



## **Markedsmuligheter i en sirkulær økonomi**

En analyse av hvilke faktorer som er avgjørende for om utrangerte elbilbatterier blir gjenbrukt eller går direkte til resirkulering

ANDERS RØNHOVDE STYVE &  
TOBIAS HONGANVIK ANDERSEN

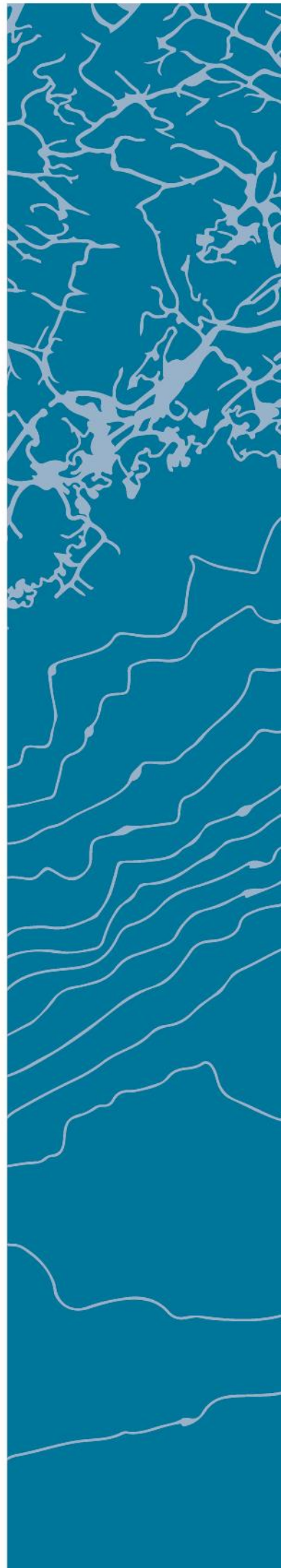
### VEILEDERE

Stina Torjesen & Sangeeta Singh

**Universitetet i Agder, 2018**

Handelshøyskolen ved UiA

Institutt for økonomi





## Forord

Denne masteroppgaven er utført som et avsluttende ledd i en femårig siviløkonomutdanning ved Handelshøyskolen, Universitetet i Agder. Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng innenfor vår valgte spesialisering kalt økonomisk styring, og er gjennomført våren 2018.

Få ting er vel mer dagsaktuelt og fremtidsrettet enn elbiler og utviklingen av både disse og batteriløsninger til andre formål. Det ble derfor et veldig enkelt valg når Glencore Nikkelverk i Kristiansand formidlet et ønske om få utredet en masteroppgave som kunne redegjøre for utviklingen av både elbiler og batteriløsninger.

At denne oppgavens temaer og bakgrunn har vært så moderne og relevant har gjort arbeidet veldig spennende, men samtidig også utfordrende. Det har på mange områder eksistert lite, eller utdatert, bakgrunnsinformasjon og tidligere forskning. Vi føler derimot likevel at vi med grundig og strukturert gjennomgang av tilgjengelig bakgrunnsinformasjon har utledet en oppgave med god støtte i virkeligheten.

Vi har med denne oppgaven hatt mange viktige støttespillere og bidragsytere. Innledningsvis vil vi takke alle respondentene som gjennom engasjerte og informative dybdeintervjuer har bidratt til å gjøre denne oppgaven enda mer solid. Vi ønsker også å takke Oluf Bøckman ved Glencore Nikkelverk for et utrolig spennende utgangspunkt for en oppgave, samt nyttige teorier og innspill underveis. Samtidig vil vi også takke venner og familie for god støtte underveis i oppgaveprosessen. Til slutt vil vi også takke våre engasjerte og dyktige veiledere Stina Torjesen og Sangeeta Singh ved UiA for innspill, motivasjon og produktive tilbakemeldinger gjennom hele arbeidet med oppgaven.

Kristiansand, 31. mai 2018

Anders Rønhovde Styve

Tobias Honganvik Andersen



## Sammendrag

Med over 7,6 milliarder mennesker på en jordklode med begrenset tilgang til mange ressurser er en nødvendige endringer i den økonomiske tankegangen. Mennesker har i århundrer levd etter en lineær økonomisk tankegang basert på kjøp, bruk og kast. Dette er ikke lenger holdbart, og skal vi klare å snu den negative trenden må en tenke nytt. En sirkulær økonomi fungerer etter prinsipper og mål om at ressurser forblir i det økonomiske kretsløpet lengst mulig. Redusert forbruk og gjenbruk er nøkkelbegreper for en bærekraftig framtid.

Denne oppgaven bygger på sirkulærøkonomiske konsepter og teorier. Formålet med oppgaven har vært å utlede hvilke faktorer som er de viktigste driverne frem mot år 2030 for hvor mange utrangerte elbilbatterier som blir gjenbrukt i annenhåndsinstallasjoner, og hvor mange som går direkte til resirkulering. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Glencore Nikkelverk i Kristiansand, som har hatt et ønske om å få utledet prognoser for når de kan forvente at et betydelig volum av utrangerte elbilbatterier er tilgjengelig for resirkulering.

Arbeidet med denne oppgaven er bygget på et teoretisk grunnlag bestående av sirkulærøkonomisk teori, konsumentteori, samt atferdsøkonomi og litteraturgjennomgang av rapporter om elbilutviklingen i Norge. Andre viktige faktorer som har blitt vektlagt er innførselen av smarte strømmålere (AMS) til forbrukere, samt endringer i det norske strømmarkedet. I tillegg er det blitt gjort dybdeintervjuer med åtte respondenter som har sin ekspertise fra flere relevante fagfelt innenfor den norske strømbransjen. Et underliggende formål har også vært å undersøke om økonomifaget er forberedt på de store skiftene i internasjonal økonomi som følge av økt bevissthet rundt ressursbruk og miljøvern.

Resultatene viser at det er tydelige tendenser til at den norske strømbransjen tenker miljøbevisst, og ser på elektrisitet og batterier som et gyllent supplement både til bedrifter og forbrukere. Det sås imidlertid tvil om utbredelsen av hjemmebatterier i norske hjem vil avta med det første. Det gis flere indikasjoner i analysene på at hovedvekten av utrangerte elbilbatterier vil gå direkte til resirkulering, heller enn å bli gjenbrukt i annenhåndsinstallasjoner.



# Innholdsfortegnelse

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Forord .....</b>  | <b>i</b>    |
| <b>Sammendrag.....</b>                                     | <b>iii</b>  |
| <b>Figur- og tabelliste .....</b>                          | <b>viii</b> |
| <b>1. Innledning.....</b>                                  | <b>1</b>    |
| 1.1 Tema og problemstilling .....                          | 2           |
| 1.2 Avgrensning av utredningen .....                       | 4           |
| 1.3 Valg av metode .....                                   | 4           |
| 1.4 Kapitteloversikt.....                                  | 5           |
| <b>2. Bakgrunn .....</b>                                   | <b>7</b>    |
| 2.1 Overgangen fra en lineær til en sirkulær økonomi ..... | 7           |
| 2.1.1 Sirkulærøkonomiens ulike deler.....                  | 9           |
| 2.1.2 Urban Mining.....                                    | 10          |
| 2.2 Second-Life.....                                       | 11          |
| 2.2.1 Standardiseringer .....                              | 12          |
| 2.2.2 Utfordringer.....                                    | 14          |
| 2.3 Muligheter for Glencore Nikkelverk .....               | 15          |
| <b>3. Teoretisk rammeverk .....</b>                        | <b>17</b>   |
| 3.1 Konsumentteori.....                                    | 17          |
| 3.2 Atferdsøkonomi .....                                   | 19          |
| 3.2.1 Grønne klimadytt .....                               | 21          |
| 3.3 Økonomiske modeller for en sirkulær økonomi .....      | 23          |
| 3.3.1 Smultringøkonomi.....                                | 24          |
| 3.4 Strømmarkedet i Norge.....                             | 26          |
| 3.4.1 Oppbygging og framtidsutsikter .....                 | 26          |
| 3.4.2 Avansert måle- og styringssystem (AMS) .....         | 29          |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.4.3     | <i>Utbredelsen av varmepumper i Norge</i> .....                                   | 29        |
| 3.5       | Elbilbatteriers faktiske levetid .....  | 31        |
| 3.6       | Hjemmebatterier .....   | 35        |
| 3.6.1     | <i>Introduksjon til hjemmebatterier</i> .....                                     | 35        |
| 3.6.2     | <i>Utfordringer og konkurrerende løsninger</i> .....                              | 36        |
| 3.6.3     | <i>Framtidsutsikter</i> .....   | 37        |
| 3.7       | Oppsummering av det teoretiske rammeverket .....                                  | 38        |
| <b>4.</b> | <b>Metode</b> .....   | <b>41</b> |
| 4.1       | Introduksjon .....  | 41        |
| 4.2       | Valg av forskningsdesign.....   | 42        |
| 4.3       | Forskningsmetode .....  | 42        |
| 4.4       | Datainnsamling .....  | 43        |
| 4.4.1     | <i>Innsamling av rapporter for dokumentanalyse</i> .....                          | 43        |
| 4.4.2     | <i>Utvelgning av enheter og variabler for dybdeintervjuer</i> .....               | 44        |
| 4.4.3     | <i>Intervjuets utforming og gjennomføring</i> .....                               | 46        |
| 4.4.4     | <i>Presentasjon av respondentene</i> .....  | 49        |
| 4.5       | Forskningsens kvalitet .....  | 50        |
| 4.5.1     | <i>Reliabilitet</i> .....   | 50        |
| 4.5.2     | <i>Validitet</i> .....  | 51        |
| 4.5.3     | <i>Overførbarhet</i> .....  | 51        |
| 4.5.4     | <i>Overensstemmelse</i> .....   | 52        |
| 4.6       | Oppsummering av metodekapittelet .....  | 52        |
| <b>5.</b> | <b>Presentasjon av data</b> .....   | <b>53</b> |
| 5.1       | Det norske strømmarkedet .....  | 53        |
| 5.1.1     | <i>Faktorer som vil påvirke den norske strømgransjen frem mot år 2030</i> .....   | 53        |
| 5.1.2     | <i>Betydningen av innføringen av avansert måle- og styringssystem (AMS)</i> ..... | 55        |
| 5.2       | Elbilutviklingen i Norge .....  | 58        |



|   |            |
|---|------------|
| 5.2.1 Dokumentanalyse om elbilutviklingen i Norge .....           | 58         |
| 5.2.2 Data om elbilmarkedet fra dybdeintervjuer.....              | 64         |
| 5.3 Utvikling i bruk av batterier.....                            | 67         |
| <b>6. Analyse.....</b>  | <b>75</b>  |
| 6.1 Analyse av det norske strømmarkedet .....                     | 75         |
| 6.2 Analyse av utviklingen i det norske elbilmarkedet.....        | 79         |
| 6.3 Analyse av utvikling og bruk av batterier.....                | 84         |
| <b>7. Konklusjon.....</b>   | <b>91</b>  |
| 7.1 Oppgavens konklusjon.....                                     | 91         |
| 7.1.1 Anbefalinger til Glencore Nikkelverk .....                  | 93         |
| 7.1.2 Økonomifaget i møte med prinsipper for sirkulærøkonomi..... | 94         |
| 7.2 Forslag til videre forskning.....                             | 95         |
| <b>8. Kildehenvisninger .....</b>                                 | <b>97</b>  |
| <b>9. Vedlegg.....</b>  | <b>103</b> |
| 9.1 Mail sendt til respondenter.....                              | 103        |
| 9.2 Informasjonsskriv til respondenter .....                      | 104        |
| 9.3 Intervjuguide sendt ut i forkant til respondenter.....        | 106        |
| 9.4 Refleksjonsnotater.....                                       | 108        |
| 9.4.1 Refleksjonsnotat Anders.....                                | 108        |
| 9.4.2 Refleksjonsnotat Tobias .....                               | 112        |

## Figur- og tabelliste

|   |    |
|---|----|
| Figur 1: Eterspørselskurven. ....   | 18 |
| Figur 2: Illustrasjon av smultringmodellen (Raworth, 2017). ....                          | 25 |
| Figur 3: Fordeling av strømavgiftene (NTE, 2015). ....                                    | 26 |
| Figur 4: Illustrasjon av abonnert effekt. ....  | 27 |
| Figur 5: Kraftprisen i løpet av to utvalgte døgn (Nord Pool, 2018a). ....                 | 28 |
| Figur 6: Tesla Model S/X kjørelengde og gjenstående batterikapasitet (Gordon, 2017). .... | 33 |
| Figur 7: Tesla Model S/X batteriets alder og gjenstående kapasitet (Gordon, 2017). ....   | 34 |
| Figur 8: Nissan Leaf gjenværende batterikapasitet over tid (Olsen, 2018). ....            | 34 |
| Figur 9: Oversikt over antall registrerte elbiler i Norge (SSB, 2018a). ....              | 59 |
| <br>  |    |
| Tabell 1: Oversikt over gjennomgåtte rapporter. ....                                      | 44 |
| Tabell 2: Oversikt over respondenter for dybdeintervjuer. ....                            | 49 |
| Tabell 3: Oversikt over prognoser for forventet elbilutvikling i Norge. ....              | 82 |

# 1. Innledning

I dette kapitlet vil vi presentere temaet, hensikten og problemstillingen for denne masteroppgaven. Videre vil vi beskrive og begrunne de avgrensningene vi har tatt, og deretter kort introdusere valg av metode og oppgavens struktur.

Antallet elbiler på norske veier har steget mye de siste årene, og utviklingen ser ikke ut til å avta. Ved inngangen til 2018 var det over 140 000 elbiler på norske veier, noe som tilsvarer en økning på over 40 % bare siden 2017 (SSB, 2018c). Utviklingen av elbiler og tilhørende teknologi har potensiale til å revolusjonere bilparken både i Norge og på verdensbasis. Vi ser også endringer i andre deler av samfunnet der resirkulering, gjenbruk og grønn konkurransekraft på få år har blitt nøkkelbegreper (Regjeringen, 2015). Innenfor økonomifaget skjer lignende omveltninger, der det oppstår nye økonomiske modeller og teorier som i større grad inkluderer sosiale og miljømessige faktorer i tillegg til den rene økonomisk vinningen.

Denne masteroppgaven og dens tema er en utredning som er gjort i samarbeid med Glencore Nikkelverk. Vi ble introdusert for en problemstilling som hadde fokus på når de kan forvente at store volum av brukte elbilbatteri vil være tilgjengelige for resirkulering. Denne oppgaven vil derfor blant annet by på analyser om strømmarkedet, elbiler og batterier, og hvordan framtidsutsiktene rundt disse faktorene vil se ut fram mot år 2030. Vi har altså valgt å utvide analysen ytterligere utover det som ble etterspurt av Glencore.

Gode svar på problemstillingen og forskningsspørsmålene våre vil potensielt være til stor nytte for, og berøre mange bedrifter og selskaper. Oppgaven vil også forhåpentligvis kunne ha potensiale til å bidra til en omlegging av den tradisjonelle økonomien vi har i dag.

## 1.1 Tema og problemstilling

Temaet for denne masteroppgaven er utviklingen av elbiler og batterier, hvilke muligheter disse kan komme til å gi frem mot år 2030, og hvordan denne utviklingen påvirker, og påvirkes av, den norske strømbransjen. Et underliggende tema er også om økonomifaget klarer å respondere til de store skiftene i mentalitet og fokus, eller om det trengs nye økonomiske teorier til å hjelpe med dette. Problemstillingen for oppgaven er:

*Hva er de viktigste driverne frem mot år 2030 for hvor mange elbilbatterier som blir gjenbrukt i annenhåndssituasjoner og hvor mange som går direkte til resirkulering?*

Vår valgte fremgangsmåte er å undersøke eksisterende teori om relevante temaer og i hvilken retning utviklingen av elbiler og elbilbatterier går. I oppgaven vil vi også intervju et utvalg av eksperter på området for å belyse hva de tror vil være de viktigste driverne i denne utviklingen, og sammenlikne dette opp mot funnene i det teoretiske rammeverket. Problemstillingen for oppgaven er ganske vid, derfor har vi valgt å formulere tre forskningsspørsmål som fokuserer på tre forskjellige kategorier innenfor vår problemstilling. Disse tre delene og forskningsspørsmålene har vi kategorisert til å handle om strøm, elbiler og batterier.

Det første forskningsspørsmålet vårt er:

*Hvilke endringer skjer i det norske strømmarkedet frem mot år 2030?*

Vi har valgt å formulere dette spørsmålet fordi det er mange endringer som skjer i den norske strømbransjen. Et eksempel er innføringen av smarte strømmålere (AMS), som ferdigstilles innen 2019, og som i langt større grad enn tidligere vil gi muligheter for forbrukere å kunne endre forbruksmønsteret sitt. I tillegg vil innføringen av smarte strømmålere kunne påvirke de som har elbil, da de kan spare ytterligere om de lader elbilen «på riktig tidspunkt». Generelt sett vil sannsynligvis strømmarkedet påvirkes av elbilene og av batterier som kommer, så det vil være relevant for oss å undersøke temaet ytterligere.

Det andre forskningsspørsmålet vårt er:

*Hvordan vil utviklingen i det norske elbilmarkedet se ut fram mot år 2030?*

Vi valgte dette spørsmålet fordi det vil være særdeles relevant for oss å finne volumet av elbiler i Norge, siden dette vil ha direkte sammenheng med antall brukte elbilbatterier som vil bli tilgjengelige de neste årene. Med dette spørsmålet ønsker vi ikke bare å få en idé om antallet elbiler vi kan forvente de neste årene, men vi er også interessert i å finne ut av utviklingen av elbilene og batteriene, spesielt med tanke på rekkevidde, levealder for batteriene og lignende. Alt dette vil være faktorer som påvirker når batteriene blir levert til resirkulering.

Det tredje og siste forskningsspørsmålet vårt er:

*Hvordan vil utviklingen av batterier og batteribruk utarte seg frem mot år 2030?*

Med dette spørsmålet ønsker vi å finne ut av hvor stort markedet vil være for å installere og bruke brukte elbilbatterier i annenhåndssituasjoner. Vi ønsker spesielt å finne ut om hjemmebatteriløsninger vil bli aktuelt for mange, men også om de brukte elbilbatteriene kan få et «second-life» hos større institusjoner som kraft-/nettselskap, sykehus, eller eventuelt i andre transportnæringer som båter eller fly. Konsekvensen av en slik utbredelse vil i så fall potensielt være at det utsetter tidspunktet for når batteriene må resirkuleres.

Utover disse forskningsspørsmålene så er det en underligge interesse å undersøke om den ordinære økonomiske teorien vil være like holdbar i en fremtid der en ser for seg et skifte fra en lineær- til en sirkulær-økonomisk tankegang. Vi har derfor som en del av vårt arbeid hatt et ønske om å gjennomgå klassiske økonomiske modeller og sammenligne disse med de modellene som finnes for sirkulærøkonomi. Dette har vi valgt å gjøre som et forsøk på å undersøke om den klassiske økonomiske teorien er dekkende for en oppgave som denne, eller om det finnes områder der den ikke er tilstrekkelig.

## **1.2 Avgrensning av utredningen**

På grunn av kapasitets- og tidsbegrensninger i gjennomføringen av denne masteroppgaven, har vi valgt å foreta noen avgrensninger. For det første har vi valgt å fokusere på helelektriske biler og tilhørende batterier, og ikke på andre alternativer som også finnes og som er på vei, som hybrid- og hydrogenbiler. Denne begrensningen er foretatt basert på at oppgaven vår sitt fokus først og fremst er på batteriene og ikke elbilene i seg selv. Hydrogenbiler har således ikke batterier, og hybridbiler har kun mindre batteripakker. I tillegg antyder den foreløpige utviklingen at elbiler vil kunne utkonkurrere hybridbiler i fremtiden.

Vi valgte videre å begrense vårt utvalg av respondenter og intervjuobjekter til spesialister og eksperter, hvor alle er tilknyttet strømbransjen. Vi valgte å gjøre dette da vi ønsket å ha et utvalg av respondenter som kunne belyse problemstillingen og forskningsspørsmålene både fra forbruker- og leverandørsiden. Vi vurderte likevel å inkludere representanter fra elbilforeningen, Tesla, Nissan og andre elbilleverandører. I tillegg vurderte vi tidlig i prosessen å inkludere forbrukere av elbiler som en del av respondentene våre. Grunnen til at vi velger å avgrense respondentene våre til folk i strømbransjen er fordi vi ønsket å sammenligne svarene deres for å undersøke hva det er enighet om, og hva det er større uenighet om. I tillegg finnes det allerede mye forskning, og en slags felles enighet om at elbiler er kommer for å bli, og vil utvikle seg raskt. Det er større usikkerhet knyttet til utviklingen av batterier og strømmarkedet. Dette er en av hovedgrunnene for at vi velger å intervju folk som har høy kompetanse på batterier og strøm, framfor elbilleverandører, elbileiere og andre.

## **1.3 Valg av metode**

I denne masteroppgaven er det benyttet kvalitativ metode. Grunnlaget for analysen vil hentes inn ved gjennomføring av dybdeintervjuer, og gjennomgang av dokumentanalyse og relevant teori. Vi vil gjennomføre totalt åtte semistrukturerte dybdeintervjuer, hvorav syv av intervjuene er med ansatte innenfor strømbransjen og ett av intervjuene vil være med en ekspert som jobber med forretningsutvikling og ny teknologi. Intervjuguiden er utarbeidet basert på relevant teori, empiri og informasjon om elbil- og strømmarkedet i Norge.

Dokumentanalysen vil ta utgangspunkt i fem forskjellige rapporter som handler om elbilmarkedet i Norge, og hvordan utviklingen kan komme til å se ut fram mot år 2030. Dette gjøres med grunnlag i at antallet elbilbatterier som vil være aktuelle for resirkulering har en direkte sammenheng med antallet elbiler på markedet. En av rapportene vi har tatt utgangspunkt i er utarbeidet av to studenter ved NMBU i en tidligere masteroppgave fra 2015. De fire andre rapportene er utarbeidet av statlige institusjoner i Norge, hvor disse har god oversikt over de relevante detaljene som vil være nødvendig ved fremstilling av en slik prognose.

Resultatene fra intervjuene og dokumentanalysen vil bli analysert ved hjelp av teori, empiri og bakgrunnsinformasjon for utredningen. I konklusjonen vil vi også presentere våre egne prognoser for elbilutviklingen frem mot år 2030, med utgangspunkt i dokumentanalysen.

#### **1.4 Kapitteloversikt**

Denne masteroppgaven er inndelt i syv hovedkapitler. Det første kapittelet består av en introduksjon, hvor vi har gitt en kort innledning til tema og problemstilling, inkludert tre forskningsspørsmål. Kapittel 2 gir en presentasjon av bakgrunnsinformasjon om hovedtemaene og teoretiske begreper som fungerer som fundamentet for denne oppgaven. I kapittel 3 presenteres det teoretiske rammeverket, som inneholder prognoser og de teoriene som på best mulig måte hjelper oss å besvare problemstillingen vår. Dette inkluderer blant annet konsumentteori og atferdsøkonomi. Kapittel 4 gir en gjennomgang av metoden vi har benyttet i denne masteroppgaven, hvilket forskningsdesign vi har valgt, samt vår fremgangsmåte for datainnsamling og en vurdering av forskningens kvalitet. I kapittel 5 presenterer vi data fra dokumentanalyse og dybdeintervju som ble gjennomført. Videre presenteres vår analyse av datamaterialet som er samlet inn i kapittel 6. Til slutt, i kapittel 6, oppsummeres de mest relevante funnene våre og i kapittel 7 presenteres oppgavens konklusjon.





## 2. Bakgrunn

### 2.1 Overgangen fra en lineær til en sirkulær økonomi

Det moderne samfunnet vi lever i har lenge vært preget av en tradisjonell lineær økonomi. En lineær økonomisk modell baserer seg på at man utvinner ressurser, produserer, bruker, og til slutt kvitter seg med ressursen (Klima- og miljødepartementet, 2016). En konsekvens av den lineære økonomiske tankegangen og overforbruket vi har hatt i verden i nyere tid, er at vi nå har overskredet flere av det som omtales som de planetariske grensene vi har. De grensene vi nå har overskredet på grunn av menneskelig aktivitet er klimaendring, tap av biosfærens integritet, endring av landsystemer og endrede biogeokjemiske sykluser (Steffen et al., 2015b). To av disse, klimaendring og biosfærens integritet er det forskere kaller for «kjernegrenser». Betydelig endringer i disse vil kunne endre jordens økosystem, og potensielt få store konsekvenser.

*Transgressing a boundary increases the risk that human activities could inadvertently drive the Earth System into a much less hospitable state, damaging efforts to reduce poverty and leading to a deterioration of human wellbeing in many parts of the world, including wealthy countries* (Steffen et al., 2015a).

Sitatet over er fra hovedforfatter av artikkelen «*Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*», Professor Will Steffen, forsker ved Stockholm Resilience Centre og ved Australian National University. Artikkelen gir en grundig gjennomgang av de rammeverkene som definerer hvor trygt det er å operere og arbeide i enkelt områder, med hensyn til jordens stabilitet og sikkerhet. Det snakkes i detalj om at ved vesentlig og vedvarende overtredelse av jordens grenser, har vi potensiale til å endre jordens tilgang på ressurser. Artikkelens formål er å få fram at vi mennesker bruker for mye ressurser, og at det er nødt til å skje en endring, fra den ordinære lineære økonomien vi har, for at ikke jordens ressurser skal bli brukt opp og ødelagt.

Et tiltak som ble satt i gang på bakgrunn av de endringene som skjer og har skjedd rundt ressurs og overforbruk, var vedtaket av Parisavtalen i 2015. «*Parisavtalen er en internasjonal klimaavtale som sørger for at verdens land klarer å begrense klimaendringene*» (FN-

sambandet, 2018). Det vil altså være rimelig å påstå at Parisavtalen støtter tankegangen om at en endring i ressursforbruket er nødt til å skje. Et av hovedpunktene i denne avtalen er at alle involverte land har sine forpliktelser. Det stilles blant annet krav til at alle land i FN skal lage en nasjonal plan for hvordan de skal kutte gassutslippene sine. Andre viktige punkt i avtalen er at landene skal lage en plan med forslag til hvordan fellesskapet skal klare å begrense den økende temperaturen på jorden til 1,5 varmegrad. Videre må de rike landene betale for å hjelpe de fattigere landene til å kutte utslippene. Parisavtalen handler i praksis om at alle land må tilpasse seg klimaendringene og gjøre sitt for å hjelpe (FN-sambandet, 2018). Dette er altså et eksempel på et annet tiltak som er gjort på grunnlag av at jordens befolkning bruker for mye ressurser ved å ha en lineær økonomi. Vi blir alle nødt til å gjøre endringer for å begrense de varige negative konsekvensene som potensielt vil komme i fremtiden.

Ifølge Ellen MacArthur-organisasjonen har lineærøkonomien sine røtter i den historiske ujevne fordelingen av rikdom geografisk sett. Forbrukere av ressurser har lenge i stor grad vært konsentrert i de mest utviklede områdene i vesten. Dette har blant annet gjort at materialene og ressursene i vesten har vært billige sammenlignet med kostnaden for arbeidskraft i fattigere områder i verden. Billig materiale og dyrt arbeid er et vanlig feiltrinn når det gjelder resirkulering og gjenbruk, hvor en konsekvens er et stort volum avfall. Organisasjonen argumenterer for at prinsippene som den lineære økonomien baseres ikke vil være bærekraftig i lengden. En konsekvens av dette har ført til en utvikling av nye økonomiske modeller som den nevnte sirkulære økonomien, hvor gjenbruk og resirkulering er viktigere enn tidligere. Dette henger også sammen med den stadig voksende befolkningen i verden og de begrensede ressursene planeten vår faktisk har (Sariatli, 2017).

Sirkulærøkonomi er et økonomisk prinsipp som har som mål at ressurser forblir i en økonomi lengst mulig. En sirkulær økonomi baserer seg på gjenbruk, reparasjoner, oppussing, forbedring og materialgjenvinning av utslitt eller ødelagt materiale. Dette skjer i en tenkt sirkel hvor færrest mulig av ressursene går tapt (Fjeldheim, 2015). I en sirkulær økonomi ønsker man seg bort fra den mer tradisjonelle lineære økonomien som enkelte tilhengere av sirkulærøkonomien vil kalle «bruk-og-kast-økonomi». Ressursene forblir i økonomien selv om de ikke nødvendigvis brukes til det som var det opprinnelige formålet. En konsekvens av dette er at en betrakter avfall som en råvare heller enn som et verdiløst biprodukt. En sirkulær økonomi handler også om økt kapasitetsbruk, nye og strengere krav til produkter og material,

og om å kunne se gode og smarte løsninger som kan gi nye muligheter (Agenda Magasin, 2016).

Ved en omstilling fra en lineær- til en sirkulær økonomi finnes det en rekke mulige tiltak. I desember 2015 ble en handlingsplan som var en del av en sirkulær økonomi-pakke lagt frem av Europakommisjonen. Her ble hele 54 tiltak lagt frem, i tillegg til konkrete forslag for å endre EUs avfallsregelverk (European Commission, 2018). De 54 punktene som ble presentert har som mål å dekke hele den sirkulære økonomien. Tiltakene er en konsekvens av at den globale konkurransen etter ressurser tilspisses. Målet er å videre forbedre den økonomiske og miljømessige samfunnsutviklingen ved å effektivisere ressursbruken, produksjon, forbruk og avfallsbehandling, i tillegg til å legge til rette for utvikling av nye forretningsmodeller og markeder (Klima- og miljødepartementet, 2016). Handlingsplanen ble som nevnt lagt frem allerede i slutten av 2015, og det er flere av tiltakene Europakommisjonen er i gang med å innføre som en del av overgangen til en mer sirkulær økonomi.

### ***2.1.1 Sirkulærøkonomiens ulike deler***

Sirkulærøkonomi er den overordnede fellesbetegnelse som består av totalt fem undergrupper relatert til gjenvinning og utvinning av ressurser fra avfall. Avfallsminimering er den største undergruppen. Ut ifra ordlyden er det enkelt å forstå at dette i det store og hele handler om å minimere mengden avfall. I produksjon av materialer og produkter handler det her om å kunne optimalisere ressurs- og energiforbruket, samt å minimere de totale miljøutslippene. Når det kommer til forbruk er fokus å motivere til et miljøbevisst forbruksmønster med mål om å redusere den generelle produksjonen av avfall (Cossu & Williams, 2015).

Den neste delen av sirkulærøkonomien kalles for ressursgjenoppbygging. Her ønsker man å fokusere på energien det er mulig å generere ved behandling og håndtering av avfall, samt gjenvinning av råmateriale som produkter er laget av. Resirkulering av materialer er neste steg. Formålet her er å forvandle en utvalgt type avfall om til materiale som kan brukes til å lage nye produkter. Emballasjeavfall som plast, papir, bokser og glass, utslitt olje, gamle bildekk, bildeler og batterier er typiske eksempler på materiale som brukes i denne type gjenvinning.

De to siste delene av en sirkulærøkonomi kalles for urban mining og landfill mining. Landfill mining vil si aktivitetene som involveres i utvinningen og prosesseringen av alt avfall som tidligere har blitt lagret på spesielle avfallsplasser, som kommunale avfallsplasser og avfallsanlegg. Urban mining er en utvidelse av dette. Her fokuseres det på prosessen ved å gjenvinne ulike materialer og elementer fra alle slags produkter. Disse materialene er en utrolig ressurs da konsentrasjonene av forskjellige deler ofte er like store eller større enn om man skulle ha utvunnet disse fra eksempelvis tradisjonell gruvedrift (Cossu & Williams, 2015).

### ***2.1.2 Urban Mining***

Som nevnt ovenfor handler sirkulærøkonomi om å bruke gamle ressurser og materiale om igjen, men ikke nødvendigvis til samme formål som tidligere. For å forklare hvordan dette vil fungere i praksis må en se nærmere på prosessen som omtales som urban mining. Urban mining handler om å skille ut råstoff og lignende fra et produkt for å bruke dette i andre produkter. Et eksempel på dette kan være at gullet i en ring som du har på hånden tidligere kan ha blitt brukt i et kretskort i en PC, i et batteri, eller i en mobiltelefon.

Urban mining er ikke begrenset til kun metaller, elektronikk og elektroniske produkter. Det er de samme løsningene og prinsippene som brukes i blant annet utskilling av plast og andre råstoffer som kan brukes til nye ting. Denne prosessen er altså særdeles viktig og nødvendig i dagens samfunn. Man bidrar til å spare miljøet og de begrensede ressursene det er mulig å utvinne, som f. eks gull via den mer tradisjonelle gruvedriften. Urban mining er også noe som bidrar til et økt antall arbeidsplasser, spesielt i avfallsindustrien da man trenger flere ansatte til å arbeide med gjenbruk og resirkulering av store mengder avfall (Thon, 2016).

Det er ikke kun miljømessige og ressursbesparende fordeler ved urban mining, det er også en ekstremt verdifull prosess sett fra et økonomisk perspektiv. Årlig bruker vi omtrent 320 tonn gull og 7 500 tonn sølv i produksjonen av elektriske produkter (Kalvø, 2016). Det er også store volumer av andre sjeldne jordmetaller som blir brukt i denne produksjonen. Samtidig som det brukes store mengder i produksjonen av disse, kastes det hvert år ca. 152 millioner mobiltelefoner, 52 millioner datamaskiner og 36 millioner elektriske skjermer. Dette er dog

ikke kun et problem, siden det gir en verdifull mulighet til å gjenvinne metallene i disse produktene. Den totale verdien av metaller vi kan gjenvinne fra elektrisk og elektronisk avfall, EE-avfall, er på hele 120 milliarder kroner på verdensbasis (Kalvø, 2016).

Per i dag er det bare omtrent 20 % av elektronisk avfall som blir gjenvunnet, ifølge en FN-rapport fra 2017. Ser en eksempelvis på mobiltelefoner viser rapporten at hele 9 av 10 telefoner aldri blir gjenvunnet. I teorien, om alle i verden hadde klart å gjenvinne alt elektrisk og elektronisk avfall, kunne dette utgjort en verdi på omtrent 600 milliarder kroner. Det vil være en stor utfordring og en nærmest umulig oppgave å klare å gjenvinne 100 % av EE-avfall, men potensialet og verdien av dette er stort. En positiv nyhet med på tanke på å øke gjenvinningen av EE-avfall er at stadige flere land innfører regler og lover som regulerer dette, noe som er et tydelig tegn på at vi beveger oss i riktig retning (Bjørndal, 2017).

## 2.2 Second-Life

Batterier i elbiler har ulik levetid, men de aller fleste er forventet å vare i minst 8 år, basert på de ulike garantiene til nye elbilbatterier. Det er foreløpig knyttet mye usikkerhet til batteriers faktiske levetid, da elbiler ikke har vært lenge nok på markedet til at dette er blitt gjennomgående undersøkt. De fleste elbilgarantier har en garantert gjenværende kapasitet på minst 70 % etter utløpet av garantitiden. Dette vil i mange tilfeller være for lite kapasitet for mange elbiler, men batteriene har fremdeles kapasitet til å kunne brukes i andre installasjoner (Forbrukerrådet, 2017). Dette kalles for «second-life», altså at gamle elbilbatterier får «et nytt liv» i forbindelse med at det brukes til noe nytt, framfor å bli resirkulert direkte etter at de er blitt for dårlige til bruk i elbiler. De gamle batteriene kan brukes til mye forskjellig, men det som er mest aktuelt, som det også fokuseres på i denne oppgaven, er som en ekstern strømkilde på hytter, eller som et ekstra batteri man har i hjemmet som man lader opp når strømprisen er lav, som man kan forbruke når strømprisen er høyere. Det kan også komme til å bli aktuelt å bruke gamle batterier som lades opp hjemme, via for eksempel et solcellepanel, til å lade opp elbilen sin hjemme, framfor ladning direkte fra strømnettet.

I dag er konseptet «second-life» fremdeles nytt og relativt fremmed for de fleste, men dette vil sannsynligvis bli et mer allment kjent begrep fremover. Det er først rundt år 2023 at man realistisk sett basert på batterigarantiene, kan se for seg at et større volum av utrangerte

elbilbatterier er tilgjengelige på markedet (Norsk elbilforening, 2017). Dette er en konsekvens av at elbilsalget i Norge virkelig begynte å vokse i år 2015, og fra da har vokst betydelig hvert år. Det er også svært sannsynlig at antallet elbiler registrert i Norge kommer til å øke ytterligere frem mot 2030. Denne utviklingen forsøker vi også å estimere senere i oppgaven, i analysekapittelet om elbilmarkedet i Norge.

Det er flere grunner til at den enkelte forbruker vil kunne tenke seg et «second-life» for sitt elbilbatteri når det ikke vil være godt nok til å kunne brukes i elbilen deres. Batteriene som brukes i elbiler er ofte forholdsvis dyre å produsere, og vil være en stor del av kostnaden når man kjøper en elbil i dag. Når batteriet ikke er godt nok til å brukes i elbilen lengre, vil det derfor i utgangspunktet være lite økonomisk rasjonelt for en forbruker å skulle levere det inn til gjenvinning hvis det fremdeles har en gjenværende kapasitet som er høy nok til å kunne brukes i andre installasjoner. Det vil derfor kunne være en motivasjon for en forbruker å vite at når den tid kommer vil det være mulig å bruke dette batteriet til et nytt formål som eksempelvis stasjonær lagring. Det er altså klart at batteriet vil ha en verdi etter at det er blitt ubrukelig i elbiler, og det kan også tenke seg at produsentene av elbilene, eller eventuelt nye aktører på markedet, vil se på det som aktuelt å kjøpe tilbake disse batteriene for å montere dem om til «second-life»-bruk (Spector, 2016).

### ***2.2.1 Standardiseringer***

I dag er det fremdeles ikke helt klart hvordan batteriene skal demonteres fra mobilt bruk i bilene for å bygges om til stasjonære batterier til lagring i hjemmet, men det forskes mye på området. Det knyttes også spørsmål til om kapasiteten til batteriene vil være like bra etter at denne prosessen er gjennomført. Samtidig er det også en problemstilling knyttet til standardisering av denne typen batterier blant de ulike produsentene. Markedet vil være avhengig av en viss grad av standardisering for å forsikre seg om at kundene vet hva de får for en gitt pris. Etter at batteriene blir tatt ut av elbilene vil det også være variasjoner i hvor stor kapasiteten på det brukte batteriet er, noe som igjen kan være med på å skape en markedsutfordring.

*Batteries are a lot like people: They each have their own individual state of health depending upon what they've been exposed to, and how they've been treated over the course of their life* (Spector, 2016, avsn. 2).

Utsagnet over av Ken Boyce, som arbeider med sikkerhetsstandarder for «second-life» batterier hos Underwriters Laboratories, et stort sikkerhets sertifiseringsfirma, gir oss en idé om utfordringene rundt standardiseringen av batteriene med tanke på kvalitet og kapasitet. Da sannsynligvis ingen av batteriene er blitt brukt og vedlikeholdt likt i løpet av batterienes tidligere bruk i en elbil, vil det følgelig bli vanskeligere å sette én standard for alle batteriene.

Det positive med tanke på standardisering av «second-life»-batterier er at dette ikke er noe helt nytt, og metodene som brukes for å teste helsen til batteriene er ikke for avanserte og vanskelige å gjennomføre. Det finnes allerede metoder for å spore antall ladninger og utladninger av batteriene, noe som vil være den største driveren for å fastslå kvaliteten til batteriet. Under disse prosessene kan man også finne ut om batteriene har vært utsatt for andre faktorer som gir det en unormal ytelse. En standard som utvikles kalles for UL 1974 og er en standard som skal sikre kvaliteten og kapasiteten til batteriene, noe som er til stor hjelp for å veilede utviklere av «second-life»-alternativer for elbilbatterier (Spector, 2016).

Underwriters Laboratories har brukt mange år på å utvikle standarden UL 1974 for «second-life»-batterier. En av grunnene til at det har vært veldig vanskelig å utvikle denne er fordi den er ganske forskjellig fra vanlige standarder. Den vanlige fremgangsmåten er å lage et sluttprodukt ut fra råvarer man har tilgjengelig, mens i denne prosessen skal man omdanne et allerede brukt produkt om til et annet, nytt produkt (UL, 2015).

Som nevnt tidligere går alle brukte elbilbatterier først gjennom en «helsevurdering», for å finne ut hvilken stand de er i før de blir brukt til å utvikle «second-life»-batterier. Her blir elbilbatteriene som ikke er egnet luket ut gjennom flere testprosesser. I disse prosessene ser man på hvilke batteripakker som kan bli byttet ut, og hvilke som er ubrukelige og må kastes eller leveres til gjenvinning. Den største utfordringen er å finne de metodene som er best egnet for å gjøre denne prosessen så effektivt som mulig og samtidig unngå destruering av batterier underveis.

Det er ikke bare standarden til batteriene det er utfordringer forbundet med, men også utfordringer knyttet til sikkerhet. Kjemikerne som arbeider, spesielt med litiumbatteriene, er utsatt for termisk rømling, som vil si at batteriene begynner å bli overopphetet på grunn av at indre komponenter feiler eller miljømessige forhold som høy temperatur. Dermed er det også en stor bekymring knyttet til å redusere slike situasjoner som et av utgangspunktene for overgangen fra elbilbatterier til «second-life»-batterier. Om ikke man var i stand til å sikre dette ville utplasseringen av «second-life»-batteriene blitt mye vanskeligere å få godkjent og gjennomførbart, da det ville oppstått både forbruker- og regulatoriske bekymringer (UL, 2015).

UL 1974-standarden er også kritisk for elbilprodusenter da det bidrar til en lengre økonomisk levetid for elbilene gjennom å etablere et marked for brukte elbilbatterier. Foreløpig finnes det ikke store distributører for second-life batterier, men Underwriters Laboratories har et samarbeid med University of California i San Diego som ligger i forkant av denne kommende utviklingen. Pilotprogrammet deres er blant de første i verden, og fokuserer på å inkludere second-life batterier i strømmettet på universitetets campus (UL, 2015). Underwriters Laboratories arbeidet med UL 1974 frem til slutten av 2016, som siden ble publisert, og gjort gjeldende fra begynnelsen av 2017.

### ***2.2.2 Utfordringer***

Som nevnt over er det flere utfordringer forbundet med utvikling, sikkerhet og bruk for «second-life»-batterier fra elbiler. På toppen av dette finnes det også utfordringer knyttet til økonomien i det, i tillegg til effekten og kapasiteten på de allerede brukte batteriene sammenlignet med nye batterier.

En av de største utfordringene for at «second-life»-batterier skal bli noe man kommer til å satse på de neste årene er for det første at det må være en økonomi i det. Det vil være relativt avgjørende at det ikke blir for dyrt å gjennomføre overgangen til eksterne løsninger. Om kostnaden blir høyere, samtidig som effekten og antall ladesykluser blir lavere, vil dette være sterke argument for å heller levere de brukte batteriene direkte til resirkulering. Det vil da være et bedre alternativ å utvikle samme type batterier fra nye og ubrukte ressurser, om dette skulle vise seg å være et både billigere og bedre alternativ (Valle, 2016).



Det argumenteres også for at det er mer miljøvennlig å resirkulere metallene for å bruke de i nyere produkter, framfor å utvinne mer. Litium, som er mye brukt i batterier, utvinnes fra malm- eller saltsjøer som har størst forekomst i Sør-Amerika. Resirkulerer man litium vil man således redusere denne utvinningen (Valle, 2016). Kobolt er et annet viktig grunnstoff i batterier som også utvinnes ved gruvedrift, særlig i Afrika. En artikkel hevder faktisk at opptil 95 % av et elbilbatteri kan gjenvinnes (Valle, 2016).

### **2.3 Muligheter for Glencore Nikkelverk**

Den opprinnelige problemstillingen vi fikk presentert fra Glencore Nikkelverk var:

*«Elbilbatterier: når kan vi forvente at store volum er tilgjengelig for resirkulering i Norden?»*

Problemstillingen har blitt omformulert i ettertid og fokuserer nå mer på hvilke faktorer som påvirker antallet elbilbatterier som går resirkulering og antallet batterier som blir brukt i annenhåndssituasjoner. Samtidig bærer den fremdeles preg av den ordinære problemstillingen som ble presentert fra Glencore.

Det Glencore og representanten deres var mest interessert i innledningsvis, var om det vil kunne lønne seg å starte å satse mer på resirkulering av elbilbatterier i nær fremtid, og om det vil komme store nok volum av brukte elbilbatterier inn til resirkulering hos dem. Dette er en relevant problemstilling for Glencore Nikkelverk, siden det finnes økonomiske muligheter for å profitere på å utvinne metaller som eksempelvis nikkel fra batteriene.

Det vil også være mye usikkerhet for Glencore knyttet til volumene de får inn, noe «second-life»-mulighetene for elbilbatteriene sterkt påvirker. Det positive for Glencore vil jo være at uansett om en del av elbilbatteriene blir brukt i annenhåndssituasjoner, vil ikke dette være tilfellet for absolutt alle batteriene. Samtidig som at de aller fleste elbilbatterier vil måtte gå til resirkulering til slutt, vil «second-life» bare utsetter tidspunktet, noe som er viktig fordi det er nå verden har fortrinnet. Med tanke på den voldsomme veksten i antall elbiler de siste årene, vil man derfor med relativt stor trygghet kunne si at antallet batterier Glencore får inn vil øke fremover.



### 3. Teoretisk rammeverk

I dette kapitlet vil vi gjennomgå det teoretiske rammeverket som er utgangspunktet for oppgaven. Først vil vi gjennomgå relevante økonomiske prinsipper og teorier i henholdsvis konsumentteori, atferdsøkonomi og økonomiske modeller for en sirkulær økonomi. Disse legger grunnlaget for mye av arbeidet med oppgaven, og står også sentralt i mye annen økonomisk forskning. Deretter vil vi gjennomgå de tre hovedkategoriene, strøm, elbil og batteri, hvor hver kategori er tilknyttet ett av våre forskningsspørsmål. Først vil vi presentere det norske strømmarkedet, dets oppbygging og utvikling, og hvordan endringer potensielt vil kunne være viktige faktorer som påvirker resultatene av denne oppgaven. Deretter presenteres et underkapittel om elbilbatterier, deres kapasitet og levetid, før kapitlet avsluttes med en del om hjemmebatterier og dets muligheter og utfordringer.

Innledningsvis har vi valgt å utlede en modell som et av flere utgangspunkt for denne forskningen. Denne modellen er meget enkel, men forklarer mye av det vi ønsker å undersøke, samtidig som mange av våre valg underveis vil være delvis begrunnet i denne modellen.

$$(Antall\ elbilbatterier\ totalt \div Antall\ elbilbatterier\ gjenbrukt) = Antall\ elbilbatterier\ til\ resirkulering$$

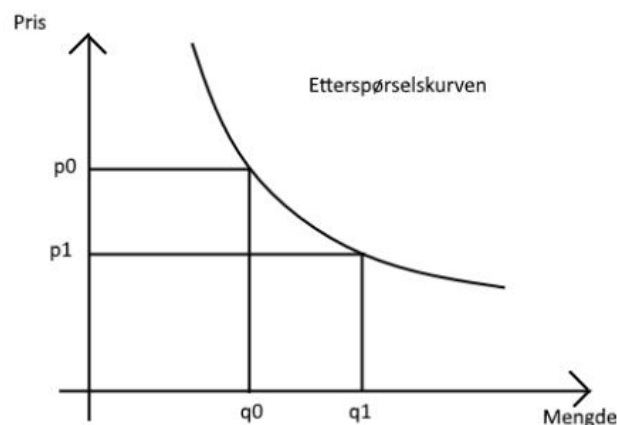
Som modellen tydelig viser, velger vi å anta at antall utrangerte elbilbatterier som går til resirkulering er et produkt av hvor mange elbilbatterier det finnes i omløp totalt, minus antallet batterier som blir gjenbruk i annenhåndssituasjoner.

#### 3.1 Konsumentteori

*Mennesker gjør valg. Men de treffes under begrensninger: (...) Bor man dyrt, avstår man fra andre materielle goder. Jobber man mye, avstår man fra verdifull fritid. Valg har en kostnad - man velger bort noe annet, noe man da ikke får (Riis & Moen, 2012, s. 11).*

Kjernen til forklaringer på hva som skjer i en økonomi kan i mange tilfeller tilbakeføres til menneskers valg, og hvorfor individer treffer de beslutningene de gjør. Det meste av all mikroøkonomisk analyse kan således forstås som teorien om individuelle valg. Mennesker velger strømleverandør, hvilken bil de vil kjøpe seg, hvor de vil plassere sparepengene sine, og om de vil installere solcellepanel på hyttetaket.

Mange av valgene som tas på daglig basis involverer også forbruksvarer som mat, klær og underholdningsartikler. Et sentralt hovedtrekk som gjenspeiler seg i de fleste situasjoner som involverer forbruksvarer, er den «gylne regelen» i mikroøkonomisk analyse om at etterspørselen etter en forbruksvare synker hvis prisen stiger tilsvarende. En snakker ofte om at etterspørselskurven er fallende. Dette kommer i mange tilfeller av at de fleste forbrukere har en begrenset inntekt som en velger å fordele på forskjellige områder. Dermed vil et opprettholdt konsum av en vare som stiger i pris ta en større relativ del av inntekten, og dermed vil det gjenstå mindre til andre varer. Et individs etterspørsel vil således være subjektiv, og speile dets personlige vurderinger (Riis & Moen, 2012, s. 53).



Figur 1: Etterspørselskurven.

Matematisk formuleres etterspørselskurven ved at etterspørselen beregnes som en funksjon av pris. Ved å bruke  $d$  som symbol for etterspørselen,  $p$  som symbol for prisen, og  $x$  som symbol for hvor mye et individ etterspør, kan et individs etterspørselskurve skrives på denne måten:

$$x = d(p)$$

Et annet sentralt begrep som også må redegjøres er individets marginale betalingsvilje. Enkelt forklart viser den hvor mye et individ er villig til å betale for én ekstra enhet av et gode. Et individ vil altså kjøpe flere enheter av et gode hvis hans/hennes marginale betalingsvilje er høyere enn prisen, og vice versa hvis prisen er høyere enn den marginale betalingsviljen. Dette vil derfor kunne illustreres i samme figur som for etterspørselskurven.

Det er klart at et individs marginale betalingsvilje vil være subjektiv, og således knyttet til det enkelte individs verdier og preferanser (Riis & Moen, 2012, s. 55). Selv om individets valg er subjektive, finnes det to sentrale forutsetninger for store deler av all mikroøkonomisk tenking. Den første forutsetningen er at individet opptrer rasjonelt, med andre ord tar beslutninger som er de mest hensiktsmessige gitt alle faktorer som ligger til grunn. Den andre forutsetningen er at individet alltid streber etter, og ønsker, nyttemaksimering. Definisjonen av nyttemaksimering er at et individ alltid velger de kombinasjonene av goder som gir høyest nytte (Riis & Moen, 2012). I mikroøkonomisk teori vil disse forutsetningene alltid være sentrale bærebjelker. Det vil likevel være vanskeligere å overholde disse forutsetningene i menneskers praktiske liv. Dette kommer av at mennesker til dels styres av følelser og intuisjon i større grad enn fornuft, og derfor vil ikke alle individer oppføre seg rasjonelt, og en del teorier og figurer fra mikroøkonomien vil utarte seg annerledes enn forventet i det praktiske dagliglivet.

### **3.2 Atferdsøkonomi**

Teoriene og idéene bak atferdsøkonomi er ikke nye, men det er først i nyere tid fagfeltet virkelig har slått rot som en fundamental del av økonomisk teori. Den verdenskjente økonomen Adam Smith, forfatter av verk som «*The Wealth of Nations*», skrev en mindre kjent bok med tittelen «*The Theory of Moral Sentiments*» i 1759. Denne boken omhandler psykologien rundt individers atferd og hvordan til dels irrasjonelle faktorer påvirker menneskers valg (Camerer, Loewenstein & Rabin, 2004, s. 5).

Formålet med atferdsøkonomi er at den ønsker å komplementere tradisjonelle økonomiske teorier heller enn å være et substitutt. Den ønsker å utdype og utfordre klassisk økonomi ved hjelp av konsepter fra flere andre fagfelt som psykologi og sosiologi. Som nevnt tidligere bygger mye av mikroøkonomisk teori på at individet til enhver tid opptrer rasjonelt og ønsker

å maksimere egen nytte. Realiteten kan være annerledes, siden et individs valg styres til dels av følelser, vaner og av ubevisste faktorer.

Diskusjonen om rasjonalitet og at et individ vanskelig kan opptre fullstendig rasjonelt i alle situasjoner ble for alvor satt på dagsorden av psykologen Herbert Simon. Han argumenterte for at det for et individ nesten er umulig å kunne opptre fullstendig nyttemaksimerende og rasjonelt, siden mennesket besitter en begrenset kognitiv kapasitet. Simon lanserte dermed en motvekt, en teori og modell som bygger på at mennesket velger utfall basert på et resultat som en oppfatter som «godt nok». Denne modellen kalles også for satisfisering, og har hatt stor betydning for moderne økonomisk tankegang (Heshmat, 2015).

Tapsaversjon er et annet begrep som kan spores helt tilbake til nevnte «*Theory of Moral Sentiments*» der Adam Smith skriver «*We suffer more, it is already observed, when we fall from a better to a worse situation, than we ever enjoy when we rise from a worse to a better*» (Haakonssen, 2002, s. 249). Dette utsagnet fra Smith er et klassisk eksempel på det som i norsk økonomisk teori kalles tapsaversjon. Bakgrunnen for dette begrepet er en grunnleggende underliggende antagelse om at mennesker misliker tap mer enn de liker tilsvarende gevinst. Et typisk eksempel er følelsen et menneske får av å finne en hundrelapp på gaten sett opp mot følelsen av å miste en hundrelapp. En direkte effekt av dette er at mange mennesker tilstreber å minimere sine tap framfor å maksimere sin gevinst.

Et fenomen som har en tydelig sammenheng til tapsaversjon refereres til som «the endowment effect», som direkte kan oversettes som *eierskapseffekten*. I korte trekk omfatter dette fenomenet at individer tenderer mot å sette ting man selv eier høyere enn sammenlignbare ting man ikke eier. Dette gjenspeiler menneskers betalingsvillighet. En studie utført ved Cornell University i Ithaca, USA, viser tydelig tendenser mot eierskapseffekten. I studien ble 22 studenter delt i to grupper der halvparten fikk utdelt en kaffekopp. Det ble deretter satt opp et marked der studentene kunne kjøpe og selge disse koppene til hverandre. Resultatene viste deretter at studentene som allerede hadde en kaffekopp ønsket en medianpris på 5,25 dollar, mens studenter uten kopp hadde en ønsket kjøpspris med en median på bare 2,25 2,75 dollar (Kahneman, Knetsch & Thaler, 1991, s. 195-196).

Slike fenomener som eierskapseffekter er en del av det atferdsøkonomien definerer som «framing effects», eller *rammeeffekter*, direkte oversatt. Slike rammeeffekter oppstår når menneskers preferanser påvirkes av hvordan alternativene er innrammet. Angner (2016, s. 54) beskriver et eksempel der en person er blitt tatt i å kjøre for fort med 180 km/t i en 100 km/t-sone. Likevel velger dommeren å redusere straffen, og begrunner dette med at hastigheten virket overdreven i km/t, men at det «ikke virket så galt» når hastighetene ble konvertert til miles per hour. Konvertert hastighet var 112 mph i en 62 mph-sone. Dermed kan det virke som om dommerens oppfatning av hvor alvorlig overtredelsen var, var avhengig av om hastigheten ble beskrevet i kilometer i timen eller i miles per hour. Et annet typisk eksempel er norske turister i utlandet. Eksempelvis nordmenn i Spania som er klar over at 1 euro tilsvarer ca. 9-10 norske kroner (per 06.04.2018), men allikevel har mindre problemer med å betale 2 euro enn 20 kroner for en brus, siden 2 er et lavere tall enn 20 og intuisjonen kan fortelle en at det er billigere.

Både konsumentteori og atferdsøkonomi er helt sentrale økonomiske prinsipper som mye av denne oppgaven bygger på. Mye av det vi innledningsvis ønsket å undersøke var om konvensjonelle økonomiske teorier, som konsumentteori, er holdbare også i de nye økonomiske skiftene som foregår, som eksempelvis sirkulærøkonomien. Formålet med denne oppgaven er blant annet å utlede hvor mange elbilbatterier som gjenbrukes og hvor mange som går direkte til resirkulering. Basert på dette valgte vi å inkludere klassisk konsumentteori for å blant annet hjelpe å predikere utviklingen i elbilsalg og salg av batteriløsninger. Likevel hadde vi innledende antagelser om at mye av det mer miljøvennlige grønne «skiftet» i økonomien baserer seg på forbrukeres atferd i større grad enn ved klassisk lineærøkonomisk tankegang. Vi valgte derfor å også inkludere teori basert på atferdsøkonomi for å undersøke om en kombinasjon av disse økonomiske modellene bedre kunne forklare vår overordnede problemstilling.

### **3.2.1 Grønne klimadytt**

En *dytt*, eller *dult*, kan direkte oversettes fra det engelske ordet «nudge». Dette begrepet kan innenfor atferdsøkonomien defineres som en faktor som betydelig endrer et individs atferd i en forutsigbar retning. I tillegg er en del av premisset for en slik dytt at alternative handlinger ikke skal forbyes, og økonomiske insentiver skal heller ikke endre betydelig. Valgarkitekturen

skal bli utformet slik at bestemte valg fremmes foran andre, slik at individers valg kan påvirkes (Thaler & Sunstein, 2008, s. 8).

Et mye brukt eksempel i litteratur og forskning som omhandler slike dytt stammer fra en flyplass i Amsterdam, hvor man klistret på en liten flue på urinalet ved flyplassens toaletter. Dette førte således til at mengden omkringliggende søl på gulvet ble redusert med hele 80 % (Pedersen & Jørgensen, 2013). Eksempler som dette kan direkte overføres til menneskers atferd når det gjelder klimapolitikk, ressursforbruk og miljøhensyn. Ved hjelp av slike velvalgte dytter kan en påvirke individers atferd i en retning uten å måtte ty til strenge regulatoriske innstramninger og endringer. I stedet kan en legge til rette for ønsket atferd, slik at individene tar de ønskede valgene basert på at de selv velger å gjøre det, heller enn at de må. En annen spesielt viktig faktor er det som i litteraturen omtales som «default»-valget eller *standardvalget*. Dette gjenspeiler den løsningen et individ velger dersom han eller hun ikke gjennomfører et aktivt og bevisst valg. Et konkret eksempel er bomringer, der bilister blir fakturert for hver passering hvis ikke de aktivt velger å inngå en form for abonnementsløsning. En må kunne anta at desto dårligere eller mindre lønnsomt standardvalget er, jo større sannsynlighet vil det være for at et individ tar en aktiv avgjørelse.

Annen relevant forskning som er gjort på området omfattes blant annet av en studie fra 2013. Der kunne noen forskere rapportere om hvordan endringer i energimerking på for eksempel tørketromler og vaskemaskiner førte til at forbrukere kjøpte mer energieffektive hvitevarer. Dette ble blant annet gjennomført i samarbeid med en elektronikkjede der den totale forventede kostnaden for et produkt ble oppgitt, i stedet for å bare oppgi innkjøpskostnaden. Dette gjorde forbrukere bevisste på at selv om en vaskemaskins innkjøpspris er lavere enn en annen, så kan totalprisen bli høyere hvis man regner med alle brukskostnader over et gitt antall år (Kallbekken, Sæler & Hermansen, 2013).

Slike klimavennlige dulter er allerede et mye brukt politisk virkemiddel i Norge. Det brukes i stor utstrekning for å tilrettelegge for en mer miljøvennlig tankegang og -hverdag for landets beboere. Dette gjøres blant annet i kollektivtransporten, der man i stedet for å pålegge folk å reise kollektivt, eller å hindre dem i å kjøre bil, velger å gi forbrukere en «dytt» ved å gjøre det spesielt dyrt å kjøre egen bil, særlig fossildrevne. Dette fører til at det for mange forbrukere til slutt blir så dyrt å kjøre egen bil, at et alternativ som kollektivtransport oppfattes som billigere. Dermed øker andelen som kjører kollektivt, samtidig som



klimagassutslippene reduseres. En litt motsatt måte å dytte forbrukeres atferd i en grønnere retning er å gjøre det mer fordelstult å kjøre utslippsfritt. Dette har blitt gjennomført i Norge i flere år allerede, blant annet ved store kostnadsreduseringer for kjøp av elbil, samt goder som gratis bomring, gratis parkering og tilgang til kollektivfelter (NAF, 2017).

Vi har ved denne oppgavens arbeid hatt innledende teorier om at det sannsynligvis må ligge slike klimavennlige dytter til grunn for at en skal kunne se en like stor økning i bruk av hjemmebatterier som det en har sett for elbiler. Norge har i mange år vært et av foregangslandene i verden når det gjelder å legge til rette for en omlegging fra en fossil- til en utslippsfri bilpark (Bentzrød, 2017). Skal behovet for, og ikke minst bruken av, hjemmebatterier bli utstrakt så må det sannsynligvis insentiver på plass i form av reguleringer i strømmarkedet som gjør det forholdsmessig «bedre» å eie et hjemmebatteri enn å ikke gjøre det.

### **3.3 Økonomiske modeller for en sirkulær økonomi**

En del av denne oppgavens arbeid har som nevnt vært å undersøke om den klassiske økonomiske teorien vil være like holdbar i en fremtid der en ser for seg et skifte fra en lineær- til en sirkulær-økonomisk tankegang. Vi har derfor som en del av vårt arbeid hatt et ønske om å gjennomgå de klassiske økonomiske modellene som eksempelvis konsumentteori, og sammenligne disse med de modellene som finnes for sirkulærøkonomien. Dette har vi valgt å gjøre som et forsøk på å undersøke om den klassiske økonomiske teorien er dekkende for en oppgave som denne, eller om det er mangler eller fenomener som den ikke kan forklare godt nok.

Mye av kritikken mot klassisk økonomisk teori er at mye av teorien bare delvis fungerer i praksis, siden mange av teoriene bare etterstreber økonomisk vekst for alt det er verdt og på bekostning av andre viktige faktorer. Det kreves ikke en økonom for å forstå at slik teori og slike holdninger ikke er holdbare i en verden med overpopulasjon, ressursknapphet og miljøutfordringer. Særlig ressursknapphet og miljøutfordringer er fenomener som gjenspeiles i denne oppgaven, da det danner en stor del av grunnlaget for utviklingen av en sirkulær-økonomisk tankegang. Som nevnt tidligere under kapitlene om sirkulærøkonomi og «second-life», så er optimal utnyttelse av ressurser og gjenbruk helt sentrale faktorer for å etterstrebe

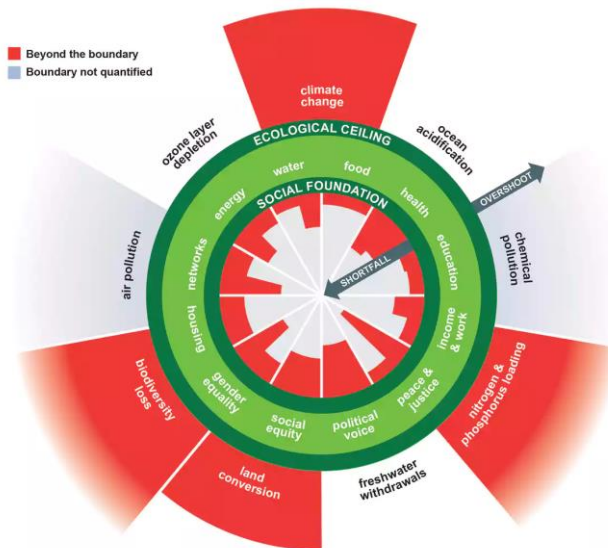
en bærekraftig framtid. Dette gjenspeiles også direkte i vår problemstilling, som omhandler faktorer som er relevante for om utrangerte elbilbatterier blir gjenbrukt eller går til resirkulering.

Vi har gjennom arbeidet med oppgaven forsøkt å søke etter økonomiske modeller som i større grad vektlegger en sirkulærøkonomisk tankegang, og som gir andre forklaringer på ulike fenomener. Dette har til dels vist seg å være utfordrende, da det etter vår oppfatning finnes lite teori lik den vi ønsker å undersøke. Dette er nok dels på grunn av vår uerfarenhet på området, men det kan også tyde på at dette er såpass nye fenomener og teorier at utfyllende forskning ikke har blitt gjennomført i samme grad som for klassisk økonomisk teori. Dette gjør at vi sannsynligvis i større grad enn vi hadde sett for oss må lene oss på klassisk økonomisk teori som fundament for denne oppgaven. Vårt søk etter teorier for sirkulærøkonomien har allikevel ikke vært uten resultater, og under vil vi presentere noen teorier og figurer som vi anser som relevant og et godt supplement for vårt arbeid med oppgaven.

### **3.3.1 Smultringøkonomi**

*Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist* er en bok skrevet av Kate Raworth ved Universitetet i Oxford. Den er utgitt i 2017, og må således anses som ny og høyaktuell når denne oppgaven skrives. Boken innleder med å støtte mye av kritikken mot klassiske økonomiske teorier ved å uttale at den ikke har vært dekkende og god nok til å forutse eller forhindre økonomiske kriser som eksempelvis finanskrisen i 07/08. Annen kritikk som også rettes mot de klassiske teoriene er at de nå er utdaterte og bygger på prinsipper om at alt fokus rettes mot økonomisk vekst, koste hva det koste vil. Dette har, ifølge boken, ført til at de rike har blitt rikere og de fattige har blitt fattigere, og at forskjellene bare øker. Forfatter Kate Raworth uttaler med denne boken at det er på tide med en omveltning av klassisk økonomisk teori slik at andre faktorer som bærekraft og miljø spiller en større rolle. Vi mener derfor at denne boken og teoriene den fremsetter vil være veldig relevante for vår oppgave der gjenbruk og resirkulering er sentrale faktorer som er direkte påvirkninger.

I boken fremlegger forfatteren en modell som direkte kan oversettes som «smultringmodellen» for økonomisk tenking. Det er allerede her klare paralleller til sirkulærøkonomien, siden begge i varierende grad bruker sirkler som metaforer for å forklare en økonomisk modell. Modellen er illustrert under.



Figur 2: Illustrasjon av smultringmodellen (Raworth, 2017).

Denne smultringmodellen er bygd opp av to mørke ringer, der den innerste ringen representerer de nødvendige ressursene som kreves for å kunne leve et tilfredsstillende liv. Viktige ressurser som inkluderes i denne ringen er primærbehov som mat, husly og rent vann. Ringen inkluderer også behov som energi, utdanning, demokrati og et helsevesen. Den ytterste ringen representerer jordklodens miljømessige begrensninger. Med det menes begrensninger i hvor mye klimaforandringer og forurensning og annen menneskelig påvirkning jordkloden «tåler». Det er i området mellom disse to ringene mennesker bør etterstrebe å leve, ifølge denne modellen. Samtidig bør også økonomiske modeller tilpasses til å hjelpe mennesker med å holde seg i det området (Monbiot, 2017).

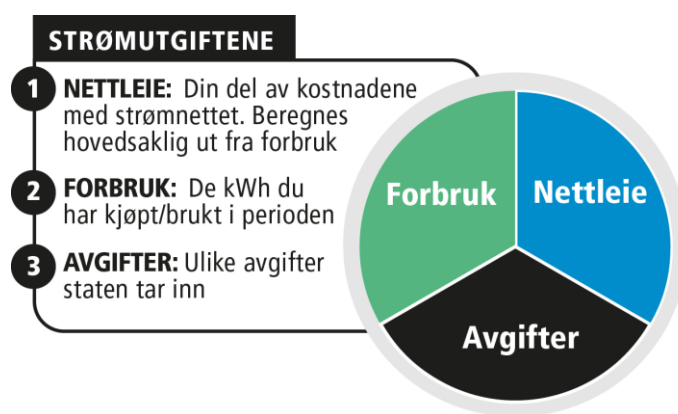
Denne modellen er et tydelig skritt i retning av at økonomien i større grad inkluderer viktige faktorer som miljømessig og sosial påvirkning i stedet for å bare fokusere på økonomisk vekst. Forhåpentligvis vil slike modeller i kombinasjon med klassisk økonomisk teori kunne hjelpe oss i å gjøre denne oppgaven så relevant og aktuell som mulig. Likevel kan det også knyttes usikkerhet til om en så abstrakt teori vil kunne være relevant nok for denne oppgaven. Uansett vil den nok være et godt supplement til konvensjonell økonomisk teori.

Neste delkapittel omhandler det norske strømmarkedet og hvordan vi betegner dette som en relevant faktor for å best kunne besvare vår problemstilling. Der vil vi gjennomgå hvordan strømmarkedet er oppbygd per i dag, og samtidig hvilke endringer som kommer i tiden fremover, og hvordan disse vil påvirke strømbransjen som en helhet.

### 3.4 Strømmarkedet i Norge

#### 3.4.1 Oppbygging og framtidsutsikter

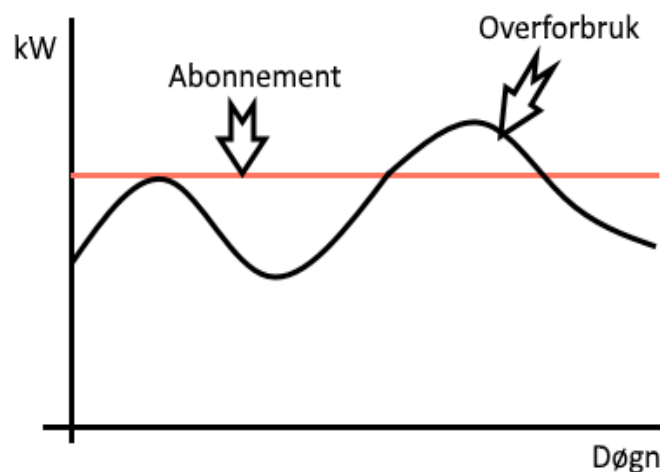
Det norske strømmarkedet er i 2018 inne i en periode med store endringer. Det vil sannsynligvis særlig komme endringer i det som omtales som nettleie. Som forbruker i Norge i dag betaler en i utgangspunktet for to produkter. En betaler kraftpris for strømmen en kjøper fra den kraftleverandøren en har valgt. I tillegg betaler forbrukeren også for transport av strømmen, såkalt nettleie. Denne nettleien betales til det lokale nettselskapet, og kan i utgangspunktet ikke reguleres av forbruker ved å bytte leverandør, slik som en kan med kraftleverandøren. Nettleien fastsettes av nettselskapet, men reguleres i grad av at Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) fastsetter hvor mye inntekt nettselskapene kan innhente fra sine kunder (NVE, 2018). Nettleien har historisk bestått av flere ledd. Inkludert i totalprisen er et energiledd, et effektledd og et fastledd.



Figur 3: Fordeling av strømutfiftene (NTE, 2015).

Strømforbruket i norske husholdninger har de siste årene blitt mer effektkrevende. Dette kommer av at det brukes mere strøm samtidig i kortere perioder i løpet av dagen. Typisk skjer dette på morgenen når mange husholdninger står opp, og det brukes mye strøm på oppvarming, matlaging og varmtvann. I tillegg brukes det mye strøm typisk etter jobb på ettermiddagene når det skal lages middag, vaskes klær og lignende. En del av denne økningen i strømforbruket kan direkte tilknyttes økningen av antall elbiler i norske husholdninger. Et resultat av dette vil være kapasitetsutfordringer i strømmettet når mange husholdninger skal lade elbilen sin samtidig.

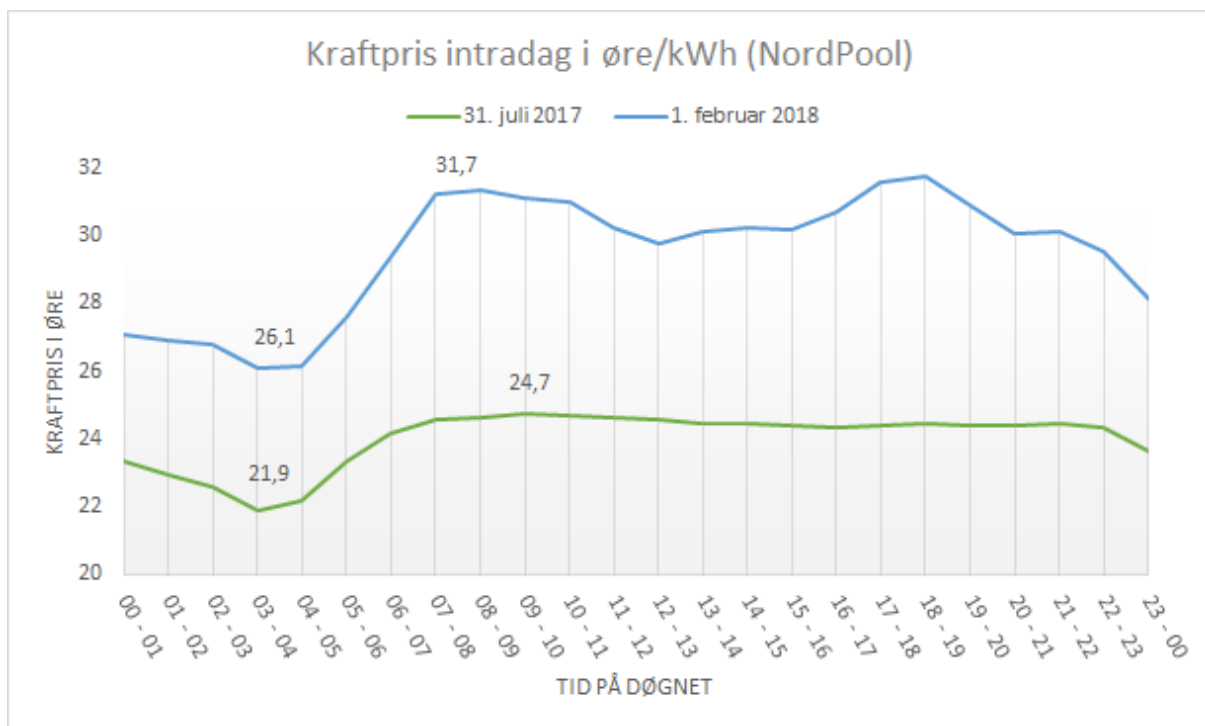
Som en konsekvens av dette la NVE 29.11.2017 frem et forslag til høring om endring av hvordan nettleien beregnes. Den største endringen som foreslås er å innføre abonnert effekt som tariffmodell for uttak i distribusjonsnett (NVE, 2017). En slik modell som fremlegges av NVE innebærer sannsynligvis en ordning lik den en kan se i mobil- og bredbåndsbransjen der forbrukere betaler et fast månedsbeløp for strømforbruket sitt, der bruk utover abonnementet tillegges en høyere nettleiepris. NVE begrunner dette blant annet med at de ønsker en utjevning av strømforbruket utover døgnet, samt at forbrukere betaler for maksimalt effektuttak. NVE ønsker et smartere energiforbruk og en mer rettferdig kostnadsfordeling mellom kundene.



Figur 4: Illustrasjon av abonnert effekt.

Et slikt scenario som skissert av NVE med en abonnementsmodell vil naturlig kunne gi insentiver for forbrukere til å i større grad forsøke å profitere på det faktum at strømprisen

varierer i løpet av et døgn. Grafene under viser gjennomsnittet av variasjonen i strømprisen i løpet av et døgn i henholdsvis juli 2017 og februar 2018 i Norge. Dataene er hentet direkte fra Nord Pool AS, som er markedsplassen der nordiske og baltiske strømlleverandører kjøper strømmen som de videreselger til forbrukere fra (Nord Pool, 2018a)



Figur 5: Kraftprisen i løpet av to utvalgte døgn (Nord Pool, 2018a).

Som en kan se fra disse grafene kan strømprisene variere med flere øre per kWh i løpet av et døgn. En rapport utarbeidet av NVE (2017), har gjennom modellanalyser kommet frem til at prisdifferansen på strøm gjennom et døgn fremover forventes å ligge rundt 5 øre/kWh for sluttbruker. Dette er anslagsvis på omtrent samme nivå som forskjellene i dagens strømpris. Det kommer videre frem i rapporten at det anslagsvis må ligge til grunn en forskjell på rundt 10 øre/kWh i løpet av et døgn med en forventet sluttpris på 90 øre/kWh for at det skal være økonomisk rasjonelt for en forbruker å flytte forbruket ved hjelp av et hjemmebatteri eller lignende (Henden et al., 2017, s. 15). Å flytte forbruket i denne forstand vil for eksempel være å kjøpe inn strøm eller lade batterier når strømprisen er lav, for deretter å bruke lagret strøm når strømprisen er høyere.

### **3.4.2 Avansert måle- og styringssystem (AMS)**

Innen utgangen av 2018 skal alle norske strømkunder ha fått installert nye, smarte strømmålere. I utgangspunktet skal dette gjelde for alle de 2,9 millionene registrerte strømmålerne som finnes, og utrullingene vil være blant de mest omfattende IT- og infrastrukturprosjektene i Norge noensinne (NVE, 2015).

De nye smarte strømmålerne muliggjør en mer nøyaktig, og ikke minst automatisk måleravlesning enn det som har vært praksis til nå. Vanlig praksis for forbrukere har vært at en må lese av målerstanden og manuelt sende denne inn til nettselskapet. Hvis ikke dette ble gjort ville strømselskapet beregne et estimert forbruk basert på forbrukernes historiske og forventede forbruk. Utrullingene av nye smarte strømmålere fører til at forbrukere ikke lenger behøver å sende inn forbruket sitt manuelt. Dette gjøres nemlig av måleren selv, som sender timebaserte målinger direkte til nettselskapet, som igjen deler disse målingene med forbrukernes kraftleverandør.

Hovedformålet med AMS er at det skal bli enklere for både forbruker og nettselskap å beregne det faktiske strømforbruket i løpet av en dag. Dette fører til at forbrukere bare betaler for det de faktisk forbruker. Andre muligheter som også oppstår i forbindelse med det nye systemet er at det vil bli lettere for sluttbrukere som også selv produserer strøm, gjennom for eksempel solceller, å mate overskuddsstrøm inn igjen i kraftnettet slik at denne kan selges. Et siste viktig formål med systemet er at det i stor grad muliggjør synkronisering med annen teknologi, som igjen fører til at sluttforbrukere kan få oversikt og styre strømforbruket sitt gjennom applikasjoner på internett eller mobiltelefoner. For nettselskapenes del vil også en viktig konsekvens være at tilgangen til detaljert informasjon om tilstander i nettet blir hurtigere og enklere. Dette vil igjen føre til at kostnader knyttet til drift og vedlikehold kan reduseres, og investeringer i kraftnettet kan utsettes (NVE, 2015).

### **3.4.3 Utbredelsen av varmepumper i Norge**

Det vil være naturlig å dra noen paralleller fra dagens situasjon med hjemmebatterier til varmepumpens inntog i Norge de siste 20 årene. Det er flere klare sammenhenger, der den kanskje viktigste er at begge produktene i hovedsak blir, eller ble, kjøpt inn for å spare strøm.

Det vil derimot også kunne nevnes noen vesentlige forskjeller mellom produktene, da hjemmebatterier også kan bli kjøpt på grunnlag av å kunne være selvforsynt ved hjelp av solcellepaneler og lignende, i tillegg til den rene økonomiske drivkraften eller motivasjonen. Hjemmebatterier kan også i større grad bli kjøpt inn som et ledd i et større moralsk perspektiv om å leve «grønnere» og tære mindre på klodens ressurser. Dette kapitlet vil derimot i hovedsak fokusere på det økonomiske aspektet ved å kjøpe hjemmebatterier eller varmepumper. Vi ønsker å undersøke likhetene og sammenhengene for å kunne utarbeide bedre og mer riktige prognoser av utviklingen av hjemmebatterier i norske husholdninger.

Det er ifølge Prognosesenteret (2017) installert over 900 000 varmepumper i husholdninger rundt om i Norge i dag. Hovedmotivasjonen for å kjøpe inn varmepumper vil naturligvis kunne antas å være å spare penger ved å kutte strømforbruket. Beregninger fra Enova anslår at en enebolig med et gjennomsnittlig årsforbruk av strøm på 25 000 kWh vil kunne spare 4 800 kWh ved å installere en såkalt luft-til-luft varmepumpe, som er den vanligste typen varmepumpe i private hjem. Investeringskostnader for luft-til-luft varmepumpe med levetid på 12-15 år er oppgitt av Enova til mellom 18-30 000 kroner totalt. Det er videre i Enovas beregninger oppgitt at en typisk husholdning da vil kunne spare 72 000 kroner i løpet av 15 år, eller 4 800 kroner i året. Det må påpekes at disse beregningene er gjort med en strømpris på 1 kr per kWh. Denne strømprisen kan derimot understøttes av rapporter fra SSB som konkluderer med at strømprisen, inkludert kraft, nettleie og avgifter, gjennomsnittlig var 98,4 øre per kWh 4. kvartal 2017 (SSB, 2018b). Dette forutsetter da selvsagt at alle partene av den totale strømprisen er basert på effektforbruk (kWh).

Med disse beregningene som grunnlag, vil det ligge et godt økonomisk insentiv til grunn for å investere i varmepumper. Det må derimot også nevnes at det er flere avgjørende faktorer som vil påvirke hvor mye en kan spare ved investering i varmepumpe, som for eksempel strømpris, årlig strømforbruk, klima og boligens størrelse. Uansett så vil en kunne anta at den rasjonelle forbruker vil kunne få økonomiske besparelser av å investere i varmepumpe.

Realiteten er derimot noe annerledes, og understøtter argumenter om at forbrukere ikke bare styres av rasjonell økonomisk tankegang, men også av impulser, innflytelser og andre utenforstående faktorer. I en rapport utarbeidet av SSB i 2013 kalt «*økonomiske analyser*» konkluderes det faktisk med at husholdninger med varmepumpe i gjennomsnitt bruker tilnærmet like mye strøm som husholdninger uten varmepumpe (SSB, 2013). Dette kommer



ifølge rapporten i hovedsak av at husholdninger med varmepumpe velger å øke komforten ved å holde en høyere innetemperatur. Det fremkommer at disse husholdningene holder en innetemperatur som gjennomsnittlig er 0,4 grader høyere enn husholdningene som ikke har varmepumpe.

Dette er en ekstremt interessant rapport som underbygger våre antagelser om at forbrukere ikke alltid ønsker å nyttemaksimere og handle rasjonelt, slik mikroøkonomisk teori tilsier. Vi mener også at det her bør kunne dras noen paralleller når prognoser for hvordan installasjon av hjemmebatterier i norske hjem skal utarbeides. Denne rapporten viser at forbrukere kan tendere til å ville opprettholde, eller øke, komforten framfor å kutte økonomiske kostnader.

### **3.5 Elbilbatteriers faktiske levetid**

De fleste elbilmodellene kommer med en batterigaranti på sine nye elbiler. De mest populære merkene og elbilmodellene i Norge er Nissan Leaf, Volkswagen e-Golf, Tesla Model S/X, BMW i3, Kia Soul og Renault Zoe (Vegvesen.no, 2018). Hvis man ser på nye elbiler av en av disse modellene får man oppgitt både en batterigaranti i forhold til varighet i antall år og kjørelengde i antall kilometer. Alle de modellene som er nevnt ovenfor har en oppgitt varighetsgaranti på 8 år, med unntak av Kia Soul som har en varighetsgaranti på 7 år. Det er større variasjon i oppgitte garantier for kjørelengde. Her har de fleste modeller nevnt ovenfor en oppgitt garanti på ca. 160 000 km. De som skiller seg ut er BMW i3 med 100 000 km og Tesla Model S/X som har ubegrenset kjørelengde (Forbrukerrådet, 2017).

Alle merkene har også en kapasitetsgaranti som er oppgitt for modellene sine. Her har de fleste modellene en relativt lik garanti på 66-70 % garantert kapasitet etter 7-8 år. Det er Tesla Model S/X som igjen skiller seg ut fra de andre merkene, da de ikke har noen oppgitt kapasitetsgaranti (Forbrukerrådet, 2017). Garantiene som er oppgitt ovenfor er alle innført på lanseringstidspunktet til de respektive modellene, hvor dette tidspunktet varierer en del mellom de ulike merkene. Garantiene er altså innført for en del år siden, unntaket er Renault Zoe som innførte nåværende garanti 01.10.2016.

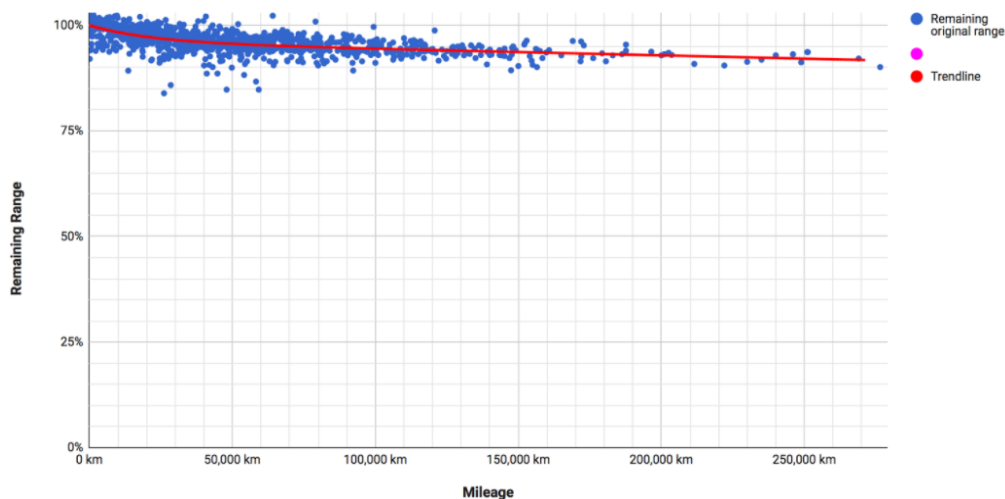
Det som er spennende med disse garantiene er at den generelle trenden er at enkelte av modellene kan synes å ha en langt høyere kapasitet etter et gitt antall år i forhold til hva som

er oppgitt av garantiene. De modellene det er blitt laget mest statistikk på er, ikke overraskende, Tesla Model S/X, da det er Tesla som har de batteriene med lengst rekkevidde og høyest kapasitet per dags dato, og Nissan Leaf som er den mest populære modellen i Norge. Det er gjennomført mye forskning på begge disse modellene, men det er også mye usikkerhet knyttet til denne forskningen da det per 2018 er et begrenset antall biler som har blitt brukt i minst 8 år, som er varighetsgarantien på disse modellene. Mye av forskningen er derfor mest basert på garantiene i forhold til kjørelengde, men også noe i forhold til alderen til modellene.

### ***3.5.1 Batterikapasitet Tesla Model S/X og Nissan Leaf***

Electrek, en nyhetsside som følger nøye med på overgangen fra fossildrevne biler til elektriske biler, har samlet inn mye data i forhold til Tesla Model S og X og utarbeidet statistikker på Tesla-batteriene. En del av statistikken viser at Tesla-batteriene mister omtrent 5 % av kapasiteten etter å ha kjørt 100 000 km. Ser en på batterikapasiteten etter lengre kjøring viser statistikken som er utarbeidet at heller ikke da vil kapasiteten ha sunket mye. Etter 300 000 km vil Tesla-batteriet bare ha mistet 10 % av kapasiteten, altså fremdeles ha omtrent 90 % gjenværende kapasitet på batteriet (Olsen, 2018).

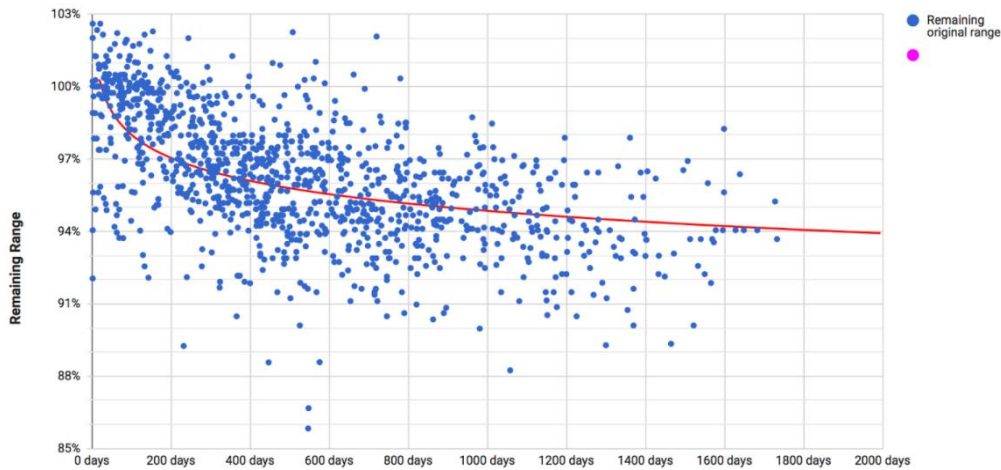
Grafen under viser gjenværende batterikapasitet på Tesla Model S/X etter et gitt antall kjørte kilometer. En kan se at majoriteten av Tesla-sjåførene har nådd 100 000 km og hatt et maksimalt tap på 10 % batterikapasitet. Man kan også se at noen få av sjåførene har kjørt over 200 000 km og fremdeles har opptil 90 % kapasitet igjen (Gordon, 2017).



Figur 6: Tesla Model S/X kjørelengde og gjenstående batterikapasitet (Gordon, 2017).

Det har også blitt laget noe statistikk for gjenstående kapasitet på Tesla-batteriene basert på bilens alder. Som nevnt tidligere er det vanskelig å lage noe fullverdig data, da det per dags dato er et svært begrenset antall Teslaer som har blitt kjørt i 8 år, som er den oppgitte garantien. Selv om det er mye usikkerhet, kan man se på dataen at det begynner å utforme seg et mønster som gir verdifull innsikt i batterikapasitet og levetid. Uansett vil det være en usikkerhet i hvordan grafen vil endre seg de neste årene.

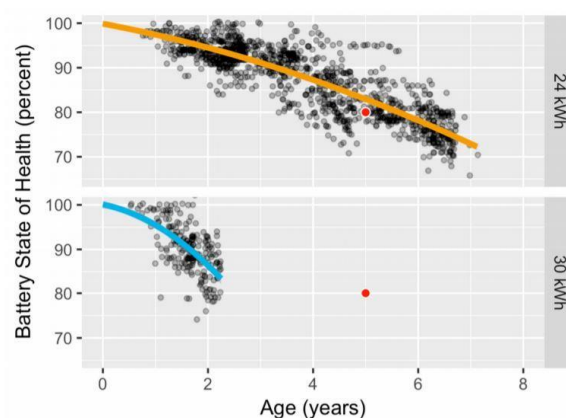
Grafen under viser batterikapasiteten på Tesla Model S/X basert på antall dager bruk. De siste punktene er på omtrent 1750 dager, noe som vil tilsvare ca. 5 år. Majoriteten av brukerne har et 1-3 år gammelt batteri med alt mellom 91 % til 98 % gjenværende kapasitet. En ser også at det er en liten andel av brukerne som har et batteri som er opptil 5 år gammelt, som fortsatt har en gjenværende kapasitet på 94-95 % (Gordon, 2017).



Figur 7: Tesla Model S/X batteriets alder og gjenstående kapasitet (Gordon, 2017).

Nissan Leaf-modellene kan imidlertid se ut til å ikke holde like bra på batterikapasiteten som Teslas batterier. En studie fra første kvartal i 2018 fra Electrek konkluderte med at Nissan Leaf sine 24 kWh-varianten tapte seg med 3,1 % i året, mens de nye oppdaterte 30 kWh-variantene hadde et langt større tap på gjennomsnittlig 9,9 % i året. Den første varianten hadde altså nådd omtrent 80 % kapasitet etter fem års bruk, mens den nye varianten var nede på 80 % kapasitet allerede etter to år (Lambert, 2018). Denne studien er riktignok ikke faglig ferdigstilt enda, men den antyder at Nissan Leaf sine batterier taper seg langt raskere sammenlignet med Tesla Model S/X sine batterier.

Grafen under viser helsetilstanden til Nissan Leaf 24 kWh- og 30 kWh-modellene. Vi ser at begge variantene har et relativt høyt kapasitetstap, men at 30 kWh-modellen taper seg langt raskere (Olsen, 2018).



Figur 8: Nissan Leaf gjenværende batterikapasitet over tid (Olsen, 2018).

### **3.5.2 Gjennomsnittsalder på personbiler i Norge**

Gjennomsnittsalderen ved vraking var henholdsvis 18,3 år for personbiler og 15,3 år for varebiler i Norge i 2016 (SSB, 2017). Slik det ser ut nå vil det bli flere og flere elbiler i Norge de neste årene, og hvis det viser seg at disse har en lengre levealder enn vanlige personbiler, vil gjennomsnittsalderen ved vraking ha potensiale for å øke noe. Det vil også være rimelig å antyde at batteriteknologien til Tesla er den beste på markedet nå, og hvis flere av de andre merkene og modellene klarer å utvikle batteriene sine til å være i nærheten av Teslas kapasitet etter et gitt antall år, vil vi kunne få et betydelig antall personbiler som potensielt vil kunne ha en lang levealder.

I rapporten «*Exploring Electric Vehicle Battery Life, Degradation, And Developments*» (2017), argumenterer Joshua Gordon for at delvis utladning av elbilbatterier kan øke batteriets levetid vesentlig. Et eksempel er at mange lader elbilen sin til 100 % for så å lade den fullt igjen når den er helt tom. Ved å gjøre dette vil batteriet typisk kunne ha mellom 300-500 sykluser (ladninger) før det blir ødelagt. Om man derimot klarer å holde og lade batteriet konsekvent til ca. 50 % kan man forvente at levealderen øker betydelig, opptil 3-4 ganger så lenge. Om denne teorien faktisk stemmer vil man ha muligheten for at elbilbatterier varer i 25-30 år, før de ikke lengre kan brukes i elbilen (Gordon, 2017). Dette vil bety at i de aller fleste tilfeller vil batteriet vare lengre enn det bilen gjør, og muligheten for å øke levealderen til bilen øker betraktelig. Alt dette vil jo være veldig usikkert, da elbiler ikke har eksistert så lenge foreløpig, men muligheten er der og det vil kunne revolusjonære bilindustrien i fremtiden, og utsette tidspunktet for resirkulering av batterier betraktelig.

## **3.6 Hjemmebatterier**

### **3.6.1 Introduksjon til hjemmebatterier**

Tradisjonelt sett har utbredelsen av hjemmebatterier i husholdninger i Norge vært lav. Dette skyldes nok at bruk av hjemmebatterier er et relativt nytt fenomen, men samtidig har også Norge svært lave strømpriser med liten variasjon som gjør at behovet for hjemmebatterier vil være lavere enn i andre land. Utbredelsen av hjemmebatterier har således i hovedsak vært i

forbindelse med solcellepaneler eller lignende små kraftverk, men nå lanseres det flere hjemmebatterier til privat bruk.

Per dags dato finnes det flere aktører som på hjemmebatterimarkedet. Inkludert er også flere elbilprodusenter, som aner markedsmuligheter i andre sektorer enn kun i bilbransjen. De to foreløpig største og mest relevante elbilaktørene som har trådt inn i hjemmebatterimarkedet er Tesla og Nissan, sistnevnte i samarbeid med Eaton. Tesla sin løsning kalles «Tesla Powerwall», og er et batteri på 115 cm x 75,5 cm x 15,5 cm med en nyttekapasitet på 13,5 kWh og en vekt på 125 kg. Powerwall er ment for å kunne henge på veggen, og Tesla lover 10 års garanti, samt en skalerbarhet som innebærer at en kan sammenkoble opptil 10 enheter i en større sammensetning (Tesla, 2018). Nissan og Eatons løsning kalles «xStorage» og måler 123 cm x 89 cm x 22 cm, med en vekt på 135 kg. Det tilbys to forskjellige typer av dette batteriet, et oppsett med 4,2 kWh, og et med 6 kWh. Prisene for batteriene er oppgitt til 66 200 kr for Tesla Powerwall og ca. 38 500 kr for Nissan xStorage, og skal inkludere alt man trenger av utstyr, samt installasjon (Nissan, 2018a).

### ***3.6.2 Utfordringer og konkurrerende løsninger***

I utgangspunktet må en kunne betrakte disse batteriløsningene som relativt dyre investeringer. Eksempelvis vil et Powerwall-batteri med kapasitet på 13,5 kWh til enhver tid kunne holde strøm tilsvarende 13,5 kroner, gitt en strømpris inkl. alle avgifter på 1 kr per kilowatttime. Som vi gjennomgikk under kapittel 3.4, varierer heller ikke strømprisen i Norge med særlig mye i løpet av et gitt døgn. Den 31. juli 2017 var bunn og topp på strømprisen intradag på henholdsvis 21,9 og 24,7 øre/kWh (Nord Pool, 2018b). Teknisk sett ville da batteriet kunne blitt fylt opp ved den laveste strømprisen, og således spart  $(13,5 \text{ kWh} \times 24,7 \text{ øre/kWh}) - (13,5 \text{ kWh} \times 21,9 \text{ øre/kWh}) = 37 \text{ øre}$ . Dette er et veldig enkelt eksempel, da det er flere faktorer som nettleie og avgifter som øker den faktiske strømprisen. Likevel viser eksempelet at en teoretisk besparelse på noen øre, eller kroner, per dag vanskelig kan forsvare investeringskostnaden på 66 200 kroner.

En direkte konkurrerende utfordrer til hjemmebatterier vil være batteriet som sitter i selve elbilen. Det utvikles per dags dato løsninger for systemer der en kan bruke batteriet i elbilen til å tilbakeføre strøm til husholdningens strømmnett. Dette kalles «Vehicle to Grid» (V2G), og

kan potensielt øke strømnnettets robusthet og pålitelighet, samtidig som det i noen tilfeller også kan føre til at forbruker faktisk kan tjene penger på å selge strøm tilbake til nettet. Nissan og den britiske strømleverandøren OVO Energy er langt fremme på dette området, og OVO lanserte i 2018 det de hevder er verdens første hjemmelader til elbil som kan føre strøm både til og fra elbil og strømnettet (OVO Energy, 2018). I teorien skal dette kunne føre til at elbileiere skal kunne lade elbilen opp når strømmen er billig, og selge når den er dyr. Norges mest populære elbil, Nissan Leaf (Elbilstatistikk.no, 2018), sin nyeste modell har et batteri på 40 kWh (Nissan, 2018b). Dette er betraktelig høyere kapasitet enn ovennevnte Tesla Powerwall med sine 13,5 kWh, og vil potensielt kunne gi mye større utslag i kostnadsbesparelse ved å profittere på varierende strømpris. I tillegg er jo også elbilen potensielt en ressurs som kan brukes til veldig mye annet, og vil etter all sannsynlighet ha et mye høyere markedspotensiale enn et hjemmebatteri.

Gjenvinning av batterier i elbiler er også en mulighet som kan redusere muligheten for å gjenbruke elbilbatterier på nytt i annenhåndsinstallasjoner. Gjenvinning av batterier i konvensjonelle biler er allerede godt utbredt, og mye av teknologien kan direkte overføres til elbilbatterier. En rapport fra Lux Research (2016) undersøker akkurat dette temaet, og konkluderer med at frem mot år 2035 vil gjenvinning, heller enn gjenbruk, av elbilbatterier være det mest økonomisk lønnsomme og det beste alternativet. Rapporten peker blant annet på at med de fallende batteriprisene finnes det liten, eller ingen, økonomi i gjenbruk. Andre faktorer som også fremheves i rapporten er at størsteparten av elbilbatteriet kan resirkuleres, samt at det foreløpig ikke finnes gode, bransjedekkende standarder. Særlig det siste punktet forsterkes også av at Tesla, et av elbilbransjens ledende selskaper, ser ut til å gå for et «closed-loop» resirkuleringssystem der de brukte elbilbatteriene blir resirkulert istedenfor å bli gjenbrukt i andre installasjoner (Kelty, 2011).

### ***3.6.3 Framtidsutsikter***

I fremtiden vil sannsynligvis slike hjemmebatteriløsninger bli mer relevante også for det norske markedet. Man ser allerede at flere ledd trekker mot at slike løsninger potensielt kan lønne seg økonomisk. Blant annet arbeides det per dags dato med å få til en endring i hvordan forbrukere betaler nettleie. Dette handler i hovedsak om innføring av effekttariffering der forbrukere gis insentiv til å fordele strømforbruket sitt utover dagen. I tillegg skal etter planen

alle norske husstander ha fått innført nye smarte strømmålere (AMS) i løpet av 2018/19. En av mange fordeler med disse systemene er at de måler strømforbruket per time, som gir mulighet til større og bedre interaksjon fra forbruker (NVE, 2015).

En siste viktig faktor som taler for at hjemmebatterier kan bli mer lønnsomme i fremtiden er den stadig synkende prisen på batterier. Spesielt litium-ion batterier, som er den mest brukte løsningen i elbiler, har hatt en sterkt fallende pristrend de siste 20 årene. Prisen på batterier måles ofte i dollar (eller kroner) per kilowatttime. Ifølge studier hadde vi i 2017 de billigste batteriprisene noensinne, og trenden ser ikke ut til å avta med det første. I 2017 var gjennomsnittsprisen på \$ 209 per kilowatttime, eller 1 645 kr (per 23.04.18). Denne gjennomsnittsprisen er ned med hele 24 % på bare ett år, siden 2016, og studien anslår at prisen vil falle under \$ 100 per kWh før år 2025 (Chediak, 2017).

### **3.7 Oppsummering av det teoretiske rammeverket**

Gjennom arbeidet med det teoretiske rammeverket for denne oppgaven har vi kommet frem til mye relevant informasjon som vil danne et godt grunnlag for videre arbeid. Første del av teorien fokuserte på den klassiske konsumentteorien, samt atferdsøkonomi. Her diskuterte vi blant annet menneskers valg og hvorfor en treffer beslutninger som en gjør. Vi utledet også etterspørselskurver og et individs marginale betalingsvilje. Konsumentteorien ble valgt som en viktig del av denne oppgaven fordi den forklarer mange av aspektene ved erverv av et gode, som for eksempel en elbil. Videre valgte vi også å inkludere et kapittel om atferdsøkonomi. Dette fordi vi var av den oppfatning at et skifte fra klassisk lineær-økonomisk tankegang til en mer miljøbevisst sirkulærøkonomi vil innebære at en større del av forbrukeres atferd og avgjørelser må suppleres med teori fra atferdsøkonomi.

Videre gikk vi gjennom økonomiske modeller for en sirkulær økonomi, der vi utledet mulighetene, men også utfordringene, disse innebærer. De tre siste kapitlene under det teoretiske rammeverket er kategorisert omtrent tilsvarende de tre kategoriene vi har brukt gjennom hele oppgaven; strøm, elbiler og elbilbatterier. Her gikk vi gjennom eksisterende teori og analyser for de gjeldende temaene, for å danne et grunnlag som vi senere kan bygge våre egne analyser på. Alt dette ble gjort med bakgrunn i vår problemstilling om hvilke



faktorer som påvirker hvor mange utrangerte elbilbatterier som blir gjenbrukt, og hvor mange som går direkte til resirkulering.

I neste kapittel gjennomgår og begrunner vi våre valg av metode. I den forbindelse forklarer vi hvordan vi gikk frem for informasjonsinnhenting, samt hvilke metoder som ble brukt, og hvilke valg som ble tatt.



## 4. Metode

### 4.1 Introduksjon

For å gjennomføre et forskningsprosjekt som denne masteroppgaven, så må det benyttes en form for metode. Slik metode kan ses på som et verktøy for å tilegne seg større innsikt og kunnskap om et tema eller innenfor et felt. Innfelt i denne prosessen ligger blant annet kunnskap om hvordan en innhenter, organiserer og tolker informasjon (Larsen, 2007, s. 17). Samfunnsvitenskapelig metode handler altså om hvordan en skal gå fram, og ved hjelp av hvilke verktøy, en skal innhente og ikke minst analysere informasjon, eller data, om virkeligheten rundt seg (Johannessen, Kristoffersen & Tufte, 2004, s. 32).

I dette kapittelet vil vi presentere og begrunne vårt valg av metode, hvorfor vi har valgt å gjennomføre semistrukturerte dybdeintervjuer, samt hvilket forskningsdesign og hvilke metoder vi har valgt å benytte for datainnsamling. Vi vil også redegjøre for vårt valg av utvalg for dybdeintervjuene og kort fremstille fremgangsmåtene våre i datainnsamlingsprosessen.

Vi har valgt å dele denne oppgaven opp i to metoder for informasjonsinnhenting. Den første delen vil bestå av en dokumentanalyse, og den andre av semistrukturerte dybdeintervjuer med et utvalg respondenter. Grunnen til at vi har valgt å gjøre det slik er enkelt forklart at denne oppgaven bygger på en antagelse om at antall utrangerte elbilbatterier som går til resirkulering er et produkt av antall elbilbatterier som finnes, minus antallet av de batteriene som blir brukt i annenhåndsinstallasjoner. Antall elbilbatterier som finnes vil ha en direkte sammenheng med antallet elbiler. Det finnes allerede mange rapporter og prognoser for elbilutviklingen i Norge. Mange av dem er både omfattende og analytiske, og basert på mer nøyaktige faktorer og modeller enn det som ville vært mulig å få gjennomført i denne oppgaven. Forskning om utviklingen og bruk av utrangerte elbilbatterier i annenhåndsinstallasjoner er derimot mye svakere og mangelfull. Derfor velger vi med denne oppgaven å foreta en dokumentanalyse for å prognosere utviklingen av antall elbiler, og heller bruke dybdeintervjuene til å bedre belyse faktorene som omhandler strømmarkedet og bruk av batterier.

## 4.2 Valg av forskningsdesign

Forskningsdesign er betegnelsen på å ta stilling til hvordan en undersøkelse skal gjennomføres, og ikke minst hva eller hvem som skal undersøkes. I følge Johannessen et al. (2004), er forskningsdesign betegnelsen på *alt* som knytter seg til en undersøkelse. Et av hovedkriteriene for gjennomførelsen av undersøkelser er hvor mye tid som er satt av. Undersøkelser kan gjennomføres over forskjellige perioder tidsmessig. Eksempelvis kan en spørreundersøkelse bestå av få, konkrete spørsmål som bare tar et par minutter å gjennomføre, mens andre mer dyptgående undersøkelser kan foregå over flere år. Siden denne masteroppgaven gjennomføres som et ledd i en toårig mastergrad i økonomi og administrasjon, vil undersøkelsen således ha en naturlig avgrenset tidsdimensjon. Andre typiske kriterium for definering av forskningsdesign vil være spørsmålene om undersøkelsen skal bestå av et utvalg eller en populasjon, eller om undersøkelsen vil gjennomføres som et eksperiment med en eksperimentgruppe og en kontrollgruppe. I denne oppgavens tilfelle vil det førstnevnte være mest naturlig, da dette er en informasjonssøkende undersøkelse.

Temaet for denne masteroppgaven omhandler blant annet elbiler, elbilbatterier og alternativ bruk av disse. Disse temaene må per dags dato fortsatt kunne betegnes som nye, moderne og til dels uutforskede innen både vitenskapen og i samfunnet generelt. Vi har i denne oppgaven derfor naturlig valgt oss en kvalitativ metodetilnærming. Dette har vi valgt på grunnlag av at vi med dette prosjektet ønsker å gå i dybden i og å skape en forståelse for et tema som potensielt kan være veldig stort og relevant i nær fremtid.

## 4.3 Forskningsmetode

Et viktig skille i metodelæren er skillet mellom kvantitativ og kvalitativ metode. Hvilken metode som er mest hensiktsmessig i gitte situasjoner avhenger av flere faktorer. Som forsker må en gjennomgå prosjektets problemstilling, og hva som egentlig skal belyses av undersøkelsen, og deretter velge passende metode. Hovedgrunnlaget for valg av metode vil i mange tilfeller være spørsmålet om hvordan informasjonen forskeren er ute etter skal innhentes. Her vil de tydeligste skillelinjene mellom kvalitativ og kvantitativ metode komme til syne.

Kvantitative data, eller informasjon, skal være målbare. I begrepet målbare ligger det at dataene som innhentes skal kunne kategoriseres og telles opp for å lettere kunne fastslå utbredelsen av et fenomen. Et typisk eksempel på en slik kvantitativ tilnærming er spørreundersøkelser, og innsamlet data kalles ofte harddata (Larsen, 2007, s. 22). Slik kvantitativ undersøkelse analyserer i de fleste tilfeller en større andel enheter enn det som er vanlig praksis ved en kvalitativ undersøkelse. Data som samles inn ved kvantitative analyser vil enten være i, eller kunne omgjøres til, tallform, slik at disse kan analyseres ved hjelp av statistisk metoder som for eksempel en regresjonsanalyse.

I motsetning til den kvantitative tilnærmingen der større mengder informasjon registreres og behandles, ønsker den kvalitative metoden å få frem mer dyptgående beskrivelser som gir et fyldigere bilde av fenomenet som undersøkes. Kvalitative data kan ikke tallfestes på samme måte som kvantitative, og vektlegger i større grad å utarbeide en forståelse for et undersøkelsesobjekts handlinger, meninger og erfaringer. Fordelene med kvalitative metoder er at det skapes en større helhetsforståelse av et fenomen ved at en får utdypende og utfyllende svar som kan øke forståelsen (Larsen, 2007, s. 26).

## **4.4 Datainnsamling**

### ***4.4.1 Innsamling av rapporter for dokumentanalyse***

Før en kan starte en dokumentanalyse er en avhengig av å samle inn dokumentene en ønsker å analysere. I forbindelse med denne prosessen er det viktig å bruke nok tid på innsamlingen, siden dette direkte vil påvirke resultatene som fremkommer.

Vi ønsket ved arbeidet med dokumentanalysen å samle inn dokumenter som inneholdt forskningsdata som i hovedsak omfattet elbiler, og da spesielt prognoser for elbilutviklingen i Norge frem mot år 2030. Dette for å kunne skaffe egen innsikt på området, samt å skape et grunnlag for å kunne utarbeide egne prognoser. I prosessen ved innsamlingen av dokumenter fokuserte vi på å samle inn data fra troverdige og pålitelige kilder. Dette fokuset var på grunnlag av at vi innledningsvis var av den oppfatning at det kan sirkulere mye uriktig eller misvisende informasjon om temaet, siden det er såpass nytt og utforsket. I denne forbindelse ønsket vi også å strebe etter å finne data som ikke var foreldet, siden det kan være store

variasjoner i datagrunnlag på bare få år. Særlig dette punktet viste seg å bli utfordrende.

Etter grundige analyser og gjennomganger, valgte vi å fokusere vårt videre arbeid basert på følgende eksisterende rapporter:

| <i>Rapport nr.</i> | <i>Tittel</i>   | <i>Utarbeidet av</i>                           | <i>Årstall</i> |
|--------------------|---|--|----------------|
| <b>1</b>           | <i>Regional utbredelse av elbiler i Norge frem mot 2030</i> | Masteroppgave av Hebib og Strandhagen ved NMBU | 2015           |
| <b>2</b>           | <i>Handlingsplan for elektrifisering av veitransport</i>    | Samferdselsdepartementet                       | 2009           |
| <b>3</b>           | <i>Hva betyr elbiler for strømmettet</i>                    | Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)    | 2016           |
| <b>4</b>           | <i>Klimakur 2020</i>  | Miljøverndepartementet                         | 2010           |
| <b>5</b>           | <i>Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp</i>        | Transportøkonomisk institutt                   | 2016           |

*Tabell 1: Oversikt over gjennomgåtte rapporter.*

#### **4.4.2 Utvelging av enheter og variabler for dybdeintervjuer**

Det vil i de fleste tilfeller ved kvalitativ metodetilnærming være problematisk å generalisere resultatene til å gjelde en større populasjon enn det utvalget som inngår i undersøkelsen.

Denne oppgaven ønsker derimot å oppnå mest mulig kunnskap innenfor feltene som omhandler forskningsspørsmålene, og det vil derfor være tilstrekkelig, og naturlig, å bruke ikke-sannsynlighetsutvelging (Johannessen et al., 2004, s. 109).

Et naturlig neste steg i prosessen vil være å avgjøre hvor mange informanter som skal intervjues. Dette kan være en til dels krevende prosess, da det kan være ganske uklart hvor mange intervjuobjekter som er et tilstrekkelig antall. En relativ gjengs oppfatning blant forskere er at en bør gjennomføre intervjuer helt til det ikke lenger fremkommer ny informasjon, altså når det ikke lenger er hensiktsmessig å gjennomføre flere intervjuer. Prosjekter med begrenset tidsfrist lik denne masteroppgaven, bør i utgangspunktet begrenses til 5-10 intervjuer (Johannessen et al., 2004, s. 106).

Hvilke informanter som velges for å bli intervjuet avhenger av forskningsspørsmålene. Det er viktig å gjennomgå prosessen med utvelging nøye, da den vil ha stor innflytelse på prosjektet og analysearbeidet videre. Hvilke konklusjoner som til slutt kan trekkes og hvor stor tillit en kan ha til disse avhenger av utvalget og arbeidet som er lagt ned i forkant (Mehmetoglu, 2003). I denne masteroppgaven tilknyttet våre forskningsspørsmål blir det naturlig å foreta en strategisk utvelging av informanter. Slik strategisk utvelging kjennetegnes av at informanter velges ut fra egenskaper eller kvalifikasjoner som er av strategisk betydning i forhold til problemstillingene i oppgaven (Thagaard, 2009).

Siden vår problemstilling i utgangspunktet kan tolkes ganske åpent, hadde vi noen innledende utfordringer knyttet til hvilke respondenter og intervjuobjekter vi ønsket oss. Vi endte til slutt opp med å bestemme oss for å forsøke å strategisk velge ut informanter som har stillinger i energibransjen som omhandler strøm, fornybar energi, elbiler og lignende. Med dette som utgangspunkt valgte vi å søke respondenter fra flere store nettselskaper i Norge, samt i andre selskaper knyttet til strømbransjen slik som Norges Vassdrags- og Energidirektorat.

Grunnen til at vi valgte disse respondentgruppene kan knyttes direkte tilbake til vår problemstilling. Vi er av den oppfatning at det ikke er et spørsmål om elbilen blir populær, det er bare et spørsmål om når. Dette støttes også opp av statistikk over utviklingen, samt rapportene som gjennomgås senere i oppgaven. Veldig forenklet kan en se på vår hypotese som at antallet elbilbatterier til resirkulering er en funksjon av antall elbilbatterier (elbiler) totalt, minus antallet som blir brukt i annenhåndssituasjoner. I og med prognosene for antallet elbiler virker ganske satt, ville vi heller fokusere på å finne respondenter som kunne hjelpe oss med å estimere hvor mange batterier som blir brukt i annenhåndssituasjoner. Derfor har vi valgt respondenter med bakgrunn fra blant annet strømbransjen, heller enn respondenter fra elbilbransjen eller lignende.

I rekrutteringsprosessen valgte vi å ha få kriterium som måtte oppfylles fra respondentenes side. Dette ble gjort for å øke sannsynligheten for å få respons fra selskapene vi kontaktet, samt gi de en mulighet til å være behjelpelige med å finne respondenter som hadde kunnskap knyttet til vår problemstilling. Denne metoden for utvelgelse av respondenter fungerte godt, og førte til at vi fikk opprettet kontakt med nøkkelpersoner i selskapene som hadde kompetanse på områdene vi ønsket, samt en interesse av å stille til intervju.

Totalt valgte vi å kontakte 16 forskjellige selskaper innenfor vårt valgte felt. De utvalgte selskapene ble kontaktet via e-post. I e-posten valgte vi å kort legitimere oss selv, før vi presenterte hvilken type oppgave dette var, hva som var vår problemstilling, og hvilken informasjon vi ønsket fra våre respondenter. Det ble ikke vedlagt intervjuguide i første kontakt med selskapene. Vi oppfordret også selskapene til å selv videresende oss til personer med den kompetansen vi søkte. Av de totalt 16 selskapene vi kontaktet, fikk vi avtalt et intervju med åtte respondenter i åtte forskjellige selskaper. Dette var i den størrelsesorden vi ønsket, siden vi i utgangspunktet ønsket 5-10 respondenter. Av de åtte respondentene var det tre kvinner og fem menn som det ble avtalt intervjuer med.

#### ***4.4.3 Intervjuets utforming og gjennomføring***

Vi har som nevnt valgt dokumentanalyse og individuelle dybdeintervjuer som utgangspunkt for datainnsamlingen i forbindelse med utarbeidelsen av denne oppgaven. Ifølge Gripsrud, Olsson og Silkoset (2011, s. 40) gjennomføres individuelle dybdeintervjuer i hovedsak når en ønsker respondentenes personlige erfaringer eller meninger. Slike dybdeintervjuer utføres i hovedsak på tomannshånd mellom respondenten og den personen som gjennomfører undersøkelsen. I denne oppgavens tilfelle er alle intervjuene blitt gjennomført ved at begge studentene har vært til stede sammen med respondenten via telefon.

Slike individuelle dybdeintervjuer kan gjennomføres på ulike måter, med ulik grad av struktur og varighet. En skiller ofte mellom strukturert, semistrukturert og ustrukturerte intervjuer. Hovedforskjellene mellom de forskjellige typene av intervju ligger i at en ved strukturerte intervjuer på forhånd fastlegger både spørsmål og tema, mens en ved ustrukturerte intervjuer bare fastlegger tema, og spørsmålene tilpasses mer individuelt. Den formen av intervju som plasserer seg mellom disse to kategoriene kalles semistrukturerte intervjuer og kjennetegnes i hovedsak av at en utarbeider en intervjuguide i forkant som en bruker som utgangspunkt for tema og spørsmål i intervjuet. Denne intervjuguiden fungerer som et utgangspunkt for intervjuet, men spørsmål, tema og rekkefølge tilpasses på et mer individuelt plan basert på respondenten (Johannessen et al., 2004, s. 143)

Vårt valg av oppsett for intervjuene falt etter hvert ned på et semistrukturert utgangspunkt for



gjennomførelsen. Dette valgte vi på grunnlag av at respondentene vi intervjuet hadde bakgrunn og kompetanse fra forskjellige bransjer, og dermed hadde ulik kompetanse og utgangspunkt for å kunne svare på alle spørsmålene. Dermed valgte vi å utforme en overordnet intervjuguide delvis bestående av konkrete spørsmål, og delvis bestående av forskjellige temaer vi ønsket belyst basert på respondentens kompetanse. Vi utarbeidet intervjuguiden i all hovedsak basert på vår overordnede problemstilling, og hva vi ønsket å undersøke eller få svar på i forbindelse med denne. Vi ønsket i utgangspunktet å stille så mange som mulig av respondentene de samme spørsmålene, slik at vi lettere kunne sammenligne svarene. Dette lot seg til dels gjøre, men noen av respondentene hadde naturlig nok bedre kompetanse på noen felter enn andre, og svarene reflekterer dette.

Intervjuguiden ble utformet med den intensjon at spørsmålene til dels var delt opp i temaer, slik at spørsmål innenfor samme tema, eller fagfelt, kom etter hverandre. Dette valgte vi å gjøre for å få en mer ryddig og dels mer strukturert intervjusituasjon, slik at respondenten ikke følte at det var for mye variasjon i spørsmål og tematikk. Vi overholdt vår planlagte struktur i de fleste intervjuene, men valgte å endre rekkefølgen i noen tilfeller. Grunnen til at vi ved et par anledninger valgte å endre rekkefølge var i hovedsak at respondenten ved å svare på våre spørsmål selv snakket seg inn på temaer som i utgangspunktet kom senere i intervjuet. Dette følte naturlig å gjøre, siden vi ønsket å ha et mer uformelt preg på intervjuene, og samtidig ønsket at respondentene i utgangspunktet fikk tale så fritt og detaljert som de ønsket om våre til dels åpne spørsmål. Intervjuguiden ble utformet med et ønske fra vår side om å utforme åpne spørsmål, men samtidig med et ønske om å standardisere spørsmålene så godt det lot seg gjøre for å forenkle prosessen med å sammenligne respondentenes svar i etterkant.

Alle intervjuene som ble gjennomført som ledd i denne oppgaven ble utført via mobiltelefon, bortsett fra ett intervju som ble utført ved personlig oppmøte. Denne fremgangsmåten ble valgt av praktiske årsaker, da de fleste av respondentene befant seg i forskjellige deler av landet, noe som ville gjort det svært komplisert å gjennomføre alle intervjuene ved personlig oppmøte. Valget av denne tilnærmingen ved bruk av mobiltelefon gjorde også at vi måtte være mer strukturerte enn ved personlig oppmøte. Ifølge (Johannessen et al., 2004, s. 156) kan man gjennomsnittlig ikke regne med å opprettholde en respondents interesse i mer enn 20 minutter ved et telefonintervju. Dette var noe vi var klar over i forkant av intervjuene, men som vi ikke føler gjorde store utslag i mengden informasjon vi mottok fra respondentene.

Siden vi er to personer som arbeider med denne oppgaven, valgte vi i gjennomførelsene av intervjuene at bare én av oss gjennomførte hvert intervju. Begrunnelsen er at det blir enklere for respondentene å bare forholde seg til en person, samt at den andre personen kunne fokusere på å notere ned svar, stikkord og eventuelle oppfølgings spørsmål. Vi opplevde dette som en god og ryddig måte å gjennomføre intervjuene på, og reaksjonene fra respondentene kan tyde på at de følte det samme. Intervjuguiden ble utformet med en ønsket varighet på intervjuene på ca. 20-30 minutter. Denne varigheten ble stort sett opprettholdt, sett bort i fra det personlige intervjuet som hadde en varighet på i overkant av 40 minutter. Det er i all hovedsak sannsynligvis på grunn av at intervjuet ble gjennomført i respondentens hjem, uten forstyrrelser fra verken arbeid eller andre personer.

For å sikre at respondentene ikke ble påvirket av eksterne faktorer, valgte vi å ikke gi ut spørsmålene vi hadde tenkt å stille på forhånd. Respondentene fikk kun intervjuguiden som kort omtalte temaene vi ønsket å undersøke. Før intervjuene formelt startet ble alle respondentene informert om at de ville bli holdt anonyme i den endelige oppgaven. De ville kun kunne identifisere seg selv ved å gjenkjenne sitater eller svar i den endelige, ferdige oppgaven. Dette aksepterte og forstod alle respondentene. Under utførelse av alle intervjuene var vi av den oppfatning at respondentene følte seg komfortable, samt at de hadde en genuin interesse for å svare på spørsmålene som ble stilt. Ingen av intervjuene ble avbrutt som følge av hastverk, og alle ble utført i et komfortabelt tempo. Dette bidro til en rolig atmosfære mellom intervjuer og respondent, noe som førte til utfyllende svar.

I etterkant av hvert utført intervju ble intervjuene transkribert for å klargjøres for analyse. Transkribering kan defineres som prosessen med å skrive ned intervjuer fra muntlig tale til skriftlig tekst (Johannessen et al., 2004, s. 160). Slik transkribering forenkler prosessen med å analysere data fra intervjuene i etterkant. Vi valgte å gjennomføre en delvis transkripsjon, noe som innebar at intervjuene ble nedskrevet til dels ordrett, men uten at pauser, eller pauseord ble tatt med. Dette valgte vi å gjøre for å gjøre transkriberingsprosessen lettere og raskere, slik at vi hadde tid til å gjennomføre flere intervjuer. Siden intervjuene ble foretatt over telefon, mener vi at vi ikke mistet relevant informasjon ved å bare delvis transkribere intervjuene. Ved et telefonintervju vil en ikke kunne notere seg kroppsspråk, ansiktsuttrykk eller lignende uansett. Etter transkribering av intervjuene ble intervjuene renskrevet en gang til for å korte ned respondentenes svar til spørsmålene som ble stilt. Dette ble gjort for å gjøre

det enklere for oss å kategorisere respondentenes svar slik at de lettere kunne sammenlignes. Dette ble gjort med omhu, slik at respondentenes svar ikke ble omskrevet på en slik måte at de kan tolkes annerledes enn det som opprinnelig var ment fra respondentens side.

#### **4.4.4 Presentasjon av respondentene**

Vi har som nevnt gjennomført åtte semistrukturerte dybdeintervju av utvalgte eksperter som jobber i kraft og nettselskap, eller tilhørende næringer. De fleste har flere års erfaring fra bransjen og har en lederrolle i sitt respektive selskap. Av totalt åtte respondenter var det som nevnt fem menn og tre kvinner. Under har vi laget en oversikt over intervjuobjektene våre med tilhørende ansvarsområder og arbeidsoppgaver i selskapet samt noe bakgrunnsinformasjon:

| <i>Respondent</i> | <i>Bakgrunnsinformasjon</i>   |
|-------------------|---|
| <b>1</b>          | Ledende stilling, tidligere rådgiver med ansvar for krafthandel. Erfaring med risikostrategi og arbeid i det finansielle markedet.            |
| <b>2</b>          | Programleder for avansert måle- og styringssystem (AMS).  |
| <b>3</b>          | Ansatt i innovasjon- og utviklingsavdeling. Arbeider med å bruke elektrisitet på nye områder, samt nullutslippsløsninger i transportnæringen. |
| <b>4</b>          | Ansatt i forsknings- og utviklingsavdeling. Arbeider med ny teknologi og etablering av tilhørende prosjekter.                                 |
| <b>5</b>          | Ansatt i administrasjonen. Arbeider med «Energy Management»-sentring, kraftmarkeder og forbrukerfleksibilitet.                                |
| <b>6</b>          | Seksjonsleder for nettutvikling. Arbeider med nettutvikling, konsesjonssøknader og nettanalyser.  |
| <b>7</b>          | Ansatt i avdeling «Business Development New Technologies». Arbeider med energiløsninger og grønn energi, samt lagring av energi.              |
| <b>8</b>          | Arbeider med regulering av netjtjenester med fokus på leveringskvaliteten på strøm og strømbrudd.   |

*Tabell 2: Oversikt over respondenter for dybdeintervjuer.*

## **4.5 Forskningens kvalitet**

Når en gjennomfører en forskningsprosess som innebærer analyser er det viktig å evaluere og fremstille forskningens styrker og svakheter på en god og objektiv måte. Det råder forskjellige meninger om hvordan en på best mulig måte måler kvaliteten på kvalitative undersøkelser som denne. Innenfor kvantitativ forskning brukes ofte begrepene reliabilitet og validitet som kriterier for å måle kvaliteten på forskningen. Noen forskere mener disse kriteriene også er overførbare til kvalitativ forskning, mens andre mener at en ved kvalitative undersøkelser også må legge vekt på kriterier som pålitelighet, overførbarhet og troverdighet. Johannessen et al. (2004, s. 227) skriver at det ved kvalitative studier er snakk om begge deler, og at det er situasjonsavhengig om reliabilitet og validitet er sentrale kriterier for vurdering, eller om andre kvalitative kriterier bør legges til grunn. I vår kvalitative forskningsprosess velger vi å legge fire kriterier til grunn: reliabilitet, validitet, overførbarhet og overensstemmelse.

### **4.5.1 Reliabilitet**

Overordnet omhandler kriteriet reliabilitet i hvilken grad en kan stole på at de resultatene en får vil være de samme resultatene som hvis en gjentar undersøkelsen flere ganger. Et sentralt kriterium for at en undersøkelse skal kunne betegnes som reliabel, er at antallet tilfeldige feil som oppstår i prosessen er så lavt som mulig (Gripsrud et al., 2011, s. 52). Reliabilitet kan også omtales som pålitelighet, og i hvilken grad en kan stole på resultatene. Praktisk sett vil reliabiliteten knytte seg til dataen som er innhentet og bearbeidet i forbindelse med undersøkelsen. I kvalitative forskningsprosesser vil derimot reliabilitet være mindre hensiktsmessig å vurdere enn i kvantitativ forskning. Dette begrunnes med at det i kvalitativ forskning ikke benyttes strukturerte datainnsamlingsteknikker, samt at ingen forskere er like og har samme erfaringsbakgrunn. I tillegg vil observasjoner vil være kontekstavhengige (Johannessen et al., 2004, s. 228). På grunnlag av dette, vil vi ikke nærmere vurdere vår forsknings reliabilitet, da vi mener det er andre kriterium for vurdering som er mer hensiktsmessige.

#### **4.5.2 Validitet**

Begrepsvaliditet defineres i kvantitative undersøkelser ofte som spørsmålet om en undersøkelse måler det en tror den måler. Denne definisjonen gjør derimot kvalitative undersøkelser invalide, siden de ikke kan måles på samme måte som kvantitative. Validitet i kvalitative undersøkelser kan derimot formuleres som et spørsmål om i hvilken grad funnene i undersøkelsen reflekterer virkeligheten og dermed formålet med studien. Et annet ord som ofte brukes i denne sammenheng er troverdighet (Johannessen et al., 2004, s. 228).

Troverdigheten til undersøkelsen er altså sentral, og kan styrkes på forskjellige måter. En gjennomgående metode for å styrke troverdigheten til kvalitativ forskning er ved å tilbakeføre resultatene til respondenter for å få bekreftet informasjon. En annen metode er å få analysert datamaterialet som er innhentet av flere personer for å undersøke om alle er av samme oppfatning. I vår praktiske gjennomføring av oppgaven har vi alltid vært to personer til stede for å gjennomføre dybdeintervjuer og analyser. Oppgaven har også ved flere anledninger blitt lagt frem for eksterne personer og veiledere for gjennomgang. Dette vil tale for at troverdigheten til studien styrkes. Andre forholdsregler som er blitt tatt for å øke troverdigheten er grundig gjennomgang av intervjuguide og -spørsmål i forkant av intervjuene. Dette ble gjort for å forbedre spørsmålsstillinger og unngå ledende spørsmål.

#### **4.5.3 Overførbarhet**

Overførbarhet baserer seg på at forskning i utgangspunktet må bestå av mer enn bare en ren innsamling av opplysninger. Disse opplysningene må systematiseres og analyseres slik at en kan konstruere et forenklet bilde av virkeligheten (Johannessen et al., 2004, s. 229). Vi har gjennom hele forskningsprosessen arbeidet med å koble resultatet av analysene opp mot relevant teori fra forskjellige fagfelt. Det finnes en begrenset overførbarhet for våre resultater, men samtidig vil det absolutt være mulig å overføre deler av forskningen for å bruke som grunnlag i annen forskning. Ifølge Johannessen et. al, (2004, s. 229) fokuserer kvalitative undersøkelser på overførselen av kunnskap heller enn statistisk generalisering. Dette overensstemmer med vår oppgave, da vi ved et eksplorativt metodevalg har ønsket å undersøke sammenhengen mellom fenomener som relaterer seg til vår problemstilling.

#### **4.5.4 Overensstemmelse**

Begrepet overensstemmelse vil være veldig relevant for en kvalitativ forskningsprosess lik denne. I hovedsak fokuserer det kriteriet på at analyser og funn av forskningen som er gjennomført faktisk kommer som et resultat av forskningen, og ikke som subjektive meninger (Johannessen et al., 2004, s. 230). I denne oppgavens tilfelle vil dette kriteriet være spesielt relevant. Dette kommer av at vår eksplorative forskning bygger på fenomener som er relativt moderne og til dels uoversiktlige. Dette gjenspeiles også i dybdeintervjuene som er blitt gjort i forbindelse med denne oppgaven, da intervju spørsmålene oppfordrer respondentene til synsing om fremtiden. Dette vil dog være en naturlig prosess i utforskningen av såpass nye fenomener som elbiler og elbilbatterier tross alt er når denne oppgaven skrives. For å øke forskningens overensstemmelse har vi gjennom hele prosessen ønsket å tydelig dokumentere og kommentere erfaringer og resultater med et selvkritisk blikk.

#### **4.6 Oppsummering av metodekapittelet**

I metodekapittelet har vi gjennomgått og begrunnet vårt valg av en kvalitativ metodetilnærming basert på dokumentanalyse og dybdeintervjuer med eksperter. Videre har vi gått gjennom stegene for innsamling av data for dokumentanalyse, og begrunnet vårt valg av rapporter for analyse. Vi har også diskutert vårt valg av respondenter, samt prosessen med å innhente informasjon og presentere denne. Avslutningsvis diskuterte vi momenter som er viktige å fokusere på for å opprettholde en god kvalitet på forskningen, og har med dette gjennomgått egen forskning med et kritisk blikk. Alt dette har vært bevisste valg, basert på vår oppfatning av hva som best kan hjelpe oss å svare på vår overordnede problemstilling om hvilke drivere som frem mot år 2030 vil være de viktigste for å avgjøre hvor mange utrangerte elbilbatterier som blir gjenbrukt, og hvor mange som går direkte til resirkulering.

I neste hovedkapittel har vi valgt å presentere data og informasjonen som vi tilegnet oss. Der blir både data fra dokumentanalysen og dybdeintervjuene fremstilt i de tre hovedkategoriene vi har valgt: strøm, elbiler og batterier.

## 5. Presentasjon av data

I dette kapitlet presenteres data som vi har kommet frem til etter gjennomførelse av både dokumentanalyse og dybdeintervjuer. Først presenteres data fra dokumentanalysen, der vi gjennomgår de ulike rapportene vi har valgt ut, hvilken informasjon de har bidratt med, og eventuelt hvilke mangler vi mener rapporten har. Deretter vil vi presentere data fra dybdeintervjuene med de respondentene vi har hatt. Siden dybdeintervjuene var relativt lange og omfattende, vil denne delen av kapitlet bli delt opp i kategorier i henhold til forskningsspørsmålene våre. Disse kategoriene blir da strøm og strømmarkedet, elbiler, og til slutt batterier. Kategorien elbiler vil omfatte både presentasjon av data fra dokumentanalysene og data fra intervju spørsmålene som omhandlet samme tema. Kategoriene om strømmarkedet og batterier vil i all hovedsak bestå av data fra dybdeintervjuene som ble gjennomført.

### 5.1 Det norske strømmarkedet

I dette delkapitlet vil vi presentere den første delen av intervju spørsmålene våre som handler om framtidsutsiktene for det norske strømmarkedet, forventninger til innføringen av AMS-målerne og hvilke endringer dette vil få for nettselskapene og forbrukere. Dette delkapitlet vil bestå av to mindre delkapittel hvor det første har fokus på forventninger for den norske strømbransjen de neste årene, mens det andre har fokus på hvilke forventninger respondentene har til innføringen av AMS.

#### *5.1.1 Faktorer som vil påvirke den norske strømbransjen frem mot år 2030*

For å kaste lys over denne problematikken valgte vi å spørre våre respondenter om hva de tror er de viktigste faktorene som vil påvirke den norske strømbransjen frem mot år 2030. Det nevnes innledningsvis fra flere respondenter at fornybar energi vil utvikle seg raskt og ha vesentlig betydning for den norske strømbransjen. Det nevnes i denne sammenheng spesielt solceller og vindkraft, og respondent 4 nevner i tillegg ny teknologi i tilgrensende sektorer, eksempelvis sensorer og nye løsninger for datafangst- og håndtering. Det virker som om det

er felles enighet mellom respondentene at vannkraften i Norge er viktig og står veldig sterkt, og vil fortsette å gjøre dette selv med en økende trend for sol- og vindkraft. Det nevnes også av respondent 7 at på grunn av Norges tilgang på ren vannkraft, så kan pågangen til å gjøre elektrisitetsbransjen grønnere kanskje være lavere her enn i for eksempel Tyskland eller andre land der store deler av kraftproduksjonen fortsatt er fossil.

Et annet viktig punkt som nevnes i forskjellig grad av alle respondentene er mulighetene ny teknologi gir forbrukere til å ta en mer aktiv del i eget strømforbruk. Respondent 1 sier at han/hun er trygg på at de nye teknologiske løsningene som kommer, samt endringer i forbrukeratferden, vil være med på å løse kapasitetsutfordringene som eventuelt vil komme i fremtiden. Respondent 4 nevner i denne sammenheng at dette kan føre til at en snur litt rundt på kraftsystemet. Med dette menes det at sluttbrukere, eller forbrukere, får mer makt på grunn av mulighetene til å styre eget konsum og produksjon av energi.

Noen av respondentene nevner også utfordringer som kan oppstå i forbindelse med effekt- og kapasitetsproblemer. Respondent 2 forklarer at strømmettet har en viss makskapasitet til å transportere energi per tidsenhet, noe som kalles effekt, og kan betegnes som den momentane energistrømmen. Respondenten forklarer videre at dersom denne energistrømmen blir høy, vil det kunne oppstå utfordringer der enkelte kan få problemer med kvaliteten på strømmen, målt i spenning, og det vil også kunne oppstå avbrudd. Respondenten utgreier at dette kommer av at forbrukere de siste årene har fått nye apparater som er veldig effektkrevende, og nevner blant annet induksjonsovner og lignende kjøkkenutstyr, og ikke minst den radikale økningen i elbillading, som krever mye. Trenden er at effektuttaket blir større og større, mens energiuttaket ikke øker i tilsvarende grad.

Lignende utfordringer med kapasiteten nevnes også av flere andre respondenter, og flere er enige i at nettselskapene vil kunne få kapasitetsutfordringer i nettet, som også bør opprustes. I forbindelse med dette forteller respondent 5 om kraftmarkedene i Tyskland, der kapasitetsutfordringer har påvirket kraftprisene i den grad at det i perioder er negative strømpriser. Også relatert til dette forklarer respondent 6 at bransjen jobber mye med disse kapasitetsutfordringene, og at det jobbes mye med å få redusert effekttoppene, og dermed flate ut forbruket i større grad. Samme respondent nevner i den forbindelse at Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) jobber med et nytt tariffsystem for regulering av nettleie, der målet er å gi forbrukere insentiv til å selv redusere sitt eget forbruk.



Avslutningsvis nevner også flere respondenter den positive utviklingen en ser i markedene for batteribruk, og hvordan dette vil være en avgjørende faktor for fremtiden. Respondent 3 forteller at utviklingen av batterier vil være viktigst i transportsektoren. Dette begrunnes med at det for energilagring i et stasjonært system finnes mange muligheter og løsninger, men at en i transportnæringen vil måtte trenge batterier, eller eventuelt hydrogenbaserte løsninger. I den forbindelse ser respondenten på prisutviklingen til batterier som svært gledelig, og som en kjempemulighet for transportsektoren. Videre lanserer respondent 8 en teori om at den forventede fremtidige økningen i nettleien vil føre til at batterier vil kunne lanseres som et reelt alternativ i mange tilfeller. Respondenten tilføyer at regulatorer i utgangspunktet er skeptiske til at nettselskapene selv skal ha batterier, men at batterier likevel vil spille en betydelig rolle i fremtiden.

### ***5.1.2 Betydningen av innføringen av avansert måle- og styringssystem (AMS)***

I dette delkapittelet vil vi formidle svarene til respondentene våre i forhold til hvilke forventninger de har til innføringen av AMS og hvordan dette vil påvirke dem. I tillegg hvilke endringer de ser for seg på forbrukersiden som en følge av innføringen av de nye smarte strømmålerne.

Det første spørsmålet tilknyttet denne tematikken var hvordan respondentene ser for seg at innføringen av smarte strømmålere vil påvirke både selskaper og forbrukere. Det er enighet blant respondentene at en slik innføring vil påvirke dem. Hvordan, og i hvilken grad, det vil påvirke varierer derimot litt fra respondent til respondent. Respondent 3 forklarer at han/hun har fulgt AMS-innføringen fra første stadiet, og har derfor utfyllende forklaringer på hvordan han/hun mener at det vil påvirke bedriften. Respondenten forklarer at innføringen vil kunne rasjonalisere driften av nettselskaper, og enda mer direkte selve MAFI-kjeden. Respondenten forklarer at med MAFI-kjeden menes måler, avregning, fakturering og innkreving. Videre forklarer han/hun at denne kjeden vil revolusjoneres som sådan, men det vil derimot ikke forsvare investeringene så lenge forbrukere er villige til å lese av sin egen strømmåler gratis, og forstår hva et sikringsskap er. Respondenten utdyper derfor videre at det som virkelig er spennende er hvordan en kan bruke dataene fra de smarte strømmålerne i en mer effektiv drift og utvikling av kraftsystemet. Et konkret eksempel på nettvirksomheten er at selskapene vil

spare kostnader i investeringer i nytt nett, og således effektivisere driften. Samme respondent forklarer at en i neste omgang vil kunne bruke data fra kunder og kraftleverandører til å motivere forbrukere til å opptre smartere i kraftsystemet. Allikevel tror ikke respondenten at forbrukere vil begynne å bry seg om kraftpriser og lignende, «for det har de aldri gjort». Selskapene kan ikke forvente at forbrukere setter seg inn i, og forstår disse systemene, for folk er rett og slett ikke interessert.

*Folk vil derimot, etter hvert som teknologiutviklingen gjør det mulig, få systemer i hjemmene sine, enten de vil eller ikke. Disse koster ikke kundene en kalori å bruke, og vil spare en krone her og en krone der. Over tid vil dette bidra til et mer effektivt system via tilpasning til kundens forbruk, uten at kunden trenger å tenke på det (Respondent 3).*

Blant resten av respondentene virker det som om det er enighet om at innføringen av smarte strømmålere i hovedsak vil ha en positiv effekt for dem. Meninger som går igjen er at det gir selskapene en bedre oversikt på statusen i nettet, siden målerne blant annet kan vise driftsstabilitet og opptid. Målinger hver time, i motsetning til en gang i måneden som før, gjør også at presisjonen i tallene som selskapene får inn økes betraktelig, nevner respondent 2. Det nevnes også tydelig av fire respondenter (3, 4, 6 og 8) at en av de viktigste ringeffektene vil være at nettselskapene kan utsette, eller unngå, investeringer i kraftnettet, og frigjøre midler til å investere andre steder, som en respondent forklarer.

Videre presenteres respondentenes svar når vi ønsket en mer detaljert, og utfyllende forklaring på hvordan innføringen av AMS-systemene vil påvirke forbrukere. Hvilke endringer kan en forvente å se i forbrukeratferd, og hvilke ringvirkninger vil dette få framover.

Det virker som om det er en felles enighet i gruppen av respondenter at innføringer i hovedsak vil ha positive virkninger for forbrukere, men at forbrukere ikke vil manuelt endre sine daglige mønstre for strømbruk. Respondent 1 mener at det er positivt at forbrukere vil kunne følge sitt eget strømforbruk i løpet av dagen, men at det må ekstreme virkemidler til for at majoriteten av forbrukere aktivt vil følge med. I den sammenheng forteller en annen respondent (2) at siden prisene på strøm i Norge er såpass lave, så tror en ikke at strømforbruket vil endre seg mye. De større forskjellene vil først komme når en får endrede prismodeller lenger frem i tid. Prismodeller som i større grad baserer seg på effekt, enn slik

det er i dag. En tredje respondent (5) nevner at en slik innføring av smarte strømmålere ikke må gå ut over komforten eller sikkerheten til forbrukerne, og derfor må gode incentiver på plass. Det er en felles mistanke blant flere av respondentene at majoriteten av forbrukere vil ha råd til å ikke bry seg om at det eventuelt vil koste noen kroner mer i døgnnet for forbruket deres.

Det er felles enighet fra respondentene om at forbrukere på en eller annen måte må motiveres for å aktivt begynne å styre eget strømforbruk. Enten må produkter eller systemer bli smarte i seg selv, slik at strømforbruket styres automatisk, ellers må det komme leverandører på banen som hjelper forbrukere med dette, sier respondent 3. Denne respondenten nevner i den sammenheng også at det finnes flere forskningsprosjekter basert på dette rundt om i verden. Bornholm, en øy i Danmark, nevnes som et viktig laboratorium, og respondenten forklarer at dette er et lite samfunn der en har forsøkt å teste ut forskjellige hypoteser knyttet til forbrukeratferd og strømforbruk. Respondenten forteller videre at selv med de store variasjonene en har i strømpriser i Danmark i forhold til i Norge, så viser resultatene av undersøkelsene at forbrukere ikke gidder å flytte forbruket sitt, selv om det signaliseres at det har en verdi. Det er foreløpig ikke nok å spare på det til at forbrukere engasjerer seg. Det må utvikles og lanseres automatiserte systemer som styrer forbruket for kunden automatisk.

*Forbrukere skal ikke trenge å løpe rundt i huset og skru av og på alt mulig av brytere. De vil nok få mere laststyringssystemer, slik at de ikke trenger å tenke så mye på dette selv* (Respondent 8).

Som en oppsummering av alle spørsmålene i dybdeintervjuene som omhandlet strøm og det norske strømmarkedet kan en trekke noen hovedslutninger. Respondentene er tydelig samstemte i at det foregår et «grønt» skifte mot en mer miljøvennlig fremtid i strømransjen. Flere nevner solceller og vindkraft som viktige faktorer som vil prege utviklingen. Samtidig står vannkraften fortsatt veldig sterkt i Norge, noe den også vil fortsette å gjøre i fremtiden. Ny teknologi som tilrettelegger for økt brukerstyring av strømforbruket nevnes også av flere respondenter. Likevel er det flere som er usikre på hvordan dette best skal tilrettelegges for forbrukere, og flere peker på at systemer for eksempelvis strømstyring må automatiseres for at forbrukere skal være interesserte. I neste delkapittel legger vi frem data som kom frem av vår dokumentanalyse om elbilutviklingen, samt respondentenes svar på intervju spørsmål som

omhandlet elbiler og hvilke faktorer som er avgjørende for om utrangerte elbilbatterier blir gjenbrukt eller går til resirkulering.

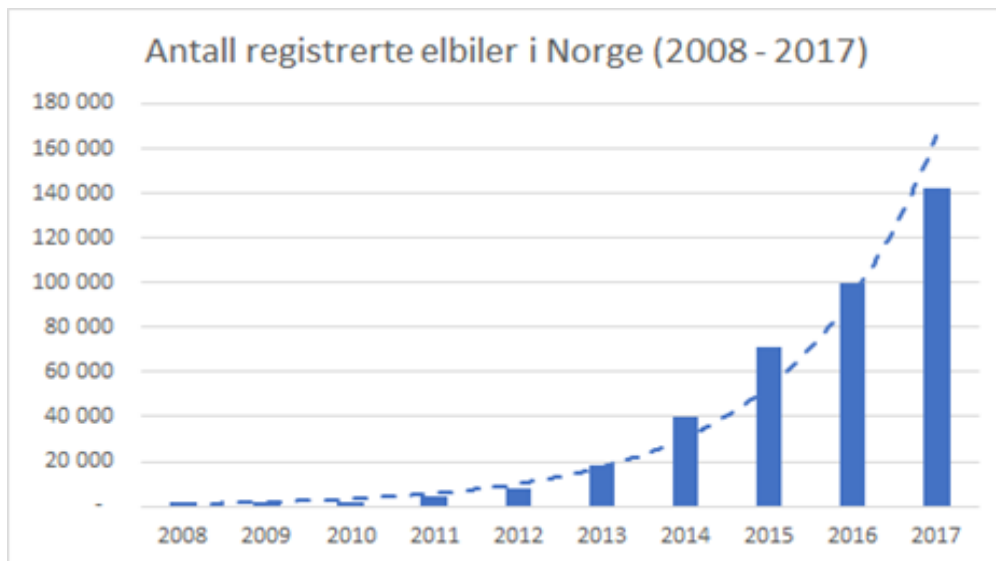
## **5.2 Elbilutviklingen i Norge**

Dette delkapittelet er delt opp i to deler. I første del presenteres de rapportene vi valgte å gjennomgå i dokumentanalysen vår. Disse blir kort oppsummert der vi forklarer hva som er de viktigste funnene, og hvorfor eller hvorfor ikke vi mener den rapporten kan bidra til å legge et godt grunnlag for utarbeidelse av vår egen prognose. Andre del av dette delkapittelet omhandler de spørsmålene vi stilte til respondentene som omhandler elbilen, og hvordan dens økende popularitet eventuelt har påvirket respondentene eller selskapet de jobber i.

### ***5.2.1 Dokumentanalyse om elbilutviklingen i Norge***

Elbilmarkedet i Norge er i sterk vekst. I 2016 ble det registrert 29 158 nye elbiler, noe som førte til at det totale antallet registrerte elbiler i Norge steg til 100 100 enheter. Dette førte til en økning i antall registreringer på 41 % fra 2015 til 2016 (SSB, 2018a). Disse tallene tar kun hensyn til rene elektriske kjøretøy der energien kommer fra et oppladet batteri. Dette inkluderer da altså ikke kjøretøy som betegnes som «hybridkjøretøy» eller «ladbare hybrider» der deler av energien skapes av en tradisjonell forbrenningsmotor lik en kan finne i klassiske bensin- eller dieseldrevne kjøretøy. Ifølge Norsk elbilforening var det 1.1.2018 registrert totalt 141 951 elbiler i Norge. Disse tallene inkluderer både person- og varebiler (Norsk

elbilforening, 2018). Gitt disse tallene tilsvarer det en prosentvis økning på 42 % fra 2016 til 2017.



Figur 9: Oversikt over antall registrerte elbiler i Norge (SSB, 2018a).

Vi har i denne oppgaven et ønske om å analysere elbilmarkedet i Norge, og fra dette utarbeide prognoser for å estimere framtidssiktene spesielt når det gjelder vekst av antall elbiler. Det finnes allerede flere rapporter og oppgaver som forsøker seg på det samme, men siden dette er et relativt nytt marked som i de senere årene har vært i sterk vekst, spriker resultatene i de forskjellige rapportene. Dette gjenspeiles eksempelvis i at antallet registrerte elbiler i Norge ved utgangen av 2013 var 18 281, mens i 2015 var tilsvarende tall 70 942, en økning på 288 % på bare to år.

Vi har videre i dette kapittelet valgt å gjennomgå relevante rapporter som utarbeider prognoser for elbilutviklingen i Norge frem mot år 2030. Dette ønsker vi å gjøre for å kunne danne oss et grunnlag som vi kan bygge videre på når vi selv skal utarbeide prognoser for utviklingen. Under følger en gjennomgang av de relevante rapportene som vi har valgt å gjennomgå. Der har vi kort valgt å skrive hvem rapporten er utarbeidet av, hva den fokuserer på, hvilke resultater den konkluderer med, og hva vi ønsker å ta med oss videre fra den gjeldende rapporten i vår egen analyse.

### ***Rapport 1: «Regional utbredelse av elbiler i Norge frem mot 2030»***

Denne første rapporten er en masteroppgave fra Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), og er et avsluttende ledd i en toårig mastergrad i fornybar energi. Oppgaven har som formål at den ved hjelp av en spørreundersøkelse i regi av Norsk Elbilforening og dataprogramvaren SPSS skal utarbeide en prognose for utbredelsen av elbiler i Norge frem mot år 2030 (Hebib & Strandhagen, 2015).

Denne oppgaven fokuserer på dagens, og fremtidig, virkemiddelbruk for å øke andelen elbiler i Norge, samt teknologiutviklingen og fremtidsplanene til de største norske byene. En viktig del av analysen denne oppgaven bygger på omhandler norsk elbilpolitikk. Oppgaven utgreier blant annet viktige underforliggende statlige virkemidler som eksempelvis elbilers fritak fra engangsavgift, redusert årsavgift og fritak fra merverdiavgift, og analyserer påvirkningskraften disse har hatt for utviklingen. Disse virkemidlenes påvirkningskraft forsterkes også ytterligere i rapportens spørreundersøkelse, der det fremkommer at økonomiske insentiver, å spare penger, er den viktigste faktoren for forbrukere som vurderer å kjøpe elbil. Andre virkemidler som analyseres er lokale fordeler som fri bruk av kollektivfelt, gratis parkering og gratis bomring. Basert på en analyse av alle disse virkemidlene, samt en gjennomgang av teknologiutviklingen, konkluderer oppgaven med en prognose for utviklingen av elbilandelen i Norge. Prognosen som utarbeides anslår at antallet elbiler i Norge i 2030 vil være ca. 500 000 enheter, som vil tilsvare i overkant av 15 % av andelen biler i Norge totalt.

Denne oppgaven er svært nyttig som en del av grunnlaget for vår egen utarbeidelse av en prognose for utviklingen. Oppgaven omfatter mange viktige faktorer som helt klart vil påvirke utviklingen, som forskjellige virkemidler som gir elbiler betydelige fordeler i forhold til konvensjonelle, fossildrevne biler. Det viser seg at selv om oppgaven ble skrevet i 2015 er den allerede delvis utdatert i 2018. Dette kommer som følge av at oppgaven var svært pessimistisk ved utarbeidelsen av prognosene, og det faktisk elbilsalget har gått langt over hva analysene i oppgaven skulle tilsi.

### ***Rapport 2: «Handlingsplan for elektrifisering av veitransport»***

Denne rapporten ble utarbeidet av en ressursgruppe på initiativ av daværende samferdselsminister Liv Signe Navarsete, og ble fremlagt i mai 2009. Rapporten bygger blant annet på klimaavtalen, der det fremsettes at Norge skal kutte sine CO<sub>2</sub>-utslipp med 16 millioner tonn innen år 2020. For at dette skal kunne gjennomføres mener ressursgruppen at det må ligge til grunn en ambisjon om at 10 % av Norges bilpark i 2020 er ladbare. I denne rapportens tilfelle omfatter terminologien «ladbare biler» både konvensjonelle elbiler og ladbare hybridbiler (Samferdselsdepartementet, 2009).

Denne rapporten er fra 2009, og vil således allerede nå i 2018 være meget foreldet med tanke på den raske teknologiske utviklingen en har sett på elbilmarkedene. Rapporten baserer seg på prognoser som innbefatter det som i dag oppfattes som pessimistiske anslag for andelen elbiler på norske veier. Rapporten utarbeider heller ikke prognoser lenger frem enn til år 2020, noe som gjør at videre estimering basert på samme økning som årene frem mot 2020 blir urealistisk, da det er naturlig å anta at elbilandelen vil øke eksponentielt og raskere enn antatt i denne rapporten.

Vi velger likevel å inkludere deler av denne rapporten i vår analyse, da den gir veldig god innsikt i hva samferdselsdepartementet, og dermed staten, mener om elbilutviklingen. Rapporten gir en god pekepinn for hvordan staten sannsynligvis ønsker å håndtere utviklingen, og hvilke virkemidler de ønsker å ta i bruk. Derfor kan rapporten være et godt supplement til en endelig prognose, selv om estimatene i rapporten viste seg å være for beskjedne.

### ***Rapport 3: «Hva betyr elbiler for strømmettet?»***

Denne rapporten er en publikasjon utgitt av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Rapporten omfatter i hovedsak utfordringer og muligheter for det norske strømmettet i forbindelse med omlegging fra fossil til utslippsfri transport i Norge frem mot år 2030. En slik omlegging vil ha betydelige konsekvenser for det norske strømmettet siden hovedbestanddelen av bilparken i Norge sannsynligvis vil være elektriske kjøretøy, eventuelt ladbare hybridkjøretøy. Denne rapporten er utarbeidet etter et framtidsscenario der det vil

befinne seg ca. 1 560 000 elektriske personbiler på de norske veiene i år 2030 (NVE, 2016).

Denne rapporten er relativt nylig utarbeidet, og gir en veldig god pekepinn på utviklingen og framtidsutsiktene til det norske strømnettet. Rapportene tar opp utfordringene som ventes som følge av elektrifiseringen, og hva som må gjøres for å møte den økende etterspørselen av strøm til elbiler. Rapporten fokuserer også mye på hvordan blant annet innføringen av smarte strømmålere kan hjelpe forbrukere, og selskaper, med å tilpasse strømforbruket for å kunne senke belastningen på strømnettet.

#### ***Rapport 4: «Klimakur 2020»***

Klimakur 2020 er en rapport fra 2010 som har hatt som hovedmål å kartlegge og vurdere mulige tiltak som må gjennomføres i Norge for at vi skal kunne nå målene om reduksjon av klimagasser frem mot år 2020 (Miljøverndepartementet, 2010). Rapporten er et resultat av et samarbeid mellom flere sentrale etater, blant annet direktørene i Oljedirektoratet, Statens vegvesen og Statistisk sentralbyrå. Dette samarbeidet har blitt ledet av Klima- og forurensningsdirektoratet.

I et vedlegg til sektorrapporten om transport er det gjort anslag og beregninger for utviklingen av bilparken i Norge frem mot år 2030. Det fokuseres her blant annet på hvilke ulike typer teknologier (elektrisk, hydrogen, hybrid) som vil være mest utbredt i årene som kommer. Disse prognosene er utarbeidet basert på at kraftige virkemidler benyttes for å oppnå en markedsandel på 5 % for elbiler, ladbare hybridbiler og hydrogenbiler. Deretter forventes en årlig vekst på 10 % for elbiler frem mot et totalt anslag på ca. 270 000 elbiler i den norske bilparken i år 2030.

Også denne rapporten preges av at den er relativt gammel (2010), og mange av anslagene og prognosene var for beskjedne. Denne rapporten gir likevel et godt innblikk i utfordringene og tiltakene som må til for å øke andelen elbiler, og dermed redusere klimagassutslippene.



## ***Rapport 5: Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp***

Denne rapporten er utarbeidet ved Transportøkonomisk Institutt og ble fremlagt i november 2016. Den har blitt utformet i samhandling med en arbeidsgruppe bestående blant annet av representanter fra Statens vegvesen og stiftelsen SINTEF, et norsk forskningskonsern. Framskrivningene og analysene som er utarbeidet i rapporten er gjort på oppdrag av Norges Automobil-forbund (NAF) (Fridstrøm & Østli, 2016).

Det har i denne rapporten blitt utarbeidet to fremtidige scenarioer for utviklingen av kjøretøyparken i Norge. Det første scenariet omtales som en trendbane, og er kalkulasjoner basert på at trendene og markedsandelene for nye kjøretøy i landet fortsetter i lignende trender som i perioden 2010-2015, derav navnet trendbane. Det andre scenariet som fremlegges er det som omtales som «ultralavutslippsbanen». Denne banen omtales som ambisiøs og baseres i hovedsak på Nasjonal transportplan 2018-2029s (NTP) målsetning om at praktisk talt alle nybiler som selges i Norge i 2025 skal være såkalte nullutslippsbiler (Samferdselsdepartementet, 2016). Med nullutslippsbiler menes i hovedsak elbiler, men også t.d. hydrogenbiler.

Denne rapporten er blant de nyeste, og også blant de beste og mest troverdige når det gjelder utarbeidelsen av prognoser for bilbestanden i Norge. Den bygger på tunge kalkulasjoner basert på store mengder data. Vi anser denne rapporten som den med høyest kredibilitet når det gjelder å best anslå utviklingen av elbilbestanden, og vil tillegge denne mye vekt når vi utarbeider våre egne prognoser.

Som en oppsummering er det helt tydelig at det norske elbilmarkedet er i sterk vekst, og da særlig de siste årene. Dette gjenspeiles også i de gjennomgåtte rapportene, da disse foreldes rimelig raskt. Likevel mener vi at de fem gjennomgåtte rapportene er viktige og relevante for at vi skal kunne utarbeide vår egen prognose. Rapportene tar hensyn til forskjellige faktorer i varierende grad, og til sammen dekker de et mye større område enn det vi hadde hatt tid eller kompetanse til. Videre i dette kapitlet vil vi presentere data om elbilmarkedet som ble innhentet fra dybdeintervjuene som ble gjennomført. En endelig utarbeidelse av vår egen prognose for elbilutviklingen i Norge vil foregå i analysekapitlet, som er neste hovedkapittel.

### *5.2.2 Data om elbilmarkedet fra dybdeintervjuer*

Det første spørsmålet vi stilte til våre respondenter om dette temaet handlet om hvordan elbilens økende popularitet har påvirket respondentene våre og deres respektive selskap. Flere av respondentene våre har merket elbilens økende popularitet i ulik grad. Dette vil jo være naturlig siden ikke alle respondentene kommer fra samme typer selskap. I denne delen av presentasjonen har vi valgt å dele respondentene i grupper. Nettselskap, kraftselskap/leverandører, energiselskap, teknologiselskap og interkommunale selskap.

Nettselskapene er de som helt klart har merket denne økende trenden i størst grad. For dem blir det en stor utfordring som de må håndtere framover. Respondent 2 trekker spesielt frem at dette blir en stor utfordring med tanke på ambisjonen om at nye fossile biler ikke vil selges lenger innen år 2025. Respondent 5 nevner også at elbilens økende popularitet fører til utfordringer når alle skal lade elbilen samtidig. Framover vil det nok bli behov for å bygge ut nettet, eller bruke andre metoder for å løse disse utfordringene.

Kraftselskapene og kraftleverandørene har merket økningen i antall elbiler marginalt eller i ubetydelig grad. Respondent 4 nevner at dette ikke nødvendigvis er begrunnet i at de er en kraftleverandør, men at landsdelen de holder til i er på jumboplass når det gjelder elbilutviklingen. Samtidig tror respondent 4 at de sannsynligvis vil merke denne trenden mer og mer de neste årene. Respondent 6 har merket elbilveksten marginalt, og egentlig bare i de områdene som har hatt dårlig nettkapasitet i utgangspunktet. Respondent 6 er mer opptatt av utfordringene rundt ferjer og elektrifiseringen av ferjedriften framfor elbilutviklingen.

Når det kommer til energiselskapene har respondent 3 merket elbilveksten til en viss grad. Respondent 3 trekker også frem en utredning i NVE-regi som konkluderer med at hvis mange bruker elbil, vil det skape problemer i nettet. Respondenten utdyper at energiselskapene og nettselskapene vil jo ikke bli tatt på sengen av dette. De følger med på utviklingen i lokale områder og er i stand til å forberede seg. Respondenten nevner også at de har merket det til nå i enkelte områder der strømmen har falt ut, og man hadde problemer med å få koblet den på igjen. Dette var en konsekvens av at alle elbilene her ladet og brukte strøm samtidig, og det overgikk det man hadde forventet i systemanalysene på det nivået.

Respondent 8 har ikke merket den økende populariteten til elbiler så mye foreløpig. De har

foretatt noen utredninger av hva inntøget av elbiler vil ha å si for kraftsystemet i Norge, hvor den foreløpige konklusjonen er at systemet vi har i dag er robust og vil takle det meste. Unntaket vil nok være i lavspentnettet i en del mindre områder hvor det er dårligere strømnnett, her vil det nok helt klart oppstå utfordringer med elbil- og batterilading på sikt.

Totalt sett så har egentlige de fleste respondentene våre merket elbilens økende popularitet i marginal eller ikke i noen grad foreløpig, men de er enige om at det sannsynligvis vil bli betydelig større utfordringer på sikt, og i hvert fall innen år 2030. Selskapene som skiller seg ut her og som allerede har merket økningen er nettselskapene. Dette har også en ganske naturlig forklaring da det er nettselskapene som får mest informasjon om belastningene i nettet.

Det siste spørsmålet i intervjuguiden har hatt fokus på hvilke faktorer respondentene tror kommer til å være de viktigste for hvor mange elbilbatteri som blir gjenbruk og hvor mange som går direkte til resirkulering. Her er mange av respondentene enige om mye, men det er også enkelte faktorer som kun noen få av respondentene trekker frem som viktige. Dette spørsmålet var med vilje utformet ganske åpent, for å invitere respondentene til å diskutere og utdype hvilke framtidsutsikter og prognoser de hadde. Dette gjenspeiles i svarene, som varierer en del fra respondent til respondent. Samtidig er det en del antagelser og faktorer som går igjen blant flere.

Respondent 1 innleder med at mye handler om tankegangen rundt sirkulær økonomi.

Respondenten utdyper at med 8 milliarder mennesker på jorda, så er det en selvfølge at vi må gjenbruke og gjenvinne. Han/hun påstår at det ikke finnes søppel lengre, i den forstand at alt brukes, sorteres og ordnes. Dette vil også gjelde for batterier, og det finnes penger i gjenvinning av batterier, og respondenten forteller at om 15-20 år så vil det ikke lenger være spørsmål om vi skal sortere og gjenvinne, spørsmålet er bare hvor mye en får for det.

Videre er det 4-5 faktorer som de fleste av respondentene er enige i at vil være viktige. Den første faktoren alle respondentene er enige om, er at batteriene til slutt kommer til å måtte gjenvinnnes, de kan naturligvis ikke bare kastes som søppel. Når det kommer til hva som skal skje med batteriene i tiden mellom de er ferdige i elbilen og frem til gjenvinning, er det flere delte meninger. De fleste har troen på at gjenbruk vil bli aktuelt, men når og i hvilken grad er mange usikre på. Flere av respondentene er i utgangspunktet positive til gjenbruk, men stiller

seg i varierende grad skeptiske til en del avgjørende faktorer.

En annen viktig faktor som mange av respondentene trekker frem er sikkerheten til batteriene som vil brukes i «second-life»-situasjoner, og mange knytter dette sammen med behovet for en standardisering av elbilbatteriene. Flere av respondentene tenker først og fremst på sikkerhet i forhold til brann, og mener at om «second-life»-bruk skal bli populært vil det bli nødvendig å få på plass en standardisering av elbilbatteriene, som også vil være til stor hjelp med tanke på at overgangen fra elbilbruk til andre situasjoner vil være betydelige enklere om alle batteriene har en standard. Om det blir krav til standarder for elbilbatteri i løpet av de neste årene, trekker spesielt respondent 7 frem at dette utelukkende vil være positivt for bilindustrien, da det vil gi større muligheter og bruksområder for batteriene deres etter at de ikke lengre har høy nok kapasitet til å fungere i elbiler.

*Hvis Nissan Leaf sine batterier var standardiserte, og kom til å se likedan ut fra i dag og ti år framover, så kan du bygge opp en volumbasert industri som tar hundretusener av sånne batterier og gjør dem om til noe annet (Respondent 3).*

Som respondent 3 uttaler, så må det komme standardiseringer på plass for at dette skal kunne bli en industri. Dette er som nevnt en faktor som også tydelig fremheves blant flere andre respondenter. Det henger sammen med enkelheten ved å ta utrangerte batterier i bruk på egenhånd av forbrukere.

De neste viktige faktorene som folk trekker frem i forhold til gjenbruk av elbilbatterier er den økonomiske lønnsomheten i det, samt enkelheten av å gjennomføre det, og behovet for å ha batterier i hjemmet. Respondent 2, 3, 5 og 6 trekker spesielt frem den økonomiske faktoren, hvor de er enige om at det foreløpig vil være for dyrt for de fleste forbrukere å skulle bruke mye penger på installasjon av batterier privat, og de samme respondentene nevner også at lønnsomheten sannsynligvis ikke vil være høy nok til å man kan tjene, eller spare, mye penger på dette. Videre trekker spesielt respondent 4 og 5 frem faktoren om behovet for å installere batteripakker, og mener at det vil være viktig for «second-life»-alternativet at flere forbrukere sier ifra om at dette er noe de trenger eller ønsker. For at dette skal skje nevner de også at det må bli flere forbrukere som ser lønnsomheten i det.

Respondent 6 forklarer at batterier er en ting, men i tillegg vil en også måtte ha

kraftelektronikk i tilsetning til batteriene, og det koster mye. Respondent 2 påpeker at en må se på installasjonskostnadene, hvor mye forbrukere tjener, eventuelt sparer, på å flate ut forbrukstoppene, og hva et batteri vil ha å si i en beredskapssituasjon hvis strømmen forsvinner. Det vil være mange bruksområder, men alt vil koke ned til gjenbetalingstiden på batteriet, avslutter respondenten. Denne økonomiske faktoren er også et viktig argument blant flere respondenter. Respondent 3 peker blant annet på volumeffekter og strømlinjeforming av prosesser som vesentlige faktorer for at det skal bli økonomisk rasjonelt.

Respondent 1 og 7 poengterer at behovet for batterier vil bli veldig stort i maritim sektor, og spesielt for større cruiseskip og lignende. Respondentene peker på insentiver for å elektrifisere ferjedriften, både økonomiske, men også miljømessige insentiver. Om de store fergene og cruisebåtene blir elektriske, og man samtidig klarer å samle inn store volum av brukte elbilbatteri som man kobler sammen og stasjonere i havnene, kan dette potensielt bli lønnsomt. I stedet for at fergene skal ligge til kai og «spyle ut tusenvis av liter med drivstoff», kan de koble seg til store eksterne batteribanker og lade opp de batteridrevne motorene sine.

Samlet sett er alle respondentene enige om at batteriene må gjenvinnes til slutt, enten det er direkte fra elbilen, eller etter eventuelle annenhåndssituasjoner. Det er større uenighet blant respondentene om i hvilken grad «second-life»-bruk vil ta av med det første, hvor de viktigste faktorene som nevnes er sikkerhet, økonomisk lønnsomhet, standardisering og behov. To av respondentene trekker også frem mulighetene «second-life» vil ha i maritim sektor for cruiseskip og ferger, et svar som skiller seg ut fra de resterende respondentene.

### **5.3 Utvikling i bruk av batterier**

Dette delkapittelet fokuserer på data fra intervju spørsmålene som omhandler bruken av batterier, både per dags dato og framover. Spørsmålene fokuserer i hovedsak på hvordan respondentene ser for seg at installasjon og bruk av batteriløsninger vil kunne utarte seg frem mot år 2030, samt eventuelle konsekvenser dette vil ha.

Et av spørsmålene vi stilte respondentene handlet om hvordan de tror at markedene for å installere større batteripakker med reservestrøm vil utvikle seg for nettselskapene. Det kan virke som om det er en felles enighet, iallfall fra respondentene fra nettselskapene, om at

dette er et marked, og at det allerede er i ferd med å skje. En respondent (3) er også enig i at det er et marked, men stiller seg i større grad enn de andre usikker til volumet av stasjonære batterier. Respondenten begrunner dette med at det ikke gir mening i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Respondenten forklarer at for å kunne redusere prisen på slike systemer til et nivå hvor det lønner seg, så må en ha noen økonomiske subsidier på plass. Eksempelvis unngå å betale el-avgift og forbruksavgift eller lignende. Respondenten begrunner dette blant annet med at vi i Norge har et såpass godt utbygd kraftsystem, hvor lagring av energi er ekstremt billig. En annen respondent (4) peker også på disse argumentene om at det kan være et større marked og potensiale i andre land enn i Norge. Han/hun mener at store batteripakker har større nytte i andre land som ofte har større utfordringer med uregulerbar fornybar kraft, samt høyere strømpris og fravær av den balanseringen som den norske vannkraften gir.

Videre påpeker respondent 8 at myndighetene sannsynligvis vil jobbe for en løsning der nettselskaper i utgangspunktet ikke får ha batterier selv. Likevel tror respondenten at bruken av batterier vil øke, og at det vil utvikle seg et marked for at tredjeparter vil kunne tilby batterier til nettselskaper. Disse batteriene vil da kunne brukes til enkelte formål som for eksempel innkjøringer i nettet. Batterier i nettet vil nok i enkelte tilfeller være det eneste og beste alternativet, framfor å bygge nye linjer, eller forsterke eksisterende linjer. Respondent 5 forteller at de jobber for at det skal være en markedsaktør som selger og/eller installerer slike batterier for å selge denne fleksibiliteten til nettselskapene.

Tre av respondentene (3, 4 og 6) peker også i varierende grad på det den ene kaller for øydriftsproblematikken. Respondent 3, som utdyper mest om dette, forklarer at enten det gjelder fysiske øyer, eller svake punkter i nettet, så kan det være tilfeller der det koster mer å bygge ny forbindelse enn å etablere en batteribank. En annen respondent (6) nevner et eksempel fra øyen Utsira, som har for dårlig sjøkabel med strøm, og der alternativet til å oppgradere denne vil være en batteribank. Respondenten argumenterer for at det først er her de konkrete problemstillingene begynner. Her kan en sette en batteriløsning opp mot et kalkulerbart alternativ. De samme respondentene nevner også utviklingen i batteribruk på forskjellige ferjesamband rundt om i Norge. En respondent (7) peker på at markedet for batterier i maritim sektor ser ekstremt lovende ut, og at batteribruken på de norske ferjene har vært et såkalt «proof of concept» prosjekt. Også en annen respondent (3) peker på positive resultater en har sett ved å sette opp batteribanker på land ved eksempelvis ferjeleier for å spare investeringer i svake kraftnett.

Videre ønsket vi respondentenes meninger om hvordan markedet for installasjon av hjemmebatterier vil utvikle seg, sett fra et forbrukerperspektiv. Respondentene virker å være usikre og dels uenige i hvordan de tror markedet for at forbrukere installerer hjemmebatterier vil utvikle seg. En ting som virker å være en felles enighet er derimot at det må ligge til grunn direkte insentiver for forbrukerne for at dette skal kunne utvikle seg. En respondent mener at insentivene må være økonomiske og ikke minst tilstrekkelige. Andre eksterne faktorer som nevnes som relevante er blant annet hvilken løsning det landes på når det gjelder effekttariffing av nettleie.

En forbrukergruppe som nevnes av respondentene 1, 6 og 7 som relevante, er de miljøbevisste kundene. Respondent (6) uttaler at han/hun helt klart tror de som er miljøbevisste vil henge seg på en slik trend med hjemmebatteri. Respondenten begrunner dette med at de kanskje er en gruppe forbrukere som ikke nødvendigvis er så opptatte av å redusere kostnader, men heller opptatte av å redusere forbruket sitt. Disse kan også se på batterier i kombinasjon med eksempelvis solceller som en reell mulighet. Også en annen respondent (8) uttrykker mye av det samme ved å anta at utviklingen på denne fronten, hovedsakelig i oppstartsfasen, vil drives mer av entusiasme enn av det økonomiske.

Flere av respondentene nevner utbredelsen av solceller som en viktig faktor for batteriutviklingen. Respondent 6 mener at solceller i samarbeid med batterier virkelig kan være en kombinasjon som slår an for å kunne utjevne effekttoppene. En annen respondent (4) er også inne på samme tematikk, og mener at det fortsatt er knyttet for stor usikkerhet til hvor mye solceller vil ta av, og at dette eventuelt vil ha stor påvirkning for utviklingen av hjemmebatterier.

En viktig faktor som blir tatt opp av en av respondentene, som i utgangspunktet er positiv til trenden rundt hjemmebatterier, er at forbrukere kun bryr seg om to ting. Ifølge respondent 1 er komfort og penger de to viktigste faktorene for den jevne forbruker. Det begrunnes med et eksempel ved at hvis en forbruker blir forespeilet en investering på 10 000 kr som vil være inntjent om fem år, og at en fra og med da vil begynne å tjene penger, så vil en gripe den muligheten. Et annet eksempel som utheves er også utviklingen av varmepumper i Norge. Varmepumpene blir kjøpt for å spare mye penger, men forbrukere ender opp med samme kostnader som tidligere fordi de ikke ønsker å senke komforten. Komfort er viktigere enn

penger for de aller fleste forbrukere, argumenterer respondenten videre. Det handler om at når marginalkostnaden blir lav nok, så gidder man ikke å bry seg lengre.

Investeringskostnaden blir betegnet som en «sunk cost» som man ikke får gjort noe med, og derfor slutter en å tenke over det. Respondenten avslutter med at han/hun mener at dette sannsynligvis er samme utviklingen en vil se med hjemmebatterier. Forbrukere tenker på de økonomiske insentivene, men ender opp med å heller beholde eller øke komforten.

Det neste spørsmålet vi stilte handlet om hvordan respondentene tror behovet for batterier vil utvikle seg frem mot år 2030. Basert på respondentenes svar virker det som om dette er et tema som fortsatt er usikkert. Hoveddelen av respondentene mener likevel at batterier er kommet for å bli, og at behovet bare vil øke framover. En respondent (2) mener derimot at dette er vanskelig å spå, og at det trengs en utløsende faktor. Akkurat hva den faktoren skal være, er foreløpig mer usikkert. Samme respondent viser til eksempler som at elbiler har fått et momsfritak som gjør det mer populært og attraktivt. Dette har således ført til at elbilen er mye mer populær i Norge enn i andre land som Sverige og Tyskland. Sammenligninger med andre land kommer også frem i svaret til en annen respondent (5). Han/hun mener at behovet for batterier vil øke, spesielt for bruk i perioder hvor man har behov for å avlaste nettet, som når alle kommer hjem på ettermiddagen o.l. Videre mener respondenten at dette behovet bare vil øke, men også her mener respondenten at behovet kommer til å være større i andre land med større utfordringer enn Norge.

Tre av respondentene (3, 4 og 7) nevner særlig et forventet behov for batterier i transportsektoren i Norge. Respondent 7 utdyper i denne anledning at det foreløpig er mye tydeligere hvilken rolle batterier og lagring vil komme til å ha for transportsystemer, enn ellers i energisystemet med nettet og slikt.

*I forhold til transport, helt klart. Bruken kommer til å eksplodere. Etter hvert kommer ferjer og busser og alt til å være elektrisk. Det kommer til å bli et enormt behov for batterier i transportnæringen (Respondent 4).*

Respondentene virker mer usikre på om hvordan utviklingen av behovet for batterier i hjemmet vil utvikle seg. En respondent (4) stiller seg usikker til behovet for et batteri i hjemmet, og lanserer en teori om at det er logisk å bruke batterier i litt større skala, for eksempel i nabolaget for å avlaste nettstrukturen. Dette støttes også til dels opp av en annen



respondent (2), som forteller at batterier i fremtiden kan være koblet til en nettstasjon for å hjelpe til med effekttoppene. Typisk kan strømleverandører eie store mengder med batterier til dette formålet.

*Jeg tror at det kommer til å være mange batterier både i hus og ute i nettet, men om hvert hus har eget batteri, eller om det står i nettstasjonen, det vet jeg ikke. Begge scenarier er like sannsynlig (Respondent 8).*

Respondent 7 uttrykker skepsis til om det i fremtiden vil være typiske nabolagssystemer med batterier og lagring, eller om det er en trend som blir mer og mer global. Respondenten viser til at forbrukere generelt er skeptiske, og ser en økende trend i at en ønsker å ha ting lokalt. Videre drar respondenten frem eksempler med at mennesker ønsker å ha kontroll på hva vi spiser, hvor strømmen kommer fra, og at en slipper å betale for ting en ikke vil ha. Respondenten tror denne trenden bare vil fortsette, og at en vil se mer produksjon på forbrukersiden og at batterier således vil spille en viktig rolle.

Avslutningsvis forutser respondent 1 at selskaper som er gode på retur vil bli verdifulle, men at det sannsynligvis vil dukke opp selskaper «på hvert gatehjørne» som driver med retur av batterier. Det vil bli en samlebandsproduksjon. Denne teorien utledes til dels også av en annen respondent (3) som også peker på at han ikke tror det vil være økonomi i å løse slike utfordringer på forbruksnivå. Hvis gjenbruk skal være billig og enkelt, så må det være industrielt og strømlinjeformet slik at en kan ta ut en standard enhet, og sette inn en annen standard enhet. Videre forklarer respondenten at siden derimot batterier kommer i så mange former og brukes på så mange områder, så tror han/hun at det vil komme stor etterspørsel etter tjenester i retning av å strippe innholdet i batterier, for så å ta ut og resirkulere metallene, heller enn å gjenbruke batterimoduler. Respondenten tror derfor ikke det er utviklingen i kraftsystemet som vil drive bruken og etterspørselen av batterier på forbrukernivå.

Det siste spørsmålet om batterier fokuserte på om respondentene tror at en konsekvens av batteriers økende kapasitet og lavere pris vil kunne føre til at flere forbrukere velger å koble seg av nettet, altså gå «off-grid». Dette spørsmålet ga seg utslag i varierte og interessante svar og prognoser fra de forskjellige respondentene. Det er tydelig at dette er en problemstilling som kan engasjere og utfordre, men allikevel viser svarene fra respondentene at de i ulik grad

bekymrer seg for dette fenomenet. Samtidig er flere respondenter enige i at dette er en problemstilling som i større grad kan gjelde for andre land med en svakere strømforsyning enn her i Norge. Det blir også nevnt at det sannsynligvis vil være større utfordringer knyttet til å være selvforsynt på enkeltkundenivå, enn i litt større skala som eksempelvis små lokalsamfunn.

En konkret utfordring som blir skissert av flere respondenter i forbindelse med dette fenomenet, er den såkalte «onde sirkelen» som kan bli et direkte resultat av at forbrukere kobler seg av nettet.

*Hvis jeg skulle trekke frem en fare som sådan, så er det jo den onde sirkelen der noen begynner å koble seg fra, sparer skatt og avgifter, som fører til at de andre som fortsatt er påkoblet må betale mer (Respondent 3).*

Selv om dette er en reell problemstilling som blir nevnt av flere respondenter, så virker det likevel som om den faktiske bekymringen er begrenset. Respondent 3 forklarer at argumentene om at en vil få en sikrere strømforsyning hvis en er selvforsynt med et batteri, ikke er realistisk. Respondenten utdyper at en forbruker aldri vil klare å bygge opp et teknisk system i egen regi som vil ha i nærheten av oppetiden som det andre leverandører av de samme tjenestene gjennom kraftsystemet klarer. Dette bekreftes til dels av andre respondenter også, som understreker at samfunnsøkonomien ikke er god i at hvert hus skal ha et eget, lokale nett. Samme respondent gjentar også viktigheten av forsyningssikkerheten, som han/hun mener flere aktører undervurderer.

Det nevnes fra flere av respondentene som tilhører nettselskapene at de allerede har begynt å få et fåtall enkelthenvendelser om forbrukere som vil koble seg av, men at dette foreløpig utgjør en ekstremt liten kundemasse. Det gjentas fra flere at dette er et scenario som sannsynligvis vil være mer relevant for litt større grupper av forbrukere. Respondent 6 nevner eksempler som borettslag eller lignende fellesskap som mer reelle alternativ. Samme respondent legger i den anledning også til at det per dags dato er en del formelle betingelser som fremdeles ikke er lagt til rette, og som må komme på plass før dette kan bli reelle alternativer. Avslutningsvis nevner også flere av respondentene at de følger utviklingen på området, og at de også undersøker mulighetene for at særlig nettselskapene, eller andre i energibransjen, kan være med som en positiv bidragsyter heller enn en passiv aktør, slik at en

kan oppnå optimale løsninger for alle parter.

I dette delkapittelet kommer det frem at det er svært mye usikkerhet knyttet til utviklingen av batterier. Mange av respondentene har troen på at batterier vil komme og bli mer aktuelt og populært, men er også usikre på når dette vil skje og hva volumet kan komme til å bli. Flere av respondentene trekker frem den sikre strømforsyningen vi har i Norge, og mener at dette vil være en begrensning på hvor store volum av batterier vi vil komme til å se i nærmeste fremtid i Norge. Enkelte trekker også frem at de tror behovet for batterier vil komme til å bli større i andre land, hvor de har et mer ustabil strømnett. Det er mange ulike faktorer som trekkes frem og diskuteres, og alle disse vil bli diskutert ytterligere i analysen vår i neste kapittel.



## 6. Analyse

I denne delen av oppgaven vil vi analysere og drøfte de funnene som er blitt gjort i gjennomføringen av dybdeintervjuene. Funnene som er blitt gjort skal vi også knytte opp imot det teoretiske grunnlaget som ble lagt ned innledningsvis i oppgaven. Dermed ønsker vi med analysedelen å skape en bedre forståelse for fenomener og faktorer som kan være med å forklare våre forskningsspørsmål, og vår overordnede problemstilling:

*Hva er de viktigste driverne frem mot år 2030 for hvor mange elbilbatterier som blir gjenbrukt i annenhåndssituasjoner og hvor mange som går direkte til resirkulering?*

Vi har valgt å dele analysekapittelet opp i tre deler som samsvarer med de tre kategoriene vi valgte for intervju spørsmålene. Det første delkapittelet vil omhandle strøm, og fortrinnsvis hvordan den fremtidige utviklingen i det norske strømmarkedet vil være en faktor som kan hjelpe oss å besvare vår problemstilling. Det andre delkapittelet vil fokusere på å analysere effektene av elbilutviklingen i Norge, og hvordan dette påvirker vår problemstilling. Tredje og siste delkapittel omhandler bruk av batterier, både i hjemmet og i annenhåndssituasjoner. Avslutningsvis vil vi også presentere et sammendrag av de samlede funnene.

### 6.1 Analyse av det norske strømmarkedet

I dette delkapittelet av analysen vil vi gjennomgå det norske strømmarkedet. Vi vil se på hvordan framtidsutsiktene til den norske strømforbruker vil se ut som følge av innføringen av smarte strømmålere (AMS), og sammenligne dette med de svarene vi fikk fra respondentene vi intervjuet. Basert på alt dette, ønsker vi med dette delkapittelet å utrede hvorfor mye av oppgaven omhandler strøm, og utarbeide en forståelse for hvordan dette påvirker vår problemstilling. Tilknyttet til denne delen av oppgaven utarbeidet vi følgende forskningsspørsmål:

*Hvilke endringer skjer i det norske strømmarkedet frem mot år 2030?*

Grunnlaget for hvorfor det norske strømmarkedet ble vurdert som en relevant og viktig faktor henger sammen med det overordnede «second-life»-konseptet som mye av denne oppgaven bygger på. «Second-life» oppsummeres kort som et konsept der produkter blir brukt på nytt i andre situasjoner enn det som var intensjonen ved produktet. I denne oppgavens tilfelle var det særlig det å bruke utrangerte elbilbatterier fra elbiler på nytt i annenhåndsinstallasjoner, eksempelvis i et hjemmebatteri, som i hovedsak var konseptet vi ønsket å fokusere på. I den forbindelse mener vi også at det norske strømmarkedet vil være en stor og utløsende faktor for hvor populært og utbredt gjenbruk av batterier vil være. Vi mener det må være rimelig å anta at strømmarkedet i stor grad kan legge til rette for, eller eventuelt hindre, slik annenhåndsbruk av batterier. I hovedsak har vi valgt å fokusere på nye ordninger for effektariffing av nettleien, innføring av smarte strømmålere og fremtidig forventet strømpris som de viktigste faktorene som kan påvirke vår problemstilling.

I teorikapittelet la vi grunnlaget for denne analysen. Kort oppsummert fremkommer det der at det norske strømmarkedet er i endring. Det finnes steder i strømmettet som allerede har kapasitetsproblemer på dager med høyt forbruk, og det jobbes både fra selskaper og fra staten med løsninger for å effektivisere driften. Innen år 2019 vil alle norske husstander ha fått innført smarte strømmålere (AMS) (NVE, 2015). Dette vil legge grunnlaget for en hverdag og fremtid der forbrukere direkte eller indirekte er mer aktive når det gjelder eget strømforbruk. Det jobbes også per dags dato med en utredelse om endring i hvordan nettleien for strøm tradisjonelt har blitt betalt. Det er enda ikke avgjort, men det kan virke som om det er en form for abonnementsløsning for effektariffing som blir den endelige løsningen (NVE, 2017). En slik løsning vil også sterkt kunne være med på å gi forbrukere insentiver til å være mer bevisste over eget forbruk.

Med disse endringene i den norske strømbransjen lagt til grunn, ønsket vi å oppnå en dypere forståelse for hvordan dette faktisk vil påvirke både forbrukere og selskaper. Dette ble gjort slik at vi tydeligere kunne se hvordan disse faktorene ville påvirke vår problemstilling. Vi utarbeidet derfor flere spørsmål til dybdeintervjuene som i forskjellig grad omhandlet strøm og det norske strømmarkedet. Vi ønsket å opparbeide en forståelse for hva respondentene mente var de viktigste faktorene som ville påvirke strømbransjen frem mot år 2030. I tillegg ønsket vi også å redegjøre for hva respondentene trodde at innføringen av smarte strømmålere ville føre til for forbrukere og nettselskapene. Det viste seg ved arbeid med disse

konseptene og problemstillingene, at store deler kunne knyttes opp mot forbrukeres atferd, og dermed til atferdsøkonomi som er utledet under delkapittel 3.2.

Under arbeidet med det teoretiske rammeverket i kapittel 3 fremstilte vi flere tanker og teorier som vi ønsket å undersøke ytterligere. I den forbindelse ønsket vi derfor å undersøke om dette var temaer eller fenomener som respondentene kunne belyse i intervjuene. Med utredelsen av individets etterspørselskurve, samt rasjonell tankegang fra mikroøkonomien lagt til grunn, vil i utgangspunktet en forbruker kjøpe et hjemmebatteri gitt at det gir en positiv meravkastning. Undersøkelser viser derimot at det ikke alltid fungerer slik, og mye kan tyde på at faktorer som bygger på atferdsøkonomien spiller en viktig rolle. Vi var derfor av den oppfatning at en kombinasjon av konvensjonell mikroøkonomisk analyse og atferdsøkonomi ville gi oss det resultatet som best besvarte vår problemstilling. Dette gir indikasjoner på at tradisjonelle økonomiske teorier ikke er dekkende i tilfredsstillende grad.

I delkapittel 3.2 om atferdsøkonomi diskuterte vi hvordan menneskers atferd kan påvirkes i forskjellig grad ved hjelp av ulike virkemidler. Dette kan eksempelvis gjøres fra myndighetene som et politisk virkemiddel for å forsøke å endre en gruppe individers atferd til et ønsket stadium. Mye av dette kan direkte overføres til det som skjer i det norske strømmarkedet nå. Innførselen av smarte strømmålere (AMS) og endringer i prismodellen for nettleie er faktorer som kan påvirke forbrukeres atferd i varierende grad. Som vi utledet i kapitlene som omhandlet det norske strømmarkedet, er det per dags dato relativt lite kostnadsbesparende å investere i batterier for å profitere på variasjonene i strømprisen i løpet av et døgn. Dermed vil det være rimelig å anta at de færreste forbrukere vil investere i slike løsninger, da det ikke gir høy nok gevinst i forhold til investeringskostnadene og arbeidet som utføres. Dette kan delvis knyttes direkte til begrepet «tapsaversjon» som vi omtalte under delkapittel 3.2. Mennesker har en tendens til å mislike tap i større grad enn tilsvarende gevinst. Overført til det norske strømmarkedet betyr dette at det må være større summer å spare på å investere i hjemmebatterier eller lignende enn det er per dags dato. Gevinsten må være vesentlig høyere enn tapet ved investeringskostnadene og arbeidet som må utføres, for at forbrukere velger å investere i slike installasjoner, ifølge teorier fra atferdsøkonomien.

Teoriene fra atferdsøkonomien var også mye av grunnlaget for at vi valgte å inkludere et kapittel om varmpumper og dens utbredelse i Norge. I utgangspunktet ble det jo forespeilet forbrukere store summer å spare ved å investere i slike varmpumper, ergo var gevinsten

«høy nok» for at forbrukere aktivt valgte å ta den investeringen. Likevel, som det fremkommer i kapittelet, viser analyser blant annet fra SSB (2013) at forbrukere med varmepumpe velger å ha en høyere innetemperatur, og dermed forsvinner den økonomiske besparelsen.

Disse innledende analysene om at det må gi en større økonomisk, eller annen, vinning i å investere i hjemmebatterier og tilhørende installasjoner støttes også av de fleste av respondentene vi intervjuet. Vi formulerte tre intervju spørsmål som omhandlet strøm og det norske strømmarkedet for våre respondenter. Det første spørsmålet omhandlet hvilke forventninger respondentene hadde til det norske strømmarkedet frem mot år 2030.

Det utvises enighet blant respondentene at innførselen av AMS og endring i betalingsmodell for nettleie er et nødvendig steg i retning mot en mer effektiv strømbransje. Samtidig viser også respondentene klare tendenser til at de ikke har stor tro på at forbrukere vil begynne å ta en aktiv del i eget strømforbruk, iallfall ikke innledningsvis. Dette begrunnes i hovedsak av at det foreløpig ikke er store nok økonomiske insentiver lagt til grunn for at forbrukere vil sette av tid til slikt. Dermed bekrefter respondentene våre teorier om at det foreløpig ikke foreligger insentiver som er tilfredsstillende nok for den jevne forbruker. Flere respondenter nevner i tillegg NVE-rapporten vi gikk gjennom under delkapittel 3.4.1 (Henden, et al., 2017) som utredet hvor stor forskjell det må være i strømprisen i løpet av en gitt dag for at det skal være økonomisk rasjonelt for en forbruker å flytte forbruket sitt. Flere respondenter nevner at hva som fremkommer som «økonomisk rasjonelt» i den rapporten må kunne sees på som et minimumsnivå for når en kan forvente at forbrukere engasjerer seg. I følge klassisk mikroøkonomi ville en rasjonell forbruker derimot i teorien engasjere seg for å spare bare 1 kr. Igjen styrker respondentenes svar våre antagelser om at atferdsøkonomien spiller en vesentlig rolle i den fremtidige utviklingen av strømmarkedet.

En respondent uttaler at forbrukere er «vanedyr», og mener med det at de er mer opptatte av komfort enn av økonomisk vinning. Det at forbrukere omtales som «vanedyr» kan direkte knyttes opp mot det som ble utledet under delkapittel 3.2.1 om grønne dytt. Der forklarer vi at dersom forbrukere skal motiveres til å ta bevisste valg, så må «default»- eller *standardvalget* ikke oppfattes som tilfredsstillende nok. Dette er derimot akkurat det som skjer når forbrukere er «vanedyr» og ikke finner motivasjon i å drastisk påvirke eller endre strømforbruket sitt. Dette tyder også på tendenser mot satisfisering, som utledet blant annet



av Heshmat (2015), der forbrukere velger det utfallet som gir et resultat som oppfattes som «godt nok».

Andre argumenter som fremkommer både fra gjennomgått teori og dybdeintervju med eksperter på området er blant annet at Norge har et veldig stabilt og godt kraftnett med tilgang til ren vannkraft. Dette nevnes i varierende grad av samtlige respondenter, og er også mye av grunnen til at Norge ligger langt fremme når det gjelder fornybar energi og miljøbevissthet. Dermed vil naturligvis pågangen til å gjøre strømbørsen i Norge «grønnere» være lavere her enn i andre land der en større del av strømmen er et resultat av fossile kraftverk. Dette påvirker også behovet for blant annet hjemmebatterier, da det vil være større behov og insentiver for å investere i slike løsninger i land der leveringssikkerheten er lavere og strømmen dyrere. Dette samsvarer også med det flere respondenter mener.

Vi stiller oss usikre til i hvilken grad innføringen av smarte strømmålere og endringer i betalingsmodellen for nettleie vil i vesentlig grad føre til at forbrukere tar aktive valg for å redusere forbruk og endre atferd med det første. Som gjennomgått teori og intervju med eksperter viser, så må mye av oppførselen til forbrukere kunne sies å bli styrt av vaner, og av et behov om at en løsning er «god nok». Slik som forklart i atferdsøkonomien, må det sannsynligvis ligge noen insentiver og klimavennlige eller økonomiske «dytt» til grunn for at hovedvekten av norske forbrukere vil begynne å bli en aktiv part av strømmarkedet. Likevel tror vi at eksempelvis endringen i betalingsmodellen for nettleie potensielt kan påvirke forbrukeres atferd så lenge ikke standardvalget blir «for godt». Her har myndighetene en god mulighet til å tilrettelegge for dytt i en klimavennlig retning ved å gi fordeler til forbrukere lik de vi har sett for elbiler. Vi valgte å fokusere mye på strøm og strømmarkedet i den tro av at disse faktorene vil være direkte knyttet opp mot populariteten og utbredelsen av blant annet hjemmebatterier. En slik utvikling vil sannsynligvis også kunne øke utbredelsen av brukte elbilbatterier i annenhåndsinstallasjoner.

## **6.2 Analyse av utviklingen i det norske elbilmarkedet**

Dette delkapittelet av analysen vil fokusere på elbiler, og hvordan utviklingen av elbilmarkedet i Norge kan være en viktig faktor som kan påvirke vår problemstilling. Denne delen av analysen vil derfor først ta for seg de analysene og prognosene for utviklingen av

elbilmarkedet i Norge som ble gjennomgått i teorikapittelet. Videre vil det bli gitt en drøfting rundt disse prognosene; hvor relevante de er for denne oppgaven, og i hvilken grad vi har valgt å benytte disse som grunnlag for utarbeidelse av våre egne prognoser. Deretter vil disse analysene bli sammenlignet og drøftet opp mot intervju spørsmålene som omhandlet elbiler, og som ble stilt til respondentene i dybdeintervjuene. Avslutningsvis ønsker vi å sammenfatte all informasjonen som har kommet frem, og deretter prøve å estimere i hvilken grad disse faktorene påvirker den overordnede problemstillingen. Tilknyttet denne delen av oppgaven valgte vi å utforme følgende forskningsspørsmål:

*Hvordan vil utviklingen i det norske elbilmarkedet se ut fram mot år 2030?*

Bakgrunnen for at disse rapportene ble gjennomgått, og tilhørende analyser og prognoser ble utarbeidet, var et ønske fra Glencore innledningsvis i oppgavefasen om å utarbeide en prognose for hvor mange elbilbatterier de kunne forvente å få inn til resirkulering ved sitt anlegg. Et naturlig steg i den prosessen vil være å utarbeide prognoser for utviklingen av antall elbiler i Norge, siden dette vil ha en direkte sammenheng med hvor mange elbilbatterier det er i omløp. Det vil likevel være mange andre faktorer som også spiller inn, og som kan begrense eller utsette hvor mange batterier Glencore får inn til resirkulering. Relevante faktorer vil eksempelvis være forventet levetid og andelen batterier som blir gjenbrukt i andre installasjoner. Vi var derfor av den oppfatning at en utarbeidelse av prognoser for elbilutviklingen ville være et riktig og godt utgangspunkt for videre arbeid.

### ***6.2.1 Relevante rapporter om utviklingen i det norske elbilmarkedet***

Vi valgte ut fem rapporter som med varierende faktorer og beregninger til grunn har utarbeidet analyser eller prognoser om den forventede utviklingen av antallet elbiler i Norge. Disse rapportene ble utvalgt på bakgrunn av hvilke institusjoner de var utarbeidet av, eller for, samt i hvilken grad vi fant dem relevante for vår problemstilling. I tillegg ønsket vi at rapportene i hovedsak var utarbeidet med fokus på det norske markedet, samt at rapportene ikke var særdeles foreldet. Særlig det siste kriteriet viste seg til dels å være vanskelig å overholde, da det viste seg at antallet relevante akademiske rapporter var noe lavere enn antatt. Dette vil naturligvis være begrunnet med at elbiler som fremkomstmidler fortsatt er et

relativt nytt fenomen i Norge, men likevel et alternativ som har vært i ekstrem utvikling de siste 5-10 årene.

Hvilke faktorer disse forskjellige rapportene vektlegger, og ser på som de viktigste, varierer. Dette ble gjennomgått innledningsvis under delkapittel 5.2.1 i denne oppgaven, og vil derfor ikke bli videre utredet i dette kapittelet.

### ***6.2.2 Utarbeidelse av vår egen prognose for elbilutviklingen i Norge***

Ved utarbeidelsen av våre egne prognoser for veksten i antall elbiler i Norge har vi valgt å ta hensyn til flere faktorer. Vi har hovedsakelig valgt å fokusere på den historiske økningen i antall, men har også hensyntatt faktorer som statlig tilrettelegging, kapasitet i strømmettet og miljøbevissthet, som alle nevnes i de gjennomgåtte rapportene.

Utarbeidelse av vår egen prognose for utviklingen ble ansett som en mindre del av oppgaven, og ble derfor ikke tillagt like stor vekt som andre deler av oppgaven. Dette velger vi å begrunne ved at det er så utrolig mange faktorer som må vektlegges i varierende grad, for at en skal kunne fremstille en så statistisk sannsynlig prognose som mulig. Dette vises igjen i rapportene vi har undersøkt, som har samlet inn store mengder data og informasjon som påvirker utviklingen av elbilmarkedet. Vi ønsket å utarbeide en prognose, som vil være et estimat som baserer seg på data som er innsamlet i de underforliggende rapportene vi har gjennomgått. Dette begrunnes, som nevnt tidligere, i at utviklingen i antall elbiler bare vil være en av flere andre viktige faktorer som vil være med å kunne redegjøre for problemstillingen vår.

I tabellen under presenteres det syv enheter med hver sin prognose for antall elbiler. Da analysen fra Transportøkonomisk institutt inneholdt to scenarier; et realistisk og et ambisiøst, har vi valgt å ta med begge disse for å lettere synliggjøre forskjellen. Videre følger de resterende prognosene, samt vår egen prognose. Som nevnt i gjennomgangen av rapportene har vi valgt å legge mindre vekt på prognosene fra Samferdselsdepartementet og Miljøverndepartementet (Klimakur 2020). Dette er gjort på grunnlag av at disse rapportene er relativt mye eldre enn de resterende, og det har blitt vist i etterkant at begge rapportene har prognostisert meget beskjedne anslag for utviklingen, sett opp mot den faktiske utviklingen

de siste årene. Den andre grunnen til at vi velger å tillegge disse to rapportene mindre vekt er at begge inneholdt mindre datamateriale enn de andre prognosene, noe som dermed førte til at mye av tallmaterialet måtte estimeres. Dette gav også sitt utslag i at estimeringen kun ble gjort på grunnlag av historisk, prosentvis, økning, og ikke inkluderte andre avgjørende faktorer.

| Antall elbiler                  | 2010  | 2015   | 2020    | 2025      | 2030      | Markedsandel |
|---------------------------------|-------|--------|---------|-----------|-----------|--------------|
| Samferdselsdept (2009)          | 8 000 | 54 000 | 105 000 | 155 000   | 205 000   | 6,7 %        |
| Klimakur (2010)                 | 2 068 | 20 000 | 60 000  | 140 000   | 270 000   | 8,8 %        |
| NMBU Masteroppg (2015)          | 5 000 | 49 000 | 50 000  | 140 000   | 505 000   | 16,4 %       |
| Gjennomsnitt u/ Samf & Klimakur | 5 034 | 37 000 | 82 500  | 147 500   | 237 500   | 7,7 %        |
| TØI-analyse (realistisk) (2016) | 2 068 | 68 995 | 323 553 | 680 730   | 1 068 245 | 34,8 %       |
| Vår prognose (2018)             | 4 010 | 70 942 | 311 866 | 776 023   | 1 249 793 | 40,7 %       |
| NVE (2016)                      | 2 068 | 69 000 | 195 110 | 551 711   | 1 560 000 | 50,7 %       |
| TØI-analyse (ambisiøs) (2016)   | 2 068 | 68 995 | 377 987 | 1 058 034 | 1 901 929 | 61,9 %       |

Tabell 3: Oversikt over prognoser for forventet elbilutvikling i Norge.

Tabellen over viser utdrag fra de gjennomgåtte rapportenes prognoser for antall elbiler på norske veier frem mot år 2030. Alle tall i sort, vanlig, skrift er datamateriale som er hentet direkte ut fra gjeldende rapporter, og er således bare kopiert fra rapportens prognose. Tall som er markert med kursiv og oransje skrift er datamateriale som har måttet bli estimert av oss. Dette er gjort på forskjellig grunnlag, men i hovedsak siden noen av rapportene manglet tallmateriale for enkelte år eller perioder.

Rapporten fra Samferdselsdepartementet hadde bare estimert tallmateriale frem til år 2020, og vi valgte derfor å estimere ved å øke antallet med 10 000 elbiler hvert år, noe som ca. tilsvarte deres estimerte økning fra år 2015 til 2020. Masteroppgaven fra NMBU manglet datamaterialet for prognosen sin i tallform, og dette fantes bare i en grafisk fremstilling. Derfor er mesteparten av tallmaterialet fra denne rapporten basert på hvordan dette ble fremstilt i grafen, og det kan derfor foreligge en liten grad av unøyaktighet. Tallmaterialet som manglet i rapporten fra NVE ble estimert på bakgrunn av tall som ble oppgitt for år 2015 og 2030. Tallmaterialet for årstallene mellom disse ble estimert som en lineær økning. Det samme gjelder for tallmaterialet fra rapporten «Klimakur 2020», der bare tall for år 2030 originalt var estimert i rapporten.

Det ble også begrunnet tidligere i oppgaven, hvorfor vi valgte å utlede et gjennomsnitt av disse rapportene, men utelate tallmaterialet fra rapportene til Samferdselsdepartementet og

Klimakur 2020. Dette vil derfor heller ikke bli videre utredet her. Gjennomsnittet for rapportene leder dermed frem til en prognose på totalt 1 256 993 elbiler i Norge i år 2030.

Våre egne beregninger ble utarbeidet med tallmateriale fra statistisk sentralbyrå (SSB) som utgangspunkt. SSB sin database inneholdt tall fra 2008 - 2017. Dermed kunne vi også fremstille den prosentvise økningen fra år til år. Det viste seg at fra år 2015 - 2016 og fra 2016 - 2017 økte antallet elbiler med hhv. 41 % og 42 % (SSB, 2018a). Dette brukte vi som utgangspunkt for videre prognosering. Vi forventer en økning på 30 % i antallet elbiler hvert år fram til et totalt antall på ca. 312 000 biler i år 2020. Deretter tror vi økningen vil avta noe, og har dermed nedjustert den årlige økningen til 20 % frem til år 2025, og et totalt antall på 776 023 elbiler. Deretter forventer vi at den årlige økningen avtar ytterligere, til 10 % årlig frem mot år 2030. Dette vil ifølge våre beregninger føre til at totalt antall elbiler i Norge i år 2030 på 1 249 793 stykker. Som en kan se, er dette tallet svært nærme tallet som fremstilte gjennomsnittet av rapportene på 1 256 993 elbiler i 2030. Dermed anslår vi dette tallet som det mest reelle vi har kompetanse og tid til å komme frem til, og vil bruke dette som utgangspunkt for videre arbeid.

Arbeidet med å utarbeide anslag for utviklingen av antall elbiler i Norge, ble videre brukt som en del av grunnlaget for utarbeidelse av intervju spørsmål. Et av hovedspørsmålene som omhandlet elbiler fokuserte på i hvilken grad elbilens økende popularitet hadde påvirket respondentene og deres respektive selskaper. Videre i analysen ønsker vi å sammenligne de svarene vi fikk fra respondentene opp med det teoretiske grunnlaget vi opparbeidet oss før intervjuene, for å se om det er konsepter eller meninger som sammenfatter eller avviker.

Det fremkommer tydelig av svarene fra respondentene under intervjuene at elbilens økende popularitet har påvirket dem i ulik grad. Dette var noe vi forventet, og så på som helt naturlig, da antall elbiler har vokst såpass fort de siste årene. I 2014 var det registrert i underkant av 40 000 elbiler, mens det i 2016 var registrert over 100 000 (SSB, 2018a), og per 10.05.2018 er det registrert 165 000 elbiler (elbilstatistikk.no, 2018). Dette viser at utviklingen har eksplodert de siste årene, og er nok også grunnen til at noen respondenter forteller at selskapene ikke har blitt så mye påvirket siden utviklingen har gått så fort. Et poeng som derimot kom frem fra flere av respondentene var at elbilens inntog på sett og vis vil skape problemer i strømmettet, siden dette per dags dato ikke er dimensjonert for den kapasiteten elbiler vil kreve totalt i Norge. Akkurat dette er også den problemstillingen som rapport nr. 3

(«Hva betyr elbiler for strømmettet» (2016)), som vi undersøkte, bygger på. I den rapporten fremkommer det at et scenario med 1,5 millioner elbiler i 2030 vil kunne skape utfordringer for transformatorer og kabler i distribusjonsnettet (NVE, 2016).

Som gjennomgått blant annet under delkapittel 3.2.1 om hvilke tiltak som er mulige å gjennomføre for å påvirke et individs atferd til å ta en spesifikk avgjørelse, har elbileiere hatt betydelige fordeler i mange år. Per 2017 er elbiler fritatt for engangsavgift og moms ved kjøp, samt betydelig lavere årsavgift og fordeler i bomringen og kollektivfeltet (NAF, 2017). Disse fordelene kan med andre ord direkte tilbakeføres til det vi utredet som «klimadytt». Ved innførselen av elbiler har myndighetene valgt å gi eiere visse fordeler, samtidig som at de har gjort det mindre gunstig å eie en fossildrevet bil. Dette er tydelig gjort bevisst for å endre forbrukeres atferd ved å legge til rette for ønsket atferd, med et underliggende ønske fra myndighetene om å fase ut fossile biler innen år 2025.

Utfordringer knyttet til kapasitet i strømmettet gjengis også av flere respondenter, og det er tydelig at dette er en problemstilling som er klar, og som det jobbes med fra flere hold. Det vil framover være behov for å bygge ut strømmettet, eller eventuelt løse disse kapasitetsproblemene på andre måter. Det fremkommer også fra respondentene at dette er en utfordring allerede i dag, spesielt i områder som har dårlig nettkapasitet i utgangspunktet. Overordnet sett har allikevel ikke elbilens økende popularitet påvirket respondentene i undersøkelsen vår i vesentlig grad. Dette bekrefter våre antagelser om at elbilen er et såpass nytt og raskt utviklende fenomen at det foreløpig ikke har oppstått vesentlig store utfordringer, men at disse sannsynligvis vil oppstå om ikke aktørene er forberedte.

### **6.3 Analyse av utvikling og bruk av batterier**

Dette delkapittelet av analysen fokuserer på batterier, og særlig hvilke faktorer vi ser på som de mest relevante for hva som vil skje med brukte elbilbatterier framover. En av de viktigste faktorene, som vi har vært inne på en del tidligere i oppgaven, er «second-life»-mulighetene, og hvilken påvirkning dette kan komme til å ha framover. Vi vil koble opp teorien vi har om batterier og «second-life» opp imot de spørsmålene vi har hatt i intervjuene om batterier og hvilke muligheter som kan bli mer aktuelle for brukte elbilbatterier frem mot år 2030. Videre drøftes det hvor sannsynlig det vil være at «second-life»-bruk blir mer populært og hva dette

vil kunne ha å si for når, og hvor stor andel, av de brukte batteriene som blir brukt til dette framfor å gå direkte til resirkulering etter bruk i elbilene. Dermed vil analysen kunne knyttes direkte opp imot den overordnede problemstillingen. Forskningsspørsmålet knyttet til bruk og utvikling av batterier har vært:

*Hvordan vil utviklingen av batterier og batteribruk utarte seg frem mot år 2030?*

Utviklingen av batterier og batteribruk, samt «second-life»-mulighetene ble innledningsvis vurdert som veldig relevante temaer for utarbeidelsen av denne oppgaven. Begrunnelsen for dette kan blant annet direkte kobles opp mot funksjonen vi utledet under kapittel 3, der vi antok følgende ligning:

$$(Antall\ elbilbatterier\ totalt \div Antall\ elbilbatterier\ gjenbrukt) = Antall\ elbilbatterier\ til\ resirkulering$$

Vi argumenterte også i samme kapittel for at vi anser utviklingen i antall elbiler som relativt satt. Dermed argumenterer vi for at hovedfaktoren for hvor mange utrangerte elbilbatterier som går til resirkulering avgjøres av hvor mange som gjenbrukes i såkalt «second-life» annenhåndsinstallasjoner. Dette har derfor vært en faktor der det har blitt lagt ned mye ressurser i å forstå og forsøke å estimere.

Det blir flere ganger i oppgaven utredet hva fenomenet «second-life» er, og hvorfor dette er relevant for vår problemstilling. Elbilbatterier vil sannsynligvis etter en tids bruk få for lav kapasitet for bruk i elbiler, men samtidig ha nok kapasitet til å kunne brukes i annenhåndsinstallasjoner. Det typiske eksempelet for annenhåndsbruk vi har fokusert på i denne oppgaven er bruk av batteriene i hjemmet for å avlaste strømforbruket, profittere på prisvariasjoner eller knytte det til eksempelvis solcellepaneler. Slik «second-life»-bruk vil drastisk kunne påvirke et elbilbatteris levetid, og dermed også tidspunktet for når batterier leveres inn for resirkulering, som er en avgjørende faktor i vår problemstilling.

Bruken av slike batterier som et hjemmebatteri er et relativt nytt konsept, spesielt i Norge, og utbredelsen vil i dag kunne kategoriseres som lav. Som nevnt i delkapittel 3.6 er slike batterier for det meste kun brukt av de som eksempelvis har solceller eller lignende små kraftverk i eller rundt hjemmet sitt. Likevel finnes det et stort potensial for en fremtidig

utvikling der batterier spiller en sentral del i det norske strømmarkedet. Dette avhenger selvsagt av mange faktorer, men vi vil prøve å gjennomgå de viktigste og mest relevante videre i analysen.

Ved gjennomgang av svarene på intervju spørsmålene våre om utviklingen av hjemmebatterier var respondentene relativt usikre og dels uenige i hvordan de tror at markedet vil utvikle seg. Det mange er enige om er at det vil være nødvendig å få på plass større økonomiske insentiver for at utviklingen skal bli mer populær. I dag er det veldig lite penger å spare på å ha et hjemmebatteri, eks. Tesla Powerwall, installert i hjemmet sitt. Det kommer blant annet av den lave strømprisen vi har i Norge, og de marginale svingningene vi har i strømprisen i løpet av et døgn. Disse teoriene understøttes av våre beregninger gjort under kapittel 3.6 om hjemmebatterier, der det fremkommer at det sannsynligvis bare er marginale kostnadsbesparelser som er realistisk. Sammenlignet med eksempelvis utbredelsen av varmepumper i Norge som utledet under kapittel 3.4.3, der forbrukere potensielt kunne spare tusenvis av kroner, er sparepotensialet i hjemmebatterier per nå svært lavt. Dette kan igjen knyttes direkte opp mot begrepet tapsaversjon, som tidligere diskutert, der mennesker påstås å vegre seg mer for et tap enn en tilsvarende gevinst. I så måte må gevinsten det potensielt er mulig å innhente ved å investere i hjemmebatterier betydelig økes.

Utviklingen i batteripriser er sterkt fallende, noe som også diskuteres i kapittel 3.6.3 om framtidsutsiktene til batterier. Fortsetter denne utviklingen i et like høyt tempo som det som er spådd, så vil en potensielt kunne gjøre det mer attraktivt å investere i batterier. Likevel tror vi at det må ligge sterkere insentiver til grunn, enn bare en fallende batteripris, for at hjemmebatterier skal bli særlig utbredt. Under kapittel 3.2 om atferdsøkonomi, og særlig i 3.2.1 om grønne klimadytt, diskuterer vi en veldig relevant faktor. Denne faktoren er omtales som «standardvalget» for et individs avgjørelse, og handler i denne sammenheng om at det standardvalget som blir tatt, hvis ikke et individ tar en aktiv avgjørelse, ikke må være for bra. Dette mener vi at med dagens forhold lagt til grunn, kan direkte overføres til utbredelsen av hjemmebatterier i Norge. Det er per dags dato for enkelt å la være å investere i slike batterier, da det er både dyrt, upraktisk og arbeidskrevende å aktivt ta en avgjørelse om å investere. Skal en potensielt se en utvikling i batterimarkedet lik den en har sett i elbilmarkedet, må det sterke insentiver på plass som gjør det gunstig å investere i slike batterier, samtidig som det også blir ugunstig å ikke gjøre det. Per i dag tror vi ikke disse kreftene er sterke nok til å vesentlig påvirke utviklingen, men dette vil radikalt kunne endres ved for eksempel



påvirkning fra myndigheter, lik den en ser ved den varslede endringen i prismodell for nettleie, som diskutert i kapittel 3.4.1.

I oppgaven har vi også sett på mulighetene for hvordan løsninger med større batteripakker med reservestrøm vil kunne utvikle seg for større institusjoner, samt for nettselskap og leverandører. På intervju spørsmålet vi hadde som omhandlet dette var de aller fleste respondentene enige om at det vil være et marked for slike batteriløsninger, og at det allerede er i ferd med å skje. Mye tyder likevel på at det også i disse situasjonene fremdeles vil være nødvendig med større økonomiske insentiver for at det skal kunne bli veldig lønnsomt, slik prisene er i Norge i dag. Igjen peker flere av respondentene på den sikre kraftforsyningen og de lave strømprisene vi har i Norge per i dag. Et eventuelt marked for hjemmebatterier vil dermed ha et betydelig lavere potensiale her, enn i land der større deler av kraften kommer fra eksempelvis fossile kilder. I slike områder er batteriløsninger en løsning som er høyst aktuell.

En annen stor utfordring for hjemmebatterialternativet har vist seg å være løsninger der forbrukere, istedenfor å ha et stasjonært batteri i hjemmet, kobler sin egen elbil til strømmettet i huset. Dermed kan de bruke strømmen fra elbilen, istedenfor fra strømmettet i huset eller et stasjonært batteri. Dette er et alternativ som vi anser som høyst reelt, og som potensielt vil kunne ta store deler av markedet for hjemmebatterier. Elbiler er allerede godt utbredt i Norge, og utviklingen vokser raskt. Som nevnt tidligere har det i mange år blitt lagt til rette for å investere i elbiler, og det ser ut som om denne utviklingen vil fortsette (NAF, 2017). Vi diskuterte slik «Vehicle-to-Grid»-løsning for å koble elbilbatterier direkte til strømmettet i kapittel 3.6.2. Som det fremkommer der, er hovedargumentene for en slik løsning at elbilbatteriene per dags dato har en mye høyere kapasitet enn tilsvarende hjemmebatterier, samt at for forbrukere som allerede har investert i en elbil vil en slik løsning bli mye billigere. Slik vi ser det er det ikke økonomisk rasjonelt, og heller ikke nødvendig, for forbrukere å investere i slike batterier hvis en kan bruke batteriet direkte fra elbilen.

Flere av respondentene vi intervjuet nevnte transportsektoren og den maritime sektoren som mest sannsynlige steder der potensialet for slike batterier er størst. Her vil det i større grad foreligge gode insentiver fra myndigheter, og andre, for å legge om driften fra konvensjonelt drivstoff til elektrisk i form av batterier. Mange av de samme fordelene som elbileiere har, eller har hatt, som diskutert under kapittel 3.2.1, vil være lik de fordelene for eksempel

transportsektoren kan se for seg. Også dette kan tilbakeføres til de miljøvennlige dyttene fra myndigheter der det tilrettelegges for en ønsket atferd. I dette tilfellet tilrettelegges det for en omlegging til en elektrisk transportnæring ved å blant annet øke bompengavgiften for transportkjøretøy drevet av fossilt drivstoff. Dette er et typisk eksempel i stor skala, der en hel industris atferd dyttes i en ønsket, miljøvennlig, retning.

Utfordringer knytte til sikkerhet og enkelhet ved å gjenbruke utrangerte elbilbatterier er også sentrale. Elbilbatterier har en livsfarlig høy spenning, og det er faktisk ulovlig for privatpersoner å håndtere batteriene (Autoretur, 2016). Dette er selvsagt veldig relevante utfordringer som nok meget sterkt påvirker potensialet og mulighetene for forbrukere å på en enkel og trygg måte gjenbruke sitt eget elbilbatteri. I kapittelet om atferdsøkonomi diskuterte vi blant annet begrepet «satisfisering», som er en teori om at mennesker gjør valg basert på et utfall som en oppfatter som «godt nok». Slik situasjonen er i dag, vil dette virkelig gjøre seg gjeldende når det gjelder gjenbruk av eget elbilbatteri. Som nevnt tidligere er det svært lite å spare på det kostnadmessig, men det er også livsfarlig og direkte ulovlig. Disse argumentene taler sterkt for at slik gjenbruk av elbilbatterier ikke vil ta av. Disse momentene bekreftes også av respondentene som ble intervjuet, der flere peker på behovet for standardiseringer og aktører som på en enkel, effektiv og billig måte gjennomfører slike prosesser med å bytte batterier.

Behovet for batterier vil derimot sannsynligvis øke noe for noen typer av forbrukere. Dette samstemmer også med det flere respondenter svarer. Spesielt i avsidesliggende områder og periodevis i større, urbane, områder når det vil bli behov for å avlaste nettet, som på ettermiddagen når «alle» skal lade elbilen, lage middag og dusje samtidig. I slike perioder på visse tidspunkter på dagen vil behovet for strøm fra nettet kunne overskride hva som er mulig å levere, og da kan et batteri potensielt være en løsning. Likevel tror vi at det per dags dato ikke finnes et særlig annet marked på enkeltforbrukernivå. Sannsynligvis vil batterier heller kunne spille en rolle for nettselskaper, eller lignende, som har behov for å avlaste nettet der et batteri er en mer kostnadseffektiv løsning. Fortsetter elbilutviklingen og den tilhørende teknologien slik at forbrukere kan koble elbilen direkte på eget strømnnett, er behovet for batterier veldig lavt.

Oppsummeringsvis er det klart etter gjennomgang av teori og dybdeintervjuer at batterier er noe som er kommet for å bli, og at behovet for batteri sannsynligvis vil øke ytterligere de

neste årene. Likevel vil nok behovet være vesentlig større i sektorer som transportnæringen, heller enn for enkeltforbrukere. Det er spesielt en ting som går igjen, og det er behovet for resirkulering av elbilbatterier, samtidig som mange av respondentene peker på de ulike mulighetene som finnes for å bruke batteriene i annenhåndsinstallasjoner før den tid. Dette kan knyttes direkte opp mot problemstillingen vår, og vi ser at det er relativt tydelig at et «second-life» for batteriene vil komme til å bli aktuelt, men kanskje på andre områder enn det vi i utgangspunktet så for oss. Det er mange forhold som kan tyde på at bruk av utrangerte elbilbatterier i «second-life»-løsninger ikke vil øke i stor nok grad frem mot år 2030 til at det vesentlig vil kunne påvirke volumet av batterier som går direkte til resirkulering.



## **7. Konklusjon**

Vi har gjennom hele denne oppgaven jobbet med følgende problemstilling:

*Hva er de viktigste driverne frem mot år 2030 for hvor mange elbilbatterier som blir gjenbrukt i annenhåndssituasjoner og hvor mange som går direkte til resirkulering?*

Basert på at dette var en til dels åpen og abstrakt problemstilling, valgte vi å utforme oppgaven i tre kategorier, hver med tilhørende forskningsspørsmål. Dette ble gjort for å bedre oversikten, samt å tydeliggjøre hvordan forskjellige komponenter påvirker de forskjellige kategoriene som igjen påvirker den overordnede problemstillingen. De tre kategoriene det ble naturlig å dele denne oppgaven i, med tilhørende forskningsspørsmål, var følgende:

### ***Det norske strømmarkedet***

*Hvilke endringer skjer i det norske strømmarkedet frem mot år 2030?*

### ***Elbilutviklingen i Norge***

*Hvordan vil utviklingen i det norske elbilmarkedet se ut fram mot år 2030?*

### ***Utvikling i bruk av batterier***

*Hvordan vil utviklingen av batterier og batteribruk utarte seg frem mot år 2030?*

## **7.1 Oppgavens konklusjon**

Denne oppgaven har lagt mye vekt på den sirkulærøkonomiske tankegangen, som således har formet mye av arbeidet. Grunnlaget for denne oppgaven, gjenbruk eller resirkulering av utrangerte elbilbatterier, ville sannsynligvis ha vært mye tynnere om ikke verden beveget seg i en mer miljøvennlig og gjenbruksorientert retning. Det er også denne endringen i forbruksmønstre og økonomisk tankegang som blant annet muliggjør at selskaper som Glencore Nikkelverk kan undersøke mulighetene for resirkulering og «urban mining» av batterier.

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har vi hatt en overordnet teori, eller modell, som utgangspunkt for mange av veivalgene som ble gjort underveis. Denne modellen ble utledet i begynnelsen av kapittelet om vårt teoretiske rammeverk, og så slik ut:

$$(Antall\ elbilbatterier\ totalt \div Antall\ elbilbatterier\ gjenbrukt) = Antall\ elbilbatterier\ til\ resirkulering$$

Som denne utledningen viser, har det overordnede formålet med denne oppgaven vært å utlede hvilke faktorer som er avgjørende for hvor mange utrangerte elbilbatterier som blir brukt i «second-life»-installasjoner, og hvor mange som går direkte til resirkulering. Den første kategorien i oppgaven var tilknyttet forskningsspørsmålet om strøm og det norske strømmarkedet. Her viser våre empiriske funn ved gjennomgang av teori og dybdeintervjuer at det pågår store endringer. Av relevante funn kan vi nevne innførselen av smarte strømmålere og endringer i tariffing av nettleie som meget vesentlige. Dette understøttes også av respondentene som ble intervjuet, og det viser helt klare tegn på at det norske strømmarkedet er i en endringsfase. Framover vil dette blant annet innebære en omveltning mot at sluttforbrukere sannsynligvis blir en mer aktiv og deltakende part. Likevel tyder flere av våre funn på at denne aktive deltagelsen begrenses av forbrukerens evne og initiativ til å endre eget strømforbruk. Mye tyder på at det må utvikles systemer og applikasjoner som hjelper forbrukere med, eller overtar, styringen av strømforbruket.

Opgavens andre kategori omhandlet elbiler, og ble tillagt vekt gjennom grundige analyser av elbilutviklingen, supplert med dybdeintervjuer. Her samsvarer våre funn godt med allerede eksisterende forskning når det gjelder utviklingen av antall elbiler i Norge. Antallet har økt betraktelig de siste årene, og alle funn tyder på at utviklingen vil fortsette framover mot år 2030. Dette er direkte konsekvenser av den gode tilretteleggingen for elbiler vi har i Norge, samt den miljøbevisste tankegangen en kan se antydninger til blant norske forbrukere. Vi har gjennom hele arbeidet med oppgaven ansett utviklingen i antallet elbiler som den faktoren det har blitt knyttet minst usikkerhet til i vår problemstilling. Dette har blitt bekreftet flere ganger gjennom både våre empiriske funn og intervjuene som ble utført med eksperter.

Den tredje og siste kategoriene vi valgte å dele denne oppgaven inn i var utviklingen av batterier, og hvordan utviklingen i «second-life»-løsninger for batterier potensielt kunne være en vesentlig faktor som påvirket vår problemstilling. Gjenbruken av batterier har vært den

faktoren som tettest har kunnet knyttes opp mot våre overordnede sirkulærøkonomiske teorier og prinsipper. Dette var også faktorene det i utgangspunktet har vært knyttet mest usikkerhet til, og har derfor blitt tillagt mye vekt. Våre funn tyder på at det fortsatt er store utfordringer knyttet til annenhåndsbruk av batterier i utgangspunktet, og da særlig utrangerte elbilbatterier. Det er utfordringer med sikkerhet, og det finnes per tid liten utbredelse og få standardiseringer på området. Det finnes firmaer med prosjekter i liten skala som utforsker mulighetene, som Tesla Powerwall og Nissan xStorage, men uten særlig utbredelse i Norge. Slik strømmarkedet i Norge er nå, er det lite kostnadseffektivt og rasjonelt å drive slik gjenbruk av batterier. Dette blir også understøttet av respondentene vi intervjuet, som påstår at de har liten tro på at den jevne norske forbruker vil investere i for eksempel et hjemmebatteri.

Vi har i avsnittene over gjennomgått våre tre kategorier og tilhørende forskningsspørsmål for å utlede de viktigste faktorene for om utrangerte elbilbatterier blir gjenbrukt i annenhåndsinstallasjoner eller går direkte til resirkulering. Som en oppsummering er det tydelig at mye avhenger av utviklingen i det norske strømmarkedet og hvilke endringer som skjer der i tiden fremover. Per i dag er det lite økonomisk rasjonelt å investere i batteriløsninger for forbrukere, men dette kan potensielt endre seg ved slike endringer som innførsel av smarte strømstyringssystemer, samt endringer i betalingsmodeller. Vi ser også ingen grunn til at utviklingen av elbilparken i Norge ikke skal fortsette, selv om insentiver for kjøp skulle bli redusert. En siste viktig faktor er utviklingen av batterier og tilhørende teknologi. Utviklingen skjer raskt, men foreløpig er det for høye kostnader og for lavt potensial for økonomisk besparelse til at vi tror slike løsninger blir utbredt med det første. Vi tror dermed at hovedvekten av utrangerte elbilbatterier vil gå direkte til resirkulering, heller enn å bli gjenbrukt.

### ***7.1.1 Anbefalinger til Glencore Nikkelverk***

Det er helt tydelig at verden går i en retning der sosiale og miljømessige hensyn i større grad blir vurdert. Særlig Norge er på mange måter et foregangsland når det gjelder miljøhensyn og bærekraft, og har hatt en enorm vekst i antall elbiler på veiene de siste årene. Det er all grunn til å tro at denne utviklingen vil fortsette, noe som også understøttes av våre intervjuer med eksperter på området. Likevel kan det virke som om det per dags dato ikke har etablert seg

aktører som fokuserer på gjenbruk av utrangerte elbilbatterier. I tillegg er det også store utfordringer knyttet til sikkerhet ved eventuell demontering av batteriene, samt at det ikke finnes tilfredsstillende standarder på verdensbasis. Sett i lys av at Norge også har et veldig godt utbygd og stabilt strømnnett med forholdsvis lave strømpriser, så fremkommer det også fra ekspertene vi intervjuet at det per tid sannsynligvis ikke finnes store markeder for gjenbruk av utrangerte elbilbatterier. Teknologien utvikler seg for raskt, og prisene synker for fort til at det finnes god økonomi i å gjenbruke slike batterier. Med dette lagt til grunn har vi grunn til å tro at hovedvekten av utrangerte elbilbatterier frem mot år 2030 vil gå direkte til resirkulering, og således vil det finnes et stort potensial i å være tidlig ute som en aktør for gjenvinning.

### ***7.1.2 Økonomifaget i møte med prinsipper for sirkulærøkonomi***

I lys av denne oppgavens problemstilling har det også vært interessant å undersøke om tradisjonelle økonomiske teorier og modeller er dekkende nok for å kunne arbeide med og undersøke temaer som omhandler «second-life» og sirkulærøkonomi. Vi var tidlig bevisste på at en rasjonell kost/nytte-analyse ikke ville være tilstrekkelig for å kunne utarbeide og forklare de viktigste faktorene som påvirket vår problemstilling. Derfor valgte vi å supplere det teoretiske rammeverket med innhold fra atferdsøkonomi, noe som vi mener har vært en god vurdering for å øke oppgavens kvalitet. Vi har i hele denne oppgavens arbeid vært bevisste på de atferdsøkonomiske faktorer som kan påvirke forbrukere. Våre funn tyder på at det helt tydelige er faktorer som påvirker forbrukere som direkte kan tilbakeføres til teori fra atferdsøkonomien.

Tidlig i oppgavefasen undersøkte vi også om det per tid finnes økonomiske modeller for en sirkulær økonomi, eller andre lignende fenomener. Dette viste seg å være utfordrende å spore opp. Dette har nok en sammenheng med at mange av disse fenomenene først i nyere tid har blitt skikkelig undersøkt, forsket på, og vurdert som relevante for økonomifaget. I tillegg tyder nok dette på at deler av de nye økonomiske fenomenene kan forklares og bearbeides med eksisterende modeller og teorier. Vi har i hovedsak anvendt disse klassiske teoretiske konseptene rundt vår overordnede tematikk, og følte at dette var dekkende for vår oppgaves del. Samtidig merket vi ved vår søken etter informasjon at det er en stigende trend når det gjelder å utvikle modeller for en mer bærekraftig framtid. Dette gjenspeiles blant annet i våre



kapitler om sirkulærøkonomi og «second-life», samt i arbeidet vårt rundt økonomiske modeller som «smultringmodellen». Det som eventuelt mangler er en konseptualisering av den sirkulære økonomien som forklarer de større drivkreftene.

Vi håper og tror at denne oppgaven, og lignende oppgaver, kan være med å rette økonomifaget inn på et nytt spor som i større grad tar hensyn til sosiale og miljømessige faktorer enn det den tradisjonelle økonomien har gjort. Tiden er absolutt inne for å tenke annerledes, for å best kunne ivareta denne klodens begrensede ressurser på en optimal måte.

## **7.2 Forslag til videre forskning**

Med et slikt moderne og dels utforsket tema som det vi har valgt for denne oppgaven, finnes det mange muligheter for videre forskning. Områdene som vi spesielt ser for oss at det kunne vært interessant å forske videre på er mange. For det første hadde det vært veldig interessant og belysende å dypere undersøke forbrukersiden av problemstillinger rundt elbiler og batterier. Et spennende eksempel er eksempelvis undersøkelser rundt hvilket grunnlag forbrukere investerte i batteriløsninger på. Dette kan knyttes direkte opp mot våre antagelser og teorier om forbrukeres atferd, og således styrke eller svekke våre konklusjoner i denne oppgaven.

Andre muligheter for videre forskning er å utvide horisonten ved å undersøke hvordan situasjonene er i andre land. Vi har i denne oppgaven spesielt fokusert på Norge og det norske markedet, men som nevnt flere ganger er Norge et foregangsland spesielt for elbilutviklingen. I tillegg er Norge langt fremme på verdensbasis når det gjelder bærekraftig ressursbruk og miljøhensyn. Hvordan utviklingen derimot ser ut i eksempelvis Tyskland, der fortsatt store deler av kraftforsyningen kommer fra fossile kilder, eller i Kina som har en av verdens største bilparker og et enormt potensial for elbiler, er interessante grunnlag for undersøkelser.

Det kan også være spennende å forske videre på utviklingen blant norske forbrukere etter at de smarte strømmålerne er ferdig installert og implementert i norske husstander. Hvordan går utviklingen videre, hvilke systemer for styring kommer, og i hvilken grad engasjerer forbrukere seg personlig for å endre sitt forbruk. Dette er temaer som per tid er vanskelige å

spå utfallet av, men som om noen år kan være veldig relevant forskning som igjen kan bekrefte eller avkrefte noen av de antagelsene vi hadde i vår oppgave.

## 8. Kildehenvisninger

- Agenda Magasin. (2016). *Hva er sirkulær økonomi?* Hentet fra <https://agendamagasin.no/artikler/hva-er-sirkulaer-okonomi/>
- Angner, E. (2016). *A Course in Behavioral Economics*. London: Palgrave Macmillan
- Autoretur. (2016). *Elbiler og ladbare hybrider – IKKE gjør dette!* Hentet fra <https://www.autoretur.no/ikke-gjor-dette-2/>
- Bentzrød, S. B. (2017). Elbil-revolusjon på krabbegir utenfor Norge. *Aftenposten*. Hentet fra <https://www.aftenposten.no/norge/i/6njWeW/Elbil-revolusjon-pa-krabbegir-utenfor-Norge>
- Bjørndal, J. (2017). *Stadig mer EE-avfall i verden*. Hentet fra <http://www.kretsløpet.no/innsamling/657-stadig-mer-ee-avfall-i-verden>
- Camerer, C. F., Loewenstein, G. & Rabin. M. (2004). *Advances in Behavioral Economics*. New York: Princeton University Press.
- Chediak, M. (2017). *The Latest Bull Case for Electric Cars: the Cheapest Batteries Ever (Bloomberg)*. Hentet fra <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-05/latest-bull-case-for-electric-cars-the-cheapest-batteries-ever>
- Cossu, R. & Williams I. D. (2015). Urban mining: Concepts, terminology, challenges. *Waste Management*, 45 (2015) 1-3. Hentet fra <http://www.urbanmining.it/public/documents/simposio/editorial-waste-management-2015.pdf>
- Cossu, R. & Williams I. D. (2015). Urban mining: Concepts, terminology, challenges. *Waste Management*, 45 (2015) 1-3. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15005280?via%3Dihub#f0005>
- Elbilstatistikk.no (2018). Hentet fra <http://elbilstatistikk.no/>
- European Commission. (2018). *Circular Economy - Implementation of the Circular Economy Action Plan*. Hentet fra: [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)
- Fjeldheim, J. (2015). *EUs handlingsplan for en sirkulær økonomi*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/eus-handlingsplan-for-en-sirkular-okonomi/id2465510/>

- FN-sambandet. (2018). *Parisavtalen*. Hentet fra <https://www.fn.no/Om-FN/Avtaler/Miljoe-og-klima/Parisavtalen>
- Forbrukerrådet. (2017). *Elbil-garantiguide*. Hentet fra <https://fil.forbrukerradet.no/wp-content/uploads/2017/03/elbil-garantiguide-1.0-2017-utdypende-tabell.pdf>
- Fridstrøm, L., & Østli, V. (2016). *Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp: Framskrivinger med modellen BIG*. (TØI-rapport nr. 1518/2016). Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=43853>
- Gordon, J. (2017). *Exploring Electric Vehicle Battery Life, Degradation, And Developments*. Hentet fra <https://www.fleetcarma.com/exploring-electric-vehicle-battery-life-degradation-developments/>
- Gripsrud, G., Olsson, U. H. & Silkoset, R. (2011). *Metode og dataanalyse*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Haakonssen, K. (2002). *Adam Smith: The Theory of Moral Sentiments*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hebib, A., & Strandhagen, S. C. (2015). *Regional utbredelse av elbiler i Norge frem mot 2030*. (Mastergradsavhandling, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet). Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/294849/Hebib&Strandhagen2015.pdf?sequence=1>
- Henden, L., Ericson, T., Fidje, A., Fonnelop, J. E., Isachsen, O., Skaansar, E. & Spilde, D. (2017). *Batterier i bygg kan få betydning for det norske kraftsystemet*. (NVE rapport 66/2017). Hentet fra [http://publikasjoner.nve.no/rapport/2017/rapport2017\\_66.pdf](http://publikasjoner.nve.no/rapport/2017/rapport2017_66.pdf)
- Heshmat, S. (2015). Satisficing vs. Maximizing. *Psychology Today*. Hentet fra <https://www.psychologytoday.com/us/blog/science-choice/201506/satisficing-vs-maximizing>
- Johannessen, A., Kristoffersen, L. & Tufte, P. A. (2004). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Oslo: Abstrakt.
- Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1991). Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias. *The Journal of Economic Perspectives*, 5(1), s. 193-206. Hentet fra [https://www.princeton.edu/~kahneman/docs/Publications/Anomalies\\_DK\\_JLK\\_RHT\\_1991.pdf](https://www.princeton.edu/~kahneman/docs/Publications/Anomalies_DK_JLK_RHT_1991.pdf)
- Kallbekken, S., Sælen, H. & Hermansen, E. A. T. (2013). Bridging the Energy Efficiency Gap: A Field Experiment on Lifetime Energy Costs and Household Appliances.

- Journal of Consumer Policy*, 36(1), 1-16. Hentet fra <https://link.springer.com/article/10.1007/s10603-012-9211-z#citeas>
- Kalvø, L. (2016). *Urban mining - det skjulte gullet*. Hentet fra <https://renas.no/det-skjulte-gullet-urban-mining/>
- Kelty, K. (2011). *Tesla's Closed Loop Battery Recycling Program*. Hentet fra [https://www.tesla.com/no\\_NO/blog/teslas-closed-loop-battery-recycling-program?redirect=no](https://www.tesla.com/no_NO/blog/teslas-closed-loop-battery-recycling-program?redirect=no)
- Klima- og miljødepartementet. (2016). *Sirkulær økonomi - EUs handlingsplan for en sirkulær økonomi*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2015/des/sirkular-okonomi/id2470468/>
- Lambert, F. (2018). *Tesla battery degradation at less than 10% over 160,000 miles, according to latest data*. Hentet fra: <https://electrek.co/2018/04/14/tesla-battery-degradation-data/>
- Larsen, A. K. (2007). *En enklere metode*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Lux Research. (2016). *Recycling, not Reuse, Is the Better Choice for Batteries from Retired Electric Vehicles*. Hentet fra <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/recycling-not-reuse-better-choice-batteries-retired-electric>
- Mehmetoglu, M. (2003). *Kvalitativ metode for merkantile fag*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Miljøverndepartementet. (2010). *Klimakur 2020 - Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020*. (Rapport nr. TA2590/2010). Hentet fra <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2590/ta2590.pdf>
- Monbiot, G. (2017). *Finally, a breakthrough alternative to growth economics – the doughnut*. Hentet fra <https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/apr/12/doughnut-growth-economics-book-economic-model>
- NAF. (2017). *Dette er fordelene med elbiler*. Hentet fra <https://www.naf.no/elbil/fakta-om-elbil/dette-er-fordelene-for-elbiler/>
- Nissan. (2018a). *Energilagring*. Hentet fra <https://www.nissan.no/opplev-nissan/electric-vehicle-leadership/xstorage-by-nissan.html>
- Nissan. (2018b). *Nye Nissan Leaf*. Hentet fra [https://www.nissan.no/biler/nye-biler/leaf.html?&cid=psmKNmyUYa0\\_dcID](https://www.nissan.no/biler/nye-biler/leaf.html?&cid=psmKNmyUYa0_dcID)
- Nord Pool. (2018a). *About us*. Hentet fra <https://www.nordpoolgroup.com/About-us/>
- Nord Pool. (2018b). *Day-ahead prices*. Hentet fra <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data/Dayahead/Area-Prices/NO/Daily/?view=table>

- Norsk Elbilforening. (2017). *Elbilbestand - Statistikk med antall registrerte elbiler i Norge*. Hentet fra <https://elbil.no/elbilstatistikk/elbilbestand/>
- Norsk Elbilforening. (2018). *Antall elbiler og ladbare hybrider i Norge*. Hentet fra: <https://elbil.no/elbilstatistikk/elbilbestand/>
- NTE. (2018). *Slik fungerer strømmarkedet – illustrasjon*. Hentet fra <http://www.nte.no/index.php/no/startsiden/personvern?id=1496>
- NVE. (2015). *Smarte strømmålere (AMS)*. Hentet fra <https://www.nve.no/stromkunde/smartestrommalere-ams/>
- NVE. (2016). *Hva betyr elbiler for strømmettet?* (NVE-rapport nr. 74/2016). Hentet fra [http://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016\\_74.pdf](http://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_74.pdf)
- NVE. (2017). *Forslag til endring i forskrift om kontroll av nettvirksomhet*. Hentet fra <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201706767/2242754>
- NVE. (2018). *Nettleie*. Hentet fra <https://www.nve.no/stromkunde/nettleie/>
- Olsen, S. J. (2018). *Så mye taper Tesla-batteriet seg*. Hentet fra: <https://www.tek.no/artikler/sa-mye-taper-tesla-batteriet-seg/434964>
- OVO Energy. (2018). *Introducing the OVO Vehicle-to-Grid Charger*. Hentet fra <https://www.ovoenergy.com/electric-cars/vehicle-to-grid-charger>
- Pedersen, L. J. T. & Jørgensen, S. (2013, 13. juni). *GreeNudge gjør små klimadytt store!* [Blogg post]. Hentet fra <https://forskning.no/content/greenudge-gjor-sma-klimadytt-store>
- Prognosesenteret. (2017). *Veksten fortsetter for varmepumper i Norge*. Hentet fra <https://prognosesenteret.no/event/veksten-fortsetter-for-varmepumper-i-norge/>
- Raworth, K  
century. *The Lancet Planetary Health*, 1(2), 48-49. Hentet fra [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196\(17\)30028-1.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196(17)30028-1.pdf)
- Regjeringen. (2015). *Mandat for et utvalg som skal utrede en strategi for grønn konkurransekraft*. Hentet fra [https://www.regjeringen.no/contentassets/6adb905ccac94bf6a5997f01101bf22f/mandat\\_ekspertutvalg\\_gronn\\_konkurransekraft.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/6adb905ccac94bf6a5997f01101bf22f/mandat_ekspertutvalg_gronn_konkurransekraft.pdf)
- Riis, C. & Moen, E. R. (2012). *Moderne mikroøkonomi*. Oslo: Gyldendal.
- Samferdselsdepartementet. (2009). *Handlingsplan for elektrifisering av veitransport*. Hentet fra [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/SD/Vedlegg/rapporter\\_og\\_planer/handlingsplan\\_elektrifisering\\_veitransport-12052009.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/SD/Vedlegg/rapporter_og_planer/handlingsplan_elektrifisering_veitransport-12052009.pdf)

- Samferdselsdepartementet. (2016). *Nasjonal transportplan 2018–2029*. (Meld. St. 33 2016 2017). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/sec1>
- Sariatli, F. (2017). Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), 31-34. Hentet fra: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/vjbsd.2017.6.issue-1/vjbsd-2017-0005/vjbsd-2017-0005.pdf>
- Spector, J. (2016). *The Road to a Thriving Second-Life EV Battery Market*. Hentet fra <https://www.greentechmedia.com/articles/read/the-road-to-a-thriving-second-life-ev-battery-market#gs.r5MeBdk>
- SSB. (2013). *Økonomiske analyser* (SSB rapport 2/2013). Hentet fra <https://www.ssb.no/nasjonaltregnskap-og-konjunkturer/oa/attachment/109883?ts=13e3bd8cc80>
- SSB. (2017). *Registrerte kjøretøy, 2016*. Hentet fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/bilreg/aar/2017-03-28>
- SSB. (2018a). *07849: Registrerte kjøretøy, etter kjøringens art og drivstofftype (K) 2008 - 2016*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/07849/?rxid=a0e6faf5-94ec-464a-9533-99f491e9605e>
- SSB. (2018b). *Elektrisitetspriser*. Hentet fra <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elkraftpris>
- SSB. (2018c). *Over 140 000 elbiler i Norge*. Hentet fra <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/over-140-000-elbiler-i-norge>
- Steffen, et al. (2015a). *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. *Science*, 347(6223), 1259855. Hentet fra <http://science.sciencemag.org/content/early/2015/01/14/science.1259855/tab-pdf>
- Steffen et al. (2015b). *Planetary boundaries - an update*. Hentet fra <http://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2015-01-15-planetary-boundaries---an-update.html>
- Tesla. (2018). *Powerwall*. Hentet fra [https://www.tesla.com/no\\_NO/powerwall](https://www.tesla.com/no_NO/powerwall)
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse*. Oslo: Fagbokforlaget.
- Thaler, R. H. & Sunstein, C. R. (2008): *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. New Haven, CT: Yale University Press.

- Thon, B. A. (2016). *Om 14 år vil alle kjøpe gammelt*. Hentet fra <https://renas.no/om-14-ar-vil-alle-kjope-gammelt/>
- UL. (2015). *The Afterlife of Electric Vehicle Batteries*. Hentet fra <https://www.ul.com/inside-ul/the-afterlife-of-electric-vehicle-batteries/>
- Valle, M. (2016). *Det vil neppe lønne seg å bruke gamle elbilbatterier på nytt*. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/det-vil-neppe-lonne-seg-a-bruke-gamle-elbilbatterier-pa-nytt/364890>
- Vegvesen.no. (2018). *Elbilstatistikk*. Hentet fra <http://elbilstatistikk.no/>



## 9. Vedlegg

### 9.1 Mail sendt til respondenter

Hei!

Vi er to masterstudenter i økonomi og administrasjon ved Universitetet i Agder (UiA). Vi arbeider for tiden med å skrive vår masteroppgave, og i den forbindelse har vi lyst å gjennomføre noen intervjuer.

Vi skriver oppgaven vår i samarbeid med Glencore Nikkelverk. Temaet vi har valgt for oppgaven omhandler kort fortalt elbiler, og spesielt elbilbatterier, og hvilke faktorer som vil påvirke disse batterienes fremtid. I den forbindelse er vi interesserte å undersøke hva nettselskaper og andre i strømbransjen tenker om fremtiden for strømmarkedet i Norge. Spesielt ønsker vi å se på hvordan utviklingen av batteribruk for lagring og bruk av strøm vil utvikle seg, særlig mtp. utrulling av smarte strømmålere og større mulighet for forbrukere og bedrifter å påvirke eget strømforbruk.

I den forbindelse lurer vi på om det er noen hos dere i -- som har mulighet til å stille opp til et kort intervju? Det vil ikke være veldig omfattende, og har en tidsramme på ca. 20 min. Vi ønsker i utgangspunktet å foreta intervjuet over telefon.

Dere vil få tilsendt en intervjuguide med mer utdypende informasjon og hovedtrekk for spørsmålene våre i forkant av et eventuelt intervju. Vi ser i utgangspunktet for oss å foreta disse intervjuene i uke 10 og 11, og er veldig fleksible på dag og tidspunkt.

Vennligst videresend denne e-posten til relevant mottaker dersom vi har sendt feil!

Mvh.

Anders R. Styve & Tobias H. Andersen

Universitetet i Agder

## 9.2 Informasjonsskriv til respondenter

### Informasjonsskriv i forbindelse med deltagelse til intervju

#### *Arbeidstittel: Elbilbatteriers fremtid: resirkulasjon og mineralutvinning eller gjenbruk?*

#### **Bakgrunn og formål**

Formålet med studien er å lage prognoser for volumet av brukte elbilbatterier som kommer inn til resirkulasjon i Norge frem mot 2030. Problemstillinger som blant annet skal belyses er undersøkelser av hvilke underliggende faktorer som driver/påvirker hvor mange elbilbatterier som kommer inn til resirkulasjon, samt hvordan behovet for slike batterier vil påvirke gjeldende aktører frem mot 2030. Studien ønsker også å belyse hvordan «second-life»-bruken av elbilbatterier utvikler seg framover, og hvordan dette påvirker volumet av batterier som går til resirkulasjon.

Prosjektet er en masteroppgave i Økonomi og Administrasjon ved Handelshøyskolen v/UiA og gjennomføres i samarbeid med Glencore Nikkelverk AS.

Personer som blir forespurt om å delta i studien er utvalgt på bakgrunn av kompetanse og/eller arbeidsstilling. Utvalget baseres på en subjektiv vurdering gjort av studentene basert på om deltagerer sitter på informasjon og kunnskap som ses på som nyttig og belysende for studiet.

#### **Hva innebærer deltakelse i studien?**

Hovedtrekkene i studien vil være å belyse de gitte problemstillingene gjennom dybdeintervju med det som subjektivt anses som sentrale personer/aktører i bransjer som oppfattes som relevante. Intervjuene vil i hovedsak bestå av få spørsmål, men allikevel spørsmål som oppfordrer til informative og utgreiende svar som belyser flere sider av studiet. Intervjuprosessen beregnes til ca. 30 minutter.

### **Hva skjer med informasjonen om deg?**

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Eventuelle personopplysninger som blir registrert vil bare være enkle opplysninger ment for å kunne skille besvarelser fra hverandre for studentenes del. Tilgangen til disse opplysningene vil begrenses til de to studentene som gjennomfører studien, samt tilhørende veileder.

Deltakerne vil ikke kunne gjenkjennes direkte ved bruk av navn eller personnummer, men det vil være mulig å gjenkjenne deltakerne indirekte med tanke på arbeidssted og yrke/stilling. Det vil også til dels naturligvis være mulig for den enkelte deltaker å gjenkjenne sine svar i den endelige rapporten.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 01.06.2018.

Personopplysningene vil ved avslutning av prosjektet kun bli oppbevart av studentene som arbeider med prosjektet. Det ville ikke være noen form for personopplysninger i oppgaven som blir levert til UiA, og de vil dermed ikke kunne knyttes til noen av deltakerne i prosjektet.

### **Frivillig deltakelse**

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn.

Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli anonymisert.

Dersom du ønsker å delta eller har spørsmål til studien, ta kontakt med student Anders Styve på tlf. 47 62 23 71, evt. e-post: [anders13@uia.no](mailto:anders13@uia.no), student Tobias H. Andersen på tlf. 47 85 51 31, evt. e-post: [tobiaa13@uia.no](mailto:tobiaa13@uia.no) eller veileder Stina Torjesen på tlf. 38 14 14 94, evt. e-post: [stina.torjesen@uia.no](mailto:stina.torjesen@uia.no)

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, NSD - Norsk senter for forskningsdata AS.

### 9.3 Intervjuguide sendt ut i forkant til respondenter

## Intervjuguide i forbindelse med deltagelse i studie

### Fase 1: Rammesetting

#### 1. Løs prat (2-3 min)

- Uformell prat
- Hvis intervjuet foregår over telefon så forkortes dette punktet vesentlig.

#### 2. Informasjon (2-3 min)

- Studentene forklarer litt om bakgrunnen og formålet for intervjuet. Forklarer at det er i forbindelse med en masteroppgave i økonomi og administrasjon i samarbeid med Glencore Nikkelverk. Utdyper videre at temaet for oppgaven er elbilbatterier og deres fremtid. Hvor går utviklingen?
- Studentene opplyser om at alle deltagere vil bli holdt anonyme, og at eneste mulighet for gjenkjennelse er hvis respondentene selv leser den ferdige oppgaven, og til dels husker hva de har uttalt.
- Til slutt spørres det om noe er uklart og om respondenten eventuelt har noen spørsmål før intervjuet settes i gang.

### Fase 2: Erfaringer

#### 3. Overgangsspørsmål: (5 min)

- Hva slags erfaringer har respondenten? Hva jobber han/hun med til vanlig, hva innebærer arbeidsoppgavene?
- Har respondenten noe relevant erfaring med strømmarkedet, elbiler, batterier o.l.? Inviterer respondentene til å fortelle om jobben sin.

### **Fase 3: Fokusering**

#### 4. Nøkkelspørsmål: (10-15 min)

- Spørsmål om utviklingen av elbilmarkedet i Norge, og hvordan denne har påvirket din bedrift.
- Utviklingen av strømmarkedet i Norge framover. Trender, prognoser, vesentlige endringer.
- Markedsmulighetene for hjemmebatteri for privatpersoner og/eller profesjonelle aktører.
- Hvilke faktorer er de underliggende driverne for utviklingen?

### **Fase 4: Tilbakeblikk**

#### 5. Oppsummering (ca. 5 min)

- Oppsummering av intervjuet og eventuelle funn. Har studentene forstått respondenten riktig?
- Få klarhet i eventuelle gjenværende spørsmål
- Er det noe respondenten vil legge til avslutningsvis?

## 9.4 Refleksjonsnotater

### 9.4.1 Refleksjonsnotat Anders

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende del av min mastergrad i økonomi og administrasjon ved Handelshøyskolen, Universitetet i Agder. Denne oppgavens tema har vært en utredelse av hvilke faktorer som er de viktigste driverne for hvor mange utrangerte elbilbatterier som blir gjenbrukt i annenhåndssituasjoner og hvor mange som går direkte til resirkulering. Bakgrunnen for denne problemstillingen har vært at elbilbatterier fortsatt har en gjenværende kapasitet etter at de er for svake til å kunne brukes i en elbil. Batteriene kan dermed teoretisk sett gjenbrukes i andre installasjoner etter endt levetid i elbiler. Spørsmålet er bare om dette blir en realitet i en større skala, eller om de fleste batteriene bare vil gå rett til gjenvinningsanlegg. I forbindelse med dette har fenomener som «Second-life», «urban mining» og sirkulærøkonomi vært viktige og relevante deler av arbeidet, og har fungert som overordnet tematikk for større deler av oppgaven.

Materialet for arbeidet med oppgaven har blitt innsamlet ved en dokumentanalyse og dybdeintervjuer med eksperter på fagfeltene.

Denne oppgavens problemstilling ble innledningsvis presentert av selskapet Glencore Nikkelverk i Kristiansand. Dette selskapet driver blant annet gjenvinningsanlegg og hadde et ønske om få undersøkt mulighetene for å resirkulere utrangerte elbilbatterier. I den forbindelse har en del av oppgaven også vært å utlede prognoser for den forventede elbilveksten i Norge, og dermed også hvor mange elbilbatterier selskaper som Glencore kan forvente å få inn til gjenvinning.

Resultater fra denne oppgaven kan tyde på at hovedvekten av utrangerte elbilbatterier frem mot år 2030 vil gå direkte til resirkulering, heller enn å bli gjenbrukt i annenhåndsinstallasjoner. Det eksisterer per tid ikke store nok markeder eller insentiver for batteribruk i Norge, og da særlig ikke for brukte batterier. Utvikling av ny teknologi går for raskt, investeringskostnadene er for høye, og den forventede avkastning veldig lav. Dette understøttes også av intervjuer med eksperter på områdene, som alle er enige om utviklingen i bruk av utrangerte elbilbatterier i annenhåndsinstallasjoner sannsynligvis ikke vil avta i særlig grad.

## ***Internasjonalisering***

Norge er et foregangsland i en trend en må kunne se på som internasjonal når det gjelder utvikling i bruk av elbiler. Målt i prosentandel av antallet biler på veiene ligger Norge helt i verdenstoppen når det gjelder andelen elbiler. Dette kommer nok av svært gode insentivordninger, et godt utbygd og stabilt strømnnett, og en streng miljøpolitikk som gir sterke insentiver til en mer bærekraftig utvikling. Likevel er dette tendenser en ser i resten av verden også, at fokuset flyttes fra å være ensidig på økonomisk vekst til å også inkludere sosiale og miljømessige faktorer. Et relevant resultat av dette er blant annet Parisavtalen fra 2015 og FN's klimamål. Dette er helt sentrale faktorer i denne oppgaven, da mye av det vi ønsker å undersøke er om det er utviklet gode økonomiske modeller som faktisk hensyntar de nevnte faktorene. Våre resultater viser at det per dags dato finnes økonomisk teori på feltet, og vi ble spesielt fascinerte av tankegangen bak sirkulærøkonomien, samt «smultringmodellen» utviklet av Kate Raworth.

Deler av oppgaven har som nevnt også vært skrevet med Glencore Nikkelverk som fokus. Glencore er et av verdens aller største selskaper, og har kontorer og anlegg i hele verden. Det finnes få selskaper som er like internasjonaliserte, og derfor har dette punktet vært særlig relevant. Det at et slik selskap undersøker mulighetene for resirkulasjon av utrangerte elbilbatterier tyder på at de forbereder seg på en mer bærekraftig framtid der gjenbruk og gjenvinning er viktigere deler av den økonomiske syklusen. Som våre resultater viser er en av de største utfordringene for gjenbruk av elbilbatterier at det ikke finnes gode nok standardiseringer, samtidig som det er vesentlige sikkerhetsfaktorer som spiller inn. Dette gjør at Glencore internasjonalt kan være med som en aktør for å utvikle og etablere standarder for gjenvinning eller gjenbruk. Derfor kan selskapet dra fordel av å være tidlig ute med å få undersøkt markedene og mulighetene for eksempel gjennom utarbeidelse av en slik masteroppgave som denne.

## ***Innovasjon***

Når det gjelder innovasjon har elbilen potensiale til å bli den største teknologiske omveltningen siden introduksjonen av forbrenningsmotoren. Utslipp fra verdens bilpark er en av hovedårsakene bak den negative klimautviklingen og forurensningen. Nå som verden

utvikler seg i en mer bærekraftig retning med et større miljøhensyn kan erstatningen av konvensjonelle fossildrevne biler med elbiler være en av de største og viktigste faktorene for å kunne drastisk forbedre miljøet på planeten. I forbindelse med elbilens inntog har også utviklingen i batterier skjedd minst like raskt. Bruk av batterier har nesten uendelig potensiale, og kan også være med på å redusere den negative påvirkningen på klimaet. Med en slik utvikling av elbiler og batterier, er det tydelig at det har utviklet seg et potensiale for å etablere gjenbruks- eller gjenvinningsmetoder. Som våre resultater etter dybdeintervjuer med eksperter viser, så er det per dags dato veldig få aktører på markedet som har etablert seg i noen av de markedssegmentene. Fortsetter utviklingen av elbiler og batterier slik den har gjort frem til nå, vil det helt klart være behov for selskaper som gjenbraker eller gjenvinner brukte batterier. Glencore Nikkelverk er her tidlig ute med å sondere markedsmulighetene for spesielt resirkulering av elbilbatterier. Velger Glencore å satse på å etablere seg som en aktør for gjenvinning av elbilbatterier, vil markedspotensialet være enormt, ikke bare i Norge, men også på internasjonal basis.

### *Ansvar*

Selv om elbiler og batterier i utgangspunktet betraktes som veldig miljøvennlige og det «etisk riktige» å velge, er det fortsatt utfordringer i bransjen. Mange av komponentene som en elbil, eller et batteri, består av blir fortsatt utvunnet ved metoder og i anlegg som kan betraktes som etisk tvilsomme. Et eksempel er kobolt, en nøkkelingrediens i moderne batterier. Rundt 50 % av all kobolten som utvinnes i verden kommer fra gruver i Kongo i Afrika. Mye av denne kobolten viser det seg at dessverre blir utvunnet av enten barn eller voksne i ekstremt farlige områder. En konsekvens av dette er at The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) har utledet klare retningslinjer for selskaper som utvinner eller importerer blant annet kobolt fra høyrisikoområder som eks. Kongo. Disse retningslinjene innebærer blant annet at elbil- og batteriprodusenter må kunne oppgi hvor de får sine råvarer fra, og oppgi om de føyer seg etter grunnleggende menneskerettigheter (Dummet, 2017). Dette er bare ett eksempel på utfordringer elbil- og batteribransjen står ovenfor, dette vil også være direkte overførbart til Glencore Nikkelverket, siden de opererer i mange av de samme markedene. Viktige tiltak for å redusere disse utfordringene vil være gjennomsiktighet og en bevissthet fra selskapenes side. Dette er allerede tiltak som blir iverksatt, men de kan fortsatt gjøres bedre. Det må være åpenlyst hvor produsentene får råvarer og produkter fra, slik at



uavhengige har mulighet til å undersøke og eventuelt avdekke brudd på etiske retningslinjer. Dette vil bidra til å styrke bransjens renommé, og samtidig sikre arbeidsvilkårene til ansatte hos de gjeldende selskapene.

**Kilde(r):**

Dummet, M. (2017). *Manufacturing Electric Cars Comes at an Ethical Cost*. Hentet fra <http://time.com/4939738/electric-cars-human-rights-congo/>

#### **9.4.2 Refleksjonsnotat Tobias**

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende del av min siviløkonomutdannelse ved Handelshøyskolen ved Universitetet i Agder. Tema og problemstillingen for denne masteroppgaven har vært:

*«Hva er de viktigste driverne frem mot år 2030 for hvor mange elbilbatterier som blir gjenbrukt og hvor mange som går direkte til resirkulering?»*

Bakgrunnen for dette temaet var at Glencore Nikkelverk hadde et ønske om å finne ut av når de kan forvente at store volum av elbilbatterier er tilgjengelig for resirkulering i Norden. For å best mulig kunne besvare problemstillingen, formulerte vi i tillegg tre forskningsspørsmål. Vi delte masteroppgaven opp i tre forskjellige hovedtemaer; Strøm, elbiler og batterier, og laget tre forskningsspørsmål som er tilknyttet disse temaene. Oppgavene har spesielt hatt fokus på sirkulærøkonomi tankegangen, og hva som skal til for at vi endrer oss fra den tradisjonelle lineære økonomien til en sirkulær økonomi.

Masteroppgaven har mye fokus på strømbransjen og batterier, da det har vært veldig relevant for oss å finne ut av hvordan denne bransjen kan komme til å utvikle seg frem mot år 2030. Vi har i tillegg laget en egen prognose for elbilutviklingen i Norge frem mot år 2030, med utgangspunkt i tidligere statistikker og rapporter som er tilgjengelige. Hovedfunnene våre handler i hovedsak om hvor populært vi tror konseptet «hjemmebatteri» kan komme til å bli, hvor vi konkludere med at vi ikke tror at det vil bli veldig populært frem mot år 2030. Dette har videre ført til konklusjonen vår om at de fleste elbilbatterier sannsynligvis vil komme til å bli levert til resirkulering direkte, fremfor å bli brukt i annenhåndssituasjoner først.

Temaet for masteroppgaven er i hovedsak elbiler og spesielt elbilbatterier, noe som er et veldig aktuelt og stort tema internasjonalt. Vi har skrevet denne masteroppgaven i samarbeid med Glencore Nikkelverk, som har vært interessert i å se på mulighetene for utvinning av metaller og mineraler, også kalt «urban mining», av utrangerte elbilbatterier.

Problemstillingen har derfor hatt fokus på hvor mange batterier som blir brukt i annenhåndssituasjoner før de blir resirkulert, da annenhåndsbruk vil utsette denne aktiviteten for Glencore Nikkelverk. Glencore er et stort internasjonalt selskap, noe som vil si at det ikke

bare er aktivitetene som skjer i Norge som er relevante, men at trender i andre land også vil påvirke dem som selskap.

### ***Internasjonalisering***

Når det kommer til hvilke internasjonale faktorer som kan påvirke eller påvirkes av vår masteroppgave vil jeg først trekke frem arbeidsledighetsnivået. I oppgaven vår snakker vi om resirkulering og at det vil kunne komme tredjeparter, nye selskaper, som vil drive med gjenbruk og resirkulering. Dette vil gi muligheter for å få ned arbeidsledigheten, da det vil kunne komme nye arbeidsplasser i form av flere ansatte som jobber med batterier og gjenbruk. En annen internasjonal faktor vi være regjeringsskift. Regjeringer rundt om i verden vil kunne bestemme at det vil bli slutt på produksjonen av fossile biler. Dette vil jo si at vi vil kunne få en meget høy andel av elbiler i verden, noe som direkte vil påvirke vår masteroppgave og selskaper som Glencore som driver med gjenvinning, resirkulering og «urban mining», da disse vil få inn store volumer av brukte elbilbatterier etterhvert.

### ***Innovasjon***

Det neste temaet jeg vil snakke litt om er hvordan denne masteroppgaven har en link til innovasjon. Etableringen og produksjon av elbilen og tilhørende batterier har i de siste årene blitt høyaktuelt, spesielt i Norge, og enkelte vil kunne påstå at elbilens inntog er i ferd med å revolusjonere bilparken i Norge. Det er klart at elbiler var en innovasjon, da man fant ut at man kunne bytte ut den vanlige fossildrevne motoren med en elektrisk motor. Det vil være vanskelig å forsvare at utviklingen av elbilbatterier vil være en innovasjon, men jeg vil påstå at mtp. alt det som skjer med batterier, økt kapasitet, lengre levetid o.l. vil kunne ses på som innovasjon. Dette begrunner jeg med at det utvikles nye batterier som er på et helt annet og mye høyere nivå enn de gamle batteriene. Denne prosessen vil jo også kunne kategoriseres som en forbedring, men med tanke på at det skjer såpass mye nytt og nye ting utvikles kan man forsvare å kalle dette for innovasjon. Glencore er et selskap som har sett de enorme markedsmulighetene dette gir, og har etablert seg som en aktør for gjenvinning og resirkulering av utrangerte elbilbatterier, noe som vil kunne vise seg å gi en enorm fortjeneste i fremtiden.

## *Ansvar*

Når det kommer til hvordan denne masteroppgaven relaterer seg til ansvar vil det også være noen faktorer det er verdt å nevne. Man kan gå så langt å argumentere for at alle mennesker i verden har et visst ansvar med tanke på klimaendringene som skjer, de mer begrensede ressursene vi har tilgang til, og de miljømessige endringene som har begynt å utvikle seg i en negativ retning. Fossildrevne kjøretøy omtales som å en av de største grunnene til at klimaendringene, og at temperaturen på jordkloden stiger. Om alle fossildrevne kjøretøy ble byttet ut med elektriske modeller, ville vi kunne sett en endring i nettopp utslippene av blant annet CO<sub>2</sub> og andre miljøskadelige gasser.

Når det kommer til etiske ansvar er det også noen faktorer det er verdt å nevne. Kobolt er et grunnstoff som er mye brukt i elbilbatterier og som utvinnes fra gruver. De etiske utfordringene rundt dette har blant annet vært at i f. eks Kongo, hvor mye av kobolten utvinnes, har det vært snakk om at man har brukt barn og vokse i fattige land til dette. Å bruke barn som arbeidskraft strider sterkt med de etiske retningslinjene vi har i dagens samfunn. Man kan også argumentere for at dette strider med de grunnleggende menneskerettighetene vi har i verden.

Spesifikke tiltak som kan gjøres for å styrke ansvaret blant elbil- og batteriprodusenter vil være ha sette enda strengere krav til å produksjonen skal være minst mulig miljøskadelig. I tillegg til dette må være sikre pop at de personene som driver med utvinning av grunnstoffene som brukes til produksjonen ikke er barn og vokse i ekstreme situasjoner, og at de som driver med dette har tilstrekkelig lønn og helsevilkår. I bunn og grunn vil dette si at alle de grunnleggende menneskerettighetene skal tilfredsstilles.

