godkjennes i NVEs konsesjonsbehandlinger.

Realistisk potensial: Også kalt “bedriftsøkonomisk potensial”. Dette betegner de prosjektene kraftprodusentene anser for å være lønnsomme å gjennomføre.

Ettersom det er mange faktorer som må hensyntas i de ulike beregningene er ikke dette en enkel oppgave. Av rapporten fremkommer det at av Norges totale teoretiske vannkraftpotensial på 600 TWh så er 216 TWh av dette teknisk-økonomisk mulig å utnytte. Av det teknisk-økonomiske potensialet er 64% allerede bygget ut og 23% er kategorisert som vernede vassdrag (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020). NVE anslår at det da gjenstår et totalt potensial på 23 TWh. Dette er illustrert i Figur 3, hentet fra samme rapport:



Figur 3 Vannkraftpotensial fra NVE (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020)

I denne rapporten konkluderer de med et teknisk-økonomisk potensial på 7,6 TWh når miljøkonsekvenser, juridiske rammebetingelser, og kostnader hensyntas.

Vi ser at NVE sitt anslag på 7,6 TWh teknisk-økonomisk potensial er langt lavere enn anslaget Leif Lia et al. fremstilte i sin rapport (2017). Det er dette avviket i anslag som er grunnlaget for oppgaven vår.

2.7 Sammendrag kontekst

Som vi har sett på i konteksten er det flere ulike drivere som både stimulerer og forhindrer meningene om det realiserbare vannkraftpotensialet i Norge. Vi har identifisert de ulike driverne som påvirker hvordan fremtidig potensial regnes ut og laget en oversikt over disse. Dette er henholdsvis potensialet ved opprustning og utvidelse, hvor lover og regler, og miljødesign er hovedsakelig relevant for utvidelse. Opprustning er assosiert med lavere kostnader, samt en større nødvendighet for å kunne opprettholde kraftproduksjon og gjøres når komponenter er modne for utskiftning. Utvidelse er dermed kategorisert med større inngrep i området rundt, samt en oppussing på selve kraftverket. Ved en eventuell utvidelse er det større kostnader knyttet opp til dette, men det er også her et større potensial det er mulig å realisere. Lover og regler setter rammer for hvilke tiltak som er lovlig å

gjennomføre. Ettersom opprustninger som oftest ikke innebærer inngrep i naturen, vil lover og regler ikke ha like stor relevans på dette punktet sammenlignet med utvidelser. Miljødesign er en annen faktor som også hovedsakelig benyttes i forbindelse med utvidelsesprosjekter. Dette går enten ut på krav om minstevannføring eller muligheten til å øke tilsiget til reservoaret for å kunne få mer vann inn i kraftverket. Økt bruk av miljødesign kan derfor være en driver for å få utvidet vannkraftpotensialet.

3. Metode

I dette kapitlet skal vi beskrive hvilken metode vi har valgt å bruke i masteroppgaven. Vi har tatt konsekvente valg for hvilken metode som er brukt for å kunne besvare forskningsspørsmålet vårt på best mulig måte. Videre skal vi presentere forskningsdesignet vi har valgt, samt strategien for datainnsamling og analysen vår. Avslutningsvis i dette kapitlet skal vi diskutere validitet og reliabilitet for datainnsamlingen vår.

3.1 Forskningsfilosofi

Forskningsfilosofi betegner et system av meninger, tro og antagelser rundt oppnåelsen av kunnskap (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016, s.124). Med andre ord vil vi her legge frem hvilket filosofisk perspektiv som skal danne grunnlaget for vår undersøkelse. Ifølge Saunders et al. (2016) skilles det mellom fem forskjellige grunnleggende forskningsfilosofier: Positivism, Kritisk Realisme, Interpretivism, Postmodernisme, og Pragmatisme.

I vår undersøkelse ønsker vi å oppnå en dypere forståelse for et situasjon, ved å undersøke diskusjonen rundt vannkraftpotensialet i Norge. Ifølge Saunders et al. (2016, s. 140) er hovedoppgaven til en interpretivistisk studie “å skape nye, rikere forståelser og tolkninger av sosiale verdener og kontekster” (Saunders et.al., 2016). Videre kjennetegnes en interpretivistisk studie ved at den som gjennomfører studien danner seg et bilde av den aktuelle situasjonen gjennom de forskjellige perspektivene til ulike grupper av mennesker. Tanken bak dette er at mennesker i forskjellige posisjoner vil oppleve en spesifikk situasjon annerledes, og at ved å vurdere alle de individuelle perspektivene vil man kunne oppnå en bredere og dypere forståelse av det en undersøker (Saunders et.al., 2016, s. 140-141). Vi forsøker ikke å forske frem et fasitsvar på nøyaktig hvor mange TWh økt årlig produksjon Norge kan få, men heller å oppnå en forståelse for debatten og danne oss en mer overordnet bilde ved å vurdere perspektivene til forskjellige personer i ulike posisjoner.

Før vi går videre til å forklare forskningsdesignet vil det være verdifullt å forklare vår forskningstilnærming. Forskningstilnærming er kort sagt vår tilnærming til argumentasjon; en grunnleggende holdning til hvordan vi danner oss en konklusjon ut ifra resultatene av våre undersøkelser. Vår forskningstilnærming vil være induktiv, i den forstand at vi samler

inn subjektive meninger fra våre intervjuobjekter for å få en følelse av situasjonen, og deretter danner oss et bilde av situasjonen på bakgrunn av dette (Saunders et.al., 2016, s. 145 og 147).

3.2 Forskningsdesign

Forskningsdesign går ut på å forklare hvordan man skal svare på forskningsspørsmålet (Saunders et al., 2016). Det er et rammeverk som brukes for å samle inn og analysere data, samt inkluderer hvilke valg som er tatt underveis for å kunne besvare forskningsspørsmålet. Det finnes tre ulike typer tilnærming på forskningsdesign: deskriptiv, eksplorerende og forklarende. Da denne oppgaven tar for seg potensialet for vannkraft og hva holdninger til eksperter rundt dette temaet er, har vi valgt å gå for en eksplorerende tilnærming på oppgaven. Vårt forskningsspørsmål er : *“Hvilke elementer er styrende for estimeringen av norsk vannkraftpotensial og hvordan vurderer ulike eksperter potensialet til norsk vannkraftproduksjon basert på disse elementene?”*. Dette er et tema mindre undersøkt, og en eksplorerende tilnærming kan dermed brukes. Dette brukes til å forklare et fenomen eller et problem med stor fleksibilitet.

Ettersom vi har konkludert med at en eksplorerende tilnærming fungerer best i vårt tilfelle, er neste steg å finne ut hvilken datainnsamlingsmetode vi skal bruke. Det finnes også tre ulike tilnærminger her, kvalitativ, kvantitativ eller blandet-metode. Kvantitativ går ut på å samle inn numerisk data for å videre analysere, kvalitativ går ut på å samle inn ikke-numerisk data, slik som holdninger og meninger. Blandet-metode brukes når de to andre metodene med fordel kan kombineres. Ettersom vår studie går ut på å finne holdninger rundt fremtidige oppgraderinger av vannkraftverk i Norge, så er det mest naturlig å gå for en kvalitativ tilnærming. Da vi har en eksplorerende tilnærming, er kvalitativ datainnsamling passende for vår oppgave. Kvalitativ datainnsamling gjør at vi kan ha økt fleksibilitet ettersom det ikke er høye krav til standardiserte spørsmål, og kan gi svar på problemstillinger som ikke kan kvantifiseres.

Videre vil forskningsstrategien si noe om hvilken plan som skal brukes for å samle inn data for å kunne svare på forskningsspørsmålet. For å kunne mest effektivt besvare en problemstilling av en kvalitativ natur, finner vi at en casestudie strategi vil være det naturlige valget.

3.3 Litteraturanalyse

Ettersom oppgaven vår bygger på intervjuer fra ulike forskere og ansatte på den kommersielle siden, som jobber innen vannkraft, kan vi supplementere intervjuene våre med litteraturanalyse. Dette er en måte å kunne bygge opp sitatene våre med funn fra vitenskapelige artikler og annen litteratur, og har vært svært viktig ettersom det ikke har vært tilstrekkelig med respondenter som har sagt seg villige til å stille på intervju. Vi bruker dermed supplerende primær- og sekundærkilder for å kunne underbygge argumentene til respondentene. Vi har valgt å ta utgangspunkt i artikkelen skrevet av Leif Lia om vannkraftpotensialet i Norge, rapporten fra NVE som omtaler samme tema, et webinar om vannkraftpotensialet i Norge og et internt dokument supplementert av et av intervjuobjektene. Ved å inkorporere flere kilder for å bygge opp under utsagnene til respondentene, kan vi med dette øke troverdigheten.

Å benytte litteraturanalyse som et supplement til de semistrukturerte intervjuene, kan brukes til å systemisere sitatene, og for å kunne støtte opp og underbygge utsagnene til intervjuobjektene. Ved å ha en mulighet til å få tilgang på informasjon gitt av to av respondentene fra de ulike synspunktene, har vi dermed mulighet til å referere til andre kilder for å vurdere de opp mot hverandre.

Vi har identifisert fire aktuelle støttende kilder som bygger opp under argumentene til intervjuobjektene, og har kodet de med koden "D". Disse er som følger:

D1: Kan oppgraderinger av eksisterende vannkraftverk gjøre vindmøller overflødig?

Et online seminar, også kalt webinar, holdt av Atle Harby i regi av SINTEF. I dette seminaret tar Harby for seg spørsmålet stilt i seminarets tittel ved å se på en rekke forhold rundt vannkraft i Norge. Seminaret har spesielt fokus på miljødesign, og forklarer hvordan ny miljødesignmetodikk kan bidra positivt til utviklingen av vannkraft i Norge (Harby, 2021).

D2: Increased generation from upgrading and extension projects.

En artikkel skrevet av Leif Lia, Mikal Naug Aas, og Ånund Killingtveit, publisert i 2017 i *The International Journal on Hydropower & Dams*. I denne artikkelen tales det for et større potensiale for vannkraft i Norge gjennom opprustning- og utvidelsesprosjekter på bakgrunn

av en studie av 20 nylig gjennomførte O/U-prosjekter i norske vannkraftverk (Lia, Killingtveit, & Aas, 2017).

D3: *Tilleggsinformasjon fra K2.*

Respondent K2 ga oss et dokument med supplerende informasjon om norsk vannkraftpotensial og noen nøkkeltall knyttet til dette.

D4: *Hva er egentlig potensialet for opprusting og utvidelse av norske kraftverk?*

Dette er et faktaark publisert av NVE i 2020. Her forklarer de hva som menes med forskjellige typer potensial, og legger frem sitt anslag for teknisk-økonomisk potensial for vannkraft i Norge (Henriksen, Østenby, & Skau, 2020).

Disse artiklene støtter opp under meninger og holdninger til respondentene våre, og gir derfor et innblikk i hvordan og hvorfor konklusjonene til de ulike informantene er ulike.

3.4 Casestudie

Casestudie er en undersøkelsesmetode som brukes til å undersøke et fenomen i dybden og hvordan det påvirker virkelige omgivelser (Yin, 2014). Saken som undersøkes i en casestudie kan være alt fra en person til et fenomen (Saunders et.al., 2016, s. 184). En casestudie er veldig nyttig ettersom vi har et forskningsdesign med en eksplorerende tilnærming med kvalitativ datainnhenting. Ved å benytte en casestudie, kan vi samle inn detaljert og dybdeorientert data som er essensielt for å besvare forskningsspørsmålet.

Det er viktig å velge riktig dimensjon innenfor casestudier. Herunder enten enkel eller multippel casestudie som et av aspektene, og enten holistisk eller "embedded" tilnærming (Yin, 2014). Ettersom vi skal samle inn data fra både forskningsmiljøer og fra kommersielle aktører for å kunne besvare vårt forskningsspørsmål, er multippel casestudie det naturlige og robuste valget. Yin (2014) argumenterer for en multippel case studie da det gir mulighet for konklusjoner basert på informasjon fra flere mindre casestudier, slik som ved å både se på forskersiden og på den kommersielle siden. Dersom vi kun hadde undersøkt en side av denne saken ville studien blitt for subjektiv. Da hadde det ikke vært mulig for oss å komme frem til de viktige elementene for å kartlegge potensialet for vannkraft i Norge. Holistisk tilnærming sier noe om hvorvidt man ser på casene under en eller flere dimensjoner, og ettersom vi ser på hele bildet med potensialet for vannkraft i Norge har vi dermed en holistisk tilnærming.

3.4.1 Valg av informanter

Med ubegrenset tid og ressurser kan en forsker ideelt sett ha mulighet til å velge et stort utvalg informanter for å kunne danne et mest mulig helhetlig bilde. Dette er nesten helt umulig grunnet begrensninger som midler, tilgjengelighet og tid. Med bakgrunn i våre begrensninger har vi derfor valgt nøkkel-intervjuobjekter med høy grad av relevant informasjon om temaet i stedet for en større gruppe intervjuobjekter. Vi har valgt ut 3 intervjuobjekter med ulik bakgrunn fra både forskersiden og fra den kommersielle siden.

Bakgrunnen for valget av informanter til forskningen vår er strategisk. Et kriterium for informantene er at de skal være profesjonelt involvert innen vannkraft i Norge. Dette for å sikre at vi får meninger og holdninger fra personer med informasjon som er relevant for oppgaven. Innenfor forskningsmiljøet fokuserte vi hovedsakelig på personer som enten har skrevet forskningsartikler om temaet, eller som holder seminar og forelesninger om vannkraft. På den kommersielle siden var et kriterie at informantene har vært aktive innen O/U-prosjekter, og hadde en rolle i hvordan utformingen og utbyggingen/oppgraderingen skulle foregå. Dette ga oss mulighet til å sammenligne det faktiske potensialet fra to ulike ståsted, slik at vi kunne få et bredere bilde av situasjonen.

3.4.2 Informanter

Alle informanter har blitt holdt anonyme, og er dermed kodet F1 for informanten fra forskersiden. Informantene fra den kommersielle siden er kodet K1 og K2. Begge informantene fra den kommersielle siden jobber i vannkraftsektoren innen O/U-prosjekter, og informanten fra forskersiden har viet sin forskning på vassdrag og vannressurser. Da en av informantene fra den kommersielle siden valgte å forbli anonyme, har vi dermed valgt å anonymisere alle respondentene, for å ikke gi verken leser eller oss selv noen bias.

F1 er seniorforsker fra NTNU og har mer enn 20 års erfaring innen forskning knyttet til vannkraft, vassdragsmiljø, vannressurser og miljøforhold i regulerte vassdrag. Dette gjør at F1 sitter på informasjon om dette temaet relatert til hva som faktisk er mulig innen utvikling av vassdrag i Norge. Med mye erfaring innen forskning på dette området har informanten vært en verdifull kilde for å gi informasjon fra forskersiden på dette temaet.

K1 jobber i en bedrift som driver med vannkraft, og har der ansvar for miljødesign og beslutningsansvar ved vurderinger om opprustninger og utvidelser. K1 har mer enn 10 års erfaring innen vannkraft fra den kommersielle siden.

K2 jobber også innen en bedrift som primært driver innen vannkraft, hvor vedkommende er produksjonssjef for en spesifikk region i Norge. K2 jobber primært innenfor å drifte og vedlikeholde eksisterende vannkraftverk. Tidligere hadde K2 ansvar for utskifting av turbiner i samme region. Vedkommende har mer enn 7 års erfaring fra denne bransjen, og har dermed vært med på å se på O/U-prosjekter tidligere.

3.4.3 Overblikk av informanter

Appendiks A vil gi et overblikk over informantene vi har brukt i denne oppgaven. Her har vi valgt å skille mellom kommersielle informanter, forskningsinformanter og litteratur brukt til å støtte opp informantene. Dette for å få frem ulike meninger fra to ulike bakgrunner, og dermed ha muligheten til å danne oss et mer objektivt syn på problemstillingen. I vår oppgave skal vi stille utsagnene fra disse to kategoriene opp mot hverandre med støtte fra tilleggs litteraturen, dette for å prøve å sikre økt validitet. Vi stiller dermed opp utsagnene fra respondentene og støtter opp med relevante utsagn fra litteraturen.

3.5 Datainnsamling og analyse

Etttersom studien vår er eksplorerende med en kvalitativ datainnsamlingsmetode, så ønsker vi gjennom vår problemstilling å oppnå en dypere forståelse av et fenomen. Ved en slik tilnærming er kvalitativ metode foretrukket (Saunders et.al., 2016, s. 168). Vår primærdata er intervjuene av informantene med kvalifisert bakgrunn innen vannkraft, supplert med litteraturanalyse fra relevante kilder.

3.5.1 Semistrukturerte intervjuer

Semistrukturerte intervjuer kjennetegnes ved bruk av ikke-standardiserte spørsmål for å kunne få dybdeinformasjon fra intervjuobjektene. Denne formen for datainnsamling er typisk brukt i forbindelse med kvalitativ analyse (Saunders et.al., 2016, s. 391). Intervjuene er fleksible, noe som gir mulighet for utdypelse av temaer som naturlig kommer opp kombinert med en liste med spørsmål og temaer som skal tas opp i løpet av intervjuet (Saunders et.al., 2016, s. 391). Dette gjør det mulig å forstå de bakenforliggende årsakene til

spørsmålene samtidig som intervjuet forblir kontrollert. I forberedelsesprosessen lagde vi to ulike intervjuguider (Appendiks B og Appendiks C). B er tilsiktet de kommersielle aktørene og C er tilsiktet intervjuobjektet i forskningsmiljøet. Siden intervjuene var semistrukturerte, justerte vi også spørsmålene for å tilrettelegge noe mer spesifikt for hver informant. Justeringen kunne bety å enten endre rekkefølgen for å opprettholde en naturlig struktur på intervjuet, legge til spørsmål for å grave dypere i temaer som informantene selv kom med, eller droppe enkelte spørsmål som ble besvart gjennom andre spørsmål. Ved å benytte semistrukturerte intervju til datainnsamling var det mulig å få grundige og strukturerte forklaringer fra intervjuobjektene.

For å skaffe informantene begynte vi med å sende ut en mail for å spørre om de var villige til å stille opp på et intervju med oss. Etter de hadde sagt seg villige til å stille, fant vi en tid som passet og holdt alle intervjuene i form av videointervju. Grunnet koronasituasjonen var vi nødt til å ha alle intervjuene over Teams eller Zoom, men det gjorde også at vi hadde mulighet til å intervju folk fra andre deler av Norge. Rett etter intervjuene var vi nøye med å transkribere for å forhindre å måtte håndtere oppbygging av intervjumateriale. Vi var også nøye med å be om forklaring og utdyping på temaer som var relevant for oppgaven slik at vi kunne få gode begrunnelser for de ulike meningene. Vi spurte også alle informantene om mulighet for å sende mail i etterkant med andre spørsmål dersom vi følte vi manglet informasjon til oppgaven. Alle informantene sa seg villige til dette, og ga oss dermed mulighet til å oppnå klarhet, dersom vi følte at det var noe mer de kunne utdype.

3.5.2 Forberedelse til intervju

For å kunne oppnå suksess med intervjuene er det viktig med god forberedelse i forkant. Dette innebærer å oppnå tilstrekkelig med kunnskap om emnet før selve intervjuet utføres (Saunders et.al., 2016, s. 401). For å sikre at vi hadde tilstrekkelig med informasjon passet vi på å gjøre det meste av datainnsamlingen før intervjuene fant sted. Vi lagde også intervjuguidene på forhånd, slik at vi var godt kjent med materialet før selve datainnsamlingen. I mailene sendte vi en kort beskrivelse av hva vi skulle spørre om, og hvilke temaer vi var interessert i å få vite mer om slik at de kunne ha en mulighet til å forberede seg på best mulig måte før samtalen. Ved å gjøre det på denne måten økte vi reliabiliteten og validiteten i selve undersøkelsen.

Før selve intervjuet fant sted var vi også påpasselige med å lese om personene på nettet. For forskeren gjaldt dette å lese relevante artikler de hadde vært med på å publisere, samt hvilke organisasjoner de jobbet for. For intervjuobjektene som jobbet på den kommersielle siden forhørte vi oss med kilden vår innad i bedriften om hva de jobbet med, samt sjekket hva det stod om dem på bedriften sine nettsider. Ved å tilegne oss informasjon om intervjuobjektene, kunne vi stille spørsmål spesifikt innenfor det de jobbet med og dermed fikk vi velbegrunnede og gode svar.

3.6 Dataanalyse

For å sikre at alle intervjuene ble husket på riktig måte, var vi nøye med å spørre alle informantene om tillatelse til å ta opptak av intervjuene, slik at vi hadde mulighet til å transkribere så raskt og nøyaktig som mulig. Dette var for å unngå en opphoping av lydopptak som måtte transkriberes, og dermed unngå en backlagging av intervjuer (Saunders et.al., 2016, s. 572). Da intervjuene var ferdig transkribert leste vi nøye gjennom alle intervjuene. Vi valgte å ha en tematisk analyse av vår rådata slik at vi kunne finne nøkkelelementer fra intervjuene for videre utforskning (Saunders et.al., 2016, s. 579).

Vi organiserte dataene for å strukturere analysen, og identifiserte kategoriene vi kunne tenke oss at var relevant for å kunne besvare forskningsspørsmålet vårt. Disse kategoriene er henholdsvis opprustning, utvidelse, lover og regler og miljødesign. Dette ble først identifisert i konteksten, og videre undersøkt gjennom intervjuene våre. Etterfulgt av intervjuene og transkriberingen var det dermed viktig å kategorisere utsagnene i disse kategoriene. Dette innebar enten setninger eller hele paragrafer som informantene ga informasjon om. Noen utsagn var knyttet opp mot flere kategorier, og ble dermed satt i begge kategoriene. Denne prosessen gjorde det mulig for oss å organisere og strukturere data for å kunne oppnå en strukturert analyse.

3.7 Evaluering av forskningsmetoden

3.7.1 Validitet

Validitet refererer til hvilken grad man kan trekke gyldige konklusjoner fra den innsamlede dataen, og for å kunne svare på forskningsspørsmålet. Validitet sier også noe om hvorvidt

funnene våre er generaliserbare (Saunders et.al., 2016). Det skilles her mellom intern og ekstern validitet og vi må dermed diskutere validitet under disse punktene.

Intern validitet

Intern validitet omhandler hvorvidt funnene kan bli brukt videre for å kunne forklare problemstillingen. Dette vil si at vi måler gjennom studien vår det vi faktisk vil måle ut fra problemstillingen. For å styrke intern validitet har vi bedt om å få videre utdypinger for å sikre at meningene til informantene kommer tydelig gjennom i intervjuprosessen (Saunders et.al., 2016). Dette for å forsikre at det ikke skjedde noen mistolkninger mellom intervjuobjekt og oss. Dette var spesielt viktig siden alle intervjuene foregikk over internett og mistolkninger kunne lett skje uten et fysisk møte. Etter intervjuene var vi også nøye med å sende sitatene vi hadde fått ut av intervjuet og ba de lese over og godkjenne dette for bruk i denne oppgaven. Vi gjorde dette for å sikre at deres meninger om temaet ble gjengitt på en måte som tilsvarte deres intensjon bak utsagnene.

Det er mange ulike trusler for intern validitet. En av disse er å sikre at spørsmålene stilt av oss ble forstått korrekt av oss (Saunders et.al., 2016). Dette gjorde vi ved å videre forklare spørsmålet dersom vi følte det var noe usikkerhet fra respondentene. Vi prøvde også å stille spørsmålene til respondentene på lik måte, slik at vi fikk lignende svar og kunne dermed lettere sammenligne holdninger. Vi unngikk også å stille ledende spørsmål fra vår side for å minimere observasjonsbias. Siden intervjuobjektene har en sentral rolle i fremtidspotensialet til norsk vannkraft, har vi dermed sikret at svarene vi har fått er profesjonelle og velbegrunnet. Da vi hadde færre respondenter enn først antatt, valgte vi dermed å supplere holdningene og svarene med litteraturanalyse.

Ekstern validitet

Ekstern validitet går ut på om resultatene vi kommer frem til i denne oppgaven er mulig å generalisere. Ettersom vi holder en casestudie, er generalisering et problem for denne formen for forskningsdesign (Saunders et.al., 2016). Vårt mål er ikke å kunne finne et fenomen som er generaliserbart til andre industrier, men heller undersøke et fenomen om uenighet blant forskere og kommersielle aktører. Da studien fokuserer på norsk vannkraft, og dets potensiale, er det derfor ikke mulig å kunne generalisere funnene våre til andre nasjoner med vannkraft. Selv om det kan foreligge et potensial for økt vannkraftproduksjon i andre land, så har norsk vannkraft en stor andel aldrende vannkraftverk, hvor da potensialet for økt produksjon er større ved oppgraderinger. I tillegg til dette kommer også majoriteten av norsk

elektrisitetsproduksjon fra vannkraft, noe som er unikt, dette gjør det dermed vanskelig å generalisere funnene våre til andre land og industrier. Det er imidlertid mulig å generalisere tilnærmingen til andre temaer. Og med dette menes at det er mulig å stille holdninger til forskere opp mot holdninger til kommersielle aktører, men da i en annen industri enn vannkraft.

3.7.2 Reliabilitet

Reliabilitet handler om replikering og konsistens i undersøkelsen (Saunders et.al., 2016, s. 202). Med dette menes om det er mulig å komme til tilsvarende konklusjon ved en replikasjon av studien. En høy grad av reliabilitet er et viktig krav for alle seriøse analyser.

Mangelen på standardisering i semistrukturerte intervjuer er noe som kan føre til reliabilitetsproblemer i en kvalitativ undersøkelse (Saunders et.al., 2016, s. 397). En fallgrube for slike undersøkelser er såkalte bias. Saunders et al. (2016) identifiserer fire former for trusler til reliabilitet i kvalitative undersøkelser basert på semistrukturerte intervjuer. Disse truslene kan videre deles inn i trusler fra intervjuer og fra intervjuobjekt.

Den første er “interviewer bias”. Med dette menes det at tonen, kommentarene, eller annen ikke-verbal oppførsel hos intervjuer skaper et bias, eller skjevhet, i måten intervjuobjektene svarer på spørsmålene (Saunders et.al., 2016, s. 397). Eksempler på dette er ledende spørsmål, eller nedlatende tonefall/kroppsspråk. Et slikt bias/skjevhet kan også oppstå ved måten intervjuerne velger å tolke svarene de blir gitt til sine spørsmål.

For å forhindre dette forsøkte vi å stille så åpne spørsmål som mulig, samtidig som vi unngikk å stille spørsmål på en måte som kunne bli oppfattet som i overkant utfordrende eller kritisk. Ved å fremstå objektive forsøkte vi å kommunisere at vi var ute etter *deres* meninger, og ikke bekreftelse av våre egne meninger. Den andre trusselen for reliabilitet hos intervjuer er intervjufeil. Med dette menes at spørsmål ikke blir gjengitt på en forståelig måte. En måte å unngå dette på er å lese seg opp på temaet, og dermed kunne formidle spørsmålene på en måte som gjør det mulig for intervjuobjektene å kunne svare med begrep og uttrykk innen dette temaet. Vi unngikk også dette ved å gi en kort beskrivelse av oss og vår bakgrunn og intensjon med masteroppgaven.

Den andre formen for feil ligger hos respondentene, hvor det enten kan forekomme faktorer som gjør at svarene fra respondentene endres, eller at de kan gi en falsk respons på

spørsmålene (Saunders et.al., 2016). For å forhindre at respondentene var opptatt med andre ting, avtalte vi møte i god tid i forveien, for å sikre at de ikke hadde andre planer som forhindret intervjuet. Dette for å redusere de påvirkende faktorene hos respondentene. Ettersom vi ikke hadde kontroll om hvor intervjuobjektene valgte å ha intervjuet, var det mulighet for at i frykt for å bli overhørt kunne gi falsk informasjon til oss om dette temaet. Det er imidlertid ingenting som tyder på at dette var noe som forekom.

Vi har prøvd å maksimere reliabilitet, men det er vanskelig å løse for alle faktorer som påvirker dette temaet. Vi har imidlertid prøvd å minimere reliabilitetspåvirkningen ved å være klar over truslene som dette medfører og tatt grep der det var mulig for oss å gjøre dette. Da vi var to stykker som holdt intervjuene har vi dermed også hatt mulighet til å rådføre oss med hverandre for å sikre at svarene blir tolket på riktig måte, og som også har hjulpet med å minimere observasjonsbias.

3.7.3 Begrensninger

Vår største begrensning på denne oppgaven er at det ikke har vært nok villige respondenter til å stille opp i denne analysen. Ettersom det først og fremst var vanskelig å finne fagfolk innen vannkraft for å stille opp til intervju, var det også en mangel på respons fra mulige intervjuobjekter. Vi har sendt ut forespørsel til intervju til flere objekter, noen hadde ikke mulighet grunnet stor arbeidsmengde, og andre fikk vi aldri svar fra. Vi erkjenner med dette at vi har få respondenter og at derfor det ikke er mulig å trekke en definitiv konklusjon basert på kun tre intervjuer. Med bakgrunn i dette har vi valgt å supplementere intervjuene med dokumenter som støtter opp under deres holdninger og meninger. Dette er gjort for å kunne veie argumentene opp mot hverandre med ulike kilder som basis, både intervjuer og tilleggslitteratur.

3.7.4 Etiske hensyn

Vi har gjennom denne prosessen vært oppmerksom på etiske hensyn. Et av hensynene vi har tatt er at ingen av respondentene har følt seg presset til å gjennomføre intervjuet. Vi sendte ut forespørsel på mail med bakgrunn for oppgaven, som deretter respondentene sa seg villig til å stille på intervjuet. Vi passet på å informere om muligheten til å forbli anonym, og sendte derfor en oppfølgingsmail med muligheten til å melde seg anonym dersom valget var endret i ettertid. Ettersom en av respondentene valgte å forbli anonym, har vi dermed holdt alle informantene anonyme for å sikre at leser ikke får bias ved gjennomgang av oppgaven. Vi

har også passet på å slette all rådata som finnes på våre datamaskiner for å opprettholde anonymitet blant respondentene, og at dette ikke kommer på avveie.

4. Funn

I dette kapittelet diskuterer vi funnene vi har gjort gjennom vår datainnsamling. Vi har identifisert hvordan opprustning alene kan bidra til økt vannkraftpotensial, og hvordan miljødesign og lover og regler i samhandling med utvidelse også kan bidra til dette. Vi skal dermed i denne delen først se på alle faktorene individuelt og hvordan sitatene fra informantene og litteraturen støtter opp under disse temaene.

4.1 Opprustning

Opprustning er definert i denne oppgaven som vedlikeholdstiltak på vannkraftverk som ikke krever konsesjonsbehandling, ikke vanligvis krever store nedstengingstider, og som ikke endrer tilsiget, slukeevne eller fører til andre ytre påvirkninger. En opprustning kan dermed være alt fra å bytte turbinhjul eller glatte inngangen med vann til kraftverket.

Respondent/kilde	Sitat - Opprustning
K1	<p><i>“En opprustning kan være at vi bytter turbin, strengt tatt kan det vel også være at vi gjør tiltak inne i tunellene, altså vanntunellene slik at vi får mindre friksjonstap”</i></p> <p><i>“Vi bytter ikke løpehjul bare for at vi kan få ut 2 prosent eller 1 prosent mer energi eller effekt, avhengig av hva slags type anlegg det er. Vi bytter ut når det løpehjulet er modent for utskifting”</i></p> <p><i>“Levetiden i det anlegget, at det anlegget da ikke kan levere strøm over en lang tid det koster jo mye penger for samfunnet, og vi taper energi, også i kraftsystemet. Så dette er ikke noe vi gjør med letthet, det gjør vi når vi må.”</i></p> <p><i>“Vi gjør en kontinuerlig jevnlig sjekk av tilstanden og så legger man en plan for når man tror man må bytte.”</i></p>
K2	<p><i>“Vi bruker i gjennomsnitt 1,2 mrd. Pr. år fra 2005 - 2020 på å oppruste eksisterende anlegg, og i den perioden har vi klart å øke produksjonen vår med 1,8 %. Altså omtrent 1 TWh på 15 år ved å bruke 1 mrd. i året.»</i></p> <p><i>“Vi har kjempedyre komponenter, og vi kan ikke ha en stående i reserve, så da er det viktig å ha dyktige folk som kan bestemme at når den generatoren eller den transformatoren lever så og så lenge.”</i></p>

	<i>“Allerede på 50-60 tallet så hadde vi veldig effektive verk. Så kan vi forbedre de, og det gjør vi. Men ved å skifte ut noen komponenter så får vi det noen prosenter bedre, og et stort verk som produserer mange TWh, så betyr jo det klart en del”</i>
F1	<i>“En viktig økonomisk begrensning for å gjøre litt større opprustning av norsk vannkraft er jo at hvis man for eksempel skal lage større tunell eller skifte ut turbiner så må du stoppe kraftproduksjon mens du jobber. Dette har en kostnad.”</i> <i>“Det er veldig bra energiøkonomisering hvis du kan få mer kraft ut av det samme vannet og samme inngrepet som allerede er gjort. F.eks. ved å gjøre tunnelen litt større og med litt mindre tap. Så hvis det hadde vært flere incitament for det hadde det vært veldig bra»</i>
D1 : Kan oppgradering av eksisterende vannkraft gjøre vindmøller overflødig?	<i>“Det er forøvrig typisk for mange opprustningsprosjekter at det er en eller annen utløsende faktor som for eksempel ved Lysebotn II, hvor det ikke lenger en lovlig metode for rørgatene så man må gjøre en investering og da kan det kanskje lønne seg å gjøre mer”</i>
D2: Increased generation from upgrading and extension projects	<i>“Ingen av opprustingsprosjektene viste en økning på mindre enn 6%.”</i>
D3: Tilleggsopplysninger fra K2	[ikke spesifikt nevnt opprustning]
D4: Faktaark NVE	<i>“Opprustingsprosjekter er ikke konsesjonspliktige og vil derfor falle utenfor vår oversikt.”</i>

Med bakgrunn i sitatene ovenfor kan man se at det ikke er et stort sprik i meninger om potensialet ved opprusting av vannkraftverk. Opprustninger av eksisterende vannkraftverk er ofte noe som er nødvendig å gjøre for å opprettholde effektiviteten til kraftverket. Fra den kommersielle siden virker det som de i større grad er avers for å investere i utskiftning. Dette er særlig evident i utsagnene fra K2, som har erfart at opprustning av vannkraftverk ikke gir en ønsket økt produksjon. Og fra K1 som understreker at turbinene ikke blir byttet dersom det fortsatt er levetid igjen på de, spesielt siden disse komponentene er svært dyre. Selv om D4 ikke nevner spesifikt potensialet ved opprustning som en del av utregning i deres faktaark har NVE kommet med påstanden *“Dersom man skifter ut alle løpehjulene i kraftverk over 10 MW, kan man teoretisk sett øke den årlige vannkraftproduksjonen med 4,4*

TWh på grunn av forbedret turbinteknologi alene” (NVE, 2021). Dette tyder på at det er opptil 3 prosent (4,4 /136,7) mer å hente ved å bytte alle turbiner på norske vannkraftverk, noe som er høyere enn de tallene K1 og K2 presenterer for oss. Fra forskersiden er man igjen enda mer optimistisk om opprustning, men dette er gjerne i samhandling med en mindre utvidelse for å kunne få maksimert det realiserbare potensialet.

4.2 Utvidelse

Ved en utvidelse er det ikke bare vannkraftverket som får en oppgradering, men hele området rundt. Dette kan gjøres ved å øke kapasitet og slukeevne på vannveier, eller hente inn vann fra sidevassdrag (Halleraker & Bakken, 2021). Under en utvidelse må ofte vannkraftverket stenges i lengre perioder, da det er mer omfattende arbeid som må utføres for dette kontra en opprustning. Det er under utvidelsesprosjekter man har mulighet til å få en betydelig økning av produksjon fra eksisterende vannkraftverk og det forekommer størst uenighet.

Respondent/kilde	Sitat - Utvidelse
K1	<p><i>“noen utvidelser kan være at vi bare tar inn et bekkeinntak, for eksempel, en liten bekk. Andre inngrep er større”</i></p> <p><i>“Noen steder så vil noe av det teoretiske potensialet ha så store naturkonsekvenser at myndighetene ikke vil gi tillatelse til å gjøre det”</i></p> <p><i>“altså hvis vi skal øke eller utvide så må vi gjøre en konsesjonspliktavurdering hvis vi er usikre hvis vi vet at dette krever mye konsesjon så må vi søke.”</i></p>
K2	<p><i>“Så dersom vi skal oppnå store ting så må vi enten bygge høyere dammer eller bygge større tunneler og større kraftstasjoner. Der har man et problem, siden det først og fremst må være lønnsomt.”</i></p> <p><i>“Det er tilbud og etterspørsel som styrer alt. Så alle våre investeringer må jo være lønnsomme, og med de kraftprisene vi har og som vi ser fremover. Så er det ikke alltid lønnsomt å skulle investere for å øke produksjonen.”</i></p> <p><i>«Også hvis vi skal bygge større dammer og større tunneler, så må vi ofte skru av kraftverket i lange perioder mens det bygges, og det er et økonomisk tap. Så derfor så klarer vi</i></p>

	<p><i>sjeldent å regne med at det er lønnsomt med de ekstra inntektene man får ved en utvidelse»</i></p> <p><i>“Så hvis det var et potensiale om at det skulle vært lønnsomt så ville det vært gjort allerede i dag”</i></p>
F1	<p><i>“bygger man et nytt kraftverk i mellom to eksisterende. Så vil mange si at det er nytt. Men hvis du i stedet for å bygge mellom dem, tok det vannet inn til et av de eksisterende, så blir det en utvidelse.”</i></p> <p><i>“Leif Lia har nok tenkt hvor han sier at det er kanskje bedre at dersom man bygger mange små kraftverk i sideelver, som det gjøres en del steder i Norge, heller samle det vannet og utnytte det i eksisterende vannkraft”</i></p> <p><i>“Ved enkelte utvidelsesprosjekter har det vist seg å være et større potensiale enn først antatt, og dette har ført til en større optimisme knyttet til potensialet ved å utvide eksisterende vannkraft”</i></p>
D1: Kan oppgradering av eksisterende vannkraft gjøre vindmøller overflødig?	[Ikke nevnt spesifikt om dette]
D2: Increased generation from upgrading and extension projects	<p><i>“O/U prosjekter i nyere tid har gitt en produksjonsøkning på mellom 6 og 60% i tilfeller hvor mindre og større utvidelser har blitt godkjent”</i></p> <p><i>“Oppgradere eksisterende vannkraft er er sannsynlig den beste måten å oppnå økt produksjon, grunnet den svært begrensede miljøpåvirkningen. Totalt potensiale for oppgradering og utvidelsesprosjekt er estimert til 6,9 TWh (OED,2016), men forfatterne tror dette vil være et underestimat.”</i></p> <p><i>“Denne studien viser en signifikant økning av kraftproduksjon for alle de 20 prosjektene som er undersøkt. for 18 typiske O/U prosjekter var økt elektrisitetsproduksjon mellom 6 og 60 %, med et gjennomsnitt på 23%”</i></p>
D3: Tilleggsopplysninger fra K2	<p><i>“Det er mest å hente ved utvidingar i tunellar, litt høgre dammar, og andre større inngrep i vassvegen. Dette er særskilt kostbart, gir ein lengre produksjonsstopp i anleggstida, medfører ofte krav om ny konsesjon om vassføringa går opp, noko som har lang behandlingstid. Veldig sjeldan erfarer vi at dette er lønsamt.”</i></p> <p><i>“Utvidingar kan ein gjennomføre ved enkelte kraftanlegg der det er u-utnytta høgdeforskjell mellom magasin. Bedriften vår</i></p>

	<i>har bygt fleire nye småkraftverk i eksisterande vassvegar i slike anlegg. Vassressursane vert utnytta betre, og kan totalt sett produsere meir straum utan nye større inngrep i naturen. Slike tiltak som har små miljøkonsekvensar, kan utførast der det er lønsamt og praktisk mogeleg.”</i>
D4: Faktaark NVE	<p><i>“NVEs anslag på et potensial for O/U utgjør 7,6 TWh. Dette er et teknisk-økonomisk potensial, og vi anslår at en god del av dette kan bli realisert de neste 20 årene. Noe av dette er knyttet til anslått effektivitetsøkning i forbindelse med nødvendige rehabiliteringer, som løpehjulsbytte.”</i></p> <p><i>“I løpet av de siste 20 årene har rundt halvparten av vannkraftverkene gjennomgått reinvesteringer og opprustings- og utvidelsesprosjekter. Det har medført en økning i produksjon på nesten 5 TWh.”</i></p>

Sitatene understreker hva som er viktig ved vurdering av utvidelsesprosjekter samt hva verdien av dette kan være. Det er tydelig at det er uenigheter om hvorvidt utvidelser av Norsk vannkraft er lønnsomt og effektivt. Det er enighet blant alle informantene og artiklene om at det er størst potensial å hente i utvidelse av eksisterende kraftverk. Det er imidlertid restriksjoner på hvorvidt dette er lønnsomt og følger lover og reguleringer. K2 er klar på at lønnsomheten er en viktig faktor, i tillegg til alle andre aspekter som må hensyntas, og presiserer at: *“Hvis det var et potensiale om at det skulle vært lønnsomt så ville det vært gjort allerede i dag”*. Dette reflekteres også i D2 hvor forventet energipris er én av seks nevnte faktorer som tas med i investeringsbeslutninger. F1 understreker at potensialet som først antatt er nok større dersom flere vannkraftverk velger å utvide. Det er imidlertid andre hensyn å ta, og dette skal vi diskutere videre senere og hvordan ulike tiltak stimulerer eller hindrer vannkraftutbygging.

4.3 Lover og reguleringer

Gjeldende lover og reguleringer står sentralt i utvikling og drift av vannkraft i Norge. Kraftprodusentene må forholde seg til ikke bare norske, men også internasjonale bestemmelser fra EU. Et sentralt spørsmål er om disse lovene hindrer, eller stimulerer til vekst. Vi spurte alle respondentene om deres respektive syn på lovene og reguleringene i kraftmarkedet.

Respondent	Sitat - Lover og reguleringer
K1	<p>[om 10 MVA grensen] <i>“Nei altså man prøver å utnytte det vannet som er. Altså hvert eneste kraftverk i Norge er jo tailor made etter lokale miljøforhold, etter fallhøyde, etter om det er utløp i elv, eller fjord, altså det er jo ikke ett kraftverk i Norge som er likt”</i></p> <p><i>“All vannkraft i Norge har ikke lov å gjøre noen ting i våre vassdrag uten pålegg eller tillatelse. Dette er en utrolig stramt forvaltningsstyret aktivitet. Vi har ikke lov til å flytte en stein i vassdraget uten pålegg eller tillatelse”</i></p>
K2	<p><i>“Men Grunnrenteskatten den starter ved 10 MW, og noen prosjekt har dermed blitt tatt ned i størrelse for å komme under den grensen slik at det blir mer lønnsomt.”</i></p>
F1	<p><i>“Dette er jo veldig enkelt å løse da, for hvis man har det på 9,9 så er det ingen grunnrenteskatt og hvis man har på 10,1 så er det grunnrenteskatt på alt. Det burde i alle tilfeller vært fradrag for 10MW, et slags “bunnfradrag” slik det er for personskatt for eksempel”</i></p> <p><i>“Det finnes eksempler hvor det var bygget kraftverk på 9,9 MVA i stedet for maksimalt utbytte (for å unngå grunnrenteskatt).”</i></p> <p><i>“I EUs taksonomi for bærekraftig investering så står det for vannkraft at man må møte krav i vanndirektivet som dere kanskje kjenner til. Som har krav til god økologisk status i alle vassdrag. Men i tillegg til det så står det masse andre krav. Det er dobbeltkrav for vannkraft som andre energikilder ikke har.”</i></p> <p><i>“Men skal man ha slike spesifikke krav som fisketrapp. Så må det også stå at det burde vært der det er naturlig fiskevandring for det er.”</i></p>

D1: Kan oppgradering av eksisterende vannkraft gjøre vindmøller overflødig?	<p><i>“Om de skulle blitt noe hardere fra EUs taksonomi så tror jeg ikke det ville gjøre store forskjellen på nye prosjekter. Men det er selvfølgelig et visst krav til dokumentasjon her som kanskje burde vært likt for alle teknologier, ikke bare for vannkraft.”</i></p> <p><i>“Vannkraften vil fortsatt være Norges tyngst beskattede næring, hvor enkelte kraftverk betaler mer enn halve overskuddet i skatt. Det svekker selskapenes evne til å finansiere nye prosjekter.”</i></p> <p><i>“... det er en del debatt rundt grunnrenteskatten som i dag er på 37 % og som slår inn litt uheldig”</i></p> <p><i>“Grunnrenteskatten bør være teknologinøytral”</i></p>
D2: Increased generation from upgrading and extension projects	<p><i>“Som et resultat av ulike nasjonale initiativer og EU RES-direktiv for fornybar energi (EU,2005), har det blitt bestemt å øke andelen av fornybar energiproduksjon i Europa for å redusere drivhusgassutslipp og for å hjelpe til med å bekjempe klimaendringer.”</i></p>
D3: Tilleggsopplysninger fra K2	[Ikke nevnt spesifikt om dette]
D4: Faktaark NVE	<p><i>“Av de O/U-prosjektene som har søkt NVE om konsesjon de siste 10 årene, har omtrent 90 % blitt godkjent. Hvis O/U-tiltaket kan bli gjort innenfor den konsesjonen som allerede er gitt, trenger ikke utbygger å søke om ny konsesjon.”</i></p>

Fra sitatene over ser vi at det meste av samtalene rundt lover og reguleringer dreide seg om grunnrenteskatten i Norge. Som vi tidligere har gjort rede for så er dette en mye omdiskutert ordning som i stor grad har blitt debattert i det offentlige ordskiftet. Dette gjelder også blant våre intervjuobjekter som har svært ulike meninger knyttet til dette. K1 stiller seg kritisk til påstanden om at grunnrenteskatten hindrer utbygging av potensielt lønnsomme prosjekter. Vedkommende sier at for kraftprodusentene handler det om å utnytte det vannet de har blitt gitt konsesjon på. K2 er i all hovedsak enig i at norske vannressurser bør beskattes høyt ettersom ressursene tilhører fellesskapet, men sier at det har forekommet situasjoner hvor vannkraftprosjekter har blitt tatt ned i størrelse for å unngå grunnrenteskatten. Ettersom også F1 har eksempler på vannkraft som ikke er realisert til sitt fulle potensial som følge av grunnrenteskatten er det derfor enighet om at dette er et hinder for å kunne utnytte vannkraftpotensialet. F1 foreslår dermed som en løsning på dette at et bunnfradrag muligens kunne vært en god idé for å unngå denne problematikken.

Selv om K1 og K2 gjennom intervjuet ga uttrykk for at konsesjonsbehandlingen på utvidelsesprosjekter var vanskelig å få godkjent, så understreker D4 at 90% av søknadene blir godkjent.

I tillegg til dette snakker F1 mye om hvordan vannkraft i Norge reguleres strengere enn andre former for fornybar energi. Respondenten konstaterer at vannkraftprodusenter må forholde seg til, ikke bare en mengde norske lover og reguleringer, men også bestemmelser fra EU. I dette tilfellet EUs taksonomi for bærekraftig investering. Som eksempel på dette nevner F1 om påbudene om fisketrapper.

4.4 Miljødesign

Miljødesigns rolle i denne debatten er omdiskutert. Et sentralt spørsmål er om ny miljødesignmetodikk kan bidra til å gjennomføre nye O/U-prosjekter på en måte som bidrar til økt årlig kraftproduksjon, samtidig som de negative miljøeffektene minimeres.

Respondent/kilde	Sitat
K1	<i>«Dette er jo aktiviteter vi har bedrevet i evig tid men nå har noen klart å brande det som miljødesign. Også blir det i et offentlig ordskifte noe nytt og interessant men dette har vi jo holdt på med i tjuefem år.»</i>
K2	<i>“Ja, i utgangspunktet er vi veldig for dette. Og vi prøver å gjøre design i elven slik at miljøtilstanden blir bedre. Uten at man taper kraftproduksjon. Men dette er veldig krevende. Det er mange muligheter å gjøre dette på.”</i> <i>«Trollheim kraftverk hvor vi har fått, tapte vi 40 GWh siden vi måtte slippe vann ned i elven. Og dette er bare begynnelsen. Og vi tror derfor at det kommer til å forsvinne en del TWh når alle kraftselskapene må gå gjennom slike krav»</i> <i>“Nei, det går an å ønske seg det. Men jeg synes det er vanskelig å se. Fysikken ligger bak der. Og man må ha vann som kan kjøre gjennom en tunell og en turbin og det er ikke det samme som å la vannet gå i elven. Også kan man helt sikkert finne på smarte ting. Og jeg håper jo at det kommer en revolusjon, men jeg ser ikke den nå.”</i>
F1	<i>«Med miljødesignmetodikk kan man ta inn mer vann eller øke høyde på en reguleringsdam, eller kanskje begge deler som</i>

	<i>da åpenbart vil ha noen negative virkninger, men kanskje åpne opp for å gjøre flere miljøtiltak andre steder i vassdraget slik at summen av det blir mer positivt for miljøet og mer kraft.»</i>
D1: Kan oppgradering av eksisterende vannkraft gjøre vindmøller overflødig?	<p><i>“Det jeg tror er at med bruk av det vi kaller miljødesign som jeg kort skal forklare hva er, så kan vi realisere et noe større potensial enn det man har tenkt på før.”</i></p> <p><i>“Så står det her om kortstokkmetoden ... vi har brukt den tidligere i hydrocen og tanken er at hver av disse temaene vil få en slags verdi, eller et slags “kort” så man kan se hvordan de påvirker hverandre. Og dette tror vi at vi kan vise fram som en metodikk som kan gjøre det mulig å realisere et fornuftig nivå av O/U-prosjekter.”</i></p>
D2: Increased generation from upgrading and extension projects	[Ikke nevnt spesifikt om dette]
D3: Tilleggsopplysninger fra K2	[Ikke nevnt spesifikt om dette]
D4: Faktaark NVE	[Ikke nevnt spesifikt om dette]

Blant respondentene råder det en klar enighet om viktigheten av miljødesign. Å ivareta miljøet er noe folk på begge sider av diskusjonen ser på som viktig. I følge K1 og K2 er dette noe kraftprodusentene har drevet med i lang tid, og noe som står som høyeste prioritet for selskapet i beslutningsprosessene rundt nye utvidelsesprosjekter. Likevel er det uenighet om miljødesignmetodikk kan bidra til at en større del av det teoretiske potensialet for vannkraft i Norge kan realiseres. Respondent F1 ser veldig positivt på fremtiden til miljødesign, og ser for seg at det i fremtiden vil åpne opp for nye muligheter for å øke vannkraftproduksjonen samtidig som miljøgevinster kan høstes. K2 stilte seg derimot tvilende til dette. Respondenten kunne ikke se for seg noen revolusjonerende endringer i nærmeste fremtid og mente at ettersom vannkraftproduksjonen alltid vil avhenge av mengden vann, blir det vanskelig å se for seg hvordan miljødesign i fremtiden skulle kunne føre til en større utnyttelse av vann og samtidig unngå de negative eksternalitetene.

Som et motstykke til ideen om økt årlig kraftproduksjon ved hjelp av ny miljødesignmetodikk kommer påstander om at det økte fokuset på miljødesign faktisk også kan virke i motsatt retning. I en samtale om vilkårsrevisjoner, altså en reforhandling av vilkårene rundt eksisterende vannkraftverk, ga K2 inntrykk av at dette ofte fører til at den

årlige produksjonen senkes, heller enn økes, gjennom tiltak for å bedre ivareta miljøet. Dette grunnet krav om minstevannføring i enkelte vassdrag for å verne fiskeinteresser.

4.5 Sammendrag funn

I denne delen har vi samlet funnene fra våre primær- og sekundærkilder og klassifisert dem i de fire kategoriene Opprustning, Utvidelser, Lover og Reguleringer, og Miljødesign. Innen opprustning var det generelt liten uenighet i forhold til de andre kategoriene. Det var enighet blant alle respondantene og støttende litteratur om økt potensial knyttet til opprustning, men at det hovedsaklig er snakk om mindre forbedringer. Det var derfor generell enighet om at når det kom til potensiale for økt kraftproduksjon så lå størsteparten av dette i utvidelser. Det var dog stor uenighet om dette potensialet er teknisk-økonomisk realiserbart. K1 og K2 mente at det aller meste som var mulig å hente allerede var utnyttet, og at noe mer enn dette ikke ville la seg gjøre på bakgrunn av reguleringer og lønnsomhet. Grunnrenteskatten er et annet aspekt det var noe uenighet rundt. Det interessante her var at K1 og K2 var uenige, og at F1 støttet opp under K2's utsagn. Det er derfor evident at grunnrenteskatten er et hinder for utvidelse av norsk vannkraft. F1 mente at denne skattleggingen var for hard og talte for en oppmykning, enten i form av bunnfradrag eller unntak i begynnelsen av et nytt kraftverks levetid. Om mer miljødesign i fremtiden kan føre til økning i årlig kraftproduksjon var det også stor uenighet om. De to kommersielle respondentene stilte seg tvilende til påstanden, og kunne ikke se for seg at dette kom til å føre til noen store endringer i nær fremtid. Respondent F1 stilte seg derimot sterkt positivt til dette, og mente at fremskritt innen miljødesignmetodikk kunne vise seg å åpne opp for nye lønnsomme O/U-prosjekter i fremtiden.

5. Diskusjon

I dette kapitlet diskuterer vi nærmere funnene fra våre primær- og sekundærkilder i kapittel 4 opp mot hverandre. I kapittel 4 fikk vi innblikk i de ulike aspektene våre informanter og kilder var uenige og enige i. Derfor handler dette kapitlet hovedsakelig om hvordan funnene våre kan brukes til å besvare problemstillingen vår. Vi har derfor skrevet problemstillinger for hvert delkapittel for å bidra til å skape en bedre struktur på dette og diskuterer dette i lys av konteksten gitt i kapittel 2.

5.1 Opprustning

Opprustningspotensialet i Norge er en potensiell kilde for å kunne få økt produksjon fra vannkraftverkene, dette er noe alle kildene våre enige om. Det foreligger også enighet om at deler av det urealiserte potensialet fra vannkraft kan komme fra opprustningsarbeid. Den største hindringen her ligger i de økonomiske insentivene fra den kommersielle siden. Ettersom en stor opprustning eller en prematur opprustning før løpehjulene er modne for utskiftning står for en stor kostnad som må betales av aktørene, er dette et tiltak som heller gjøres ved behov. Da det heller ikke finnes økonomiske incentiver for å gjennomføre en prematur opprustning for å øke potensialet, er det derfor heller ikke et behov for dette. Hovedforskjellen mellom aktørene og forskerne er graden av optimisme knyttet til dette punktet. K1 og K2 argumenterer for en beskjeden økning på kun 1-2% på opprustningsarbeid. Dette støttes delvis opp av D4 som estimerer 3%, noe som er litt høyere enn anslaget til K1 og K2. Dette tallet er imidlertid et ekstrapolert tall som kan tilsi at det urealiserte potensialet D4 bygger på er mulig i kraftverk og andre prosjekter som K1 og K2 ikke har innsyn i.

F1 presiserer hovedsakelig at det er mulig å koble opprustningsprosjekter med mindre utvidelser for å kunne få ut et større potensial. Opprustningen som omtales i D2 kan mest sannsynlig være fra et slikt inngrep som F1 forklarer med sitt sitat. D1 forklarer videre hvordan det ved et behov for opprustning i et kraftverk kan det foreligge en kapasitetsøkning ved å gjennomføre en utvidelse.

Det er derfor mulig å argumentere at potensialet for å oppruste eksisterende vannkraftverk er et urealisert potensial, men at dette heller bør gjøres når komponentene er modne for

utskiftning. Et økt potensial, slik som D2 mest sannsynlig har tatt utgangspunkt i, kan derfor være ved muligheten for utvidelse i kombinasjon med opprustning. Det foreligger ingen reelle økonomiske incentiver for å ruste opp kraftverk før det er modent for dette. Det største hinderet er derfor at å skifte ut komponenter prematurt ikke vil lønne seg hverken økonomisk eller resultatmessig. Det er derfor relativt uniforme meninger fra både respondenter og støttende litteratur om at det er en liten økning i potensial ved opprustning, men at det kan realiseres et større potensial ved utvidelse.

5.2 Lover og regler og miljødesign opp mot Utvidelse

Når vi snakker om miljødesign og lover og regler er det naturlig å sette disse opp mot utvidelsespotensialet ettersom disse to aspektene ikke har noen nevneverdig tilknytning til spørsmålet om opprustning. I motsetning til opprustning krever utvidelsesprosjekter så og si alltid en ny konsesjonsbehandling. Et utvidelsesprosjekt er som regel et langt større prosjekt enn en opprustning og lovverket rundt dette er mer komplisert, men produksjonsøkning blir itillegg større. Lovverket rundt vannkraft er sterkt regulert den dag i dag, og det kan derfor være vanskelig og krevende å få godkjent store utvidelsesprosjekter. Disse prosjektene fører også til inngrep i naturen, og påvirker dermed miljøet i langt større grad, slik at miljødesign blir en faktor som kan påvirke potentialet.

5.2.1 Lover og regler i utvidelsesprosjekter

Lover og regler er satt på plass med formål om å beskytte natur og naturressursene som forekommer i Norge. Det er enighet blant våre kilder om at for å operere innen denne bransjen er det viktig å føye seg etter lover og reguleringer. Det har siden 1917 vært lover om hvordan vassdrag skal benyttes i Norge, og det har i nyere tid også blitt reguleringer satt av EUs taksonomi. Dette setter strenge rammer for utvidelse av vannkraftverk.

K1 påpeker gjennom sitt intervju de strenge kravene de kommersielle aktørene må forholde seg til i forbindelse med utvidelse. Dette gjenspeiles gjennom lovverket hvor det legges spesifikt vekt på å verne vassdrag. F1 underbygger de strenge reguleringene ved å opplyse om dobbeltreguleringen vannkraftsindustrien må forholde seg til. Norges vannkraftsindustri er dermed effektivt pålagt bestemmelser fra to hold, noe som kan gjøre det vanskeligere å øke potentialet. Dette betyr at det er enighet blant både kommersielle aktører og forskere om at det er vanskelige krav for industrien å legge til rette for ved utvidelser. Selv om begge

parter uttrykker at det foreligger et strengt lovverk som må hensyntas ved eventuelle utvidelser, nevner D4 at 90% av konsesjonene som blir sendt til behandling blir godkjent. Det uttrykkes imidlertid fra K1 og K2 at dette kan være vanskelig å tilfredsstille. Dette kan være grunnet justeringer og hensyn som må tas før en søknad sendes inn til konsesjonsbehandling, for å minimere sjansen for avslag.

Skattereguleringen er et annet aspekt vi har undersøkt nærmere gjennom våre intervjuer, og som D1 også tar for seg. D1 nevner blant annet at vannkraftsnæringen er den mest beskattede næringen i Norge, og nevner videre at grunnrenteskatten treffer litt uheldig ved at hele overskuddet blir beskattet ved overtredelse over 10 MVA. Dette resulterer ofte i at vannkraftverk må betale store deler av overskuddet sitt i skatt. K2 og F1 underbygger dette ved å komme med eksempler på kraftverk som har måttet nedjustere for å komme under denne grensen og dermed unngå grunnrenteskatten. Det er mange mindre vannkraftverk i Norge, og det er mulig at en god del av disse kan ha kapasitet og mulighet til å produsere mer, men som ikke finner det lønnsomt grunnet reglene rundt grunnrenteskatt. F1 kommer dermed med forslag om å justere grunnrenteskatten slik at den kun påvirker kraft produsert etter 10 MVA grensen. Dette vil dermed gjøre at det finnes incentiver for mindre kraftverk å gjennomføre O/U-prosjekter.

Lover og reguleringer er et stort hinder for å øke vannkraftpotensialet, ettersom vannkraft er en av de mest beskattede næringene i Norge. Dette er hovedsakelig grunnet målet om å ha vernede vassdrag og minimere inngrep i naturen for å bevare norsk natur. Det er derfor ikke stimuli i noen særlig grad fra lovverket for å bidra til økt norsk vannkraft. Det foreligger derfor en enighet blant begge sider om et strengt og omfattende lovverk som må hensyntas ved utvidelser, og at et skattelette for 10 MVA grensen vil kunne føre til økt kraftproduksjon.

5.2.2 Miljødesign i utvidelsesprosjekter

Norske vannkraftprodusenter har i lang tid forsøkt å finne løsninger for å minimere de negative effektene vannkraftproduksjon har på miljøet. Norges vassdrag er strengt regulert, som diskutert over, og det gis ikke konsesjon ved mindre miljøet tilstrekkelig hensyntas. Det er konflikterende funn fra kildene om effekten av miljødesign for økt produksjon fra vannkraftverk.

F1 stiller seg svært positiv til at en økt implementering av miljødesignmetodikk kan gjøre det mulig å både bygge større reservoarer samt kunne føre inn større vannmasser fra nærliggende nedbørsfelt for å kunne øke mengden vann som føres inn mot kraftverket. Smart miljødesign vil ta hensyn til miljøet, og dermed øke probabiliteten for å få konsesjonssøknaden godkjent, samtidig som det kan føre til økt produksjon fra kraftverkene. D1 underbygger dette ved å si at økt bruk av miljødesign kan føre til et større realiserbart resultat enn tidligere antatt. Større utvidelser benytter miljødesign for å kunne maksimere vannmengdene som føres til kraftverket. Det er derfor gjennom miljødesign det har vært mulig å få betydelige økninger i produksjon, som dermed er basis for beregningen i tallene fra D2. Selv om D2 ikke nevner noe spesifikt i sin artikkel om miljødesign, har dette vært en faktor som har gjort det realiserte potensialet høyere enn først antatt.

K1 og K2 understreker derimot at dersom det hadde vært et stort urealisert potensial, hadde dette vært gjennomført allerede i dag. K1 forteller videre om at dette er en praksis som har vært gjort i tjuefem år allerede, og at det dermed ikke er en ny teknologi som kan føre til en massiv økning i potensial. K2 forteller også om økte krav fra lover og reguleringer som har ført til at kraftverk har mistet kraft, for å kunne tilfredsstillte krav om minstevannføring. Det er derfor tydelig at både K1 og K2 er positive til miljødesign, men at det i all hovedsak ikke medfører store produksjonsøkninger.

Det er enighet blant informantene om at det er ved utvidelse av eldre vannkraftverk man kan dra nytte av miljødesign for å kunne realisere økt produksjon. Det foreligger imidlertid et urealisert potensiale innen miljødesign, og grunnen til at den kommersielle siden kan være avers med å ta i bruk denne metoden kan potensielt være kostnaden assosiert med disse inngrepene. Det virker sannsynlig at med robust miljødesign kan man få økt potensialet betraktelig, og dermed kunne få estimater høyere enn hva D4 foreslår. Det største hinderet for å kunne få dette realisert er dermed kostnadene assosiert med slike inngrep, samt en omfattende konsesjonsbehandling. Det er dermed enighet blant informantene om at økt bruk av miljødesign kan føre til økt vannkraftpotensial, det er imidlertid uenighet om hvor stort dette potensialet er.

5.2.3 Økonomiske hensyn for utvidelse

For å besvare dette spørsmålet blir det nødvendig å se tilbake på hvordan beslutningsprosessen for aktørene i markedet gjøres. Selv om vannkraftproduksjonen i

Norge er hovedsakelig statlig eid, er det fremdeles kommersielle beslutninger der lønnsomhet er et krav for enhver investering. Dersom alle andre hensyn er tatt, og alt ligger til rette for en investering, men de forventede inntektene ikke overstiger de forventede kostnadene knyttet til investeringen, vil den ikke bli gjennomført. Tidligere i denne oppgaven har vi måttet skille mellom teoretisk potensial, og teknisk-økonomisk potensial. Selv om det eksisterer uutnyttede vannressurser som ikke er vernet, er det ikke gitt at disse vannressursene egner seg for vannkraftproduksjon. Enten fordi kostnadene tilknyttet å utnytte disse ressursene er for høye, de forventede inntektene er for lave, eller fordi de tekniske utfordringene ved å regulere vassdraget viser seg å være uoverkommelige.

Ettersom forventet inntekt avhenger av forventet energipris, og det norske elektrisitetsmarkedet er et de frieste markedene i verden, er det sjeldent man ser at en utvidelse er lønnsom. Det finnes eksempler på utvidelsesprosjekter hvor det har forekommet en betydelig produksjonsøkning som Meråker og Tevla, disse har vært lønnsomme da det har vært tilstrekkelig økning for å kunne betale ned kostnadene for prosjektet.

Å investere i opprustning og utvidelse i eksisterende vannkraftverk stiller derfor strenge avkastningskrav for den kommersielle siden. Dette kan dermed forklares med deres avers for å bedrive utvidelse på flere vannkraftverk. Beslutningen om å oppgradere går i all hovedsak ut på om hvorvidt det er lønnsomt fra et økonomisk perspektiv. Det blir ikke foretatt beslutninger om oppgradering dersom det ikke blir regnet frem et ønsket økt potensial. Selv med økt miljødesign vil det være lønnsomheten til kraftverket som blir prioritert fra de kommersielle aktørene.

5.3 Sammendrag diskusjon

Gjennom denne delen har vi sett på kompleksiteten rundt vannkraftutvidelse og opprustning. I diskusjonsdelen har vi diskutert fire forskjellige underspørsmål til problemstillingen vår, relatert til de fire aspektene vi har og satt det i lys av konteksten fra kapittel 2.

Opprustningsprosjekter kan i teorien bidra til økt virkningsgrad ved å bytte ut gamle komponenter med nye, og dermed øke den årlige kraftproduksjonen med et par prosent dersom en valgte å for eksempel bytte ut turbinene i alle norske vannkraftverk. Dette er noe som virker lite hensiktsmessig ettersom en stor del av disse fremdeles har mye igjen av sin

tekniske levetid. Dette er dyre komponenter med lang nedbetalingstid, og å bytte ut disse kun for å oppnå en marginal økning i virkningsgrad ville ikke vært et lønnsomt tiltak.

Når det kommer til utvidelsesprosjekter blir diskusjonen mer komplisert. Det juridiske rammeverket i Norge kan virke i overkant avskrekkende. Selv om det er nødvendig med strenge rammer for å ivareta de norske vassdragene kan det virke som at deler av dette juridiske rammeverket er uhensiktsmessig strengt. Vi sikter her primært til bestemmelsene rundt grunnrenteskatt som vi oppfatter som et mulig hinder for potensielt lønnsom og miljøvennlig vannkraftutbygging. Grunnrenteskatten er i seg selv et fornuftig tiltak for å sørge for at landets naturressurser kommer alle til gode, men den er ikke godt nok tilpasset nye, og mindre kraftverk. Miljødesign er også et område hvor vi mener det er mer å hente. Vi tror at et økt fokus på å finne nye løsninger innenfor miljødesignmetodikk kan komme norsk vannkraft til nytte, og forhåpentligvis bidra til å realisere en større del av Norges vannkraftressurser på en miljøvennlig og bærekraftig måte.

6. Konklusjon

I dette kapitlet skal vi først komme med en konklusjon med bakgrunn i problemstillingen presentert i kapittel 1, og i lys av konteksten gitt i kapittel 2 og med bakgrunn i funn og diskusjon fra kapittel 4 og 5. Videre skal vi forklare studiens implikasjoner og begrensninger ved oppgaven. Avslutningsvis skal vi ta for oss fremtidig forskning innen dette temaet.

6.1 Hovedfunn

Vi har gjennom denne masteroppgaven forsøkt å svare på problemstillingen gjennom intervjuer av nøkkelpersoner innen næringen samt en litteraturanalyse for å kunne støtte opp argumentene. Med bakgrunn i dette kan vi dermed svare på problemstillingen

Hvilke elementer er styrende for estimeringen av norsk vannkraftpotensial og hvordan vurderer ulike eksperter potensialet til norsk vannkraftproduksjon basert på disse elementene?

Ved å dele inn potensialet i to hovedkategorier for å finne meninger rundt opprustning- og utvidelsespotensiale respektivt, har det latt oss få en dypere innsikt i hvorfor anslagene fra de ulike partene er så ulike. Vi har videre diskutert meningene rundt utvidelsespotensialet i lys av lover og regler, miljødesign og et økonomisk perspektiv for å prøve å identifisere driverne som ligger i grunn for de ulike anslagene.

Ved opprustningsprosjekter er det stort sett enighet om potensialet. Dette er med bakgrunn i at å skifte ut løpehjul og andre komponenter er en liten opprustning som resulterer i en relativ liten økning i produksjon. Det finnes også historiske data som bekrefter denne økningen, noe dermed begge sidene er enige om. Noen av driverne bak de ulike anslagene kan derimot foreligge ved at forskersiden mener at det i større grad kan implementeres mindre utvidelser i forbindelse med nødvendig opprustningsarbeid som er mulig å gjøre uten større inngrep i naturen.

Ved utvidelsesprosjekter er det større uenighet mellom de ulike sidene, og kan derfor være en av forklaringsfaktorene for de ulike anslagene. Her er det lover og reguleringer som må hensyntas for å få godkjenning, og tung beskatning som hindrer maksimal utnyttelse av vannkraftpotensialet. Dette er noe begge sider tar høyde for, men for den kommersielle siden

er det en større påvirkningsfaktor. Bruken av miljødesign veies også ulikt av aktørene, der de kommersielle aktørene hovedsakelig argumenterer for at det ikke er så mange andre prosjekter som kan bruke denne teknikken. Forskersiden derimot taler for en økt bruk av dette for å kunne skape et større produksjonsgrunnlag. Anslagene til forskersiden tar dermed større utgangspunkt i miljødesign og kan med dette være en av forklaringsfaktorene for ulikhetene.

Det økonomiske aspektet er noe de kommersielle aktørene i større grad må ha med i beregningene for å kunne estimere fremtidig potensial. Uten subsidier eller incentiver for å øke vannkraftproduksjon i Norge, er derfor denne siden noe mer pessimistisk til potensialet. Ettersom personer som jobber kommersielt med vannkraft i mye større grad må forholde seg til de økonomiske realitetene ved vannkraftproduksjon er det naturlig å se hvorfor disse ofte stiller seg mer mistroisk til påstander om uutnyttet potensiale enn det personer på forskningssiden gjør.

Oppsummert er det disse faktorene som påvirker de ulike anslagene fra forskere og fra kommersielle aktører. Forskjellen kan forklares hovedsakelig i potensial ved økt miljødesign og ved økonomiske restriksjoner som må hensyntas. Det blir dermed spennende å se hvor utviklingen vil gå.

6.1.1 Våre meninger

Ut fra våre funn virker det for oss sannsynlig at det reelle potensialet ligger et sted mellom de to ytterpunktene foreslått fra NVE og Leif Lia. Det er dermed sannsynlig at med økt et fokus på å finne smarte løsninger, eksempelvis gjennom miljødesignmetodikk, at man kan klare å realisere en større økning enn de 7,6 TWh som legges frem av NVE, samtidig som at økningen på 20 til 30 TWh foreslått av Leif Lia et al. (2017) virker i overkant optimistiske gitt de regulatoriske rammene vi har for vannkraft i Norge i dag. Det kunne derfor vært interessant med en studie som tar i større grad høyde for individuell evaluering av vassdragene i Norge.

6.2 Studiens implikasjoner

Trender i dagens samfunn peker mot en økt bruk av fornybare energikilder og vannkraft kan dermed bli kategorisert som dette. Selv om Leif Lia prøver gjennom sin studie å estimere

fremtidig potensial, ser vi at det har ikke blitt gjort en kvalitativ studie for å se nærmere på ulike tilnæringer til utrgegning av fremtidig potensial.

Vi har prøvd å undersøke både holdninger hos forskere og den kommersielle siden til potensialet for vannkraft. Dette spesifikke temaet og tilnærming har ikke blitt gjort i litteraturen som vi har kunnet finne frem. Studien vår gir dermed et verdifullt innsyn i vannkraftpotensialet, og vil dermed forhåpentligvis skape en dypere forståelse om dette temaet. Dette kan derfor være et bidrag for å undersøke dette nærmere ved andre studier og tilnæringer.

6.3 Begrensninger

Denne masteroppgaven har forsøkt å undersøke potensialet for vannkraft i Norge med bakgrunn i intervjuer fra nøkkelpersoner i bransjen. All forskning, i likhet med denne masteroppgaven, har begrensninger som bør adresseres. Ved å bruke en kvalitativ forskningsmodell kan potensielle biaser oppstå samt andre faktorer som kan påvirke resultatet. Det er imidlertid begrensninger både tilknyttet metoden brukt og antall personer intervjuet.

Selv om vi har forsøkt å holde våre egne meninger og synspunkter separat fra konklusjonen og diskusjonen, kan enkelte personlige verdier og holdninger komme gjennom til disse delene. Vi har prøvd å unngå dette ved å hele tiden være klar over eget bias og dermed forhindre at dette kommer til syne, men dette er ikke noe vi kan garantere med sikkerhet.

Den største begrensningen er hovedsakelig mangelen på nok respondenter innen dette temaet. Etersom vi kun fikk tre stykker til å stille på intervju, kunne konklusjonen vært annerledes om flere hadde stilt til denne oppgaven. Selv om inntrykket fra informantene har vært som forventet ved at forskere var mer optimistiske for potensialet og at de kommersielle aktørene var mer tilbakeholden med å påstå et større realiserbart potensial, ville intervju med flere nøkkelpersoner kunne avdekket flere synspunkter. Med et økt antall intervjuobjekter kunne vi fått mer nyanserte svar på de ulike aspektene brukt i oppgaven og dermed ikke hatt behov for å støtte opp med en litteraturanalyse. Ved å intervju flere forskere og andre kommersielle aktører kunne vi dermed bidratt til å forsterke funnene og konklusjonen vår ytterligere. Vi har tatt kontakt med flere potensielle intervjuobjekter men de har enten ikke svart eller desverre ikke hatt mulighet til å delta som informant til denne oppgaven.

Vi fokuserte på å få intervju hos folk som jobber spesifikt innen vannkraft, herunder opprustning og utvidelse, og har videre tilspisset det med de som jobber aktivt med beslutninger rundt O/U-prosjekter fra den kommersielle siden og med de som forsker på potensialet. Dette gjør at vi ikke får mulighet til å få meninger og holdninger fra andre aktører og interessenter innen vannkraft. Da vi også tok valget om å fokusere hovedsakelig på norsk vannkraft, gjør at våre funn ikke kan benyttes i en internasjonal sammenheng.

Ettersom dette er en kvalitativ oppgave, er det vanskelig å finne konkrete tall på hva vannkraftpotensialet er samt muligheten for å kunne regne ut dette. Ved å også ta stilling til kvantifiserbare data på dette området kunne vi hatt en mer robust konklusjon på oppgaven. Det er imidlertid vanskelig å få tak i disse tallene, da de kommersielle aktørene ofte velger å holde dette konfidensielt. Dette er noe fremtidig forskning eventuelt kan undersøke nærmere.

6.4 Fremtidig forskning

Potensialet for vannkraft i Norge er et bredt tema som med fordel kunne blitt utforsket nærmere med andre metoder, innfallsvinkler, og i mer detalj. Fremtidige undersøkelser på dette området vil for eksempel kunne dra nytte av en mer kvantitativ tilnærming til problemstillingen. Særlig spørsmål rundt økonomiske insentiver for vannkraft kan det være verdifullt å undersøke med en mer kvantitativ metode. Her er det vanskelig å komme med gode konklusjoner uten å forholde seg til eksakte tall.

Denne masteroppgaven kunne også blitt gjennomført med et større utvalg av respondenter, og respondenter fra flere forskjellige bakgrunner. Det hadde for eksempel vært verdifullt å få med perspektiver fra flere forskjellige forskningsinstitusjoner og aktører i markedet.

En annen innfallsvinkel som kunne vært interessant å undersøke nærmere er norske lover og reguleringer relatert til vannkraft. Spørsmålet om de norske lovene og reguleringene er for strenge kunne eksempelvis dratt nytte av en sammenlignende studie med fokus på det juridiske rammeverket i Norge stilt opp mot det juridiske rammeverket i et tilsvarende land. På denne måten kunne en oppnådd et bredere perspektiv på problematikken.

Debatten rundt vannkraft i Norge relateres ofte til utviklingen av vindkraft. En av respondentene i vår undersøkelse snakket om dobbeltregulering av vannkraft i motsetning til

andre fornybare energikilder. En fremtidig undersøkelse av forholdene som hindrer/stimulerer til vannkraftutbygging satt opp mot forholdene for vindkraftutbygging kunne vært et verdifullt bidrag til denne debatten.

6.5 Konklusjon

Det er flere faktorer som påvirker anslagene gitt av forskere og kommersielle aktører. Hovedsakelig foreligger det ulik estimeringsgrunnlag ved utvidelser. Ettersom begge parter forholder seg til de samme lovene og reguleringene, og anser dette som en begrensende faktor, kan ikke de ulike estimatene forklare med disse begrensningene. En av de forklarende faktorene er derfor økonomiske begrensninger, dette vektlegger den kommersielle siden sterkere enn forskersiden. Den andre forklarende faktoren er betydningen av miljødesign, hvor potensialet estimert av forskere er høyere enn fra den kommersielle siden. Dette vil være de største forklaringsfaktorene til forskjellene i fremtidig potensial for norsk vannkraft.

Til slutt håper vi at denne masteroppgaven kan inspirere til flere fremtidige studier på dette området. Vannkraft er en av Norges viktigste ressurser, og å undersøke potensialet for fornybar og bærekraftig energi i fremtiden er et viktig steg på veien til en bedre verden.

7. Bibliografi

- Berg-Nordlie, M., & Tvedt, K. A. (2019, August 5). *Alta-saken*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/Alta-saken>
- Energifakta Norge. (2019, Januar 3). *Skattelegging av kraftsektoren*. Hentet fra Energifakta Norge: <https://energifaktanorge.no/regulering-av-energisektoren/skattlegging-av-kraftsektoren/>
- Energifakta Norge. (2021, Mai 7). *Kraftproduksjon*. Hentet fra Energifakta Norge: <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftforsyningen/>
- Energiloven. (1991). Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven). *LOV-1990-06-29-50*.
- EnerWE. (2017, Oktober 6). *Disse strømprisene må sol-, vind- og vannkraft ha for å gå i pluss*. Hentet fra Enerwe: <https://enerwe.no/disse-stromprisene-ma-sol--vind--og-vannkraft-ha-for-a-ga-i-pluss/149228>
- EnerWE. (2018, Desember 20). *Hvor mange strømkabler har Norge til utlandet?* Hentet fra EnerWE: <https://enerwe.no/hvor-mange-stromkabler-har-norge-til-utlandet/166390>
- European Commission. (2021). *EU taxonomy for sustainable activities*. Hentet fra European Commission: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en#documents
- Forseth, T., & Harby, A. (2013). Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. Trondheim: NINA.
- Halleraker, J. H. (2021, Mai 21). *EUs vanndirektiv*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/EUs_vanndirektiv
- Halleraker, J. H., & Bakken, T. H. (2021, Mai 12). *Oppgradering og utvidelse - vannkraft*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/oppgradering_og_utvidelse_-_vannkraft
- Harby, A. (2021, April 8). Kan oppgradering av eksisterende vannkraft gjøre vindmøller overflødig?

- Henriksen, M. E., Wahl, N. M., Veie, C. A., & Arnesen, F. (2020). *Turbinopprustinger kan øke produksjonen i norske vannkraftverk med fire terawattimer*. NVE.
- Henriksen, M. E., Østenby, A. M., & Skau, S. (2020). Hva er egentlig potensialet for opprusting og utvidelse av norske vannkraftverk? *Teknologianalyser*. Hentet fra NVE: https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2020/faktaark2020_06.pdf
- Hofstad, K. (2021, Januar 19). *kraftutveksling med utlandet*. Hentet fra Store Norske Leksikon: https://snl.no/kraftutveksling_med_utlandet
- Lia, L. (2019, Mai 10). Vindmøller overflødig om vi fornyer vannkraften. *Dagens Næringsliv*.
- Lia, L., Killingtveit, Å., & Aas, M. N. (2017, Januar). Increased generation from upgrading and extension projects. *International Journal on Hydropower and Dams* 24(4).
- NIVA. (2021, Januar 26). *EUs vanndirektiv, vannforskriften, økologisk vannkvalitet, klassifisering, miljømål*. Hentet fra NIVA: <https://www.niva.no/tjenester/vanndirektivet>
- Nordpool. (2019). *History*. Hentet fra Nordpool group: <https://www.nordpoolgroup.com/About-us/History/>
- Norges Offentlige Utredninger. (2019). *Skattlegging av vannkraftverk*. Norges Offentlige Utredninger.
- NOU 2019: 16. (2019, September 30). Skattlegging av vannkraftverk. Finansdepartementet.
- NVE. (2020, August 26). *Om kraftmarkedet og det norske kraftsystemet*. Hentet fra NVE: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/stromkunde/om-kraftmarkedet-og-det-norske-kraftsystemet/>
- NVE. (2021, Mars 8). *Konsesjonspliktavurdering av vassdragstiltak*. Hentet fra NVE: <https://www.nve.no/vann-vassdrag-og-miljo/konsesjonspliktavurdering-av-vassdragstiltak/>
- NVE. (2021, April 30). *Kraftproduksjon*. Hentet fra NVE: <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/>

-
- NVE. (2021, Mars 13). *Reinvesteringsbehov, opprusting og utvidelse*. Hentet fra NVE: <https://www.nve.no/energiforsyning/kraftproduksjon/vannkraft/reinvesteringsbehov-opprusting-og-utvidelse/>
- Olje- og energidepartementet. (2019, Mars 20). *Norsk vannkraftshistorie på 5 minutter*. Hentet fra Regjeringen: <file:///Users/tonjecappelen/Zotero/storage/9SI86EWC/id2346106.html>
- Plan- og bygningsloven. (2009). Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven). *LOV-2008-06-27-71*.
- Regulation (EU) , 2. (Art. 12). REGULATION (EU) 2020/852 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL.
- Ruud, A., & Fjeldstad, H.-P. (2015). Vannforskriften og norsk vannkraftproduksjon. Kan miljødesign og funksjonsmål gi bedre planprosesser? *Vann*, ss. 152-162.
- Saunders et.al. (2016). *Research methods for business students. (7th ed.)*. Edinburgh: Pearson Education Ltd.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2016). *Research methods for business students. (7th ed.)*. Edinburgh: Pearson Education Ltd.
- Statkraft. (2021, Mai 25). *Nedre Røssåga vannkraftverk*. Hentet fra Statkraft: <https://www.statkraft.no/om-statkraft/hvor-vi-har-virksomhet/norge/nedre-rossaga-vannkraftverk/>
- Statnett. (2021, Mai 20). *NordLink*. Hentet fra Statnett: <https://www.statnett.no/vareprosjekter/mellomlandsforbindelser/nordlink/>
- Statnett. (2021, Mai 20). *North Sea Link*. Hentet fra Statnett: <https://www.statnett.no/vareprosjekter/mellomlandsforbindelser/north-sea-link/>
- Statnett. (2021, Mai 24). *Tall og data fra kraftsystemet*. Hentet fra Statnett: <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/tall-og-data-fra-kraftsystemet/#nordisk-kraftflyt>

Vannfallrettighetsloven. (1917). Lov om konsesjon for rettigheter til vannfall mv. (vannfallrettighetsloven). *LOV-1917-12-14-16*.

Vannforskriften. (2007). Forskrift om rammer for vannforvaltningen. *FOR-2006-12-15-1446*.

Vannressursloven. (2001). Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven). *LOV-2000-11-24-82*.

Vassdragsreguleringsloven. (1917). Lov om regulering og kraftutbygging i vassdrag (vassdragsreguleringsloven). *LOV-1917-12-14-17*.

Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and method (5th ed.)*. London: Sage.

Østlie, C. (2019, November). *Statkraft*. Hentet fra Energi: Har vi kraft nok til å møte fremtiden?: <https://www.statkraft.no/nyheter/nyheter-og-pressemedlinger/arkiv/2019/energi-har-vi-kraft-nok-til-a-mote-fremtiden/>

Appendiks A

Overblikk over informanter

Overblikk over informanter		
	Intervjuform / Litteraturform	Varighet / forfatter
Kommersielle		
K1	Video	55 min
K2	Video	34 min
Forskere		
F1	Video	43 min
Litteratur		
D1: <i>"Kan oppgradering av eksisterende vannkraft gjøre vindmøller overflødig?"</i>	Webinar	1 t 5 min / Atle Harby
D2: <i>"Increased generation from upgrading and extension projects"</i>	Artikkel	Leif Lia, Mikal Naug Aas, og Ånund Killingtveits
D3: <i>"Tilleggs-opplysninger fra K2"</i>	Internt dokument	K2
D4: <i>"Faktaark NVE"</i>	Rapport	Mette Eltvik Henriksen, Ann Myhrer Østenby og Seming Skau

Appendiks B

Intervjuguide for kommersielle aktører
Mulige spørsmål:
Kan du si litt om dine arbeidsoppgaver i [bedrift]?
Hva er dine tanker rundt potensialet for økt vannkraftproduksjon i Norge?
Hva er dine tanker rundt debatten som har pågått i det siste om potensialet for økt vannkraft i Norge gjennom opprustnings- og utvidelsesprosjekter?
Hva er dine tanker rundt anslaget på 20 til 30 TWh økt årlig produksjon gjennom O/U-prosjekter som blir lagt frem i Leif Lia et al. sin artikkel?
Opplever du at det er mye uenighet rundt potensialet for økt produksjon ved O/U-prosjekter internt i [bedrift]?
Hva er dine tanker rundt grunnrenteskatten?
Føler du at grunnrenteskatt er et hinder for potensielt lønnsomme og fornuftige utbygginger av vannkraft i Norge?
Har du noen eksempler på kraftverk som har nedskalert produksjon for å unngå grunnrenteskatten?
Hvordan foregår beslutningsprosessen ved O/U-prosjekter? Hvilke faktorer spiller inn på en slik avgjørelse?
Hva er dine tanker rundt miljødesign?
Hvordan forholder [Bedrift] seg til miljødesign?
Tror du at ny miljødesign metodikk i fremtiden kan bidra til å realisere mere av det uutnyttede potensialet for vannkraft i Norge? Hvorfor/hvorfor ikke?
Hvordan ser du for deg den fremtidige utviklingen til vannkraft i Norge?
Føler du det er noe mer vi burde spurt om? Sitter du inne med noe du gjerne ville ha sagt avslutningsvis?

Appendiks C

Intervjuguide forskere
Mulige spørsmål:
Kan du si litt om ditt arbeid innenfor dette feltet?
Hva er dine tanker rundt potensialet for økt vannkraftproduksjon i Norge?
Hva er dine tanker rundt debatten som har pågått i det siste om potensialet for økt vannkraft i Norge gjennom opprustnings- og utvidelsesprosjekter?
Hva er dine tanker rundt anslaget på 20 til 30 TWh økt årlig produksjon gjennom O/U-prosjekter som blir lagt frem i Leif Lia et al. sin artikkel?
Hva tror du er grunnen til den store forskjellen i anslag på potensialet for vannkraft i Norge?
Opplever du at det er mye uenighet rundt potensialet for økt produksjon ved O/U-prosjekter blant forskere i fagmiljøet?
Hva er dine tanker rundt grunnrenteskatten?
Føler du at grunnrenteskatt er et hinder for potensielt lønnsomme og fornuftige utbygginger av vannkraft i Norge?
Hva er dine tanker rundt miljødesign?
Tror du at ny miljødesign metodikk i fremtiden kan bidra til å realisere mere av det utnyttede potensialet for vannkraft i Norge? Hvorfor/hvorfor ikke?
Hvordan ser du for deg den fremtidige utviklingen til vannkraft i Norge?
Føler du det er noe mer vi burde spurt om? Sitter du inne med noe du gjerne ville ha sagt avslutningsvis?