

# Økonomisk analyse av betalingsmetoder for hurtiglådestasjoner

**Runar Langseth**

Industriell økonomi og teknologiledelse

Innlevert: juni 2015

Hovedveileder: Asgeir Tomasgard, IØT

Medveileder: Stig Ødegaard Ottesen, IØT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



## Problembeskrivelse

Oppgaven vil foreta en økonomisk analyse av ladepunkter for elbiler, og vil analysere et ladepunkts kostnader og inntekter. Inntektene vil videre analyseres i forhold til ulike prisingsmodeller. Punkter som vil belyses er:

- Hvor store er kostnadene for installasjon og drift av en ladestasjon?
- Hvilke pristariffer vil sikre en ladestasjon høyest mulig inntekt?
- Hvordan kan prisingsmodellen på en ladestasjon sikre insentiver for elbileierne til ikke å okkupere en lade plass etter endt lading?
- Hvilken prisingsmodell benyttes mellom ladestasjon og netteier, og hva er gunstigst for ladestasjonseieren?



## Forord

Denne oppgaven er skrevet som en avsluttende diplomoppgave på masterstudiet industriell økonomi og teknologiledelse ved NTNU, våren 2015. Oppgaven er skrevet innen hovedprofilen anvendt økonomi og optimering.

Jeg ønsker å takke min hovedveileder Asgeir Tomasgard for hjelp underveis, og også medveilederen og doktorgradsstipendiat Stig Ødegaard Ottesen. I tillegg vil jeg takke eSmart Systems, hvor Stig Ødegaard Ottesen er ansatt, som bidro til at jeg kunne delta på seminar i Halden.

En stor takk også til de ulike aktørene jeg har vært i kontakt med underveis i oppgaven, og som har satt av tid til å snakke med meg og gi meg nødvendig informasjon. Derfor takker jeg Statoil Fuel & Retail, Fortum Charge & Drive, BKK, Ishavsveien, Salto, EV Power, NTE, Haugaland Kraft, Trønderenergi, Mørenett, Eidefoss, Eidsiva Energi og Norsk Elbilforening.

En siste takk går til alle elbilister som satte av tid til å besvare min spørreundersøkelse som dannet grunnlag for datamateriale til denne oppgaven.

Runar Langseth

3. juni 2015



## Sammendrag

I denne oppgaven foretas i hovedsak en kvantitativ undersøkelse av økonomien til ladestasjoner for elbiler. Oppgaven baserer seg på data samlet gjennom en spørreundersøkelse gjennomført for elbilister. I tillegg er det innhentet data fra Norsk Elbilforening og andre sentrale aktører, som ladestasjonsselskap og nettselskap. Enkelte deler av oppgaven baserer seg også på intervjuer av aktører i markedet, og oppgaven kan også derfor sies å være til dels kvalitativ.

Oppgaven ønsker å kartlegge kostnader og inntekter for en ladestasjon for deretter å belyse hvilken prismetode som er mest hensiktsmessig - både mellom ladestasjonsselskap og kunde, og ladestasjonsselskap og nettselskap. I tillegg vil det ses på hvordan prismodellen mellom ladestasjonsselskap og kunde kan sikre insentiver til å flytte elbilen etter endt lading.

Resultatene i oppgaven tilsier at den mest økonomisk lønnsomme betalingsmodellen for ladestasjonsselskapene er en abonnementsmodell hvor kunden betaler en fast pris per måned for fri tilgang til hurtiglading. Dette sikrer høyest omsetning til ladestasjonsselskapene, samtidig som det er en enkel prisstruktur for kundene. I tillegg anbefales det å tilby en alternativ betalingsmetode, for å la de som ikke er villige til å kjøpe et abonnement kunne lade. Dette sikrer også at det er mulig å få økonomisk støtte til utbygging fra Enova. Den anbefalte strategien for den alternative betalingsmetoden er å ta betalt per lading, grunnet at den gir høyest mulig omsetning gitt betalingsvilligheten til kundene. Prismekanismer som bundling og gruppeprising er to anbefalte mekanismer som ladestasjonsselskapene bør benytte seg av. Dessuten vil et tett samarbeid mellom de ulike selskapene være helt sentralt. Dette er for å sikre at en kunde kan lade på flere steder i landet, hvis selskapet ikke selv har ladestasjoner ved dette stedet. Disse betalingsmetodene vil ikke gi insentiver til å flytte bilen etter endt lading. På den annen side har dette, basert på intervjuer med selskapene, ikke vært et stort problem for ladestasjonene.

Ladestasjonsselskapene kan ikke påvirke prismodellene fra nettselskapene, men det de kan påvirke er valg av lokasjon for ladestasjonen, som igjen påvirker hvilket nettselskap som må benyttes. Ut i fra resultatene i denne oppgaven ser en at det vil være hensiktsmessig med en mer standardisert nettleietariff, som sikrer like vilkår for alle ladestasjoner uavhengig av lokasjon.



## Abstract

This master thesis will mainly use a quantitative study to examine the economy of charging stations for electric vehicles. The thesis is based on data gathered through a survey for owners of electric vehicles. Additionally data is gathered from The Norwegian Electric Vehicle Association and other central actors, such as charging station companies and grid owners. Parts of this thesis are based on interviews of actors in the market, and therefore the thesis could also be qualified as partly qualitative.

The thesis wishes to map costs and incomes for a charging station, and thereafter throw light on which type of pricing method is most adequate - both between the charging station company and the customer, and between the charging station company and the grid owner. In addition the thesis will try to see how the pricing methods between the charging station companies and the customers can ensure incentives to move the electric vehicle after the charging is finished.

The results from this thesis summons that the most profitable method of payment for the charging station companies is a subscription model, where the customer pays a monthly regular price in return for free access to boost charging. This ensures highest turnover for the charging station companies, and at the same time gives a simple method of payment for the customers. In addition it is recommended to offer an alternative method of payment, to give those who are not willing to pay for a subscription the possibility to charge their vehicle. This also ensures the possibility of getting economical support from Enova to develop the charging station. The method of payment which is recommended in addition to subscription is a payment per charge, since it gives the highest turnover for the charging station companies, given the customers willingness to pay. Price mechanisms such as bundling and group pricing are two recommended mechanisms which the charging station companies should take in use. A close cooperation between the different charging station companies will also be important. This will ensure that a customer can charge his vehicle on different

locations around the country, even if the company does not have a charging station at that location. The suggested methods of payment will not in itself give incentives to move the vehicle after the charge is done, but this has not been a big problem for the charging station companies according to themselves.

The charging station companies cannot influence the methods of payment to the grid owners. What they can influence is their choice of location for the charging station, which in turn influences which grid owner they have to sign a contract with. From the results in this thesis it can be seen that a more standardized tariff from the grid owners will be more practical, since it ensures the same terms for all charging stations independent from the location of it.

# Innhold

<b>Figurer</b>	<b>xii</b>
<b>Tabeller</b>	<b>xiv</b>
<b>1 Introduksjon</b>	<b>1</b>
<b>2 Teoretisk bakgrunn</b>	<b>3</b>
2.1 Ladehastighet . . . . .	3
2.2 Elbiler og ladestasjoner i Norge . . . . .	5
2.3 Pris per kilometer . . . . .	6
2.4 Økonomisk støtte til ladestasjoner . . . . .	8
2.5 Prismekanismer . . . . .	11
2.5.1 Prisdifferensiering og prisdiskriminering . . . . .	11
2.5.2 Bundling . . . . .	13
2.5.3 Ulike tariffer . . . . .	13
2.6 Kostnader for en ladestasjon . . . . .	14
2.6.1 Investeringskostnader . . . . .	14
2.6.2 Driftskostnader . . . . .	14
2.7 Strømnettet . . . . .	18
2.8 Prisstrategier i telebransjen . . . . .	20
2.8.1 Forventninger fra tilbyder og forbruker . . . . .	21
2.8.2 Prismetoder . . . . .	22
2.9 Elbilisten . . . . .	24
<b>3 En studie av konsumentenes betalingsvillighet</b>	<b>31</b>
3.1 Foretrukket betalingsmetode . . . . .	32
3.2 Pris per kilowatttime . . . . .	32
3.3 Pris per minutt . . . . .	37

3.4	Pris per lading . . . . .	39
3.5	Abonnementpris . . . . .	40
3.6	Antall ladinger ved ladestasjoner . . . . .	42
3.7	Betalingsvillighet per biltype . . . . .	46
<b>4</b>	<b>Analyse av dagens situasjon for ladestasjonene</b>	<b>49</b>
4.1	Prisstrategi blant ladestasjonene . . . . .	49
4.2	Stor variasjon i nettleien . . . . .	50
4.3	Potensiale av prismodellene . . . . .	51
4.3.1	Betaling per kWh . . . . .	52
4.3.2	Betaling per minutt . . . . .	53
4.3.3	Betaling i form av abonnement . . . . .	54
4.3.4	Sammenligning av prismodellene . . . . .	54
4.4	Insentiver til å flytte elbilen . . . . .	55
<b>5</b>	<b>Mulige prisstrategier for ladestasjonene</b>	<b>57</b>
5.1	Prisstrategi . . . . .	57
5.2	Analyse av betalingsmetodene . . . . .	60
5.2.1	Betaling per kilowatttime . . . . .	60
5.2.2	Betaling per minutt . . . . .	61
5.2.3	Betaling per lading . . . . .	61
5.2.4	Betaling i form av abonnement . . . . .	62
5.2.5	Beste betalingsmetode . . . . .	63
5.3	Insentiver til å flytte elbilen . . . . .	64
<b>6</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>65</b>
6.1	Kostnader . . . . .	65
6.2	Inntekter . . . . .	68
6.3	Betalingsmodell . . . . .	71
6.4	Feilkilder . . . . .	75

<b>7 Konklusjon</b>	<b>77</b>
<b>Bibliografi</b>	<b>79</b>
<b>A Intervju med ulike aktører</b>	<b>85</b>
A.1 Intervju med ladestasjonseiere . . . . .	85
A.2 Intervju med netteiere . . . . .	107
<b>B Vedlegg fra Eidsiva Energi</b>	<b>115</b>
<b>C Regneark</b>	<b>121</b>
C.1 Nettleietariffer for 20 sentrale nettselskap . . . . .	121
C.2 Tiårig investeringsplan . . . . .	123
C.3 Antall hurtigladere, og årlig profitt per stasjon per fylke . . . . .	123
C.4 Strømkostnad per by . . . . .	123
C.5 Strømkostnad . . . . .	124
<b>D Spørreundersøkelse</b>	<b>125</b>

## Figurer

1	Ladetid for et batteri med «normalstørrelse» fra 0 til 80 %, gitt batteritemperaturen [28] . . . . .	4
2	Elbiler i forhold til befolkningstall. Mørkere rødfarge indikerer høyere tetthet. . . . .	5
3	Ladepunkt per elbil. Mørkere rødfarge indikerer høyere tetthet. . . . .	7
4	Hurtigladestasjoner i Norge per mars 2015 [13] . . . . .	9
5	Områdene for de 20 nettselskapene inkludert i statistikken i tabell 9 (markert med lilla) . . . . .	18
6	Nettleiekostnad for en næring med uttak på 40 kW og forbruk på 160 MWh/år i ulike deler av landet. Mørkere rødfarge indikerer at det er dyrere. . . . .	19
7	Hva elbilister bruker elbilen til, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	24
8	Hvorfor elbilister valgte elbil, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	25
9	Viktigste fordel ved å være elbilist, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	26
10	Ville elbilister fremdeles ha kjøpt elbil uten...? I følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	27
11	Betalingsvillighet for hurtiglading, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	28
12	Elbilisters behov for raskere lading, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	29
13	Foretrukket betalingsmetode for hurtiglading ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	32
14	Betalingsvillighet i kroner per kilowatttime for hurtiglading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	33

15	Betalingsvillighet per kilowatttime (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D) med regresjonslinjer. (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell) . . . . .	34
16	Betalingsvillighet per kilowatttime etter opplysning om kostnad for strøm hjemme og ladehastigheter hjemme kontra på en hurtiglader (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer. (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell) .	35
17	Betalingsvillighet per kilowatttime fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8], med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell) . . . . .	36
18	Betalingsvillighet i kroner per minutt for hurtiglading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	37
19	Betalingsvillighet per minutt (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell) . . . . .	38
20	Betalingsvillighet i kroner per lading for hurtiglading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	39
21	Betalingsvillighet per lading (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell) . . . . .	40
22	Betalingsvillighet i kroner per måned for et abonnement på hurtiglading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	41
23	Betalingsvillighet for abonnement per måned (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell) . . . . .	43
24	Regresjonsanalyse av betalingsvillighet i kroner per lading, for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	44

25	Regresjonsanalyse av betalingsvillighet i kroner per minutt, for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	45
26	Regresjonsanalyse av betalingsvillighet i kroner per kilowatttime, for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	45
27	Strømkostnader (nettleie og kraft) for en ladestasjon med én hurtiglader (blå), to hurtigladere (rød), tre hurtigladere (grønn) eller fire hurtigladere (gul), gitt antall forbrukte kilowattimer i løpet av ett år.	66

## Tabeller

1	Typiske ladehastigheter [14] . . . . .	4
2	Hurtigladestasjoner per selskap, per mars 2015 . . . . .	7
3	Ladepriser i det norske markedet per mars 2015 . . . . .	10
4	Kroner per kilometer for biler med bensin- eller dieselmotor avhengig av drivstofforbruk og drivstoffpris . . . . .	10
5	Kroner per kilometer for elbiler avhengig av energiforbruk og elektrisitetstetspris . . . . .	11
6	Kroner per kilometer for en elbil, avhengig av hvor mye strøm en fyller per år og månedspris, gitt at forbruket er 0,25 kWh/km . . . . .	11
7	Gjennomsnittlig månedlige spotpriser for de ulike norske sonene (2011-2014). NO1 = Sørøst-Norge, NO2 = Sørvest-Norge, NO3 = Midt-Norge, NO4 = Nord-Norge og NO5 = Vest-Norge. *NO4 mangler data for feb og mar 2011, og avviker derfor noe. Priser basert på data fra appendiks C.5 . . . . .	15



8	Nettleiepriser (uveid gjennomsnitt for Norge) eksklusiv alle avgifter og mva. Den effektmålte tariffen er beregnet ut i fra et effektforbruk på 40 kW og energiforbruk på 160 MWh/år [26] . . . . .	17
9	Gjennomsnittspriser for 20 sentrale nettselskap. Den effektmålte tariffen er beregnet med hensyn til et effektforbruk på 55 kW og energiforbruk på 100 MWh/år (se appendiks C.1) . . . . .	18
10	Betalingsvillighet i forhold til pris per kilowatttime, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	33
11	Betalingsvillighet i forhold til pris per kilowatttime etter opplysninger om pris- og ladeforhold hjemme kontra en hurtiglader, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	35
12	Betalingsvillighet i forhold til pris per kilowatttime ut i fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	37
13	Betalingsvillige i forhold til pris per minutt, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	38
14	Betalingsvillighet i forhold til pris per lading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	39
15	Betalingsvillige i forhold til pris per måned, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	41
16	Betalingsvillighet per lading for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	43
17	Betalingsvillighet per minutt og per kWh for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D . . . . .	44
18	Betalingsvillighet etter biltype, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D	47
19	Lademønstre for en tenkt ladestasjon med to hurtigladere og to semi-hurtigladere . . . . .	51

20	Nettleiepriser for ulike steder i Norge, ved forbruk presentert i tabell 19. Beregninger i appendiks C.4 . . . . .	52
21	Total årlig inntekt (MNOK/år) for Norges ladestasjoner ved ulike priser per kWh, og etter hvor stor andel av ladingene som foretas ved ladestasjoner, gitt betalingsvillighet fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8] . . . . .	53
22	Total årlig inntekt (MNOK/år) for Norges ladestasjoner ved ulike priser per kWh, og i forhold til hvor ofte forbrukerne har behov for raskere lading ut i fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8], og ved antakelsen at hver lading tar 11 kWh . . . . .	53
23	Total årlig omsetning for alle ladestasjoner gitt ulik betalingsvillighet for ulike betalingsformer (MNOK/år) . . . . .	63
24	Forklaring til symboler. Verdier basert på beregninger fra appendiks C.1. Alle priser er inklusiv mva og avgifter . . . . .	67
25	Lønnsomhet for en ladestasjon per fylke, gitt abonnementsbetaling, betalingsvillige som fra avsnitt 3 og driftskostnader som i formel 24. Beregninger finnes i appendiks C.3 . . . . .	69
26	Nåverdi av investering i ladestasjon (tiårig), gitt ulikt antall ladepunkt, 21 ladinger per elbil per år og ulike betalingsformer (alle kroner i tusen). 2,24 ladepunkt er gjennomsnittlig antall ladepunkt på dagens hurtigladestasjoner . . . . .	70
27	Nåverdi av investering i ladestasjon (tiårig), gitt ulike betalingsformer, 87 ladinger per år per elbil og 2,24 ladepunkt per stasjon (alle kroner i tusen) . . . . .	71

## Ordforkortelser

**A** Ampere

**AMS** Avanserte Måle- og Styringssystemer

**km** Kilometer

**kr** Kroner

**kW** Kilowatt

**kWh** Kilowatttime

**min** Minutt

**mnd** Måned

**MNOK** Millioner norske kroner

**MWh** Megawatttime

**NOK** Norske kroner

**NVE** Norges Vassdrags- og Energidirektorat

**QoS** Servicekvalitet (eng: *Quality of Service*)

**V** Volt

**W** Watt

**Wh** Watttime



# 1 Introduksjon

Fra 3.kvartal 2013 til mars 2015 har antallet elbiler i Norge blitt tredoblet, og det er nå over 45 000 elbiler her i landet [19]. Elbileierne er avhengige av et godt ladene nettverk for å kunne bruke bilene på samme måte som bensinbiler. Det er imidlertid knyttet store kostnader til utbygging av ladestasjoner. I tillegg har elbileierne i Norge en rekke fordeler, deriblant gratis offentlige ladestasjoner [7]. Denne fordelene gjør det vanskeligere for private aktører å kunne kreve høye nok marginer på sine ladestasjoner. Denne oppgaven vil foreta en økonomisk analyse av ladestasjoner, og analysere kostnadene og inntektene. Oppgaven vil også se på hvilke prismodeller som er gunstigst for ladestasjonseieren, både opp i mot kundene, og opp i mot nettselskapene. Et annet problem som oppgaven vil se på, er hvordan en gjennom prismodellene kan gi insentiver for elbileierne til ikke å okkupere ladeplassen etter endt lading.

Oppgaven har fokus på hurtigladdestasjoner hvor effekten på ladestasjonene er minimum 43 kW. Fokuset er rettet mot disse ettersom det trengs så høye effekter på kommersielle ladestasjoner hvor elbilisten ønsker å lade raskest mulig for å komme seg videre, og ikke har tid til å sette igjen bilen for lading over lang tid. Hurtigladdestasjonene kan ses på som «bensinstasjonen» for en elbil. Den største forskjellen mellom elbilen og bensinbilen er at en elbil kan foreta store deler, om ikke alt, av sin energipåfylling hjemme.

Oppgaven presenterer teoretisk bakgrunnsmateriale i kapittel 2, før den i kapittel 3 oppsummerer resultatene fra spørreundersøkelsen gjennomført i forbindelse med denne oppgaven, og som danner grunnlaget for de økonomiske beregningene. I kapittel 4 foretas en økonomisk analyse av dagens situasjon i ladestasjonsmarkedet, mens det i kapittel 5 presenteres fremtidige muligheter for ladestasjonene, med resultatene fra kapittel 3 som datagrunnlag. Det blir i denne oppgaven også benyttet resultater fra Norsk Elbilforenings undersøkelse som datagrunnlag. Disse dataene legges til grunn i analysen av dagens situasjon, mens resultatene fra undersøkelsen gjennomført i

forbindelse med denne oppgaven legges til grunn i de fremtidige beregningene. Dette gjøres på grunn av at Norsk Elbilforenings undersøkelse har et sikrere datagrunnlag med flere respondenter på enkelte områder, mens undersøkelsen i denne oppgaven gir en større oversikt over betalingsvilligheten til forbrukerne. Til slutt oppsummeres oppgaven i kapittel 6, før det sammenfattes en konklusjon i kapittel 7.

## 2 Teoretisk bakgrunn

### 2.1 Ladehastighet

Det finnes mange forskjellige ladetyper som gir ulik ladehastighet. Ladehastigheten er avhengig av flere faktorer, hvor én faktor er hvor stor effekt selve bilen klarer å håndtere. Den teoretisk maksimale hastigheten er gitt av spenningen, strømstyrken og antall faser, hvor sammenhengen er som i formel 1.  $P$  står her for effekten (ladehastigheten),  $V$  er spenningen,  $I$  er strømstyrken og  $F$  er antall faser. Ladehastigheten er gitt i effekt, som måles i Watt (W). En ladehastighet på 1 W gir 1 Watttime (Wh) energi i løpet av én times lading. Typiske hastigheter for ulike ladetyper er gitt i tabell 1 [14]. Den teoretiske maksimale ladehastigheten begrenses av faktorer som temperatur, batteriets status, og hvor mye energi som er lagret på batteriet fra før. Hurtiglading lader eksempelvis ikke med en hastighet på 43-50 kW i hele ladingen. Når batteriet er ladet over 80-90 % settes hastigheten ned for å ikke skade batteriet. Dette skjer på grunn av at celledspenningen i batteriet øker, og ladehastigheten settes da ned for å unngå slitasje [12]. ABBs oversikt over ladetider i forhold til batteritemperatur kan sees i figur 1. Punktene i figuren er oppgitte ladetider for en batteripakke med «normalstørrelse» fra 0 til 80 %, mens linjene er påtegnet. Dette viser en betydelig økning i ladetiden desto kaldere batteriet er. I tillegg til lengre ladetid ved kaldere temperaturer vil også rekkevidden til elbilen reduseres grunnet høyere forbruk. I følge Fleetcarma<sup>1</sup> reduseres rekkevidden til en elbil med 20 % fra 23 til 0 grader Celsius, og 29 % fra 23 til -18 grader Celsius [2]. Til sammenligning reduseres rekkevidden til en bensinbil med henholdsvis 12 og 19 %.

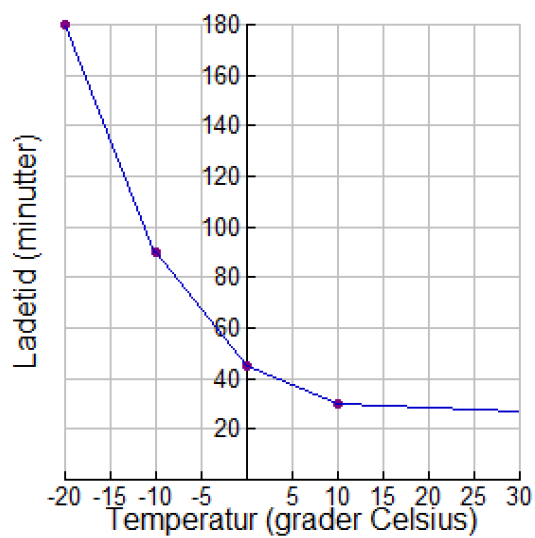
$$P = V \cdot I \cdot \sqrt{F} \quad (1)$$

---

<sup>1</sup>Fleetcarma er et amerikansk selskap som foretar analyser av ulike typer biler, for å kunne tilby en ekspertise på bildesign

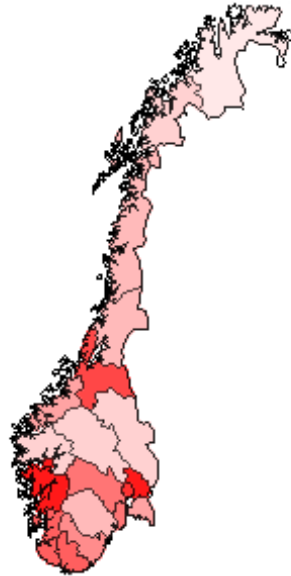
Ladetype	Hastighet
Husholdningskontakt	2,3 kW
Type 2 industrikontakt	7-12 kW
Semihurtig lader	22 kW
Hurtiglader	43-50 kW
Superlader	90-120 kW

Tabell 1: Typiske ladehastigheter [14]



Figur 1: Ladetid for et batteri med «normalstørrelse» fra 0 til 80 %, gitt batteritemperaturen [28]





Figur 2: Elbiler i forhold til befolkningstall. Mørkere rødfarge indikerer høyere tetthet.

## 2.2 Elbiler og ladestasjoner i Norge

Det finnes 45 481 elbiler i Norge per mars 2015 [19]. Akershus, Oslo, Hordaland og Sør-Trøndelag er de fire fylkene med flest elbiler i forhold til befolkning. I figur 2 ser en hvor elbilene i hovedsak befinner seg. Mørkere rødfarge indikerer en større tetthet av elbiler per person.

Basert på Ladestasjoner AS sitt hurtigladekart, kan en se at det finnes 156 ladestasjoner i hele Norge som har minst ett hurtigladeuttak, pluss Tesla sine 21 superladestasjoner [13]. En oversikt over alle de ulike hurtigladerne i Norge finnes i appendiks C.3. På disse 156 ladestasjonene er det totalt 350 hurtigladeuttak, som gir et snitt på 2,24 hurtigladeuttak per ladestasjon. I figur 3 kan en se ladepunkttettheten i forhold til antall elbiler i fylket. Sterkere rødfarge indikerer en større tetthet. Når en sammenligner figur 2 med figur 3 kan en se at antallet ladepunkt per elbil ikke stemmer godt overens med antallet elbiler i forhold til befolkning. Dette kan skyldes at det er størst behov for hurtiglading når en er på en lengre kjøretur, samt at elbilene er mest ut-

bredt i de store byene hvor en sjelden bruker elbilen lenger enn hva batterikapasiteten tillater.

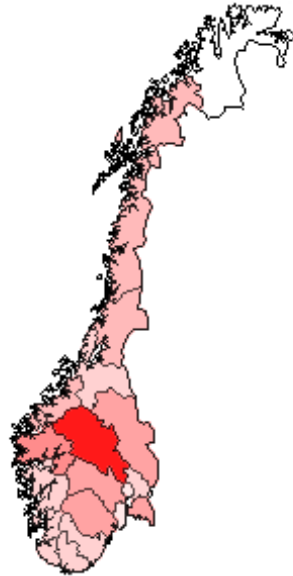
Når en ser bort i fra Teslas ladestasjoner, finnes det to store aktører i Norge innenfor hurtigladedestasjonsmarkedet. Dette er Grønn Kontakt og Fortum Charge & Drive som står for 62 % av Norges hurtigladedestasjoner. En oversikt over antall ladestasjoner per selskap kan sees i tabell 2. Av de totalt 24 selskapene med hurtigladedestasjon er 15 av disse frittstående bilforhandlere som selger elbiler.

Ladestasjonene har ulike betalingsmodeller, og de ulike modellene sammenfattes i tabell 3. De vanligste betalingsmetodene er abonnement og betaling per minutt, hvor gjennomsnittsprisene er 370 kr/mnd for abonnement og 2,50 kr/min for hurtiglading. I figur 4 kan en se hvor hurtigladerne i Norge er plassert.

En gjennomsnittlig energimengde som trekkes per lading er på rundt 10-12 kWh, basert på intervju med ladestasjonsaktørene (appendiks A). Med en effekt på 43 kW skulle dette tilsi en gjennomsnittlig ladetid på 14-17 min. Derimot ser en fra tallene hos aktørene at en gjennomsnittlig ladetid er på mellom 18-26 minutter. Dette viser at den teoretiske maksimale ladehastigheten ikke er lik den en ser i praksis. Antallet ladinger som foretas på en ladestasjon i snitt per måned ligger på mellom 50-500 ladinger. Videre vil oppgaven basere seg på middelerverdiene av disse, altså 11 kWh og 22 min per lading, med et snitt på 275 ladinger per måned.

### **2.3 Pris per kilometer**

Det er naturlig å sammenligne prisen per kilometer for strøm til en elbil, med bensin eller diesel til en vanlig bil. Ved å foreta en sensitivitetsanalyse på kostnad per kilometer for en bensin/diesel-drevet bil og la literpris og literforbruk variere, får en kilometerpriser som i tabell 4. Det grønne området er markert som en sannsynlig pris for en bensinbil, altså 0,70-1,05 kr/km, og det gule som en sannsynlig pris for



Figur 3: Ladepunkt per elbil. Mørkere rødfarge indikerer høyere tetthet.

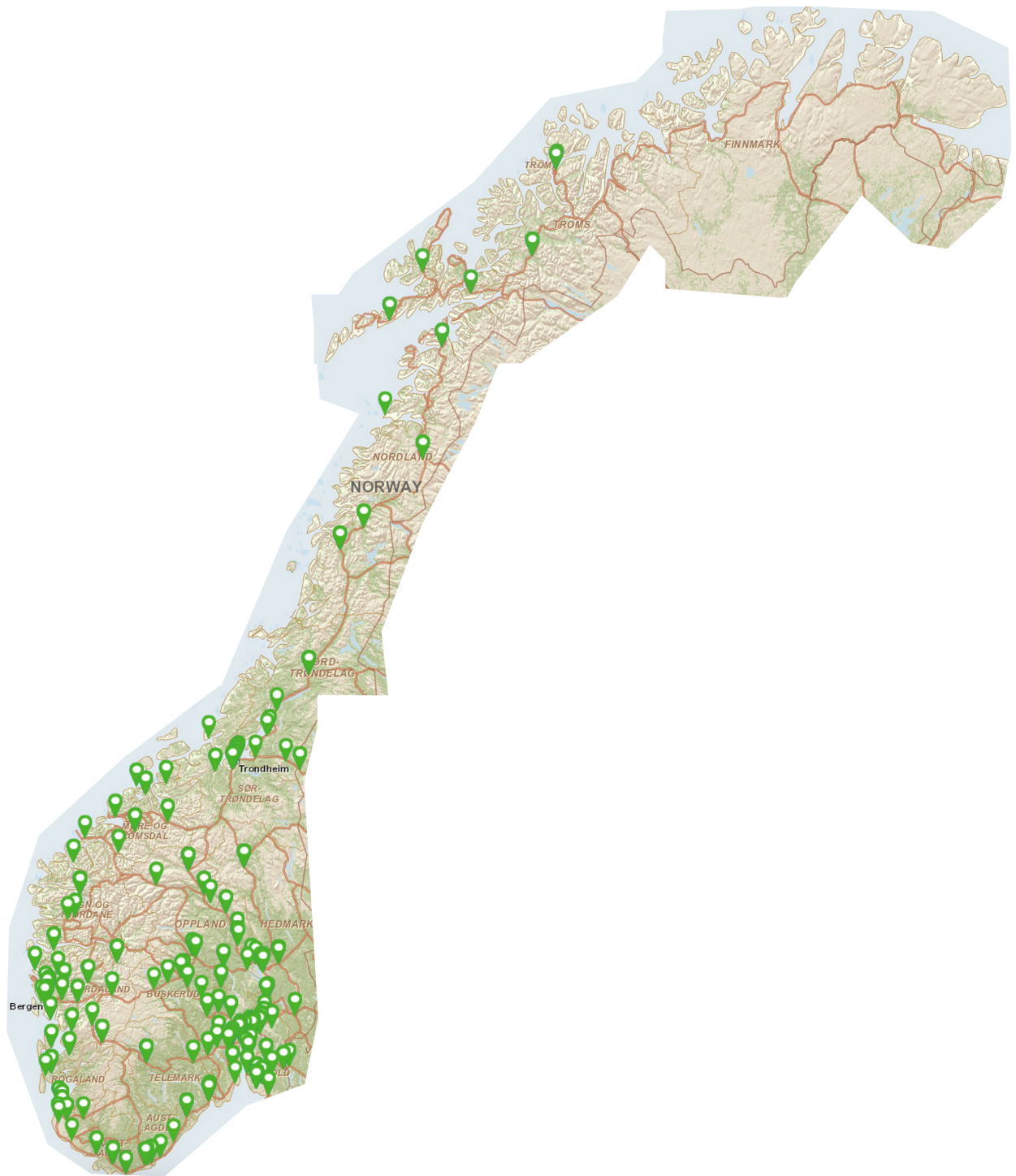
Selskap	Antall stasjoner
Fortum Charge & Drive	54 (hvorav 26 av disse er i samarbeid med Kiwi og Nissan)
Grønn Kontakt	43 (hvorav 4 av disse også er tilgjengelig med Ishavsveien)
Andre	24
Tesla	21
EV Power	9
Ishavsveien	9 (hvorav 4 av disse også er tilgjengelig med Grønn Kontakt)
BKK	8
Statoil	7
Lyse	6

Tabell 2: Hurtigladeestasjoner per selskap, per mars 2015

en diesebil, 0,60-0,78 kr/km. Her må en ta i betraktning at det er stor variasjon i drivstofforbruket til en ny og eldre bil. Det beregnede energiforbruket til en elbil er omtrent 0,21 kWh/km [3]. Hvis en tar hensyn til kaldere klima og vanskeligere kjøreforhold, som i Norge, er det grunn til å anta et forbruk på opp mot 0,25 kWh/km. I følge Statistisk Sentralbyrå kjører en gjennomsnittlig personbil 12 560 km per år [34]. Statistikken sier også at gjennomsnittlig kjørelengde for en elbil er 5 721 km per år, men det er verdt å merke seg at dette er fra 2013. Siden da har elbilene fått langt større rekkevidde og blitt mye mer utbredt. I følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8], har 93 % svart at elbilen har *fullstendig* eller *i stor grad* erstattet daglig bruk av vanlig bil. Derfor legges det i denne oppgaven til grunn en gjennomsnittlig årlig kjørelengde for elbiler på 12 560 km. Basert på et forbruk på 0,25 kWh/km vil en gjennomsnittlig elbil forbruke 3 140 kWh/år. I tabell 5 vises en kilometerkostnad for en elbil basert på ulike kWh-priser og hvor høyt forbruk elbilen har. De mest sannsynlige verdiene er markert med grønt, og ligger mellom 0,68-1,10 kr/km. I tabell 6 er kilometerkostnaden for elbilen beregnet ut i fra ulike abonnementspriser og hvor mye strøm en elbil henter fra ladestasjonene i løpet av ett år. En ser at ved priser på 199, 299, 399 og 499 kr/mnd, bør en omtrent lade henholdsvis 1/3, 1/2, 2/3 og 5/6 av energien på ladestasjoner, for å se en kilometerkostnad på 0,60 kr/km, som er et godt alternativ i forhold til en bensin- eller dieseldrevet bil.

## 2.4 Økonomisk støtte til ladestasjoner

Gjennom Transnova, et organ etablert av Samferdselsdepartementet, har støtte blitt tilbudt til utbygging av ladestasjoner. Transnovas mål har vært: *«å bidra til at Norge når sine klimapolitiske målsetninger for transportsektoren»* [11]. Transnova har støttet prosjekter som enten erstatter fossile drivstoff med alternative drivstoff og energibærere, eller bidrar til utvikling og økt bruk av transportformer som gir lavere CO<sub>2</sub>-utslipp. Mellom 2009 og 2012 delte Transnova ut omtrent 65 millioner kroner, og



Figur 4: Hurtigladestasjoner i Norge per mars 2015 [13]

Ladestasjonseier	Betalingsmodell
EV Power	Alt1: 299 kr/mnd med fri lading, Alt2: 49 kr/mnd med 100 kr/lading, Alt3: SMS-lading 115 kr/lading
Ishavsveien	Alt1: 3750 kr/år med fri lading, Alt2: SMS-lading 240 kr/lading, Alt3: App-lading 220 kr/lading
BKK	Hurtiglading: 10 kr oppstart + 2,50 kr/min. Semihurtig lading: 10 kr oppstart + 1 kr/min
Fortum Charge & Drive	Semihurtig lading: 1 kr/min, Hurtiglading: 2,50 kr/min
Grønn Kontakt	Alt1: hurtiglading: 2,50 kr/min, flexilading: 9-49 kr/påbegynte time (pris avhengig av type bil), Alt2: 499 kr/mnd med fri lading
Statoil	Fleksilading: 22 kr/15min, Hurtiglading: 44 kr/15min eller 74 kr/30min
Kiwi	Tilbyr gratis lading til sine kunder i 20min før Fortum overtar med betaling
Tesla	Tilbyr gratis lading til Tesla-eiere

Tabell 3: Ladepriser i det norske markedet per mars 2015

kr/L \ L per 10km	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
11	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88
12	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96
13	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04
14	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12
15	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
16	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12	1,28

Tabell 4: Kroner per kilometer for biler med bensin- eller dieselmotor avhengig av drivstofforbruk og drivstoffpris

har bidratt til over 1 800 normalladepunkt og 70 hurtigladedepunkt [15]. Fra 1.januar 2015 ble Transnovas oppgaver overført til Enova som vil videreutvikle arbeidet som er gjort i Transnova [18]. I vilkårene ved utdeling av midler fra Enova, slås det fast at drop-in-lading skal være mulig [25]. Dette fastslår Forbrukerrådet fordi de ikke ønsker et lade-monopol hvor forbrukeren må være abonnent for å kunne fylle på strøm på elbilen. Forbrukerrådet sier videre at: «Hvis vi mener alvor med å gjøre nullutslippsbiler til et attraktivt alternativ, må lading av elbilen være minst like enkelt som å fylle bilen med bensin eller diesel» [25].

kr/kWh \ kWh/km	0,15	0,175	0,2	0,225	0,25	0,275
1	0,15	0,18	0,20	0,23	0,25	0,28
2	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
3	0,45	0,53	0,60	0,68	0,75	0,83
4	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
5	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25	1,38

Tabell 5: Kroner per kilometer for elbiler avhengig av energiforbruk og elektrisitetspris

kr/mnd \ kWh/år	500	1000	1500	2000	2500	3000	3140
199	1,19	0,60	0,40	0,30	0,24	0,20	0,19
299	1,79	0,90	0,60	0,45	0,36	0,30	0,29
399	2,39	1,20	0,80	0,60	0,48	0,40	0,38
499	2,99	1,50	1,00	0,75	0,60	0,50	0,48

Tabell 6: Kroner per kilometer for en elbil, avhengig av hvor mye strøm en fyller per år og månedspris, gitt at forbruket er 0,25 kWh/km

## 2.5 Prismekanismer

### 2.5.1 Prisdifferensiering og prisdiskriminering

Pindyck & Rubinfeld (2013) skiller mellom tre grader av prisdiskriminering [22]. Førstegrads prisdiskriminering vil si å prise hver kunde med kundens reservasjonspris, den høyeste prisen kunden er villig til å betale. Perfekt førstegrads prisdiskriminering er i praksis umulig, på grunn av at det vil være umulig å ha informasjon om hver enkelt kunde reservasjonspris. Derfor er imperfekt førstegrads prisdiskriminering en vanligere variant. Det vil si å skille mellom noen få ulike priser, for eksempel basert på estimer av ulike grupperinger av personer. Andregrads prisdiskriminering vil si å prisdifferensiere basert på kvantitet. Dette kan være økonomisk gunstig fordi kunden kan ha et større behov, og dermed høyere betalingsvillighet, for de første 100 kvantitetene av et produkt enn de neste 100. Et annet eksempel av andregrads prisdiskriminering er å prise et singelt produkt til en pris, og en pakke med tre produkt til prisen av to single produkt. Tredjegrads prisdiskriminering er den siste prisdiskrimineringsmetoden som Pindyck & Rubinfeld (2013) presenterer. Denne metoden

deler kundene opp i to eller flere grupper, og priser gruppene ulikt. Dette kan for eksempel skje gjennom å selge det samme produktet under to ulike merkevarer, for å treffe to ulike målgrupper. Simchi-Levi, Kaminsky & Simchi-Levi (2008) definerer begrepet smartprising og presenterer flere ulike strategier for å kunne ta ulik pris for samme produkt [29]. Alle disse strategiene kan relateres til Pindycks & Rubinfelds (2013) tredjegrads prisdiskriminering, ettersom det er strategier for å dele kundene opp i ulike grupper for å kunne ta ulik pris. Strategiene som Simchi-Levi et.al. (2008) presenterer er:

**Gruppeprising** En metode for å gi ulik pris til ulike grupper av kunder, hvor det er en korrelasjon mellom gruppemedlemmene og prissensitiviteten. Dette kan være studentbilletter og honnørbilletter.

**Kanalprising** En metode for å prise det samme produktet ulikt, basert på hvilken kanal produktet er solgt i gjennom. Dette kan være at prisen er avhengig av om du oppsøker en fysisk butikk, eller handler på internett.

**Lokasjonsprising** En metode for å prise det samme produktet ulikt, basert på hvor det selges. Dette kan være at prisen er avhengig av om du handler på butikken eller kiosken på kinoen.

**Tidsbasert differensiering** En metode for å prise ulikt basert på tidshorizonten. Dette kan for eksempel være basert på leveringstid eller reparasjonstid.

**Produktversjoner** En metode som selger to (nesten) identiske produkter i ulik innpakning eller under ulike merkevarer, for å kunne selge den mest kjente merkevaren dyrere enn den andre.



Videre skiller Pindyck & Rubinfeld (2013) mellom det en kaller tidsmessig prisdiskriminering (eng: *intertemporal*) og topplastprising (eng: *peak-load pricing*). Tidsmessig prisdiskriminering betyr å prise forskjellig på ulike tidsperioder, mens topplastprising betyr å prise høyere i peak-perioder når kapasiteten er dårligere. Dette kan relateres til Simci-Levi et.al. (2008) sitt begrep dynamisk pricing, som betyr å prise ulikt til ulike tidspunkt. Fordelen med dynamisk pricing øker desto større variasjon det er i kapasitet og etterspørsel, desto større sesongvariasjoner det er i etterspørselen og desto kortere planleggingshorisonten er. Ideen med topplastprising er i følge Talluri & Van Ryzin (2004) å jevne ut etterspørselen ved å prise ulikt i peak- og off-peak-perioder, og dermed oppnå en mer effektiv kapasitetsutnyttelse [32].

### 2.5.2 Bundling

Pindyck & Rubinfeld (2013) definerer bundling som: «*Det å selge to eller flere produkter som en pakke*» [22]. Videre skiller en mellom ren bundling og mikset bundling. Førstnevnte referer til at produktene kun selges som en pakke, mens en mikset bundling tillater forbrukerne å kjøpe produktene hver for seg, men da til en dyrere totalpris enn om en kjøper produktene samlet. Bundling er mest hensiktsmessig når etterspørselen for hvert av produktene er negativt korrelert. Bundling er også hensiktsmessig når forbrukerne har ulik verdsetting av flere ulike produkt. Da kan bundling gi høyere overskudd enn hva en kunne oppnådd ved å selge produktene hver for seg.

### 2.5.3 Ulike tariffer

Det finnes flere ulike tariffer for pricing ovenfor forbrukerne. En enkel tariff har en fast pris per enhet av en vare. I motsetning til å ta betalt per enhet, kan en ha en tariff med en fast pris som gir fri tilgang. En mellomvariant er en todelt tariff hvor forbrukeren må betale en fast avgift for å få rettigheten til å kjøpe enheter

til en enhetspris. En todelt tariff kan være hensiktsmessig for å hente ut et størst mulig konsumentoverskudd. I tillegg kan tariffene basere seg på ulike målemetoder, eksempelvis tid eller kvantum [21, 22].

## **2.6 Kostnader for en ladestasjon**

### **2.6.1 Investeringskostnader**

Investeringskostnadene for en ladestasjon er sterkt knyttet til hvordan strømmettet er på det stedet ladestasjonen skal etableres. Selve ladestasjonen har den samme kostnaden, men kostnadene er ulike basert på hvor mye arbeid som må gjøres for å tilrettelegge for effektbalasten ladestasjonen vil påføre strømmettet. Enkelte steder må en ny transformator bygges og kabler legges. Dette vil gjøre investeringen høyere for ladestasjonseieren. Basert på intervjuer med aktørene i markedet (appendiks A) er prisen for den totale investeringen av en hurtiglader på alt mellom 500 000 og 1 500 000 kroner. Ved å etablere flere ladeuttak på samme ladestasjon oppnår en stordriftsfordeler ved at en får omtrent de samme kostnadene for å legge til rette for strømmettet. Ladestasjonseierne kan som nevnt i avsnitt 2.4 motta støtte fra Enova for å redusere sine investeringskostnader med opptil 50 % av totalkostnadene [4].

### **2.6.2 Driftskostnader**

Det er to typer driftskostnader, eller variable kostnader, for en ladestasjon. Den ene er generelle kostnader knyttet til vedlikehold av selve ladeenheten, som reparasjon ved nedetid, erstatte defekt utstyr etc. Basert på intervjuer med ladestasjonseiere (appendiks A) kan disse kostnadene være fra noen tusen kroner per år til noen titusen kroner per år, mens en i gjennomsnitt har en driftskostnad på 30 000 - 50 000 kr/år. Dette er sterkt knyttet opp i mot hvor mange reparasjoner som trengs. For eksempel hadde en aktør en hendelse hvor en bil hadde kjørt over ladekabelen og ødelagt denne.

	<b>NO1</b>	<b>NO2</b>	<b>NO3</b>	<b>NO4</b>	<b>NO5</b>
Januar	35,80	34,74	35,34	35,32	35,34
Februar	35,67	34,75	35,66	30,59*	35,30
Mars	32,15	32,07	31,83	25,73*	32,17
April	30,19	30,04	30,89	30,54	30,24
Mai	26,71	26,70	30,22	30,04	26,70
Juni	24,03	24,04	27,34	27,08	23,42
Juli	21,85	21,98	23,11	22,96	21,33
August	23,42	23,55	26,36	26,34	23,33
September	21,79	21,78	27,57	27,23	21,12
Oktober	25,16	25,09	27,38	27,10	24,75
November	28,68	28,61	28,99	28,64	28,59
Desember	28,39	27,87	28,43	28,42	28,30

Tabell 7: Gjennomsnittlig månedlige spotpriser for de ulike norske sonene (2011-2014). NO1 = Sørøst-Norge, NO2 = Sørvest-Norge, NO3 = Midt-Norge, NO4 = Nord-Norge og NO5 = Vest-Norge. \*NO4 mangler data for feb og mar 2011, og avviker derfor noe. Priser basert på data fra appendiks C.5

Da påløper det ekstra mye kostnader for vedlikehold, og i dette tilfellet 20 000 kr kun for denne hendelsen. En ane aktør påløp seg sommeren 2012 hele 500 000 kr i vedlikeholdskostnader på grunn av defekte ladere. Likevel er det forventet at slike kostnader vil være meget usannsynlig i fremtiden, når ladeutstyret er mer innarbeidet i markedet.

Den andre driftkostnaden er betaling for strømmen som brukes. For næringskunder er det på samme måte som for privatkunder en nettleiedel og en strømdel. For strømdelen lå snittet på kraftprisen eksklusiv alle avgifter og merverdiavgift på 28,50 og 33,60 øre/kWh i henholdsvis 2012 og 2013, i følge Statistisk Sentralbyrå [1]. I tillegg kommer en eventuell fastavgift og elsertifikatavgifter, som forventes å være mellom 1,7 og 2,1 øre/kWh i følge Norges Vassdrags- og Energidirektorat [6]. I tabell 7 kan en se gjennomsnittlig månedlig spotpris for de ulike sonene basert på de siste tre år (beregninger i appendiks C.5).

Den store forskjellen mellom privat- og næringskunder ligger imidlertid i tariffen på nettleien. Privatkunder betaler et fastbeløp og en pris etter sitt spesifikke forbruk, i

tillegg til en Enova-avgift på 1 øre per kWh eksklusiv merverdiavgift og en forbruksavgift på 13,65 øre per kWh eksklusiv merverdiavgift [30, 17]. For næringskunder har en også et fastbeløp og betaling for det spesifikke forbruket, i tillegg til samme forbruksavgift og en Enova-avgift på 800 kroner per år eksklusiv merverdiavgift. Enova-avgiften går til Energifondet som igjen brukes til å støtte energieffektiviseringstiltak, som blant annet etablering av ladestasjoner [17]. Den største forskjellen i tariffen mellom private og næringer kommer imidlertid når effekttariffen slår inn hos næringskundene. Med denne tariffen betales en kostnad per kW en belaster nettet. Avregningene her er forskjellige fra nettselskap til nettselskap. Noen beregner høyeste effektuttak den foregående måneden og deretter en pris per kW per måned ut i fra denne effektverdien. Andre beregner høyeste effektuttak over et helt år (noen med gjennomsnittsverdier fra bestemte måneder) og belaster deretter en pris per kW per år ut i fra denne effektverdien. Det er også store forskjeller mellom nettselskapene om hvordan denne effektprisen endrer seg i løpet av et år. Noen har en fast pris gjennom hele året, noen har periodepriser (sommer/vinter), mens andre har månedspriser. I tillegg har enkelte nettselskap billigere pris per kW når en kommer over for eksempel 50, 100 eller 200 kW. Det er heller ingen standard for når denne effekttariffen slår inn. For de aller fleste går skillet på hvor stor hovedsikring næringen har, og det vanligste er å effekttariffere når sikringen er større enn 125 A (230 V) eller 80 A (400 V). Det finnes også selskap som har andre hovedsikringsgrenser. I tillegg har noen nettselskap effekttariff uansett størrelse på hovedsikring, mens andre ikke skiller på størrelsen på hovedsikringen, men heller på forbruket per år ved å effekttariffere når kunden har forbruk på over for eksempel 100 000 kWh/år. Norges Vassdrags- og Energidirektorat presenterer et uveid gjennomsnitt for alle Norges nettselskaper, og gir priser som i tabell 8 eksklusiv alle avgifter og merverdiavgift.

For å lage en mer spesifikk gjennomsnittlig pris for hovedområdene for elbiler, har jeg i denne oppgaven plukket ut 20 nettselskap. Her er de ti største i Norge representert, samt ti andre som er nettselskaper innenfor områder med store byer og dermed stor

Type tariff	Fastledd (kr/år)	Energiledd (øre/kWh)	Effektledd (kr/kW/år)
Energimålt	2519	21,50	0
Effektmålt	7339	13,50	343

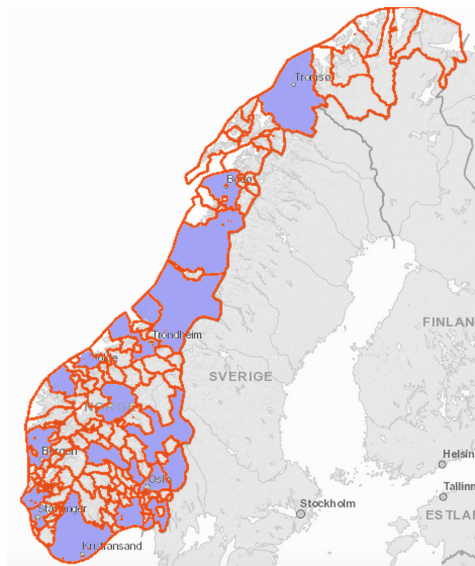
Tabell 8: Nettleiepriser (uveid gjennomsnitt for Norge) eksklusiv alle avgifter og mva. Den effektmålte tariffen er beregnet ut i fra et effektforbruk på 40 kW og energiforbruk på 160 MWh/år [26]

elbilmasse (appendiks C.1). I figur 5 kan en se hvilke områder som er dekket av disse 20 nettselskapene. Av disse 20 selskapene benytter 16 seg av hovedsikringsstørrelsen som skille mellom hvilken tariff de benytter. Av disse 16 benytter elleve seg av 125 A (230 V) og 80 A (400 V) som hovedsikringsstørrelsen som skiller tariffene. Dette gir effektuttak på henholdsvis 50 og 55 kW med en trefasetilkobling. Dette skillet er altså det klart mest brukte, og en kan med dette slippe effekttariffen hvis en kun har ett hurtigladeuttak på en ladestasjon. I tabell 9 kan en se gjennomsnittsprisene for de ulike tariffingene for disse 20 nettselskapene eksklusiv alle avgifter og merverdiavgift. Til sammenligning med NVEs gjennomsnittspriser (tabell 8) kan en se at for disse 20 selskapene er fastleddet generelt høyere og energileddet generelt lavere. Effektleddet er også mye høyere for disse 20 selskapene enn for landsgjennomsnittet. Ulikhetene skyldes at NVEs priser er beregnet ut i fra en maksimal effekt på 40 kW og årsforbruk på 160 MWh, mens gjennomsnittsprisene for de 20 nettselskapene er basert på en effekt over 50 kW eller forbruk over 100 MWh per år. Basert på NVEs gjennomsnittspriser viser figur 6 hvordan prisene varierer mellom ulike deler av landet for en næring med effektuttak på 40 kW og forbruk på 160 MWh/år. Mørkere rødfarge indikerer at det er dyrere.

Grunnen til den store variasjonen i nettleien blant de ulike nettselskapene, er blant annet at de har svært ulike kostnader knyttet til sitt nett, avhengig av hvor de geografisk er plassert og hvordan terrenget er i området. Derfor tillater Norges Vassdrags- og Energidirektorat at enkelte nettselskap har en høyere inntektsramme enn andre. Inntektsrammen påvirkes eksempelvis av forhold som klima, topografi og alder på

Type tariff	Fastledd (kr/år)	Energiledd (øre/kWh)	Effektledd (kr/kW/år)
Energimålt	3081	16,92	0
Effektmålt	8167	5,56	572

Tabell 9: Gjennomsnittspriser for 20 sentrale nettselskap. Den effektmålte tariffen er beregnet med hensyn til et effektforbruk på 55 kW og energiforbruk på 100 MWh/år (se appendiks C.1)



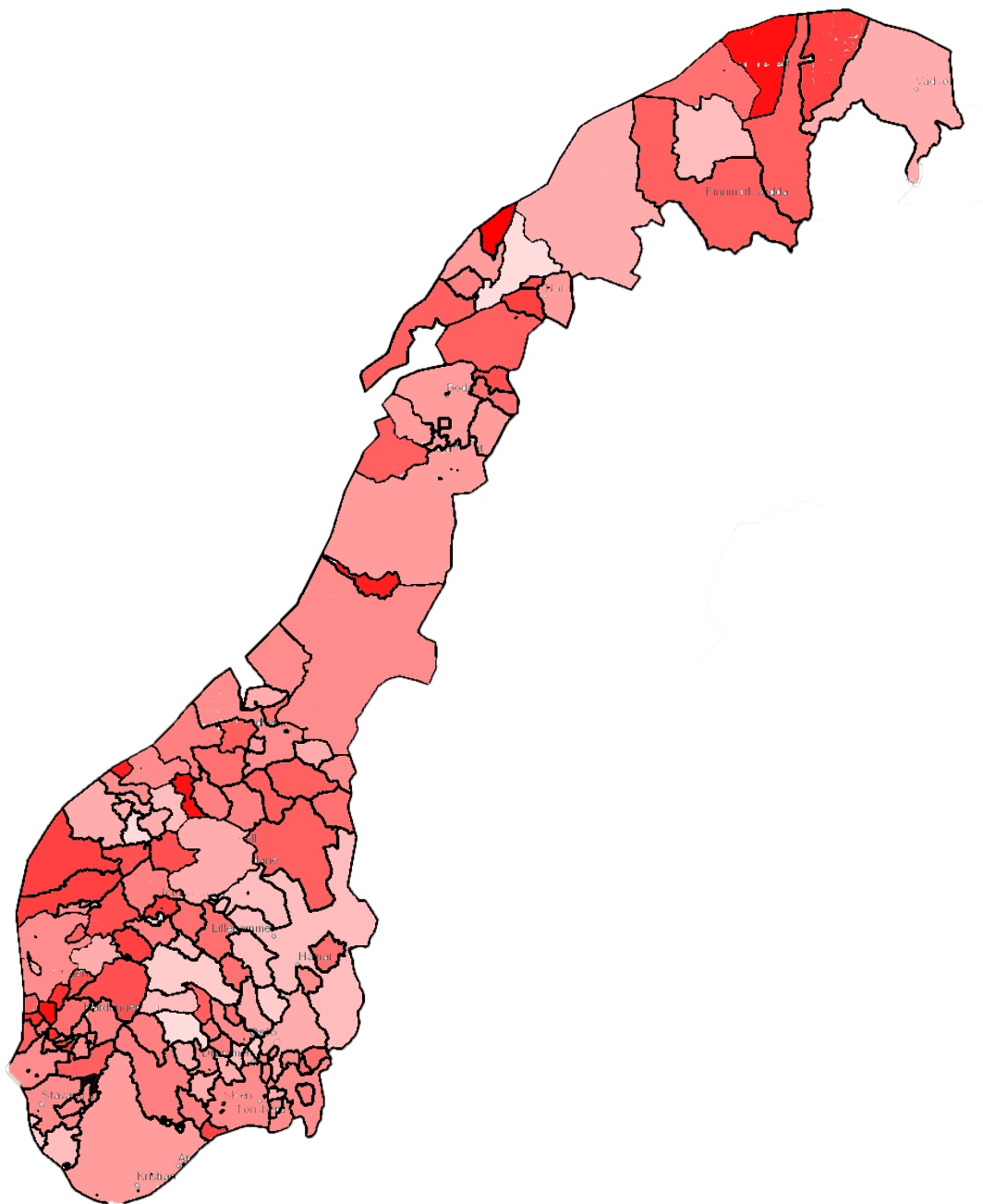
Figur 5: Områdene for de 20 nettselskapene inkludert i statistikken i tabell 9 (markert med lilla)

nett. Nettselskapene er kun inntektsbegrenset, og har derfor stor frihet i hvordan de ønsker å fordele inntektene med ulike prisstrukturer [24].

I tillegg til strømkostnadene kommer kostnader knyttet til lønning av ansatte, kundeservice, kontorlokaler, betalingssystem etc.

## 2.7 Strømnettet

Strømnettet i Norge består av et sentralnett, et regionalnett og et distribusjonsnett [27]. Sentralnettet er nettet som frakter strømmen mellom ulike deler i landet, mens regionalnettet frakter strøm internt i en region. Distribusjonsnettet er nettet som



Figur 6: Nettleieekostnad for en næring med uttak på 40 kW og forbruk på 160 MWh/år i ulike deler av landet. Mørkere rødfarge indikerer at det er dyrere.

frakter strømmen til hver enkelt kunde. Statnett eier og driver sentralnettet, mens de andre nettene er delt mellom 140 nettselskap som har et naturlig monopol i sitt område. Strømnettets utfordring er ikke mengden energi som overføres, men effekten som nettet belastes. På visse tidspunkt av døgnet brukes det mer strøm samtidig, og det er i disse tidsperiodene at strømnettet er høyest belastet. Det er i så måte mer naturlig å skulle belaste forbrukerne for effekten de belaster nettet. I et notat utarbeidet av Kanak for Energi Norge sies det at: *«det er en utstrakt oppfatning at overgang til mer effektbaserte tariffer både vil gi en mer kostnadsriktig fordeling mellom kunder, og gi riktigere prissignaler til kundene om den faktiske kostnaden ved bruk av nettet»* [10]. I mars kunne Energi Norge melde at Norges Vassdrags- og Energidirektorat ønsker en overgang til effektbaserte tariffer, med lavere energiledd og en mer standardisert tariff [31]. I en rapport utledet av en ekspertgruppe i Olje & Energidepartementet fastslås det at: *«På sikt vil en utvikling i retning av færre [nett]selskap også gi mer harmoniserte tariffer»* [23]. Den 15.april 2015 ble det fremmet et lovforslag som vil gjøre sammenslåing av nettselskap enklere, samt gjøre det funksjonelle skillet tydeligere i selskap der hvor en både har en nettselskapdel og en kraftdel. Dette forslaget er ment for å få større nettselskap med mindre variasjon i nettariffer, samt en bedre organisering som på sikt gir lavere ressursbruk for samfunnet [20].

Med innføringen av avanserte måle- og styringssystemer (AMS), som skal være fullt implementert innen 1.januar 2019, vil forbrukerne i følge NVE få *«en bedre informasjon om kraftforbruket sitt, en mer nøyaktig avregning og mulighet for automatisk styring av forbruket»* [33]. Disse nye målerne vil også kunne registrere strømforbruk på timesbasis, og gi øyeblikkspriser til kunden.

## 2.8 Prisstrategier i telebransjen

Ladestasjonsmarkedet og økonomien i dette kan sammenlignes på enkelte områder med markedet i telebransjen og dens økonomi. I telebransjen må aktørene bygge



egen infrastruktur eller de må leie andres infrastruktur og dermed være en virtuell nettverkstilbyder. Cricelli, Grimaldi og Levialedi Ghiron (2012) fastslår at et samarbeidende forhold mellom en virtuell tilbyder og den som er vert for den virtuelle er det som gagnar begge best [5]. Dette fordi både profitt og markedsandel øker i forhold til hva det gjør ved et mer fiendtlig forhold. Når kunden er utenfor rekkevidden til sin tilbyders nettverk, men har tilgang til andre nettverk (som skjer når en er i utlandet) vil kunden roame på dette nettverket. Dette medfører som regel ekstra kostnader både til tilbyder og kunde. Tjenestene som tilbys i telebransjen prises i form av betal-for-bruk eller ved en fast pris. I ladestasjonsmarkedet må en også ha en infrastruktur på plass for å kunne tilby tjenesten, hvis en ikke leier andres infrastruktur. Deretter kan en også tilby tjenesten enten i form av en betal-for-bruk-tjeneste eller i form av en fast pris med fri tilgang. Følgende teori er basert på Maillé og Tuffin (2014) [16].

### **2.8.1 Forventninger fra tilbyder og forbruker**

Kundene i telebransjen har en forventning om en forutsigbar regning, og foretrekker derfor en fast flat pris. Forbrukerne ønsker også en forståelse av hvordan de blir fakturert, samt å kunne kontrollere sin egen regning. Derfor må prisen være så enkel som mulig. Et annet aspekt for kunden er sporbarhet, som vil si at han ønsker å kunne verifisere det som står på regningen. Ønsket om en forutsigbar regning gjør altså at forbrukerne ønsker en fast flat pris. Dette kan begrunnes med at en fast flat pris gir en forsikringseffekt, slik at forbrukerne unngår risikoen å få en stor regning. Denne effekten er så stor at en ønsker å unngå denne risikoen i så stor grad, selv om en gjennomsnittlig vil betale mindre med en bruks-basert pris. Dette indikerer en høy risikoaversjon blant forbrukerne. Forbrukerne er likevel fornøyde med å betale mer enn hva de kunne ha gjort på grunn av den mentale regnskapsmessige kostnaden - det forenkler evalueringen av prisen. Det siste punktet som indikerer en preferanse for en fast flat pris er at kundene gjerne overestimerer deres reelle forbruk.

Tilbyderen av tjenesten ønsker å maksimere omsetningen gjennom prissetting. De ønsker også å maksimere etterspørsel og markedsandeler. I tillegg vil de begrense kostnadene sine, og foretrekker en prismekanisme med noe fleksibilitet for å tilpasse seg de økonomiske forholdene og å bedre kontrollere etterspørsel, servicekvalitet (QoS) og omsetning. Det siste punktet som er viktig for tilbyderne er samspillet mellom prismekanismene hos de ulike tilbyderne. Tilbyderne må være enige om trafikkutvekslingen mellom de ulike nettverkene, og dette må være utført på en åpen og forståelig måte for kundene.

## 2.8.2 Prismetoder

### Fast flat pris

En fast flat pris vil si en fiksert abonnementsavgift. Kundene kan da konsumere så mye de vil av tjenesten uten noen ekstra kostnader. En av ulempene med en slik pris er urettferdigheten av at en liten og stor forbruker må betale nøyaktig det samme. En annen ulempe er at fri bruk kan føre til enda høyere overbelastning av nettverket. Omsetningen fra en fast prisstruktur kan beskrives som i formel 2, hvor  $p$  representerer den faste prisen og  $D(p)$  etterspørselen for tjenesten gitt prisen  $p$ .  $D(0)$  kan ses på som volumet som er interessert i tilgang, mens  $D(\infty)$  går mot 0.

$$R(p) = p \cdot D(p) \tag{2}$$

### Volumbasert pris

Volumbasert pris vil si en prismekanisme hvor kunden betaler en pris som øker med volumet  $x$  kunden forbruker. Sammenhengen mellom pris og forbruk kan være av ulik karakter, men kan for eksempel være lineær som  $p(x) = \beta \cdot x$ . Hvis en ønsker å begrense høy forbruk kan en konveks funksjon som  $p(x) = \beta \cdot x^2$  være mer hensiktsmessig. En annen form for volumbasert pris kombinerer volumbasert med fast pris ved å ha en

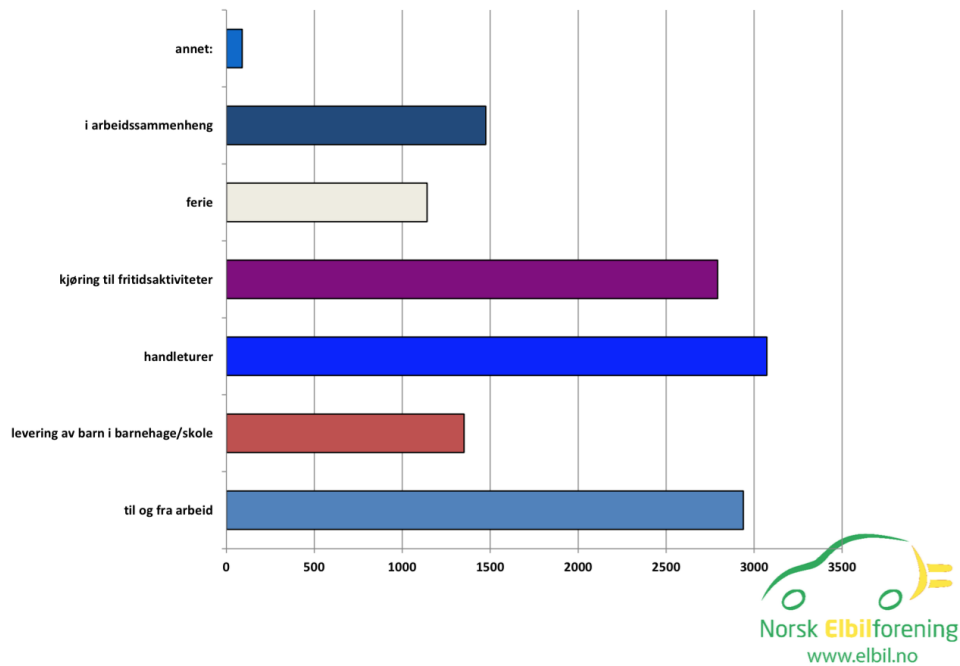
fast pris for en viss inkludert mengde,  $x_0$ , men ta betalt i form av en volumbasert pris for det som overstiger den inkluderte mengden,  $x$ . Prisen kan sammenstilles som  $p(x) = p_0 + \beta \cdot \max(0, x - x_0)$ . Denne metoden kalles, i mangel av et godt norsk ord, *cap-based pricing*. Hver forbruker av type  $\theta$  i den totale mengden av  $m$  forbrukere, ønsker å maksimere sin nytteverdi, og bestemmer sitt forbruk  $x(\theta)$  ut i fra dette. Den totale omsetningen kan da beskrives som i formel 3. I tilfellet ved en lineær volumbasert pris, vil omsetningen se ut som i formel 4, hvor  $X$  representerer det totale forbruket.

$$R(p) = m \cdot \int p(x(\theta))d\theta \quad (3)$$

$$R(p) = m \cdot \int \beta \cdot x(\theta)d\theta = \beta \cdot X \quad (4)$$

### Verdibasert pris

En annen prismekanisme er å behandle forbrukerne ulikt, og deretter prise ulikt, etter deres verdi for servicekvalitet (QoS). En type verdibasert pris er et Paris Metro pris-system som deles opp i to klasser hvor den ene klassen prises dyrere enn den andre. Ingen av klassene har noen garanti for servicekvalitet, men ettersom den ene prises høyere, vil det bli færre forbrukere i denne klassen, og dermed mindre overbelastning. Prisen gir dermed et signal om hvilken kvalitet en kan forvente. En annen variant er en type av Vickrey-Clarke-Groves (VCG) auksjoner, hvor forbrukerne byr sin maksimale betalingsvillighet. Forbrukerne betaler ingenting så lenge nettverket ikke er overbelastet, men betaler sitt bud ved overbelastning. En siste variant av verdibasert pris er en interferensbasert pris hvor prisen fastsettes etter hvilken teknologi eller styrke på signal en ønsker å bruke. I telebransjen kan dette eksempelvis være å skille mellom 3G og 4G.



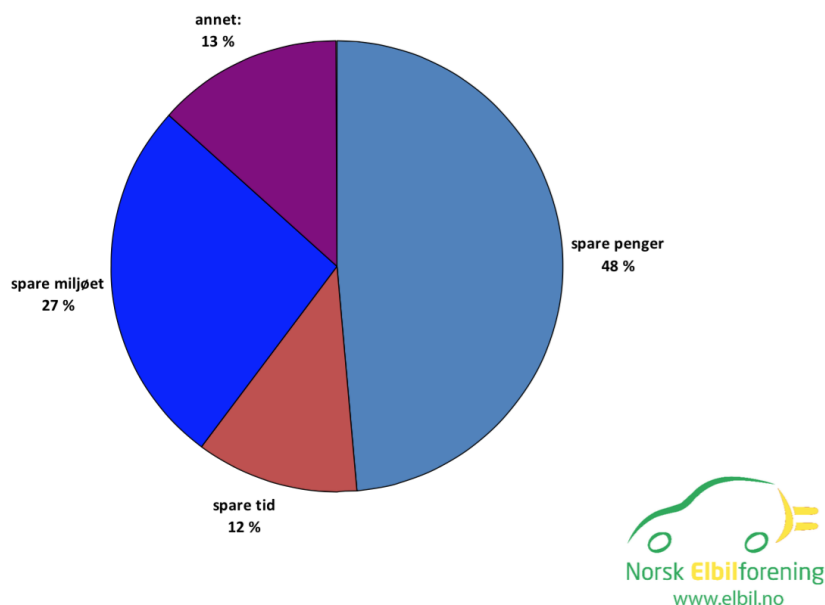
Figur 7: Hva elbilister bruker elbilen til, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8]

## 2.9 Elbilisten

Norsk Elbilforening gjennomfører hvert år en undersøkelse blant sine medlemmer. I undersøkelsen i 2014 deltok 3405 personer, som vil si over 10 % av alle elbilister i Norge på dette tidspunktet. Jeg vil her oppsummere noen av resultatene fra undersøkelsen som har relevans for denne oppgaven. Resultatene må tolkes innenfor feilmarginer på +/- 1,4 – 3,2 prosentpoeng for hovedfrekvensen [8].

### Jeg bruker elbilen til følgende oppgaver

Omtrent alle bruker elbilen til aktiviteter som å kjøre til fritidsaktiviteter, handleturer og til og fra arbeid, mens halvparten benytter elbilen i arbeidssammenheng, ferieturer og levering av barn i barnehage/skole. Se figur 7



Figur 8: Hvorfor elbilister valgte elbil, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8]

### Jeg valgte elbil på grunn av (viktigste årsak)

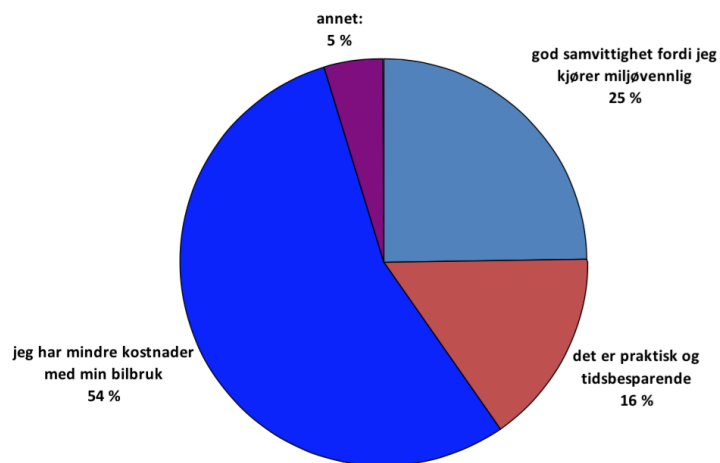
Nesten halvparten valgte en elbil med besparelse av penger som den viktigste årsaken. En fjerdedel valgte elbil for å spare miljøet, mens en åttendedel valgte elbil for å spare tid. Se figur 8.

### Hva opplever du nå som den viktigste fordelen ved å være elbilist?

Det er stor likhet i hva elbilistene opplever som den viktigste fordelen ved å være elbilist, sammenlignet med hovedårsaken til at de valgte elbil. Omtrent halvparten opplever at den viktigste fordelen er mindre kostnader ved sin bilbruk, en fjerdedel at de kjører miljøvennlig, og en sjettedel at det er tidsbesparende. Se figur 9.

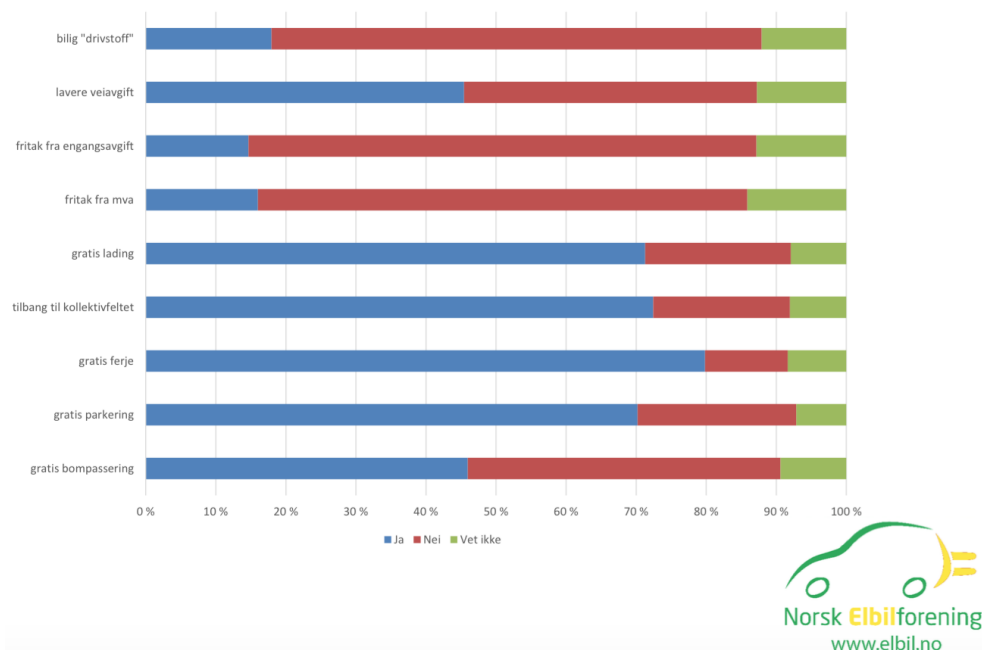
### Rangering av elbilgodene

Av ti ulike goder rangerte elbilistene godene i følgende rekkefølge fra viktigst til minst viktig:



Figur 9: Viktigste fordel ved å være elbilist, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8]

1. Fritak fra engangsavgift
2. Fritak fra merverdiavgift
3. Lave drivstoffkostnader
4. Gratis bompassering
5. Nettverk av ladestasjoner
6. Lav årsavgift
7. Gratis parkering
8. Gratis lading
9. Kan kjøre i kollektivfelt
10. Gratis riksveiferger



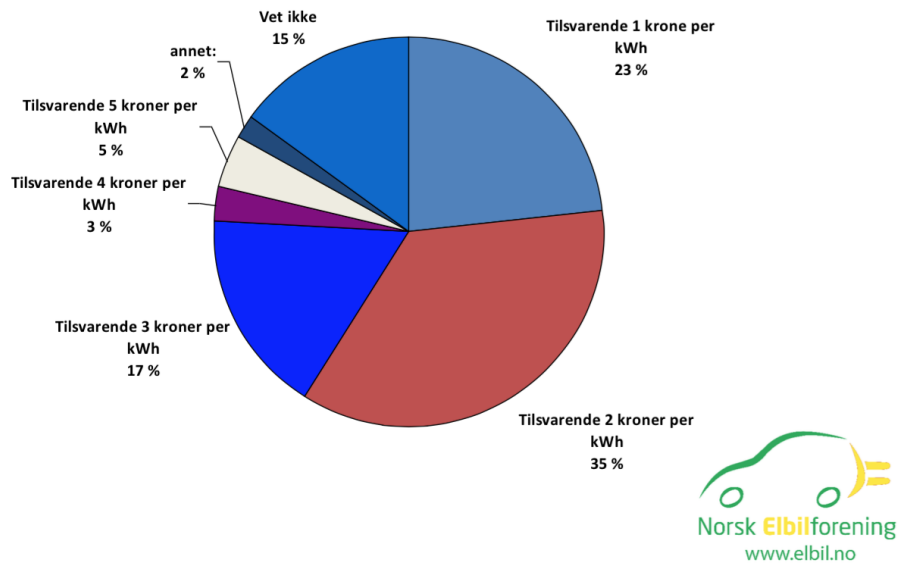
Figur 10: Ville elbilister fremdeles ha kjøpt elbil uten...? I følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i[8]

### Ville du kjøpt elbil i dag uten...

Kun 18 % ville kjøpt elbil i dag uten «billig» drivstoff, mens hele 70 % ikke ville gjort det. Derimot ville 61 % av elbilistene kjøpt en elbil uten gratis lading, og 20 % ville ikke gjort det. Se figur 10.

### Hvor mye er du villig til å betale for tilgang til ladestasjoner som gir deg raskere påfyll av strøm?

Da respondentene ble opplyst om at strømmen kostet omtrent 1 kr/kWh i husstanden, svarte 23 % at de ikke ville betale mer enn dette til raskere lading. 35 % ville ha betalt dobbel pris, 17 % ville ha betalt trippel pris, 3 % ville ha betalt firedobbelt og 5 % ville ha betalt femdobbelte. Totalt vil det da si at 60 % er villig til å betale dobbel pris av strømmen hjemme, 25 % er villig til å betale trippel pris av strømmen hjemme og 8 % er villig til å betale over det firedobbelte. Se figur 11.



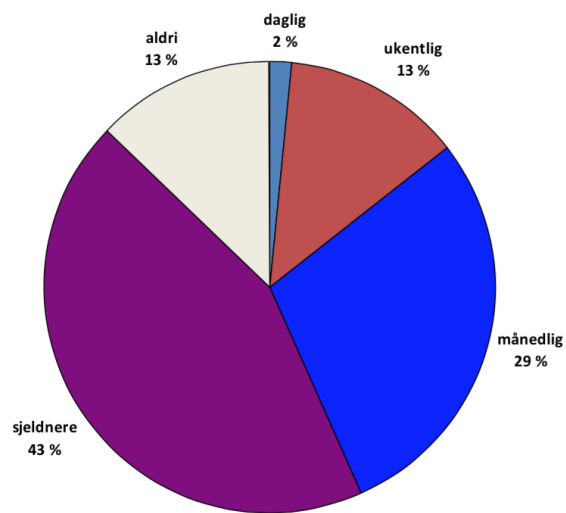
Figur 11: Betalingsvillighet for hurtiglading, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8]

Ved å utelate de som opplyste sin betalingsvillighet til *vet ikke* eller *annet*, får en at 27,7 % er villig til å betale 1 kr/kWh, 42,2 % er villig til å betale 2 kr/kWh, 20,5 % er villig til å betale 3 kr/kWh, 3,6 % er villig til å betale 4 kr/kWh og 6,0 % er villig til å betale 5 kr/kWh. Dette gir aggregert at 100 % er villig til å betale 1 kr/kWh eller mer, 72,3 % er villig til å betale 2 kr/kWh eller mer, 30,1 % er villig til å betale 3 kr/kWh eller mer, 9,6 % er villig til å betale 4 kr/kWh eller mer og 3,6 % er villig til å betale 5 kr/kWh eller mer.

### Hvor ofte har du behov for raskere lading?

Kun 2 % har behov for raskere lading hver dag. 13 % har et ukentlig behov, 29 % har et månedlig behov, 43 % har et sjeldnere behov, mens 13 % har aldri behov for rask lading. Se figur 12. Ved å la *sjeldnere behov* bety 5 ladinger per år, får en at den gjennomsnittlige elbilisten lader 20 ganger per år med hurtiglading.





Figur 12: Elbilisters behov for raskere lading, i følge Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8]



### 3 En studie av konsumentenes betalingsvillighet

I forbindelse med masteroppgaven ble det i perioden 2.-11.mars 2015 foretatt en kvantitativ undersøkelse i form av en spørreundersøkelse rettet mot elbilister. Dette ble gjort for å danne et datagrunnlag for å kunne si noe om konsumentenes betalingsvillighet. Det ble totalt hentet inn 249 svar, og undersøkelsen ble formidlet via sosiale medier og elbilforumet på nett. Måten undersøkelsen ble spredd på kan påvirke validiteten, ettersom deltakerne ikke er valgt ut i fra et representativt utvalg. Dette kan bidra til at resultatene i denne oppgaven er usikre, ettersom det er usikkert hvor godt de 249 svarene representerer det totale markedet. Dette ble likevel gjennomført for å danne et datagrunnlag, og få svar skyldes vanskeligheter med å nå ut til markedet. For å få et bedre resultat og dermed et mer sikkert resultat i denne oppgaven, ville undersøkelsen blitt gjennomført på et større antall respondenter og et bredere utvalg. Undersøkelsen finnes i sin helhet i appendiks D. Hoveddelen av undersøkelsen omhandler betalingsvilligheten for hurtiglading, som vil oppsummeres i dette kapitlet. Ut i fra resultatene presenteres det her regresjonsanalyser av funksjoner for betalingsvillighet gitt prisnivå. Disse funksjonene vil maksimeres slik at omsetningen, i henhold til formel 2 i avsnitt 2.8.2, blir størst mulig, og dermed gir optimale prisnivå. Funksjonene i dette kapitlet presenteres som  $f(x)$  som representerer prosentvise betalingsvillige, gitt prisen  $x$ . Alle de ulike betalingsformene ble analysert med lineær, fjerdegrads polynomisk, logaritmisk og eksponensiell regresjon, ved hjelp av programvaren TI Interactive fra Texas Instruments. Ved å velge regresjon med høyest R-kvadrat, som sier hvor godt regresjonsfunksjonen tilpasses punktene, ble fjerdegrads polynomisk regresjon den beste metoden for alle. De fjerdegrads polynomiske funksjonene er godt tilpasset innenfor området med eksisterende punkter, men ekstrapolerer dårlig og jeg har derfor valgt å gjøre funksjonene gyldige kun mellom laveste og høyeste verdi fra undersøkelsen. På bakgrunn av at optimal verdi blir laveste svaralternativ med 100 % betalingsvillige i to av tilfellene med fjerdegrads



Figur 13: Foretrukket betalingsmetode for hurtiglading ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

polynomisk regresjon, føles dette som helt urimelig og det er derfor valgt regresjonsmetoden med nest best R-kvadrat, nemlig eksponensiell regresjon, i disse tilfellene, som her gir en bedre ekstrapolering.

### 3.1 Foretrukket betalingsmetode

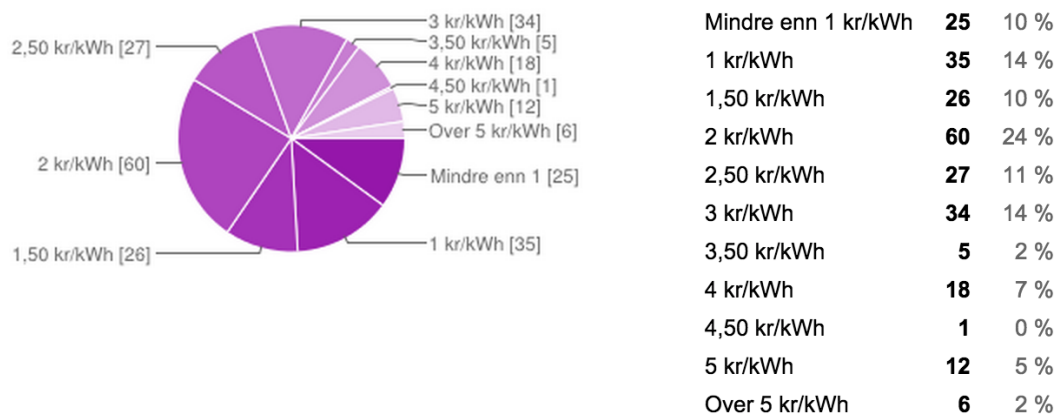
Den klart mest foretrukke betalingsmetoden er med 51 % av respondentene, betaling per kilowatttime. Deretter kommer betaling per minutt med 30 % av respondentene. 9 % er likegyldige til betalingsmetode. Se figur 13 for full oversikt.

### 3.2 Pris per kilowatttime

I figur 14 ser en resultatene fra spørreundersøkelsen. Ved å akkumulere de som er villige til å betale x antall kroner og la *Under 1 kr/kWh* bety 0,50 kr/kWh og *Over 5 kr/kWh* bety 5,50 kr/kWh får en sammenheng som i tabell 10.

De ulike regresjonsfunksjonene kan sees i figur 15. Fjerdegrads polynomisk regresjon ga i dette tilfellet funksjonen som i formel 5. Ved maksimering av omsetning ble optimal pris 1,88 kr/kWh med 64,7 % betalingsvillige.

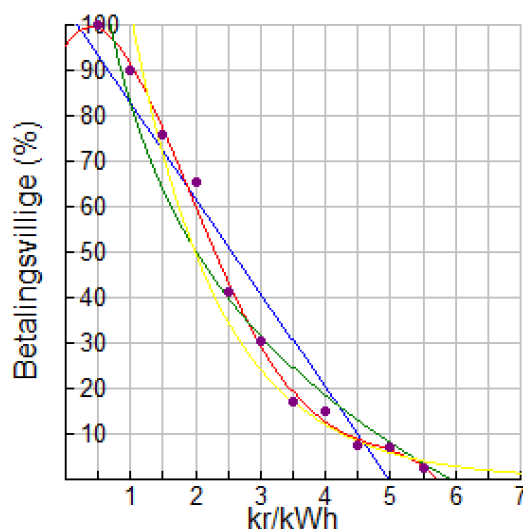
$$f_1(x) = -6,25 \cdot 10^{-1}x^4 + 8,40x^3 - 34,54x^2 + 23,16x + 95,22 \quad (5)$$



Figur 14: Betalingsvillighet i kroner per kilowatttime for hurtiglading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

kr/kWh	Betalingsvillige
0,50	100 %
1,00	90,0 %
1,50	75,9 %
2,00	65,5 %
2,50	41,4 %
3,00	30,5 %
3,50	16,9 %
4,00	14,9 %
4,50	7,6 %
5,00	7,2 %
5,50	2,4 %

Tabell 10: Betalingsvillighet i forhold til pris per kilowatttime, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

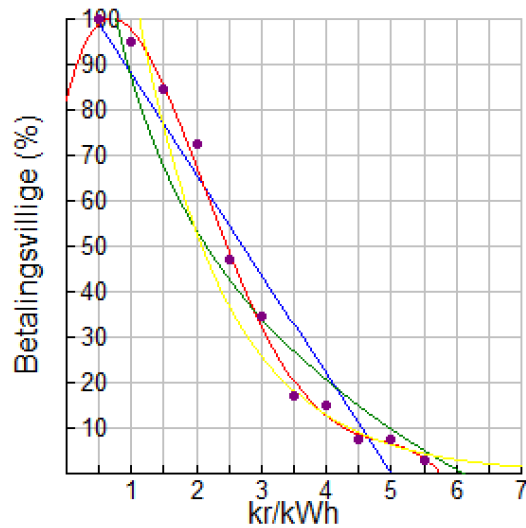


Figur 15: Betalingsvillighet per kilowatttime (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D) med regresjonslinjer. (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell)

### Pris per kWh etter opplysning om forskjellene mellom hjemmelading og hurtiglading

Etter at respondentene ble spurt om betalingsvilligheten i kroner per kilowatttime, ble de også spurt en gang til, men nå med litt mer opplysninger. De ble nå informert om at en betaler omtrent 1 kr/kWh for strømmen hjemme, og lader med 20x hastighet på en hurtiglader i forhold til hjemme. Betalingsvilligheten ble da noe endret, som vist i tabell 11. I gjennomsnitt økte betalingsvilligheten til respondentene med 21,3 %. Med en fjerdegrads polynomisk regresjon får en her funksjonen som i formel 6, som gir en optimal pris på 1,92 kr/kWh og 70,9 % betalingsvillige. Betalingsvillighet med tilhørende regresjonslinjer kan sees i figur 16.

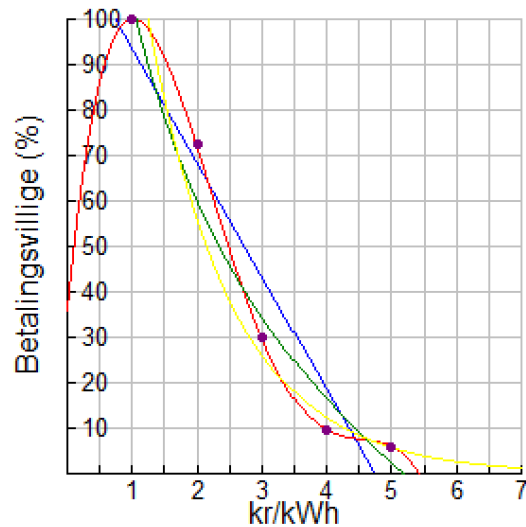
$$f_2(x) = -8,34 \cdot 10^{-1}x^4 + 11,64x^3 - 51,69x^2 + 56,37x + 82,19 \quad (6)$$



Figur 16: Betalingsvillighet per kilowatttime etter opplysning om kostnad for strøm hjemme og ladehastigheter hjemme kontra på en hurtiglader (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer. (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell)

kr/kWh	Betalingsvillige
0,50	100 %
1,00	95,2 %
1,50	84,7 %
2,00	72,7 %
2,50	47,0 %
3,00	34,5 %
3,50	16,9 %
4,00	14,9 %
4,50	7,6 %
5,00	7,6 %
5,50	2,8 %

Tabell 11: Betalingsvillighet i forhold til pris per kilowatttime etter opplysninger om pris- og ladeforhold hjemme kontra en hurtiglader, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D



Figur 17: Betalingsvillighet per kilowatttime fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8], med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell)

### Pris per kWh fra Norsk Elbilforenings spørreundersøkelse

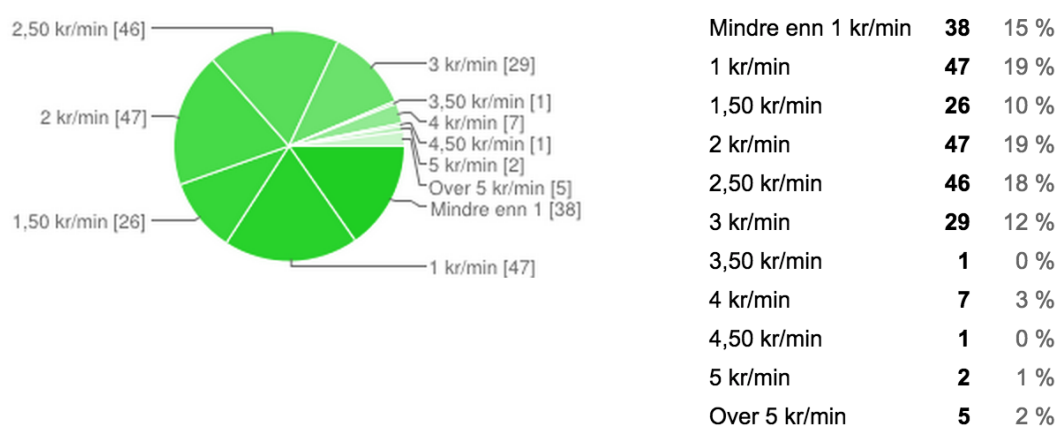
Hvis en ser på resultatene fra Norsk Elbilforenings spørreundersøkelse, som omfatter flere elbilister enn denne oppgavens undersøkelse, får en et noe annerledes resultat. Her har jeg valgt å utelate alternativene *annet* og *vet ikke*, selv om de som har svart *annet* kan være villige til å betale eksempelvis under 1 kr/kWh. Elbilforenings undersøkelse har pristrinn på 1 kroner, i motsetning til denne oppgavens undersøkelse som har pristrinn på 0,50 kroner. Betalingsvilligheten er oppsummert i tabell 12. Med en fjerdegrads polynomisk regresjon får en her funksjonen som i formel 7, som gir optimal pris på 1,86 kr/kWh og 78,4 % betalingsvillige. Betalingsvilligheten vises i figur 17, med tilhørende regresjonslinjer.

$$f_3(x) = -1,71x^4 + 23,12x^3 - 103,24x^2 + 145,83x + 36,00 \quad (7)$$



kr/kWh	Betalingsvillige
1,00	100 %
2,00	72,3 %
3,00	30,1 %
4,00	9,6 %
5,00	6,0 %

Tabell 12: Betalingsvillighet i forhold til pris per kilowatttime ut i fra Norsk Elbilfor-  
enings undersøkelse i [8]



Figur 18: Betalingsvillighet i kroner per minutt for hurtiglading, ut i fra spørreundersø-  
kelse i appendiks D

### 3.3 Pris per minutt

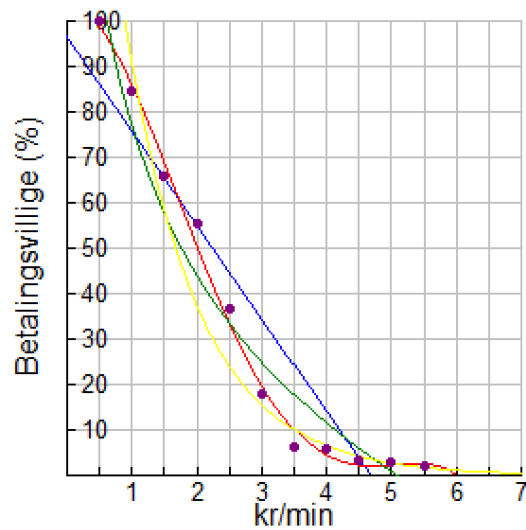
I figur 18 ser en resultatene fra spørreundersøkelsen. Ved å akkumulere de som er villige til å betale  $x$  antall kroner og la *Under 1 kr/minutt* bety 0,50 kr/min og *Over 5 kr/minutt* bety 5,50 kr/min får en sammenhengen som i tabell 13.

De ulike regresjonsfunksjonene kan sees i figur 19. Fjerdegrads polynomisk regresjon ga i dette tilfellet funksjonen som i formel 8. Ved maksimering av omsetning ble optimal pris 1,69 kr/min med 62,2 % betalingsvillige.

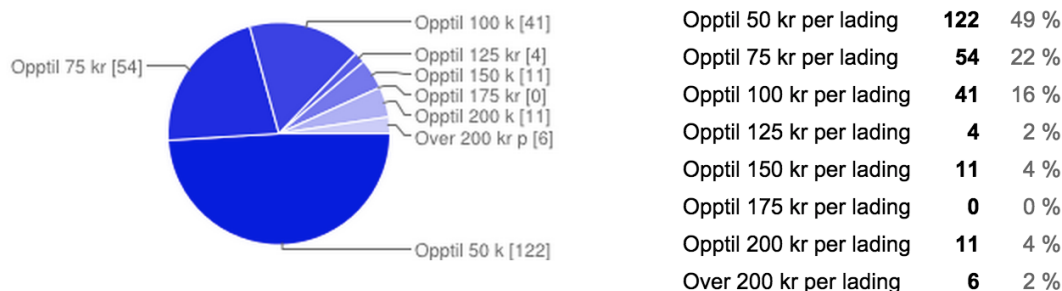
$$f_4(x) = -5,07 \cdot 10^{-1}x^4 + 6,85x^3 - 26,15x^2 + 2,86x + 103,16 \quad (8)$$

kr/min	Betalingsvillige
0,50	100 %
1,00	84,7 %
1,50	65,9 %
2,00	55,4 %
2,50	36,5 %
3,00	18,1 %
3,50	6,4 %
4,00	6,0 %
4,50	3,2 %
5,00	2,8 %
5,50	2,0 %

Tabell 13: Betalingsvillige i forhold til pris per minutt, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D



Figur 19: Betalingsvillighet per minutt (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell)



Figur 20: Betalingsvillighet i kroner per lading for hurtiglading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

kr/min	Betalingsvillige
50	100 %
75	51,0 %
100	29,3 %
125	12,9 %
150	11,2 %
175	6,8 %
200	6,8 %
225	2,4 %

Tabell 14: Betalingsvillighet i forhold til pris per lading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

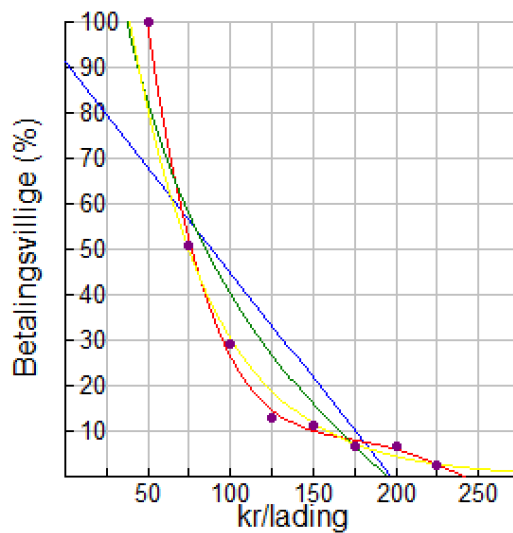
### 3.4 Pris per lading

I figur 20 ser en resultatene fra spørreundersøkelsen. Ved å akkumulere de som er villige til å betale x antall kroner og la *Over 200 kr/lading* bety 225 kr/lading får en sammenheng som i tabell 14.

Betalingsvilligheten og de ulike regresjonsmetodene kan sees i figur 21. I dette tilfellet ga fjerdegrads polynomisk regresjon best R-kvadrat, men på grunn av at funksjonen gir en maksimeringspris hvor 100 % er betalingsvillige ved minste svaralternativ uten ekstrapolering, gir denne et dårlig bilde av realiteten. Derfor velges eksponensiell regresjon, som har nest høyest R-kvadrat og gir en bedre ekstrapolering. Funksjonen kan sees i formel 9, hvor denne gir optimal pris på 52,13 kr/lading med 78,6 %

betalingsvillige.

$$f_5(x) = 213,77 \cdot (9,81 \cdot 10^{-1})^x \quad (9)$$

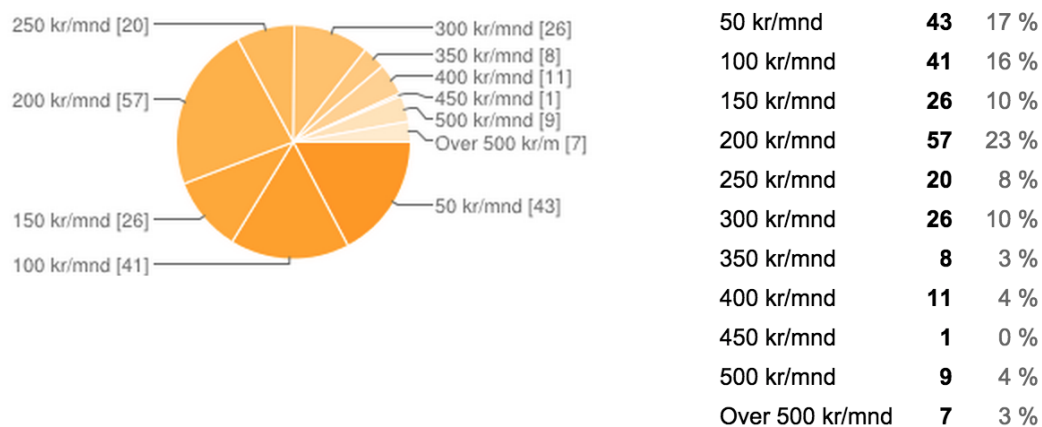


Figur 21: Betalingsvillighet per lading (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell)

### 3.5 Abonnementpris

I figur 22 ser en resultatene fra spørreundersøkelsen. Ved å akkumulere de som er villige til å betale  $x$  antall kroner og la *Over 500 kr/mnd* bety 550 kr/mnd får en sammenhengen som i tabell 15.

Betalingsvilligheten og de ulike regresjonsfunksjonene kan sees i figur 23. Fjerdegrads polynomisk regresjon ga funksjonen som i formel 10, med optimal pris på 177,38 kr/mnd og 58,5 % betalingsvillige. Ved betaling i form av abonnement er det også mulig å ta betalt ved andre metoder for de som ikke skulle ønske å betale en fast månedlig pris. Etter analysering av spørreundersøkelsen kunne en se at gjennomsnittlig



Figur 22: Betalingsvillighet i kroner per måned for et abonnement på hurtiglading, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

kr/mnd	Betalingsvillige
50	100 %
100	82,7 %
150	66,3 %
200	55,8 %
250	32,9 %
300	24,9 %
350	14,5 %
400	11,2 %
450	6,8 %
500	6,4 %
550	2,8 %

Tabell 15: Betalingsvillige i forhold til pris per måned, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

betalingsvillighet for de som ikke er villige til å betale over 150 kr per måned for abonnement, er på 73,64 kr/lading, 1,81 kr/min og 2,11 kr/kWh. Ved å analysere hver og en av disse får en akkumulerte betalingsvillige som i tabell 16 og 17. De ulike betalingsvillighetene med regresjonsfunksjoner kan sees i figur 24, 25 og 26. I alle tilfellene ga fjerdegrads polynomisk regresjon best R-kvadrat. Ettersom den optimale prisen per lading da ble det laveste svaralternativet med 100 % betalingsvillige når en ikke benytter ekstrapolering, ble eksponensiell regresjon benyttet i dette tilfellet. De ulike funksjonene kan for betaling per lading, minutt og kilowatttime sees i henholdsvis formel 11, 12 og 13. Optimal pris ble da 44,95 kr/lading med 90,3 % betalingsvillige, 1,65 kr/min med 58,9 % betalingsvillige og 1,83 kr/kWh med 61,3 % betalingsvillige.

$$f_6(x) = -3,90 \cdot 10^{-9}x^4 + 4,93 \cdot 10^{-6}x^3 - 1,63 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,30 \cdot 10^{-1}x + 109,22 \quad (10)$$

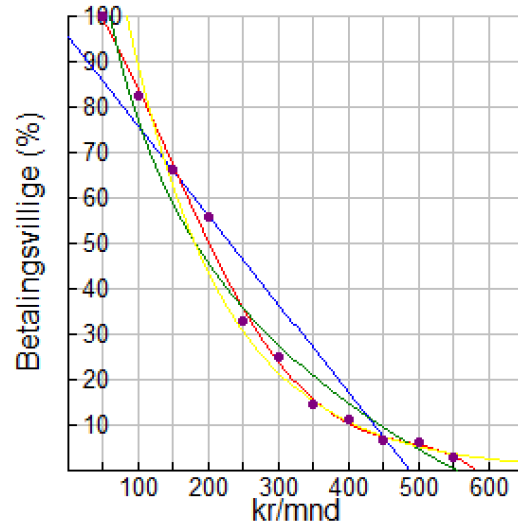
$$f_7(x) = 245,34 \cdot (9,78 \cdot 10^{-1})^x \quad (11)$$

$$f_8(x) = -3,53 \cdot 10^{-1}x^4 + 4,51x^3 - 14,29x^2 - 19,20x + 111,88 \quad (12)$$

$$f_9(x) = -4,76 \cdot 10^{-1}x^4 + 6,28x^3 - 24,16x^2 + 3,62x + 102,44 \quad (13)$$

### 3.6 Antall ladinger ved ladestasjoner

Respondentene i undersøkelsen besvarte hvor ofte de benytter seg av offentlige gratis ladestasjoner og betalbare ladestasjoner. De kunne velge alternativer som ga visse



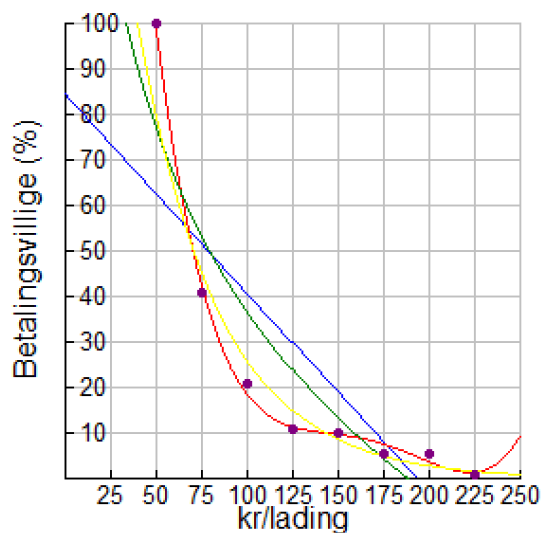
Figur 23: Betalingsvillighet for abonnement per måned (ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D), med regresjonslinjer (blå=lineær, rød=fjerdegrads polynomisk, grønn=logaritmisk, gul=eksponensiell)

kr/lading	Betalingsvillige
50	100,0 %
75	40,9 %
100	20,9 %
125	10,9 %
150	10,0 %
175	5,5 %
200	5,5 %
225	0,9 %

Tabell 16: Betalingsvillighet per lading for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

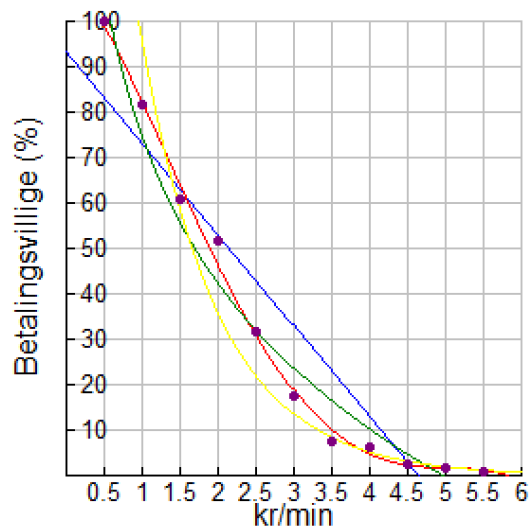
kr/min / kr/kWh	Betalingsvillige (per min)	Betalingsvillige (per kWh)
0,5	100,0 %	100,0 %
1,0	81,8 %	85,5 %
1,5	60,9 %	70,9 %
2,0	51,8 %	61,8 %
2,5	31,8 %	36,4 %
3,0	17,3 %	27,3 %
3,5	7,3 %	15,5 %
4,0	6,4 %	12,7 %
4,5	2,7 %	5,5 %
5,0	1,8 %	5,5 %
5,5	0,9 %	0,9 %

Tabell 17: Betalingsvillighet per minutt og per kWh for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

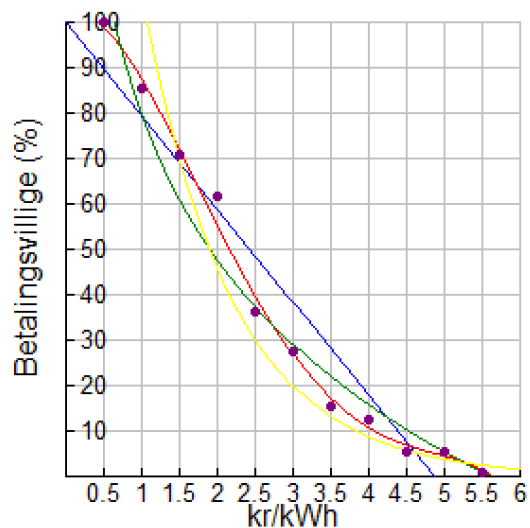


Figur 24: Regresjonsanalyse av betalingsvillighet i kroner per lading, for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D





Figur 25: Regresjonsanalyse av betalingsvillighet i kroner per minutt, for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D



Figur 26: Regresjonsanalyse av betalingsvillighet i kroner per kilowatttime, for de som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for ladeabonnement, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D

spillerom på hvor ofte de ladet hver uke/måned/år. Ved å la snittet av hver av disse kategoriene (1-3 dager i uken = 104 ladinger/år) definere hvor ofte hver enkelt lader hvert år, og deretter beregne et gjennomsnitt, kunne en se at gjennomsnittet har 66 ladinger/år på gratis ladestasjoner og 21 ladinger/år på betalbare ladestasjoner. Ved å videre kun se på de som ikke er villige til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement, kan en se at antallet ladinger per år for disse er på 59 gratisladinger og 7 betalladinger per år.

### 3.7 Betalingsvillighet per biltype

Ved å sammenligne bilene med høyest respondentandel ut i fra batterikapasitet og betalingsvillighet, er det interessant å se at det er store forskjeller ut i fra hvilken biltype en eier. Dette er også naturlig ut i fra at de ulike typene har ulik batterikapasitet. Resultatene er oppsummert i tabell 18. Disse resultatene viser at Tesla, som har klart størst batterikapasitet, også har høyest betalingsvillighet ved betaling per lading og for ladeabonnement, men kun tredje høyeste betalingsvillighet for betaling per minutt og kilowatttime. Det mest interessante er kanskje at den bilen med lavest batterikapasitet har høyest betalingsvillighet for betaling per minutt og per kilowatttime. Nissan LEAF-eierne har også høyere betalingsvillighet enn de fleste, ettersom de har andre høyeste betalingsvillighet både for betaling per minutt, kilowatttime, lading og abonnement.

Betaling per minutt og kilowatttime er lik uansett biltype, ettersom en betaler etter hvor mye en lader. Betaling per lading og for ladeabonnement derimot, bør naturligvis være større hos eiere av biltyper med større batterikapasitet ettersom de kan fylle på mer energi per lading enn andre. Likevel vil en kanskje ikke stå lengre per lading om en har en bil med høyere batterikapasitet enn andre, men en har iallefall muligheten til det.

<b>Biltype</b>	<b>Batteri- kapa- sitet (kWh)</b>	<b>kr/min</b>	<b>kr/kWh</b>	<b>kr/kWh etter opplys- ning</b>	<b>kr/lading</b>	<b>kr/mnd</b>
BMW i3	21,6	1,81	2,05	2,31	60,94	190,63
Nissan LEAF	24	1,95	2,36	2,58	69,53	206,25
Tesla Model S (85 kWh)	85	1,91	2,20	2,24	109,18	220,89
Volkswagen e-Golf	24,2	1,64	2,12	2,36	67,86	173,81
Volkswagen e-up!	18,7	2,03	2,38	2,53	57,81	190,63

Tabell 18: Betalingsvillighet etter biltype, ut i fra spørreundersøkelse i appendiks D



## 4 Analyse av dagens situasjon for ladestasjonene

### 4.1 Prisstrategi blant ladestasjonene

Når en sammenligner prisstrategien for ladestasjonene (tabell 3) opp i mot pristeoriene, ser en at det finnes tre ulike tariffer i dagens ladestasjonsmarked. Den ene er en enkel tariff med betaling per enhet, hvor enheten enten er i form av tid eller lading. Den andre type tariffen er en todelt tariff hvor en betaler en fast pris for rettigheten til å kunne betale per lading, mens den siste type tariffen er en fast pris som gir fri tilgang til lading. Ved å videre se på prisstrategiene som Simchi-Levi et.al. (2008) presenterer kan en finne en av disse strategiene hos ladestasjonene. Dette er tidsbasert differensiering hvor en priser ulikt basert på tidshorisonten. Dette finner en hos ladestasjoner med en enkel tariff med en pris per minutt, hvor en gjerne har 1 kr/min for semihurtig lading (22 kW), og 2,50 kr/min for hurtiglading (43-50 kW). Om hurtiglading skulle vært priset likt som semihurtig lading ved å betale like mye per tilført energi, ville prisen vært mellom 2 og 2,27 kr/min avhengig av effekten stasjonen ville ha gitt. En ser derfor at kundene er villige til å betale mer for raskere levering, selv om en kunne spart penger ved å lade over lengre tid. Blant ladestasjonene i dag finner en også bundling som Pindyck & Rubinfeld (2013) presenterer. Hos Ishavsveien får en i ladeabonnementet inkludert to gratis veihjelp fra Viking Redningstjeneste per år, mens hos EV Power kan en få hjemmelader inkludert i pakken med ladeabonnement. Hos Tesla ser en bundling i form av at fri tilgang til gratis hurtiglading er inkludert i bilkjøpet for resten av bilens levetid. Fra spørreundersøkelsen gjennomført i denne masteroppgaven (appendiks D), ser en at 55,4 % av Tesla-eierne mente at fri ladetilgang er av stor betydning ved valg av bil (8, 9 eller 10 på skalaen). På en skala fra 1-10, hvor 10 betyr *helt enig*, ble gjennomsnittlig score 6,8 på hvor mye fri tilgang betydde for valget av bil. Gruppeprising praktiseres også til en viss grad i dagens marked. Grønn Kontakt har ulik pris per påbegynte time for semihurtiglading

(22kW) ettersom bilene har ulik effektkapasitet og energikapasitet. Gruppene de bruker er altså elbilene, og disse sorteres etter hvor mye energi hver bil har mulighet til å motta gjennom flexilading i løpet av en time. Dette kan ses på som en imperfekt førstegrads prisdiskrimineringssteknikk ved å skille bilene inn i ulike grupperinger.

## 4.2 Stor variasjon i nettleien

For å analysere de ulike nettleiene som eksisterer i Norge, presenterer jeg en fiktiv case. I denne casen er det tenkt en ladestasjon med to hurtigladdere (2x50kW) og to semihurtigladdere (2x22kW). Det vil si en ladestasjon med total effekt på 144 kW, og som da behøver en minimum hovedsikring på 362 A (230 V) eller 208 A (400 V). Det er videre tenkt at ladestasjonen blir brukt regelmessig, slik at den hver måned blir brukt opp mot sin maksimale totaleffekt. Deretter er det i alternativ 1 tenkt at det i snitt foretas 700 ladinger hver måned, hvor hver lading er på 11 kWh. I tillegg er det hensyntatt at en elbil har kortere rekkevidde ved kaldere perioder, slik at det er lagt på et behov for 20 % mer energi i månedene mars og november, og 30 % mer i månedene januar, februar og desember. I alternativ 2 er det tenkt samme lademønster, men totalt 2,5 % mindre behov for energi. Dette er gjort for å skape et alternativ med et årsforbruk både over og under 100 000 kWh/år for å demonstrere hvor store forskjeller dette kan utgjøre i nettleien hos enkelte nettselskap. Forbruksmønsteret til ladestasjonen ser da ut som i tabell 19.

I tabell 20 presenteres nettleien for hvert av disse alternativene for 13 steder i Norge. Disse stedene er store eller sentrale byer over hele landet. Det er oppsiktsvekkende hvor store forskjeller det kan være i nettleien avhengig av hvor en plasserer ladestasjonen. Som nevnt i avsnitt 2.6.2, er nettselskapene kun inntektsbegrenset, og de kan derfor fritt velge hvor de henter størsteparten av inntekten sin fra. Fra tabellen kan en se at Ålesund, Drammen og Tromsø, med nettselskapene Mørenett, EB Nett og Troms Kraft, har en mye rimeligere pris i alternativ 2 enn de andre. Dette skyldes

Måned	Alternativ 1		Alternativ 2	
	Effekt (kW)	Energi (kWh)	Effekt (kW)	Energi (kWh)
Januar	144	10 010	144	9 760
Februar	144	10 010	144	9 760
Mars	144	9 240	144	9 009
April	144	7 700	144	7 508
Mai	144	7 700	144	7 508
Juni	144	7 700	144	7 508
Juli	144	7 700	144	7 508
August	144	7 700	144	7 508
September	144	7 700	144	7 508
Oktober	144	7 700	144	7 508
November	144	9 240	144	9 009
Desember	144	10 010	144	9 760
<b>Totalt</b>	<b>-</b>	<b>102 410</b>	<b>-</b>	<b>99 854</b>

Tabell 19: Lademønster for en tenkt ladestasjon med to hurtigladdere og to semihurtigladdere

at effekttariffen ikke utløses av hovedsikringsstørrelsen, men heller av årsforbruket. Dombås med nettselskapet Eidefoss kommer godt ut av det i begge alternativene grunnet en mye lavere effekt- og fastpris enn de andre. I alternativ 1 er Fredrikstad Energi hele 85 % dyrere enn Eidefoss, mens i alternativ 2 er Fredrikstad Energi hele 292 % dyrere enn EB Nett. Disse forskjellene utgjør mye penger for en ladestasjon, eller i den forstand også en hvilken som helst annen næringsvirksomhet.

### 4.3 Potensiale av prismodellene

For å analysere hvilke prismodeller som er mest gunstig, legges det til grunn et forbruk på 3 140 kWh/år, som forklart i avsnitt 2.3.

Sted	Nettselskap	Årspris alt. 1 (NOK)	Årspris alt. 2 (NOK)
Oslo	Hafslund	131 720	131 143
Fredrikstad	Fredrikstad Energi	164 578	164 004
Drammen	EB Nett	116 160	41 752
Hamar	Eidsiva Energi	136 215	135 555
Dombås	Eidefoss	88 681	87 948
Kristiansand	Agder Energi	149 464	148 928
Stavanger	Lyse Nett	110 317	109 767
Bergen	BKK	146 980	146 396
Ålesund	Mørenett	118 379	44 005
Trondheim	Trønderenergi	126 539	125 901
Bodø	Nordlandsnett	124 724	124 170
Tromsø	Troms Kraft	152 440	46 701
Vadsø	Varanger Kraft	143 364	143 220

Tabell 20: Nettleiepriser for ulike steder i Norge, ved forbruk presentert i tabell 19. Beregninger i appendiks C.4

#### 4.3.1 Betaling per kWh

Betaling per kWh er idag en lite brukt metode for ladestasjoner. Dette kan skyldes at forbrukerne er mye mer bevisste ovenfor kWh-prisene når de kan sammenligne med prisene de får på strømregningen i sitt eget hjem. I avsnitt 2.9 ser vi hvordan betalingsvilligheten til elbilistene er. Ved førstegrads prisdiskriminering og med antakelsen at alle elbiler lader all nødvendig strøm fra hurtigladestasjon, får en da en total mulig inntekt på 311 MNOK/år fra formel 14.

$$45481 \text{ elbiler} \cdot 3140 \text{ kWh/år} \cdot (27,7\% \cdot 1 \text{ kr/kWh} + 42,2\% \cdot 2 \text{ kr/kWh} + 20,5\% \cdot 3 \text{ kr/kWh} + 3,6\% \cdot 4 \text{ kr/kWh} + 6,0\% \cdot 5 \text{ kr/kWh}) \approx 311 \text{ MNOK/år} \quad (14)$$

Ved å analysere hvor stor den totale inntekten for alle ladestasjoner i Norge er, basert på hvor stor andel som lades ved ladestasjonene og hvilken pris som tas, ser en ulike inntekter som i tabell 21. Ser en derimot på statistikken for hvor ofte elbilistene har behov for raskere lading, fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i avsnitt 2.9, og



<i>Pris / andel på ladestasjon (MNOK/år)</i>	<b>100 %</b>	<b>80 %</b>	<b>60 %</b>	<b>40 %</b>	<b>20 %</b>
<b>Prisdiskriminering</b>	311	249	187	125	62
<b>1 kr/kWh</b>	143	114	86	57	29
<b>2 kr/kWh</b>	103	83	62	41	21
<b>3 kr/kWh</b>	43	34	26	17	9
<b>4 kr/kWh</b>	14	11	8	6	3
<b>5 kr/kWh</b>	9	7	5	3	2

Tabell 21: Total årlig inntekt (MNOK/år) for Norges ladestasjoner ved ulike priser per kWh, og etter hvor stor andel av ladingene som foretas ved ladestasjoner, gitt betalingsvillighet fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8]

<b>Pris</b>	<b>Total årlig inntekt (MNOK/år)</b>
Prisdiskriminering	21
1 kr/kWh	10
2 kr/kWh	14
3 kr/kWh	9
4 kr/kWh	4
5 kr/kWh	3

Tabell 22: Total årlig inntekt (MNOK/år) for Norges ladestasjoner ved ulike priser per kWh, og i forhold til hvor ofte forbrukerne har behov for raskere lading ut i fra Norsk Elbilforenings undersøkelse i [8], og ved antakelsen at hver lading tar 11 kWh

sammenligner dette opp i mot betalingsvilligheten til kundene fra samme avsnitt, får en en total årlig inntekt som i tabell 22. Den høyeste inntekten som fås utenom prisdiskriminering er ved 2 kr/kWh, hvor inntekten utgjør omtrent 90 000 kr/år per ladestasjon.

#### 4.3.2 Betaling per minutt

Betaling per minutt er en betalingsmetode som allerede er godt innført i elbilmarkedet. Dagens standardiserte satser for lading per minutt er 1 kr/min for semihurtiglading og 2,50 kr/min for hurtiglading. Når en antar teoretisk maksimal overføringshastighet (22 kW for semihurtig og 50 kW for hurtig), og unnlater å ta hensyn til hva ulike bilmodeller kan akseptere av hastighet og hvilken utetemperatur det er, får

en at semihurtig lading har en pris på 2,73 kr/kWh og at hurtiglading har en pris på 3 kr/kWh. Dette er minimum kostnad, og må forventes å være større ved kalde perioder. Disse prisene kan sammenlignes opp mot tabell 22 og 25.

Med dagens prisstruktur på 2,50 kr/min er det grunn til å anta en total årlig inntekt på alle ladestasjonene på omtrent 15 MNOK/år, som tilsvarer et gjennomsnitt på 97 000 kr/år per ladestasjon. Det er da tatt utgangspunkt i Norsk Elbilforenings undersøkelse, som sier at den gjennomsnittlige elbilisten lader 20 hurtigladinger per år, og sammenlignet opp mot betalingsvilligheten for 3 kr/kWh som teoretisk tilsvarer 2,50 kr/min for hurtiglading. I tillegg er det tatt hensyn til at en gjennomsnittlig lading er på 22 minutter.

### **4.3.3 Betaling i form av abonnement**

I dag varierer abonnementskostnadene fra 299 til 499 kr per måned. Av de to store aktørene tilbyr kun den ene av disse abonnement, og dette er den som koster 499 kr/mnd. Sånn sett kan en si at disse kan prise høyere, ettersom det er disse som kan tilby flere ladepunkter enn de andre med abonnement. Likevel kan de mindre aktørene EV Power og Ishavsveien tilby «roaming» hos hverandre slik at kundene kan lade på flere ladepunkter enn hva de selv kan tilby. Dette annonseres ikke i stor grad, så hvor godt kjent dette er for kundene er usikkert. Den eneste aktøren som har vært villig til å si noe om antall abonnenter er EV Power, som har i overkant av 500 abonnenter. Dette gir en årlig inntekt på 1,8 MNOK, som fordelt på deres 11 ladestasjoner gir en årlig inntekt per ladestasjon på 163 000 kr/år.

### **4.3.4 Sammenligning av prismodellene**

Det er vanskelig å si noe bestemt om hvilken betalingsform som er den mest lønnsomme for dagens aktører, ettersom en ikke har tilgang til alle nødvendige tall for å kunne

si noe om dette. Imidlertid ser en i fra beregningene gjort her at abonnementsbetaling gir en høyere inntekt per ladestasjon. Kilowatttime- og minuttpris gir henholdsvis en forventet årlig inntekt på 90 000 og 97 000 kr/år per ladestasjon, mens abonnement gir en inntekt på 163 000 kr/år. Det er verdt å merke seg at minutt- og kilowatttimeprisen er beregnet ut i fra Norsk Elbilforenings undersøkelse, mens abonnementsprisen er beregnet ut i fra et reellt eksempel for en av ladestasjonsaktørene.

#### **4.4 Incentiver til å flytte elbilen**

Etter intervjuer med dagens ladestasjonsaktører (appendiks A), er hovedkonklusjonen at elbiler som opptar ladestasjoner i for lang tid er et svært lite utbredt problem. Det er ulikt om, og også hvordan, de ulike aktørene har valgt å gi incentiver til å flytte elbilen. De aktørene som tar betalt per minutt har kanskje den beste betalingsmetoden for å gi incentiver til å flytte elbilen. Dette skyldes at en får svært lite tilført energi til elbilen når energimengden i bilen kommer over 80-90 %, og prisen per tilført energi blir således dyrere og dyrere desto lengre en står. Hos enkelte fortsetter betalingen til og med etter at bilen har nådd 100 %, noe som gir enda høyere incentiv til å ikke la bilen bli stående. En skulle kanskje tro at der hvor abonnement benyttes, ville ladetiden bli høyere og dermed føre til mer kjøp ettersom elbilistene vil ha mest energi for pengene. Det viser seg derimot at en abonnent er mer opptatt av å kun lade det en trenger for å komme seg videre, mens en som betaler per lading vil maksimere energimengden. Hos en aktør med mulighet for betaling for abonnement og per lading, viser det seg at de som betaler per lading i gjennomsnitt okkuperer ladestasjonen i 21 % lengre tid enn de med abonnement.



## 5 Mulige prisstrategier for ladestasjonene

### 5.1 Prisstrategi

I de neste paragrafene diskuteres det rundt ladestasjonenes potensiale for de ulike prisstrategiene som Pindyck & Rubinfeld (2013) og Simchi-Levi et.al. (2008) presenterer, og som forklart i avsnitt 2.5.

**Førstegrads prisdiskriminering** lar seg umulig gjennomføre i en perfekt form, ettersom det vil være umulig å hente informasjon om alle kundenes reservasjonspris. Imperfekt førstegrads prisdiskriminering lar seg lettere gjøre, og som tidligere nevnt har Grønn Kontakt allerede en form for dette, gjennom å dele elbilene inn i ulike grupperinger og prise ulikt til disse grupperingene.

**Andregrads prisdiskriminering** vil antakeligvis være den mest hensiktsmessige prisdiskrimineringsstrategien for en ladestasjon ettersom denne differensierer på kvantiteten. Når en elbil behøver å lade må forbrukeren lade der hvor det tilbys. Forbrukeren kan lade hjemme til ordinær strømpris og er kanskje derfor bare villig til å lade akkurat den mengden kilowattimer som trengs for å komme seg hjem. Derfor er betalingsvilligheten for de første kvantitetene av kWh større enn de siste, noe som muliggjør en prisstrategi som utnytter dette.

**Tredjegrads prisdiskriminering** er noe vanskeligere å gjennomføre, men kan også la seg gjøre. For forbruksprodukter i dagligvarebutikker benyttes denne strategien ofte, ved å prise en kjent merkevare dyrere enn samme produkt under butikkens egen merkevare. For ladestasjonene kan en skille mellom strøm i forhold til hvor strømmen kommer fra. Forbrukere er gjerne villige til å betale mer når en vet at strømmen kommer fra fornybare energikilder. I Norge kommer over 95 % av all kraftproduksjon

fra vannkraft, som er en fornybar energikilde [9]. Derfor vet forbrukerne at så godt som all strøm i Norge er fornybar. Likevel handles strømmen fra kraftbørsen, og den kan ha opphav fra andre land. Dermed kan den i verste fall komme fra ikke-fornybare energikilder. Det er derfor en mulighet for tredjegrads prisdiskriminering gjennom å skille mellom to ulike produkt for strøm - *Garantert fornybar energi* og *Energi*.

**Gruppeprising** i form av student- og honnørpris gir lite mening i denne sammenhengen. Derimot kan en dele opp i andre grupper, for eksempel etter biltype, som vi ser Grønn Kontakt praktiserer i dag på flexilading. Dette er også noe som kunne blitt utnyttet i større grad for å skille på prisene ved per-lading-pris og for abonnement, ettersom elbilene har svært ulik kapasitet både i form av effektinntak og lagringsplass for energi. Ved prising per minutt eller kilowatttime gir gruppeinndelingen av biler liten verdi, ettersom hvor lenge de står hos ladestasjonen uansett utgjør den totale prisen. Eksempelvis kan en Tesla ha mulighet til å trekke fire ganger mer energi på én lading sammenlignet med en av de andre vanligste elbilene, på grunn av dens større batterikapasitet. Som vi ser i avsnitt 3.7 henger betalingsvilligheten per lading og for ladeabonnement tett i sammen med størrelsen på batteriet i elbilen til betaleren. Derfor kunne en høyere pris til en Tesla-eier sammenlignet med en Buddy-eier vært hensiktsmessig, og dermed utnyttet betalingsvilligheten i større grad.

**Kanalprising** er vanskeligere å gjennomføre ettersom elbileierne benytter seg i stor grad av én kanal for lading av elbilen - nemlig å oppsøke ladestasjonen. Dette gjelder iallefall der hvor forbrukerne betaler per minutt eller per lading. Derimot kan det være mulig å prise ulikt avhengig av hvordan en bestiller et abonnement for fri lading, om det skulle være gjennom telefonbestilling, bestilling på internett eller i butikk/kontor.

**Lokasjonsprising** har også et potensiale for ladestasjonene. Når en fyller bensin på vanlige biler kan prisene variere noen øre fra om en fyller på nærmeste bensinstasjon eller om en kjører til en lengre unna. Det er også oftere billigere bensin der hvor to eller flere konkurrerende bensinstasjonskjeder ligger ved siden av hverandre. Det er også en mulighet for ladestasjonene å følge den samme prisstrategien hvor en lar prisen variere med noen øre per minutt for lading avhengig av hvilken stasjon det er. Bensinprisene følger oljeprisen og legger deretter et påslag på denne for å sikre nok inntekt, og har mindre margin der hvor det er større konkurranse om prisene. I en tenkt fremtid kan det være mulig at ladestasjonene følger strømprisene med en margin ut i fra hvor ladestasjonen befinner seg. Det kan for eksempel være billigere å lade elbilen der hvor det finnes mange ladestasjonsaktører, og noe dyrere der hvor det kun er én ladestasjon.

**Tidsbasert differensiering** er som nevnt en strategi som allerede benyttes ved å prise ulikt etter hvor stor effekt ladingen gir, og dermed etter hvor lang tid ladingen tar. En forbruker er gjerne interessert i å bruke minst mulig tid på ladingen, og noen kroner spart er ofte ikke nok insentiv til å skulle bruke dobbel så lang tid på ladingen. Med nye ladeeffekter i fremtiden er det mulig å prisdifferensiere i enda større grad enn hva en gjør i dag, ettersom betalingsvilligheten ved å kunne gjøre et påfyll i løpet av fem minutter i stedet for 20 minutter kan ha mye å si.

**Produktversjoner** kan benyttes til å differensiere som nevnt under tredjegrads prisdiskriminering.

**Dynamisk prising/Topplastprising** er en prisdifferensieringsmetode som kan bli veldig aktuell i fremtiden. Når AMS-målere er blitt en standard, muliggjør dette for kraft- og nettselskapene å prise strømmen ulikt etter hvilken periode på dagen det er. Strømnettet er effektbegrenset og har derfor større problemer i perioder hvor mange

bruker strøm samtidig - typisk på morgen og ettermiddag. For å få forbrukerne til å spre forbruket sitt mer utover dagen kan prismekanismer benyttes slik at det blir dyrere å bruke strøm i topplastperioder og billigere i bunnlastperioder. En enda mer effektbasert tariffing kan gi insentiver for ladestasjonene til å ta høyere betalt i visse perioder av døgnet.

**Bundling** er også mulig å gjennomføre for ladestasjoner, og en ser det som nevnt også til en viss grad i dag. Dette kan videreføres på mange måter for ladestasjonene, og en kan inkludere flere produkter i bundlingpakker som gjør det mer attraktivt for forbrukerne å velge akkurat den aktøren fremfor andre. En mulighet for bundling er å selge ladetjenesten inkludert i salget av bilen, som Tesla gjør. Ved kjøp av Tesla kjøper en også fri tilgang til Teslas ladestasjoner for resten av livet. Som tidligere nevnt har fri tilgang til ladestasjoner stor betydning for Tesla-eierne. Dette tyder på at bundling av ladetjenester ved salg av bil kan være en god idé.

## 5.2 Analyse av betalingsmetodene

Ved å legge betalingsvilligheten fra kapittel 3 til grunn, vil jeg nå analysere hvilken betalingsmetode som er den mest lønnsomme.

### 5.2.1 Betaling per kilowatttime

Fra avsnitt 3.2 har vi en optimal pris på 1,88 kr/kWh med 64,7 % betalingsvillige, og en pris på 1,92 kr/kWh og 70,9 % betalingsvillige etter opplysning om forhold hjemme versus på en hurtiglader. Som nevnt i avsnitt 2.2 og 3.6, lader en elbil i gjennomsnitt 11 kWh per lading og lader i snitt 21 ganger per år på betalbare ladestasjoner. Ved å legge disse opplysningene til grunn, får en en total årlig omsetning i Norge som i formel 15 før opplysning om ladeforhold hjemme versus på en hurtiglader, og som i



formel 16 etter opplysning.

$$1,88 \text{ kr/kWh} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 64,7 \% \text{ betalingsvillige} \cdot 11 \text{ kWh} \cdot 21 \text{ ladinger/år} = 12,8 \text{ MNOK/år} \quad (15)$$

$$1,92 \text{ kr/kWh} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 70,9 \% \text{ betalingsvillige} \cdot 11 \text{ kWh} \cdot 21 \text{ ladinger/år} = 14,3 \text{ MNOK/år} \quad (16)$$

### 5.2.2 Betaling per minutt

Fra avsnitt 3.3 har vi en optimal pris på 1,69 kr/min med 62,2 % betalingsvillige. Som tidligere nevnt er en gjennomsnittlig ladetid på omtrent 22 minutter. Den totale årlige omsetningen muliggjort med betaling per minutt er da som i formel 17.

$$1,69 \text{ kr/min} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 62,2 \% \text{ betalingsvillige} \cdot 22 \text{ min} \cdot 21 \text{ ladinger/år} = 22,1 \text{ MNOK/år} \quad (17)$$

### 5.2.3 Betaling per lading

Fra avsnitt 3.4 har vi en optimal pris på 52,13 kr/lading med 78,6 % betalingsvillige. Hvis en fremdeles tar utgangspunkt i 21 årlige ladinger i gjennomsnitt per elbil får en en total årlig omsetning som i formel 18.

$$52,13 \text{ kr/lading} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 78,6 \% \text{ betalingsvillige} \cdot 21 \text{ ladinger/år} = 39,1 \text{ MNOK/år} \quad (18)$$

#### 5.2.4 Betaling i form av abonnement

Fra avsnitt 3.5 har vi en optimal pris på 177,38 kr/mnd med 58,5 % betalingsvillige. Den totale årlige omsetning muliggjort med betaling i form av abonnement er da som i formel 19.

$$177,38 \text{ kr/mnd} \cdot 12 \text{ mnd/år} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 58,5 \% \text{ betalingsvillige} = 56,6 \text{ MNOK/år} \quad (19)$$

Som vi ser i avsnitt 3.5 er de som ikke er villige til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement likevel villige til å betale i form av per lading, minutt eller kilowatttime. Den totale årlige omsetning muliggjort ved betaling per lading, minutt eller kilowatttime i tillegg til betaling for abonnement er henholdsvis gitt i formel 20, 21 og 22.

$$177,38 \text{ kr/mnd} \cdot 12 \text{ mnd/år} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 58,5 \% \text{ betalingsvillige} + 44,95 \text{ kr/lading} \cdot (100 \% - 58,5 \%) \cdot 90,3 \% \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 21 \text{ ladinger/år} = 72,7 \text{ MNOK/år} \quad (20)$$

$$177,38 \text{ kr/mnd} \cdot 12 \text{ mnd/år} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 58,5 \% \text{ betalingsvillige} + 1,65 \text{ kr/min} \cdot (100 \% - 58,5 \%) \cdot 58,9 \% \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 21 \text{ ladinger/år} \cdot 22 \text{ min/lading} = 65,1 \text{ MNOK/år} \quad (21)$$

Betalingsform	Total årlig omsetning (MNOK/år)
Per kilowatttime før opplysning	12,8
Per kilowatttime etter opplysning	14,3
Per minutt	22,1
Per lading	39,1
Per abonnement	56,6
Abonnement + per lading	72,7
Abonnement + per minutt	65,1
Abonnement + per kWh	61,5

Tabell 23: Total årlig omsetning for alle ladestasjoner gitt ulik betalingsvillighet for ulike betalingsformer (MNOK/år)

$$\begin{aligned}
& 177,38 \text{ kr/mnd} \cdot 12 \text{ mnd/år} \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 58,5 \% \text{ betalingsvillige} + 1,83 \text{ kr/kWh} \cdot \\
& (100 \% - 58,5 \%) \cdot 61,3 \% \cdot 45481 \text{ elbiler} \cdot 21 \text{ ladinger/år} \cdot 11 \text{ kWh/lading} = 61,5 \text{ MNOK/år}
\end{aligned}
\tag{22}$$

### 5.2.5 Beste betalingsmetode

I tabell 23 er en oppsummering av de totale årlige omsetningene gitt ulike betalingsmetoder. Som det tydelig kommer frem, er abonnementsbetaling det mest økonomisk gunstige. Betaling per lading kommer som nummer to, før betaling per minutt og betaling per kilowatttime kommer et godt stykke bak de andre alternativene. Når en kombinerer abonnementsbetaling med andre betalingsmetoder slik at de som ikke er villige til å betale for abonnement kan betale per lading, per minutt eller per kilowatttime, kan en få en enda høyere omsetning. Den kombinasjonen som gir aller høyest omsetning er abonnement med mulighet for betaling per lading med en årlig omsetning på 72,7 MNOK.

### **5.3 Incentiver til å flytte elbilen**

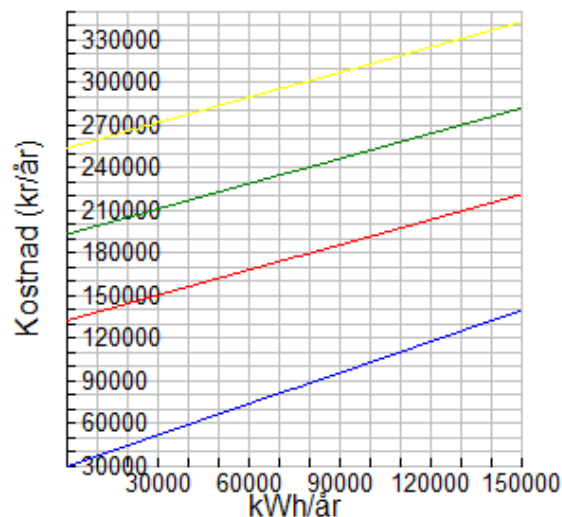
Som nevnt i avsnitt 4.4, er problemet med elbiler som okkuperer en ladestasjon svært lite. Den klart beste betalingsmetoden for å gi incentiver til å flytte elbilen er betaling per minutt, men som nevnt er abonnentene ikke opptatt av å maksimere energimengde per lading, men kun oppnå nok energimengde for å komme seg videre. Hvis det skulle trenge høyere incentiver til å flytte elbilen etter endt lading, kan en mulig løsning være å parkeringsregulere ladestasjonen. Dette vil i så fall forhindre elbilene fra å stå for lenge på ladestasjonen og dermed unngå unødvendig kø.

## 6 Oppsummering

### 6.1 Kostnader

Som vi ser i avsnitt 2.6 er investeringskostnadene knyttet til en ladestasjon sterkt avhengig av hvordan strømmettet er på stedet, men en investering på mellom 500 000 og 750 000 kr er absolutt minimum. Videre kommer kostnader for drift, som kan variere veldig. Et estimat på driftskostnader settes til 25 000 kr per år per ladepunkt. Deretter kommer strøm- og nettleiekostnader. Disse kostnadene er sterkt avhengige av antallet ladinger. Som vi ser i avsnitt 4.2 er det stor variasjon i nettleien basert på hvor i landet ladestasjonen er lokalisert. For tilfellet hvor ladestasjonen består av 2x50 kW + 2x22 kW ladepunkt med et totalt årlig forbruk på 102 410 kWh, ser vi at nettleien beløper seg på mellom 90 000 og 165 000 kr per år. I tillegg kommer strømprisen, som med spotpris forventes å komme på rundt 40 000 kr per år for dette forbruket. De største kostnadene knyttet til en ladestasjon er altså investeringskostnadene og kostnadene for nettleien. Investeringskostnadene kan være noe subsidiert av staten gjennom Enova, som nevnt i avsnitt 2.4, og derfor begrenses i en viss grad. Dette krever at drop-in-lading skal være mulig, slik at kunden ikke skal måtte abonnere hvis han behøver å lade, og at ladingen dermed blir minst like enkel som å fylle bensin.

Variasjonen i nettleietariffene er en utfordring for ladestasjonsselskapene. Dette gir sterke insentiver til å skulle plassere en ladestasjon på den ene siden av en kommunegrense i stedet for den andre siden, hvis nettselskapet i den ene kommunen har en langt mer gunstig tariffmodell. Ved å ha mer standardiserte nettleietariffer vil det være enklere for ladestasjonsselskapene å forholde seg til kostnadene som påløpes. Som vi ser i avsnitt 2.7 ønsker Olje & Energidepartementet en lovendring som gir færre nettselskap og derfor mer harmoniserte nettleietariffer. Dette kan være svært positivt for ladestasjonsaktørene.



Figur 27: Strømkostnader (nettleie og kraft) for en ladestasjon med én hurtiglader (blå), to hurtiglader (rød), tre hurtiglader (grønn) eller fire hurtiglader (gul), gitt antall forbrukte kilowattimer i løpet av ett år.

Formel 23 og 24 viser en generell modell for henholdsvis etablerings- og årskostnader for en ladestasjon, gitt antall hurtiglader på ladestasjonen og antall kilowattimer som lades hvert år. Variabler og konstanter er forklart i tabell 24. I figur 27 kan en se kostnaden relatert til strøm, både nettleie og kraft, gitt antall forbrukte kilowattimer i løpet av et år. Som en enkelt ser ut i fra kostnadslinjene stiger de totale strømkostnadene raskt når antall ladepunkt per stasjon eller forbrukte kilowattimer øker.

$$\text{Etableringskostnad} = 500000 + 300000 \cdot (x - 1), \quad x \geq 1 \quad (23)$$

$$\text{Årlig kostnad} = 25000 \cdot x + E \cdot 50 \cdot x + N_1 + F_1 \cdot y + S \cdot y, \quad x > 1 \quad (24a)$$

$$\text{Årlig kostnad} = 25000 \cdot x + N_2 + F_2 \cdot y + S \cdot y, \quad x \leq 1 \quad (24b)$$

Symbol	Forklaring	Anslått verdi
$x \in \mathbb{Z}^+$	antall hurtigladeuttak på ladestasjonen	variabel
$y \in \mathbb{R}^+$	antall kWh forbrukt i løpet av ett år på ladestasjonen. Denne er gitt av antall ladinger på stasjonen, som igjen er avhengig av $x$ , og gjennomsnittlig forbruk av kWh per lading	variabel
E	gjennomsnittlig effektpris per kW	714,78 kr/kW/år
$N_1$	gjennomsnittlig årspris for nettleien ved effekttariff	11 208,50 kr/år
$N_2$	gjennomsnittlig årspris for nettleien uten effekttariff	4 850,66 kr/år
$F_1$	gjennomsnittlig energiledd for nettleie per kWh ved effekttariff	24,01 øre/kWh
$F_2$	gjennomsnittlig energiledd for nettleie per kWh uten effekttariff	38,21 øre/kWh
S	gjennomsnittlig spotpris for strøm per kWh	35,18 øre/kWh

Tabell 24: Forklaring til symboler. Verdier basert på beregninger fra appendiks C.1. Alle priser er inklusiv mva og avgifter

## 6.2 Inntekter

Basert på resultatene fra både dagens analyse i kapittel 4 og analyse av fremtidsmulighetene i kapittel 5, er betaling i form av abonnement den mest lønnsomme modellen for ladestasjonsaktørene. Med denne betalingsmodellen er optimal pris 177,38 kr/mnd, med 58,5 % betalingsvillige av alle elbilistene. Undersøkelsen sier videre at gjennomsnittlig antall ladinger per elbilist per år er 21 ladinger. Som tidligere nevnt lades det gjennomsnittlig 11 kWh per lading. Ettersom Tesla-eierne har gratis superlading på Teslas ladestasjoner, er det rimelig å unnlate disse elbilistene fra inntektsberegningen. Dette utgjør 17,3 % av elbilparken [19]. I tabell 25 beregnes forventet inntekt og kostnad per ladestasjon per fylke, gitt antall ladestasjoner, ladepunkt og elbiler per fylke. Inntektskolonnen tar her utgangspunkt i at antallet elbiler som abonnerer hos denne ladestasjonen er som i kolonnen *Betalingsvillige elbiler per stasjon (uten Tesla)*. Kostnadskolonnen benytter seg av formel 24 med  $x$  lik kolonnen *Ladepunkt per stasjon* og  $y$  lik  $21 \text{ ladinger/år} \cdot 11 \text{ kWh/lading} \cdot \textit{Betalingsvillige elbiler per stasjon (uten Tesla)}$ .

Tabell 25 viser et positivt resultat for tolv av de 19 fylkene, hvor elbiler også er størst utbredt. Dette gir ikke et fullstendig reelt bilde, ettersom elbilene innenfor ett fylke ikke nødvendigvis foretar all sin lading på ladestasjoner i dette fylket. I tillegg kan det være enkelte ladestasjoner som blir brukt i større grad enn gjennomsnittet slik at disse har et mye bedre resultat å vise til. Tabellen gir likevel en idé over hvor profitabelt det er å drive en ladestasjon i hvert fylke. Hvis en videre ser på et tiårig langt løp for en ladestasjon kan en utlede en sensitivitetsanalyse hvor faktorer som pris, betalingsvillige, antall årlige ladinger, kostnader, antall elbiler og nåverdirente er variable. Beregningene finnes i sin helhet i appendiks C.2. Ved å sette antall avskrivningsår på investeringen til fem år, nåverdirente til 5 %, gjennomsnittlig energimengde per lading til 11 kWh, gjennomsnittlig ladetid til 22 min, la antall årlige ladinger øke med 2 % hvert år og ellers bruke tallene fra undersøkelsen i avsnitt 3 og kostnadsformlene



Fylke	Ladepunkt per stasjon	Betalingsvillige elbiler per stasjon (uten Tesla)	Inntekt per år (1000 kr)	Kostnad per år (1000 kr)	Profitt (1000 kr)
Akershus	2,2857	215	458	179	279
Aust-Agder	1,6667	114	243	128	115
Buskerud	2,0000	59	126	141	-15
Finnmark	0	-	-	-	-
Hedmark	1,4286	28	60	102	-42 kr
Hordaland	2,7143	166	353	199	154
Møre og Romsdal	2,0000	78	166	143	23
Nordland	2,2500	89	189	160	29
Nord-Trøndelag	1,4000	51	109	103	6
Oppland	2,5455	16	34	168	-134
Oslo	2,1250	522	1 109	212	897
Rogaland	2,0000	194	411	159	252
Sogn og Fjordane	2,0000	30	64	137	-73
Sør-Trøndelag	2,0000	193	411	159	252
Telemark	4,6667	97	206	308	-102
Troms	1,5000	71	151	112	39
Vest-Agder	2,0000	108	230	147	83
Vestfold	2,0000	447	949	194	755
Østfold	2,9091	60	128	196	-68

Tabell 25: Lønnsomhet for en ladestasjon per fylke, gitt abonnementsbetaling, betalingsvillige som fra avsnitt 3 og driftskostnader som i formel 24. Beregninger finnes i appendiks C.3

Betalingsform	1 lade- punkt	2 lade- punkt	2,24 lade- punkt	3 lade- punkt
Per lading	842	-210	-393	-975
Per minutt	106	-958	-1 141	-1 723
Per kilowatttime	-338	-1 400	-1 583	-2 165
Per abonnement	1 732	666	482	-99
Abonnement + per lading	1 980	925	741	160
Abonnement + per minutt	1 856	797	613	31
Abonnement + per kWh	1 787	728	544	-37

Tabell 26: Nåverdi av investering i ladestasjon (tiårig), gitt ulikt antall ladepunkt, 21 ladinger per elbil per år og ulike betalingsformer (alle kroner i tusen). 2,24 ladepunkt er gjennomsnittlig antall ladepunkt på dagens hurtigladestasjoner

23 og 24, får en resultater som i tabell 26. Her kan en se at abonnementsbetaling med mulighet for å også betale per lading er den betalingsformen som sikrer høyest inntekt for ladestasjonene. En kan også se en klar sammenheng i at profitten blir lavere desto flere ladepunkt det er på ladestasjonen. Dette skyldes i stor grad høyere investeringskostnader og høyere nettleie. Det er forøvrig verdt å merke seg at modellen ikke gir høyere inntekter ved økning i antall ladepunkt, noe som kan tenkes å skje i realiteten, ettersom det gir mulighet for flere å lade samtidig.

Som vi ser i avsnitt 3.6 foretar den gjennomsnittlige elbilisten 21 betalladinger per år og 66 gratisladinger per år. Videre foretar den som ikke er villig til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement 7 betalladinger per år og 59 gratisladinger per år. Ved en utfasing av elbilfordelene vil fjerning av offentlig gratis ladestasjoner være av stor betydning for de kommersielle ladestasjonsaktørene. Ved å endre antall betalbare ladinger per elbil per år til 87 i stedet for 21, og endre fra 7 til 66 ladinger der hvor det er en alternativ betalingsmetode enn abonnement, får en nåverdier på et tiårig budsjett som i tabell 27. Her er det interessant å se hvor store forskjeller det er i de ulike betalingsformene fra å lade 21 ganger per år. Ettersom flere ladinger ikke

Betalingsform	Nåverdi
Per lading	4 630
Per minutt	1 531
Per kilowatttime	-299
Per abonnement	-51
Abonnement + per lading	2 390
Abonnement + per minutt	1 183
Abonnement + per kWh	536

Tabell 27: Nåverdi av investering i ladestasjon (tiårig), gitt ulike betalingsformer, 87 ladinger per år per elbil og 2,24 ladepunkt per stasjon (alle kroner i tusen)

gir mer inntekter for abonnementsbetaling, men kun høyere utgifter, gir dette et dårlig utslag for abonnementsbetaling. Betaling per lading er her den soleklart beste betalingsformen med omtrent 4,6 MNOK i nåverdi per ladestasjon på den tiårige investeringen av 2,24 ladepunkt. Der hvor en alternativ betalingsform er mulig i tillegg til abonnement, ser en også gode resultater. Ved fjerning av gratis ladestasjoner er det derimot mulig at en kan se endringer i betalingsvillighetene, slik at elbilistene eksempelvis er villige til å betale mer for et abonnement og mindre per lading. I tillegg gir dette et noe urealistisk bilde ettersom de som betaler per minutt eller per lading 66 ganger i løpet av et år når abonnement er tilgjengelig til 177,38 kr/mnd, heller vil kjøpe et abonnement, da dette er mer økonomisk lønnsomt. Det er også verdt å merke seg at de 66 gratis ladingene den gjennomsnittlige elbilisten foretar i løpet av et år, også kan foregå på normalladestasjoner, og ikke bare hurtiglادestasjoner. Det er heller ikke sikkert at fjerning av gratis ladestasjoner vil medføre 66 ekstra ladinger per elbil på hurtiglادestasjoner, men heller medføre mer lading hjemme.

### 6.3 Betalingsmodell

Som allerede nevnt vil abonnementsbetaling gi de høyeste inntektene for ladestasjons-selskapene. Ved sammenligningen opp mot teleøkonomien i avsnitt 2.8, ser en flere likheter med ladestasjonsøkonomien. I avsnitt 2.8.1 ser en at kundene ønsker en for-

utsigbar regning med enkel pris, og at kundene er risikoaverse, i den form at de heller betaler litt mer for å være sikre på hva kostnadene blir. I tillegg ser en at tilbyderen ønsker å maksimere sin omsetning og etterspørsel. Dette tyder på en klar favorisering av abonnementsmodellen for ladestasjonene. Forskjellen mellom telebransjen og ladestasjonsbransjen er derimot at en kunde hos en teleoperatør ikke behøver å tenke på om en skulle havne utenfor sin operatørs nettverk, ettersom han da kan bruke et av konkurrentenes nettverk. Dette ser en i denne oppgaven er mulig hos noen av operatørene i ladestasjonsmarkedet, men ikke annonseres i stor grad. En kunde som betaler for abonnement på hurtiglading ønsker ikke å betale flere abonnement for å sikre seg å kunne lade på en ladestasjon avhengig av om han er i Oslo eller Sør-Trøndelag. Derfor krever en abonnementsmodell at de ulike ladestasjonstilbydere har avtaler seg i mellom, som tillater kundene deres å lade på hverandres ladestasjoner, så lenge de ikke har et eget nettverk av ladestasjoner som dekker området. Dette vil også gjøre det minst like enkelt som å fylle bensin, som Forbrukerrådet ønsker. Som vi videre ser fra teleøkonomien må tilbydere ha gode avtaler, og være enige om hvordan trafikkutvekslingen mellom nettverkene skal fungere. Det ble videre fastslått at et samarbeidende forhold mellom nettverksverten og nettverkslåneren er det beste for begge parter. Videre ser vi i avsnitt 2.8.2 at ulempene med en fast flat pris er at den er urettferdig i og med at en med høyt forbruk betaler det samme som en med lavt forbruk. En annen ulempe er at denne prismodellen kan gi en høyere belastning av nettverket, ettersom det for kunden ikke har noe å si hvor mye han bruker nettet. Høyere belastning av nettet kan gi høyere kostnader for ladestasjonsselskapet i og med at nettleien øker. Hvis abonnementsprisingen fører til for stor belastning av nettet og dermed for høye kostnader for ladestasjonsselskapet, kan en *cap-based* prisstruktur være mer hensiktsmessig. Dette betyr at kunden kan betale en fast flat pris på samme måte som for et abonnement, men med begrenset forbruk og la det være en volumbasert pris over dette. Dette gir insentiver til å ikke belaste nettet i like stor grad. Urettferdigheten ved abonnement løses også i en viss grad på denne

måten. Det kan også løses ved å ha et ekstra tilbud til de med lavt forbruk, slik at disse ikke behøver å betale en fast pris, men heller per lading, som vi ser er den mest hensiktsmessige betalingsmetoden å ha ved siden av et abonnement.

Utfordringene for ladestasjonsselskapene er kundenes betalingsvillighet. Som vi ser i avsnitt 2.9 valgte 48 % av elbilistene elbil i hovedsak for å spare penger, og 54 % rangerte *mindre kostnader ved bilbruk* som den viktigste fordelene ved å være elbilist. I tillegg ser vi at 70 % ikke ville kjøpt elbil uten billig «drivstoff». Vi ser i avsnitt 2.3 at ved dagens hurtigladepris på 2,50 kr/min som minimum tilsvarer 3,00 kr/kWh, at det å kjøre elbil ikke er mye billigere per kilometer enn det å kjøre en bensin- eller dieseldrevet bil. Om en derimot lader alt av energi i sin egen stikkontakt, til en pris på omtrent 1 kr/kWh vil «drivstoffet» være langt billigere enn bensin. Som vi ser i avsnitt 2.3, må en ved en abonnementspris på 199 kr lade omtrent 1/3 av det årlige energiforbruket på hurtigladestasjonen for å få tilsvarende kilometerpris som en fossildrevet bil. Ved den foreslåtte prisen på 177,38 kr/mnd vil det kreve enda mindre lading av det totale forbruket ved hurtigladestasjoner for å forsvare en billig «drivstoffpris». Etersom kostnadsbesparelsene er så viktig for at forbrukerne skal velge elbil, ser det ut som det vil være viktig å bevare en del av elbilfordelene selv om en nå passerer 50 000 elbiler i Norge. Den første elbilfordelen som i så fall bør falle bort, er som nevnt offentlig gratis ladetilbud. Denne fordelene gjør det vanskelig for kommersielle tilbydere å sikre høye nok marginer for å kunne bygge ut et solid ladenettverk. Vi ser også i avsnitt 2.9 at 61 % av elbilistene ville kjøpt elbil uten gratis lading, noe som forsvarer å skulle fjerne dette tilbudet.

Avsnitt 4.1 viser at tidsbasert differensiering, bundling og gruppeprising er prisme-mekanismer som benyttes av ladestasjonsaktørene i dag. Videre ser vi i avsnitt 5.1 at det bør være gode muligheter for å skulle benytte seg av andre mekanismer som 2. og 3. grads prisdiskriminering, lokasjonsprising, dynamisk prising og en sterkere grad av bundling og gruppeprising. 2. grads prisdiskriminering, lokasjonsprising og dynamisk prising krever i så fall at en ikke velger abonnementsmodellen. Ved betaling

per kilowatttime eller minutt er 2.grads prisdiskrimering en høyaktuell prismekanisme ettersom forbrukeren er mer avhengig av de første kilowattimene han lader enn de siste. Derfor er betalingsvilligheten antakeligvis en del høyere for de første kvantitetene. Dynamisk prising krever også at en ikke har abonnementsbetaling ettersom denne prismekanismen ønsker å variere prisen gitt ulike tidspunkt av året/uken/døgnet. Dynamisk prising vil være en hensiktsmessig modell hvis AMS i fremtiden vil føre til mer effektbasert prising og enda høyere tidsoppløsning på avlesningene. Hvis dette skulle skje, vil ladestasjonene få høyere kostnader på disse tidspunktene, og da kan det være gunstig å kunne gjenspeile dette i høyere priser på visse tidspunkt. Dette vil i så fall gi en mer effektiv kapasitetsutnyttelse som nevnt i avsnitt 2.5.1. Ved lokasjonsprising kan en i stedet for å ha samme pris over hele landet, gjøre det samme som bensinmarkedet hvor prisene gjerne varierer noen få øre fra lokasjon til lokasjon. Det kan tenkes at det der hvor det er høyere konkurranse mellom ulike aktører blir lavere marginer, mens der hvor en aktør er alene blir noe høyere marginer. 3.grads prisdiskriminering kan være aktuelt i alle former for betalingsmetoder, ved å skille mellom *garantert fornybar energi* og *energi*. En ser at dette praktiseres hos enkelte kraftselskap i dag, men da som en måte å skille seg ut blant de andre, og ikke å skille mellom to produkter de tilbyr. Dette kan også videreføres til ladestasjonsmarkedet. Bundling og gruppeprising er de to mest aktuelle prismekanismene. Begge disse benyttes til en viss grad i dag, men kan videreføres i større grad. Som en ser i avsnitt 4.1 har gratis tilgang til hurtiglading en stor betydning for valget av elbil blant Tesla-eierne (6,8 på en skala fra 1 til 10). Dette viser at bundling kan være svært hensiktsmessig, og kanskje noe flere elbilselskap og ladestasjonsselskap bør se nærmere på. Videre ser en i avsnitt 3.7 at betalingsvilligheten til elbilistene varierer etter hvilken elbil de kjører. Dette henger sammen med batterikapasiteten til elbilene. Dette gjør det mulig å kunne prise et ladeabonnement ulikt i forhold til hvilken elbil kunden har. Dette gjør også at ulempen med urettferdighet ved abonnementsbetaling blir mindre ved at de med større batterikapasitet, og dermed antakeligvis større forbrukere, betaler mer

enn andre. En annen variant av abonnementsprising er å ha ulik kostnad for et lokalt og nasjonalt abonnement, for å kunne treffe flere ulike segment.

## 6.4 Feilkilder

Beregningene i denne masteroppgaven er i stor grad basert på datainnsamlingen oppsummert i kapittel 3. Det kan være god grunn til å ta beregningene gjort i oppgaven med forbehold, ettersom dataene er basert på et lite antall elbilister. På bakgrunn av tilbakemeldinger på undersøkelsen er noen av spørsmålene også misforstått av enkelte respondenter, og svarene kan derfor være feil i enkelte tilfeller. Samtidig kan det være grunn til å anta at betalingsvilligheten som respondentene har besvart for abonnement i realiteten kan være høyere, ettersom det ikke ble spesifisert at det var for et nasjonalt abonnement. Derfor kan mange ha besvart spørsmålet i forhold til dagens situasjon, hvor du gjerne betaler for abonnement innenfor et viss område. Derimot fantes ikke alternativet for 0 kr i noen av spørsmålene i undersøkelsen, og det kan derfor være flere av de som har besvart det laveste alternativet ikke er villige til å betale noe som helst. På samme måte kan muligheten for å ikke sette sin faktiske betalingsvillighet hvis den var høyere enn høyeste svaralternativ, også påvirke utfallet.





## 7 Konklusjon

Ut i fra de analysene som er gjort i denne masteroppgaven vil anbefalingen min til ladestasjonsselskapene være primært å fokusere på abonnement som betalingsmetode, men sekundært også la det være mulig å betale per lading. Dette anbefales på bakgrunn av at det sikrer høyest mulig inntekt basert på de undersøkelser som er gjort i denne oppgaven, i tillegg til at det sikrer kundene en enkel prisstruktur. Dette anbefales til tross for at undersøkelsen viste en preferanse for betaling per kilowatttime. Å tilby betaling per lading som et alternativ til abonnementet sikrer, i tillegg til en høyest mulig inntekt, at Enova gir støtte til investeringskostnadene for hurtiglade-stasjonen. De prisene som foreslås, basert på analyser gjort av spørreundersøkelsen som sikret datagrunnlaget i denne oppgaven, er 177,38 kr/mnd for abonnement og 44,95 kr/lading for betaling per enkeltlading. Med økt fokus på å opplyse elbilistene om forskjellene mellom hurtiglading og lading hjemme, kan det tenkes at prisene kan økes. I denne oppgaven ser en at etter å ha fått opplysninger om forskjellene på ladeforholdene hjemme og på en hurtiglader, øker betalingsvilligheten til potensielle kunder i gjennomsnitt med 21,3 %. Videre anbefales det å fokusere på gruppeprising og bundling som prismekanismer. En større grad av samarbeid mellom ulike aktører, som ladestasjonsselskap, kraftselskap og bilforhandlere kan gi store økonomiske fordeler for alle parter. Det å skape et godt samarbeid med andre ladestasjonsselskap vil være viktig for å sikre at ladenettverket dekker store deler av landet. Dette er essensielt hvis en skal ta betalt i form av abonnement.



## Referanser

- [1] AANENSEN, T. & MOE, S. H. (2014) *Elektrisitetspriser, 4. kvartal 2013* [Online]. Oslo: Statistisk Sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elkraftpris/kvartal/2014-02-25> (Hentet 12.februar 2015).
- [2] ALLEN, M. *Cold Weather Fuel Efficiency: Electric Versus Gasoline Showdown* [Online]. Waterloo, Ontario: Fleetcarma. Tilgjengelig fra: <http://www.fleetcarma.com/cold-weather-fuel-efficiency/> (Hentet 23.mars 2015).
- [3] ANAIR, D. & MAHMASSANI, A. (2012) *State of Charge*. Cambridge, Massachusetts: Union of Concerned Scientists. Tilgjengelig fra: [http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/clean\\_vehicles/electric-car-global-warming-emissions-report.pdf](http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/clean_vehicles/electric-car-global-warming-emissions-report.pdf) (Hentet 24.april 2015).
- [4] ANDERSSON, A. M. & THORESEN, M. *Program Introduksjon av ny teknologi* [Online]. Trondheim: Enova. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/naring/programtekster/program-introduksjon-av-ny-teknologi/245/296/> (Hentet 13.februar 2015).
- [5] CRICELLI, L., GRIMALDI, M. & LEVIALDI GHIRON, N. (2012) 'The impact of regulating mobile termination rates and MNO–MVNO relationships on retail prices'. *Telecommunications Policy*, 36(1), s. 1-12. [Online] DOI: 10.1016/j.telpol.2011.11.013 (Hentet 22.mars 2015)
- [6] ELISTON, A. J. (2015) *Strømkunder* [Online]. Oslo: Norges Vassdrags- og Energidirektorat. Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Elsertifikater/Forbrukere/> (Hentet 12.februar 2015).
- [7] FRYDENLUND, S. (2015) *Elbilenes mangfoldige fordeler* [Online]. Oslo: Norsk Elbilforening. Tilgjengelig fra: <http://elbil.no/elbilfakta/elbilens-fordeler>

(Hentet 20.januar 2015).

- [8] HAUGNELAND, P. (2014) *Resultater fra spørreundersøkelsen "elbilisten 2014"*. Oslo: Norsk Elbilforening.
- [9] HOFSTAD, K. & VINJAR, A. (2014) *Vannkraft*. Oslo: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/vannkraft> (Hentet 24.april 2015).
- [10] INGEBERG, K. (2014) *Utvikling av nettariffer i smarte nett*. Oslo: Kanak AS for Energi Norge. Tilgjengelig fra: <http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/NYHETER/NETT%20OG%20SYSTEM/2014-02-11%20Utvikling%20av%20tariffer%20i%20smarte%20nett.pdf> (Hentet 23.mars 2015).
- [11] JOHNSEN, A. (2014) *Prosjekter som fremmer klimaeffektive transportløsninger* [Online]. Oslo: Transnova. Tilgjengelig fra: <http://www.transnova.no/wp-content/uploads/2012/11/P3-2014-%C3%85pen-utlysning.pdf> (Hentet 24.april 2015).
- [12] KHOURY, R. H. & NIELSEN, M. H. (2013) *Introduksjon av elbiler i Oslos drosjenæring*. Oslo: Bellona. Tilgjengelig fra: [http://bellona.no/assets/fil\\_Oslo\\_Taxi\\_rapport\\_komplett.pdf](http://bellona.no/assets/fil_Oslo_Taxi_rapport_komplett.pdf) (Hentet 24.april 2015).
- [13] KVISLE, H. H. (2014) *Hurtigladekartet* [Online]. Oslo: Ladestasjoner AS. Tilgjengelig fra: <http://ladestasjoner.no/hurtiglading/hurtigladekartet> (Hentet 20.januar 2015).
- [14] KVISLE, H. H. (2014) *Ladefart* [Online]. Oslo: Ladestasjoner AS. Tilgjengelig fra: <http://www.ladestasjoner.no/ladehjelpen/teknologi/25-ladefart> (Hentet 16.mars 2015).
- [15] KVISLE, H. H. (2014) *Økonomisk Støtte* [Online]. Oslo: Ladestasjoner AS. Tilgjengelig fra: <http://www.ladestasjoner.no/ladehjelpen/praktisk/6-okonomisk-stotte> (Hentet 20.januar 2015).

- [16] MAILLÉ, P. & TUFFIN, B. (2014) *Telecommunication Network Economics*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- [17] MØLLER, U. (2012) *Ny fastavgift skal finansiere Energifondet* [Online]. Oslo: Energi Norge. Tilgjengelig fra: <http://www.energinorge.no/nyheter-om-nett-og-system/ny-fastavgift-skal-finansiere-energifondet-article9640-239.html> (Hentet 24.april 2015).
- [18] NAKSTAD, N. K. (2014) *Nye oppgaver til Enova* [Online]. Trondheim: Enova. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/naring/aktuelt/nye-oppgaver-til-enova/250/1929/> (Hentet 13.februar 2015).
- [19] NORHEIM, A. M. (2015) *Ladbare biler i Norge mar, 2015* [Online]. Oslo: Grønn Bil. Tilgjengelig fra: [http://www.gronnbil.no/ladbarebiler/?zr=1&region=0&p=t&lat=65.16500897619129&lng=12.938616699218755&z=4&y=2015&m=1&ct=elbil&ts=q&lang=no\\_NO&flist=](http://www.gronnbil.no/ladbarebiler/?zr=1&region=0&p=t&lat=65.16500897619129&lng=12.938616699218755&z=4&y=2015&m=1&ct=elbil&ts=q&lang=no_NO&flist=) (Hentet 11.mars 2015).
- [20] OLJE- & ENERGIDEPARTEMENTET (2015) *Høringsnotat - Forslag til endringer i energiloven*. Oslo: Olje- og Energidepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/f642191730cd4d5884dd320f5ff3f639/horingsnotat-selskapsmessig-og-funksjonelt-skille-13-04-2015-l671456.pdf> (Hentet 18.april 2015).
- [21] PERLOFF, J. M. (2004) *Microeconomics*, Boston, Massachusetts: Pearson/Addison Wesley.
- [22] PINDYCK, R. S. & RUBINFELD, D. L. (2013) *Microeconomics*. 8.utg. New Jersey: Pearson Education.
- [23] REITEN, E., SØRGARD, L. & BJELLA, K. (2014) *Et bedre organisert strømnett*. Oslo: Olje- og Energidepartementet. Tilgjengelig fra: [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/oed/pdf\\_filer\\_2/rapport\\_et\\_bedre\\_organisert\\_stroemnett.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/oed/pdf_filer_2/rapport_et_bedre_organisert_stroemnett.pdf) (Hentet 18.april 2015).

- [24] ROSVOLD, K. A. (2013) *Inntektsramme*. Oslo: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/inntektsramme> (Hentet 24.april 2015).
- [25] RYGG, A. H. (2014) *Nei til lade-monopol!* [Online]. Oslo: Forbrukerrådet. Tilgjengelig fra: <http://www.forbrukerradet.no/annet/blogg/samferdsel/nei-til-lade-monopol> (Hentet 18.april 2015).
- [26] SANDERUD, P. (2015) *Nettleiestatistikk næringskunder - 2005 og nyere* [Online]. Oslo: Norges Vassdrags- og Energidirektorat. Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Nettleie1/Nettleiestatistikk/Nettleiestatistikk-naringskunder---2005-og-senere/> (Hentet 12.februar 2015).
- [27] SCHAU, M. (2015) *Fakta om strømmettet* [Online]. Oslo: Hafslund. Tilgjengelig fra: <https://www.hafslundnett.no/oss/fakta%20om%20stromnettet/12294> (Hentet 23.mars 2015).
- [28] SIGBJØRNSSEN, A. (2012) *Charging Stations*. ABB.
- [29] SIMCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P. & SIMCHI-LEVI, E. (2008) *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*. 3.utg. New York: McGrawHill/Irwin.
- [30] SOLBERG, I. (2014) *Elavgift på 13,65 øre/kWh i 2015* [Online]. Oslo: Energi Norge. Tilgjengelig fra : <http://www.energinorge.no/energiproduksjon/elavgift-paa-13-65-oere-kwh-i-2015-article10629-238.html> (Hentet 12.februar 2015).
- [31] SVARTSUND, T. (2015) *Nye tariffer i distribusjonsnettet* [Online]. Oslo: Energi Norge. Tilgjengelig fra: <http://www.energinorge.no/nyheter-om-nett-og-system/nye-tariffer-i-distribusjonsnettet-article10706-239.html> (Hentet 23.mars 2015).

- [32] TALLURI, K. T. & VAN RYZIN, G. J. (2004) *The Theory and Practice of Revenue Management*. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- [33] VENJUM, A. (2014) *AMS - Smarte strømmålere* [Online]. Oslo: Norges Vassdrags- og Energidirektorat. Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/ams> (Hentet 15.april 2015).
- [34] WETHAL, A. W. & GRANERUD, N. (2014) *Kjørelengder, 2013* [Online]. Oslo: Statistisk Sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/klreg/aar/2014-05-08> (Hentet 26.februar 2015).





## A Intervju med ulike aktører

I dette appendikset fremlegges de intervjuene som har blitt foretatt med ulike aktører. Enkelte intervju ble gjort via e-post, mens andre ble gjort via telefon. Noen av intervjuene er oppsummeringer, mens andre er transkripter. De ulike aktørene som ble intervjuet er netteiere og ladestasjonseiere, og alle aktørene er innforstått med at intervjuet publiseres i denne oppgaven.

Oppsummert er betalingsmodellene de ulike ladestasjonseierne tilbyr ulike. Noen tar betalt per minutt, andre ved månedsabonnement, noen som årsabonnement og noen per lading. I hovedsak er abonnement og prising per minutt de vanligste betalingsformene, med priser på 299-499 kr/mnd for abonnement og 2,50 kr/min for hurtiglading. Ikke alle betalingsmodellene gir insentiver til å flytte elbilen etter endt lading, men ingen av ladestasjonseierne opplever dette som noe særskilt problem. Gjennomsnittlige investeringskostnader ligger på mellom 500 000 kr til 1 500 000 kr, mens driftskostnadene ligger rundt 30-50 000 kr per år per ladestasjon. Gjennomsnittlig energimengde per lading ligger på mellom 9-12 kWh, og gjennomsnittlig ladetid på 18-26 minutter. Antall ladinger per ladestasjon per måned ligger mellom 50-500 ladinger.

### A.1 Intervju med ladestasjonseiere

#### Statoil Fuel & Retail

Oppsummering fra telefonsamtale:

Dere benytter dere av en prisingsmodell med betaling per 15/30 minutt. Kan du si noe om hvorfor dere har tatt akkurat dette valget? Har dere vurdert å endre strategi? Gjerne utdyp om dere har positive/negative erfaringer knyttet til denne prisingsstrategien.

*Da vi etablerte var det bare gratislading, men vi er kommersielle og kunne ikke gjøre dette. IT-systemet på våre stasjoner gjorde det vanskelig å implementere minuttpris, så da var det enklere å etablere et prinsipp der en betaler for ønsket ladetid i kassen. En kan kjøpe bolker på 15 eller 30 minutter. Eneste negative erfaring er at det ikke er betaling på selve ladestasjonen, slik at kunder risikerer å måtte stå i kø bak folk som for eksempel skal kjøpe burger. Vi har inngått samarbeid med WTW, og skal få inn GoCharge App som muliggjør betaling per minutt direkte fra mobilen, i tillegg til at dagens løsning skal bestå.*

Gir deres prisingsmodell insentiver til å flytte bilen når ladingen er ferdig? Er det et stort problem for dere at elbiler opptar lade plassene etter at de har fullt batteri?

*Tror ikke det er noe problem, men det blir enda enklere med GoCharge når en betaler per minutt, og ikke en bestemt periode.*

Hvor store investeringskostnader har dere knyttet til ladestasjonene? Gjerne spesifiser type ladestasjon (effekt, antall ladepunkt, type ladepunkt) i forhold til prisen. For at min oppgave skal bli så god som mulig, er presise tall i forhold til hva en faktisk bygger ut viktig.

*En hurtiglader kommer på minst 500 000 - 600 000 kr, ofte mer. Transnova gir støtte på inntil 50 %. Slike ladestasjoner har da tre typer uttak som støtter alle vanlige varianter.*

Hvor store er driftkostnadene for en ladestasjon? Gjerne knytt disse også opp i mot hvilken type ladestasjon det er. Jeg tenker her på kostnader i form av vedlikeholdskostnader, og kostnader knyttet til strømmen. Hvilken tariff har dere ovenfor nettselskapet/kraftleverandøren – betaler dere per kWh eller har dere en effekttariff? Er det en prisingsstrategi dere foretrekker ovenfor nettselskapene/kraftleverandørene?

*Dette varierer veldig fra stasjon til stasjon, ettersom det er ulikt for de ulike nettselskapene. Vi slipper stort sett effekttariff så lenge vi holder oss under 50 kW. Systemet med effektavgift er ødeleggende for etablering av større ladestasjoner. Hvis en slipper unna effektavgiften betaler en en fastpris i året pluss per kWh forbruk. Fastprisene er veldig forskjellig i de ulike nettområdene, og kan ligge på 1800-7800 kr per år. I tillegg har vi vedlikeholdsavtaler som utgjør noen tusenlapper per ladestasjon i året. I tillegg kommer selvsagt avskrivninger på laderen og reparasjoner/vedlikehold som ikke dekkes av garanti eller serviceavtale.*

Har dere tall på hvor lenge/antall kWh en elbil lader i gjennomsnitt per lading? Og har dere tall på hvor mange ladinger som foretas i snitt?

*Hvor mye strøm bilen får bestemmes av bilen. Laderen leverer så mye strøm som bilen krever. På 15 min trekkes det typisk 6-7 kWh, og på 30 min omtrent 10-12 kWh. Antall ladinger i måneden varierer mye fra stasjon til stasjon, så alt fra 100 til 500 ladinger per måned.*

Er det slik at dere slipper effekttariff så lenge dere har max ett hurtigladeuttak eller to semihurtiguttak per stasjon? Og med en gang dere har 2 hurtigludere eller 3 semihurtigludere eller en av hver på samme stasjon så effektueres effekttariffen?

*Det varierer fra nettselskap til nettselskap når effektavgiften slår inn. Normalt slipper en det hvis en belaster mindre enn 80 A på 400 V. I praksis vil det si en stk ladekontakt som yter 50 kWh.*

Kan du si noe om forventet økonomisk levetid på en ladestasjon, i forhold til hvor mange år verdien avskrives på?

*Vi har ikke noe praktisk erfaring med levetiden så det er vanskelig å si, men jeg vil anslå et sted mellom fem og ti år.*

## Fortum Charge & Drive

Oppsummering fra telefonsamtale:

Dere benytter dere av en prisingsmodell med betaling per minutt. Kan du si noe om hvorfor dere har tatt akkurat dette valget? Har dere vurdert å endre strategi?

Gjerne utdyp om dere har positive/negative erfaringer knyttet til denne prisingsstrategien.

*Bilister er vant til denne prisingen gjennom bensin og strøm, så vi føler dette er en bedre pris for forbruker enn abonnement. Vi priser ikke per kWh pga at strømkostnaden er minimal i forhold til de totale kostnadene, og ettersom det er variabel hastighet på ladingen etter type og varme. Hovedkostnaden er ikke strømmen, men investeringskostnaden.*

Gir deres prisingsmodell insentiver til å flytte bilen når ladingen er ferdig? Jeg vil tro at betaling per minutt fortsettes å belastes selv etter at ladingen er ferdig? Er det et stort problem for dere at elbiler opptar lade plassene etter at de har fullt batteri?

*Betalingen trekker fortsatt etter lading er ferdig, så denne gir insentiver til å flytte bilen.*

Hvor store investeringskostnader har dere knyttet til ladestasjonene? Gjerne spesifiser type ladestasjon (effekt, antall ladepunkt, type ladepunkt) i forhold til prisen. For at min oppgave skal bli så god som mulig, er presise tall i forhold til hva en faktisk bygger ut viktig.

*Det er forskjellig pris på ulike type ladestasjon men ca 250 000 kr for selve stasjonen. Trenger en en trafo, så er det 25-50 000 kr ekstra. Har også opplevd å ha måttet bytte ladekabel pga at en bil kjørte over den, og det koster ca 20 000 kr. Omtrent er totalinvesteringen 500 000 kr totalt for en hurtiglader. Selvfølgelig får en stordriftsfordeler ved flere ladepunkt på samme sted, i forhold til trafo og graving av*

*kabel, men ladestasjonene er fortsatt den største kostnaden.*

Hvor store er driftkostnadene for en ladestasjon? Gjerne knytt disse også opp i mot hvilken type ladestasjon det er. Jeg tenker her på kostnader i form av vedlikeholdskostnader, og kostnader knyttet til strømmen. Hvilken tariff har dere ovenfor nettselskapet/kraftleverandøren – betaler dere per kWh eller har dere en effekttariff? Er det en prisingsstrategi dere foretrekker ovenfor nettselskapene/kraftleverandørene?

*Dette varierer for ulike nettområder. I hovedsak gjelder høyeste gjennomsnittlige uttak i løpet av en time, beregnes for en måned eller til og med år hos noen. I tillegg er det en kostnad per kWh. Omtrent går det 30-50 000 kr i året på drift og vedlikehold på en ladestasjon, når en holder strømkostnaden utenfor.*

Har dere tall på hvor lenge/antall kWh en elbil lader i gjennomsnitt per lading? Og har dere tall på hvor mange ladinger som foretas i snitt?

*En elbil lader omtrent 10-12 kWh per lading. Det varierer stort på antall ladinger for de ulike stasjonene, men ligger på mellom 50 og 300 ladinger per måned.*

## **BKK ladestasjoner**

Intervju via e-post:

Dere benytter dere av en prisingsmodell med betaling per minutt. Kan du si noe om hvorfor dere har tatt akkurat dette valget? Har dere vurdert å endre strategi?

Gjerne utdyp om dere har positive/negative erfaringer knyttet til denne prisingsstrategien.

- *Biler lader svært sakte fra 80 til 100 % og prising pr. kWh eller pris pr. lading vil okkupere pumpene.*
- *Frikobling fra kWh distanserer hurtiglading fra en diskusjon om kWh pris*

*hjemme og på laderne*

- *Lange ladetider er problematisk i en travel hverdag (lad det du trenger og kjør videre...)*
- *Kundene lader for 55,- i snitt og dermed brukes pumpene for å håndtere et utvidet rekkeviddebehov og bruksmønster*

Gir deres prisingsmodell insentiver til å flytte bilen når ladingen er ferdig? Jeg vil tro at betaling per minutt fortsettes å belastes selv etter at ladingen er ferdig? Er det et stort problem for dere at elbiler opptar ladeplassene etter at de har fullt batteri?

- *Gitt at det er svært dyrt å stå til 100 % (80-100 % tar svært lang tid (1-2 timer) ) så er det ikke en relevant problemstilling*
- *Dersom bilen blir stående til 100 % sluttet lading og kunden betaler ikke lengre*
- *Kunder som starter lading og stopper rett etterpå for å ha en gratis parkeringsplass kan bli et problem men er det ikke så langt*
- *Hurtigladerne er en begrenset gode og elbilister gir hverandre beskjed dersom noen misbruker plassen*

Hvor store investeringskostnader har dere knyttet til ladestasjonene? Gjerne spesifiser type ladestasjon (effekt, antall ladepunkt, type ladepunkt) i forhold til prisen. For at min oppgave skal bli så god som mulig, er presise tall i forhold til hva en faktisk bygger ut viktig.

- *Totalpris for et enkeltstående punkt er i snitt 750.000.*
- *Laderen koster 300 - 350' og resten er prosjektkostnader*
- *Vi bruker ABB Terra 53 og har 6 eldre ABB Terra 51 ladere. (du finner data på disse på ABB sine sider)*

Hvor store er driftkostnadene for en ladestasjon? Gjerne knytt disse også opp i mot hvilken type ladestasjon det er. Jeg tenker her på kostnader i form av vedlikeholdskostnader, og kostnader knyttet til strømmen. Hvilken tariff har dere ovenfor nettselskapet/kraftleverandøren – betaler dere per kWh eller har dere en effekttariff? Er det en prisingsstrategi dere foretrekker ovenfor nettselskapene/kraftleverandørene?

- *Vi har samme tariffen som alle andre*
- *Prøver å unngå effekttariff der det er mulig (400V anlegg)*

Har dere tall på hvor lenge/antall kWh en elbil lader i gjennomsnitt per lading? Og har dere tall på hvor mange ladinger som foretas i snitt?

- *55,- i snitt (red.anm: Med prisingen BKK tilbyr, vil dette tilsvare 18 minutter lading)*
- *Antall ladinger er oppadgående, men her får du se på dataene på gronnbil.no*

Så vidt meg bekjent kan en vel ikke ha høyere spenning enn 400 V på ladestasjonene, noe som gir en effekt på 50 kW. Vil det si at dere kun tar effekttariff på de som har 125A/400V og høyere, altså DC hurtiglader eller Tesla ladestasjon?

*Du glemte at det er 3fase og ganges med roten av 3. Her blir det litt forskjeller hos de forskjellige nettselskapene. 230V vs. 400V gir forskjellig effekt, men grensen hos BKK er satt ihht sikring  $\geq 125$  A. Mye 230V trafoer i nettet og da må en gjerne til med en 230/400V overgangstrafo og effektgrensen blir da på  $230V * 125A * \sqrt{3}$ .*

Hva er en typisk hovedsikring for en ladestasjon?

*4\*124A for multiladerne, 3\*100A for de gamle laderne, 4\*63 for semihurtigladerne.*

Når en hurtiglader AC (43kW) 400V/63A/3fas installeres - trengs det da en sikring på 63 A, eller bør en ha en noe høyere sikring?

*Høyere vern på utgangen fra trafo (nettselskapets vern), så vern etter måler (noe høyere).*

Hva hvis to slike hurtiglader bygges på samme sted, er sikringen som kreves lineært sammenhengende med antallet ladepunkt, slik at en da behøver 126 A sikring?

*Ja, samtidighet skal regnes som 1 (full). Men dersom en oppretter eget abonnement pr. lader, med egen utgang fra trafo blir det en standard sikring pr. lader.*

## **Ishavsveien**

Transkript fra telefonsamtale:

Da vi snakket sammen i høst, sa du at dere nettopp hadde skiftet fra månedlig betaling til årlig betaling, stemmer ikke det?

*Jeg kan ta litt om betalingsløsningene våre opp til dags dato. Vi startet å ta betalt for ca 1,5 år siden, vi var blant de første som gjorde det. Vi kom rett etter EV Power, og introduserte en betalingsløsning hvor vi satset på en abonnementsløsning. I begynnelsen var det kun abonnement. Da hadde vi 3, 6 og 12 måneders abonnement, og vi hadde mulighet for 1 måned, men kuttet denne raskt bort fordi administrasjonskostnadene ved å konstant sende ut slike ting i en oppstartsfase er for store. [...] Etterhvert introduserte vi også en backoffice-løsning som vi fikk via POD Point i England hvor det kostet 100 kr per lading, men den kollapset helt. Vi klarte ikke å introdusere den og fikk ladere som bare gikk ned på dagen og vi var borte i månedsvis og brukte over 500 000 kr på å bare få den operativ igjen. Til slutt så måtte vi bare kutte ut hele greia. Vi droppet POD Point og etter det så har vi nå i fjor etablert et samarbeid med WTW i Trondheim og Chargedrive i Sverige, som er de dominante operatørene for betalingsløsninger i Skandinavia per dags dato. Via dem introduserte vi den 100 kroners-betalingen. Før det så hadde vi 500 kr for enkeltlading. Da vi hadde dette eksploderte det på forumene og folk reagerte med*



sinne når de hørte prisen for en enkeltlading. Logikken bak det var at når en først skulle introdusere en betalingsløsning så må vi kunne få tilbake på investeringen, så vi satte en høy pris i begynnelsen, for å prøve å reflektere hvor høy den faktisk er, for så nedjustere den etterpå da det ble ganske mye rabalder, til 150 kr som vi lå på en god stund. Dette var noe som Transnova hadde gått inn og påkrevd at vi gjorde. Så vi gikk ned til 150 kr per lading, og hadde fortsatt abonnementsløsningene i bakgrunnen. I fjor sommer kuttet vi også ut 3 og 6 måneders abonnementene også, fordi det var vanskelig å få noe forutsigbarhet i inntekt. [...] Og det bringer oss opp til dags dato - vi har økt enkeltladingsprisen til det dobbelte omtrent. Så nå ligger vi på 220/240 kr avhengig av om det er app- eller sms-betaling, og 3750 kr for et medlemskap for ett år. Vi har jo en ganske forskjellig prising fra våre konkurrenter, hvis en kan kalle dem det. Inntrykket fra markedet kan jo være at det finnes konkurransen, men det er jo ikke det fordi Transnova ikke har valgt å gi støtte til hver enkelt operatør separat, ut i fra en nasjonal utbyggingsstrategi hvor de ønsker å dekke hele landet. Så vi har fått for eksempel Østfold, på hovedaksene, så har Fortum fått Østfold på utsprekkerne mot østsiden av Østfold, mens på andre siden av fjorden så har for eksempel Grønn Kontakt fått sine områder. Det gjør jo at vi ikke er i en reell konkurransesituasjon med hverandre, men i stedet opererer vi i en form hvor vi har hvert vårt område vi selv har våre ladere. Skal du fra Østfold til Vestfold, så må du på en måte lade både hos oss og Grønn Kontakt og vi konkurrerer på ingen måte om de samme kundene der. Du velger ikke, du må uansett ha begge to.

Men når du sier at dere har hvert deres område, er det i forhold til støtte fra Transnova til bygging av selve stasjonen?

I stor grad ja. Det er få som bygger uten støtte fra Transnova. [...] Vi er jo ikke i en reell konkurransesituasjon, med unntak av der hvor vi er på samme punkt, slik som i Vestby hvor du har oss på den ene siden av veien og Fortum på den andre siden av veien. Der oppstår på en måte en konkurransesituasjon.

Jeg vil jo tro at det kanskje blir mer konkurranse i dette markedet også, hvis det kan fortsette å utvikle seg til å bli som en slags bensinstasjonskonkurranse.

*Det er mulig. Det kommer litt an på hvordan vi skal prissette det. Når du betaler for bensinen din, så kjøper du også pølsa og det er jo såklart et ekstra supplement for å tjene penger. Som ladeoperatør så er det kun strømmen du selger. Du selger jo ikke strømmen engang, det er tjenesten du selger, som er det du kan tjene penger på. Per dags dato er markedet veldig uferdig, og det er praktisk talt null potensiale for å tjene penger på kort sikt.*

Ja, sånn sett så synes jo jeg personlig at det er rart at ikke flere bensinstasjonsoperatører som har tatt i bruk lading annet enn Statoil. Ettersom det faktisk tar 15-30 minutter å lade så har du jo muligheten til å sette deg ned og ta en pølse samtidig.

*Ja, det er litt pussig hvorfor ikke Shell og de andre kaster seg rundt og prøver seg på det, men det har nå de valgt å holde seg unna, og det kan jo være fordi de har sin core business og det er det de ønsker å drive med. [...]*

*Men for å gå tilbake litt til det med prisingsmodellen, så er jo vår modell at vi selger en tjeneste. Vi har prøvd å tenke på hvordan vi kunne solgt per minutt eller per kWh, men det er veldig mange kompliserende faktorer ved dette. Hvis du tar pris per minutt så er det jo ingen garanti for at du faktisk får mye strøm på den tiden du lader, det kommer helt an på hvor kaldt det er ute, hva slags bil du har, hva slags ladestandard du har. Det er mange variabler som kan påvirke hvor mye strøm du får på den tida du betaler for. Ikke nok med det, men tidsbetaling kommer også til å skape en problemstilling rundt det hvor lenge folk ønsker å stå, vil de prøve å minimere tiden sin, vil de maksimere tiden sin? Vi ønsker ikke at folk må behøve å kalkulere hvor mye tid og hvor mye sånn og sånn. Vi vil heller bare at de lader den tiden de trenger, og så reiser videre og alltid har den tjenesten tilgjengelig, som en forsikringsordning. Og det er derfor vi har begynt med medlemskap, fordi det må bli*

*en tjeneste på en måte. På samme måte som du betaler forsikringspremie i året, så vil du alltid ha tilgjengelig den tjenesten uansett hvor du er til all tid. Det er jo selvfølgelig litt problematisk for oss også, ettersom vi selger et medlemskap som har ladestasjoner fem steder i Norge, og det er da Lillehammer, Vestby, to punkter på Storebaug, og Svinesundparken. Og hvis du kun har et medlemskap på de fem stedene så forstår vi selvfølgelig at det ikke er så gunstig, men i en fremtid som Ishavsveien ser for seg så er opp i mot hele landet dekt av hurtigludere, slik at når du betaler den ene prisen i året så har du tilgang til alle disse, med ubegrenset tid. Slik kan du bruke så mye du trenger, som et mobilabonnement eller som treningskortmedlemskap. Poenget er at du skal ha det der når du trenger det.*

Jeg synes jo også det høres fornuftig ut, så lenge det er som du sier at det er utbygd på et stort plan. Når du sier at dere nå har fem stasjoner og du drar til utkantveiene i Østfold, så må du for eksempel over til Grønn Kontakt og må plutselig betale hos Grønn Kontakt også. Da blir det jo litt dumt med en medlemskapsordning.

*Unntaket her blir jo såklart der hvor vi har inngått avtaler med andre, som EV Power, BKK og Lyse. Vi hadde også en avtale med Eidsiva, rundt Lillehammer og det området der, men de har jo nå outsourcet sin drift av dette til Grønn Kontakt, og Grønn Kontakt har ikke ønsket å inngå noen avtale. Hvis folk inngår et medlemskap her eller der, så vil vi at det ikke skal ha noe å si. Det er i underkant 50 000 elbiler på veiene, og bare en fraksjon av dem ønsker et medlemskap. Så hvis de ønsker å være hos et annet selskap som er litt billigere enn oss, så er ikke det så viktig for oss. Vi driver og krangler om smuler akkurat nå, fordi det er nesten ikke noe marked. Men hvis vi faktisk hjelper hverandre, så klarer vi å bygge dette opp til noe hvor vi faktisk kan ha et marked å dele. Så lenge det ikke er et marked å dele, så er det ikke noen penger å tjene, og da er det ikke noe særlig hensikt å slåss om det på en måte.*

Men som du sier så kan det være litt ulik pris for medlemskapet hos deres

samarbeidspartnere. EV Power har for eksempel 299 per måned, og deres pris blir jo 312,50 kr per måned. Men i tillegg har jo dere såklart noen tilleggstjenester som gjør at du kjøper mer enn bare strømmen, med Viking som bilberging.

*Ja, to gratis nødladinger uten egenandel. Også kan du jo se at Grønn Kontakt for eksempel har 6000 kr i året som det billigste alternativet (red.anm: det betales 499 per måned).*

Du nevnte også BKK som samarbeidspartner, noe de ikke var i høst da vi sist snakket sammen. De har jo ingen abonnementsløsning.

*Det blir jo et uoffisielt samarbeid i og for seg. Lyse har jo heller ikke hatt noe særlig backoffice-løsninger de heller, så det har vært et samarbeid i ånden på en måte. Så lenge en har en intensjonsavtale om at på et eller annet tidspunkt kan vi samarbeide om dette.*

[...]

Er det et problem for dere med mangel på insentiv på å flytte bilen etter endt lading, ettersom kundene uansett har betalt en fast sum?

*Det er ikke noe problem hos oss. Vi ønsker å bygge større ladestasjoner og har som et prinsipp at der vi kan så vil vi alltid prøve å bygge iallefall to ladere og gjerne flere. Det er alltid vår intensjon å bygge for fremtiden. Vi ønsker ikke å slåss for det markedet som er nå, men ønsker å bygge for markedet frem i tid. Og hver gang vi har søkt hos Transnova så har vi konsekvent søkt om minst det dobbelte av hva vi endte opp med å få av antall stasjoner. Vi ønsker å aksellerere utbyggingen og bygge større stasjoner med et bedre tilbud til brukerne enn det en har per dags dato.*

[...]

Hvilken type ladere har dere på deres stasjoner?

*Vi har på alle våre stasjoner, med unntak av Storebaug Øst, to hurtigludere som*

*begge kan ta 50 kW samtidig. I tillegg har vi AC-ladere som kan ta opp til 43 kW.*

Hvordan er da investeringskostnadene knyttet til disse?

*Vi estimerer at ca pris per ladestasjon før jul var 1,4 millioner kroner. Da snakker vi om ladesteder med eksisterende trafo, ingen nødvendighet for noen offgrid-løsninger. Så har vi nye estimater etter jul, fordi kronen har svekket seg, så er vi nå oppe i 1,6 millioner kroner. Så 1,6 MNOK per lokasjon er et cirka estimat. Da snakker vi om to hurtigladdere (DC, 50 kW hver) og to normalladere (22 kW hver). Det vi ønsker å gjøre på alle steder vi bygger ut er å sørge for at det er ekstra kapasitet. Fordi der hvor noen bygger en hurtiglader per sted, vil bli helt ubrukelig hvis en ser for seg at elbilmarkedet firedobler seg i fremtiden. Det er da det kan bli nødvendig med tiltak for å få folk til å flytte på seg som du snakket om. For der du har kun en lader, så har du kapasitetsproblem, og det er helt uaktuelt for oss. Vi bygger for at det skal bli fremtidsrettet.*

[...]

Hvordan er driftskostnadene ved ladestasjonene?

*Driftskostnadene hopper mye når en bygger som oss og ikke har kun en lader per stasjon. Effekttariffen er det som virkelig kommer til å være døden for denne utviklingen. Det er problematisk at veldig få personer vet om dette. Det er jo fryktelig få mennesker på elbilforum som tenker på effekttariff som en problemstilling, ettersom det ikke er noe de møter til daglig. Men dette er et enormt problem for utbyggere. Jeg kan ikke snakke for våre «konkurrenter», men det faktum at de har bygd kun ett ladeuttak på stasjonene kan være for å legge seg akkurat under grensen for effekttariff. Det virker som at effekten er det som i fremtiden vil prissettes og ikke strømmen. Vi betaler jo praktisk talt ingenting for strøm, men betaler enorme summer i måneden for effektavgift på stasjonene våre på grunn av størrelsen på våre installasjoner. [...] I tillegg har du kostnader for backoffice,*

*servicesenter, eventuelle reparasjoner som nå skjer utrolig frekvent på grunn av dårlig standard på ladeutstyret. Så kommer effektavgiften, anleggsbidraget, og det er veldig betenkelig at det i det hele tatt går rundt for mange av operatørene per dags dato. [...] Vi prøver å få dette til å bli noe folk ønsker å ha som en tjeneste, og så finner vi evt riktig pris over tid. Men med de nåværende prismodellene så er det helt uforståelig hvordan kundemassene kan tro at det på noen som helst måte kan bli billigere enn det er per dags dato. Jeg tror det er veldig viktig å huske på at ingen har en bensinstasjonspumpe i garasjen sin, men alle har en stikkontakt, så hvor skal vi få pengene våre fra hvis ingen ønsker å bruke oss? Vi har noen kunder som kommer og klager på at de bruker det her kun hvert halvår, så hvorfor skal de da betale enorme summer når de bruker det så lite? Hvis du kun bruker det hvert halvår, så må dessverre den ene gangen du bruker tjenesten, reflektere kostnadene som det koster oss for å sette det opp bare for å ha det tilgjengelig for denne personen denne ene gangen i halvåret. La oss si at hele bilparken byttes ut med elbiler. Da må stasjonene kanskje ha tolv ladeuttak og effekten må også opp hvis batteriene blir større. La oss si at effekten blir 100 kW per lader - hvordan skal vi klare å levere 100 kW med nåværende prising på nettleie.*

[...]

I forhold til det tekniske på en ladestasjon. Effekttariffen slår jo inn når en har en hovedsikring som er større enn 125 A på 230 V og 80 A på 400 V. Når du har en ladestasjon på 50 kW, så har du gjerne en sikring på 63 A eller 100 A eller noe?

*Det blir vel 128 A omtrent tror jeg.*

Og hvis du har to ladere på samme stasjon, så er det skalerbart ved at du må ha dobbel sikring?

*Ja.*

Så det er som du sier, at kun de som setter opp ett uttak per stasjon, som kan slippe unna effekttariffen?

*Ja, det er det. Det finnes jo ulik prising avhengig av netteier, og enkelte priser kun på nettbelast og kicker med en gang inn og skalerer opp etter hvor mye du belaster. Så effektavgiften varierer fra nett til nett. Og i tillegg varierer effektavgiften mellom ulike måneder. Hafslund har introdusert januar, februar og desember som de dyreste månedene, som tilfeldigvis også er de månedene hvor elbilens batterikapasitet er dårligst og trenger oftere hurtiglading. Så det er jo ikke ideellt på noen som helst måte, selv om vi såklart forstår hvorfor de gjør det.*

[...]

Det er jo også ulikt mellom netteierne når effekttariffen slår inn. Det virker som at enkelte ikke tar i forhold til sikring, men heller etter årsforbruk, når dette overstiger 100 000 kWh. Dette kunne jo vært en mye mer gunstig modell for ladestasjonseierne.

*Det er mulig, men uansett hva som skjer nå så ser det ut som at effekttariff har kommet for å bli, og vi kommer ikke unna det fordi anleggene våre kommer til å bli større og større, og tyngre for nettet. Det vi ser på nå, som vi har begynt å forske på, er batteribanker for å jevne ut forbruket og belastningen. Det er kritisk at organisasjoner som Enova forstår behovet for å utvikle ladekonseptet. For hvis de ikke henger med i den utviklingen, så kommer vi til å falle veldig langt bak, ved å fortsette å bygge ut en og en ladestasjon her og der, og det duger ikke lenger.*

[...]

Hva kan du si om driftskostnadene i forhold til investeringskostnadene?

*Over tid så er de betraktelig mye høyere. Vi har ingen erfaring med noen ladeprodusenter, det være seg ABB, Delta, FA Sec, SGTE eller Siemens, som har klart å levere noe som helst som leverer 100 % fra dag 1. Det har alltid vært*

problemer og det gjør det veldig vanskelig å investere i noe som helst. [...] Vi klarte i løpet av sommeren 2012 å opparbeide 500 000 kr i utgifter, kun på utrykninger til defekte ladere. Det var en veldig spesiell periode, og vi har lært veldig mye av det, men etter det så måtte vi ta pause og ta et steg tilbake for å få mer ro på grunn av for store kostnader. Og det er bare vedlikeholdsarbeidet for å sikre at laderne faktisk kan levere fysisk strøm. Så har du backofficeløsningen som såklart koster penger. Så er det strømmen og nettleien som vi snakket litt om, og som nok er den største utgiften og som vi ser for oss kommer til å være det største hinderet i fremtiden også. I tillegg til det så kommer selvfølgelig administrasjon og lignende. Administrasjon for kundebehandling og slike ting, og videreutvikling av konseptet. Så per dags dato, så ser ikke vi for oss at dette kan være noe prosjekt en kan tjene penger på, på noen som helst måte. Ingen ønsker å betale det vi faktisk må ha for å bare gå i null, i løpet av de neste fem årene. Så det vi må satse på er en høy nok statsstøtte til å kunne bygge de stedene der det faktisk er nødvendig med hurtiglading. [...] På et eller annet tidspunkt kommer elbil til å bli eksakt like kostbart som en diesel- eller bensinbil. Prismekanismer kommer til å bringe ting tilbake til ekvilibrium uansett. Det er akkurat nå det er økonomisk gunstig å kaste seg på denne bølgen, men etterhvert så vil miljøaspektet være det viktigste, og vi kommer til å dytte ut diesel- og bensinbilene fordi at det ikke er bra for miljøet, og det er iallefall ikke bra for vår helse når vi puster inn de gassene som kommer ut av bilene. Og når vi kun har elbiler der ute, så kommer prisene til å komme seg tilbake til ekvilibrium, sånn at en betaler like mye for elbilen sin, som en før gjorde med diesel- eller bensinbilen sin.

Kan du si noe om sammensetningen av de som betaler per lading i forhold til antall abonnenter hos dere?

Jeg kan si at den store andelen av det forbruket vi har er nok over på medlemssiden. Medlemmene bruker infrastrukturen i en langt større og mer fleksibel grad. Vi har også sett på tallene for ladetid, og det er ikke enorme forskjeller, men det er snakk



*om cirka tre minutters forskjeller mellom hva en medlem trekker og hva en engangsbetaler trekker, hvorpå de som betaler per gang ofte vil prøve å maksimere det de får fra laderen og personen som har medlemskap ofte prøver å minimere hva de bruker.*

[...]

Har du noen spesifikke tall på hvor lenge de ulike i gjennomsnitt lader?

*Fra forrige analyse vi tok, så var det 19 minutter på medlemmene, og 23 minutter på en person uten, så 4 minutters forskjell.*

Hva med gjennomsnitt på kWh?

*Det er litt verre. Det er så mye variasjon i hva folk får, alt ettersom hva statusen på batteriet er og så videre. Så vi har tall på det, men de er overalt, på et merkelig spekter som er veldig vanskelig å se noe mønster i.*

[...]

Hvis jeg er kunde hos en av deres samarbeidspartnere, som for eksempel EV Power, vil det påvirke Ishavsveiens resultat?

*Nei, per dags dato har det ikke det. Våre kunder lader gratis hos dem, og deres kunder gratis hos våre. Det er ingen vits i å komplisere ting. Det er så små beløp det er snakk om, at det burde ikke være noe grunnlag for å krangle om det markedet som eksisterer i dag. Slik vi ser det, burde vi samarbeidet mer for å gjøre markedet for å kjøre elbil så lukrativt som mulig. [...] Nå virker det jo som i større grad at enkelte operatører prøver å bli nasjonale dominerende aktører. Så nå virker det mer som at det har blitt et rotterace hvor alle ønsker å bli den største aktøren i Norge og drukne de andre. Vi vil nok se mot 5-10 år frem i tid, at det blir klart og tydelig at i alle fall to aktører er ledende i hele Norge, mest sannsynlig. Vi kommer nok til å få en Telenor/Netcom-situasjon hvor du har to dominante operatører og alle andre blir smånett som lisensierer tilgang til hverandre for å faktisk kunne ha tilbud.*

[...]

## Salto

Oppsummering fra telefonsamtale:

Hvor mange ladestasjoner har dere per dags dato?

*Vi har kun en ladestasjon som vi driver selv – Powerpark på Skøyen. I hovedsak selger vi konseptet og teknologiløsningene forbundet med en ladestasjon. Salto er deleier i eRoute71, men forretningsmodellene og betalingsmodellene kan være ulike for hver eRoute-stasjon.*

Hvilken prisingsmodell benytter dere? Abonnement, per kwh, per min, per lading, annet?

*Dette er ulikt for de ulike anleggseierne i eRoute, ettersom det er en frittstående eier på hver av stasjonene. På vår egen Powerpark koster det 30 kr for 30 min lading, men betalingsmetoden har vært, og kommer nok til å endre seg, fordi vi eksperimenterer med ulike betalingsmodeller.*

Hvordan er generelle driftskostnader for å drive ladestasjonen?

*Det er kostnader knyttet til avskrivning, energi, service etc. På Powerpark har vi en sikring på 160 A, så vi kommer inn under effekttariffen hos nettselskapet. De spesifikke kostnadene har jeg ikke i detalj.*

Har du noe tall på gjennomsnittlig lading i tid og kWh hos dere?

*Jeg har ikke disse tilgjengelig akkurat nå, men vet at kun halvparten av alle ladepunkt i Oslo er ledig, selv om ikke like mange benyttes. Problemet er at elbiler parkerer selv uten å lade. Dette er en utfordring, som vi har prøvd å løse på vår egen ladestasjon ved å ta betalt per tid slik at ingen kan benytte ladestasjonen som en gratis parkeringsplass.*

Andre kommentarer?

*Det er vanskelig å drive en profitabel ladestasjon foreløpig. Elbilistene har vært vant til å slippe å betale og vet kanskje lite om kostnadene knyttet til drift av ladestasjonene. Nye tariffier i distribusjonsnettet kan være en løsning på dette, ved å også la private bli fakturert etter effektforbruk, noe som kan være fremtiden (se: <http://www.energinorge.no/nyheter-om-nett-og-system/nye-tariffer-i-distribusjonsnettet-article10706-239.html>). På denne måten kan elbilistene i mye større grad se hva det koster å drive en ladestasjon med høy effekt. Hvis det offentlige skal være gratis, vil det bli få private aktører. Derfor er det offentlige nødt til å begrense gratis tilgang, slik at de private kan tjene penger, og dermed bygge ladestasjonsnettverket videre ut.*

## **EV Power (NTE)**

Intervju via e-post:

Hvor mange ladestasjoner er etablert innenfor deres nettområde? Har dere eventuelt eierskap i noen selv?

*Vi har pt 14 hurtigladdere og operere et ti-talls normalladdere, som eies av andre (kunder av EV Power).*

Har dere hatt store investeringskostnader knyttet til utbygging av strømmettet for å sikre høy nok effekt til ladestasjonene? Hvem tar i såfall disse kostnadene – dere eller ladestasjonseieren?

*Det er relativt store kostnader forbundet med utbygging ja. Det kommer veldig an på, men det kreves 400V-anlegg for å etablere hurtiglading (DC) og AC-anlegg med høyere effekter. Erfaringsvis har våre installasjoner variert fra 500' til 1,5 mill per ladested. Effekttariffer slår inn men her må jeg stø meg på noen med mer fagkompetanse, så det får vi komme tilbake til.*

Hvilken pristariff har dere opp i mot ladestasjonene? Prises det per kWh, er det en effekttariff, eller er det en fastpris? Gjerne svar så detaljert som mulig, slik at jeg har relevante tall å bruke i min masteroppgave.

*Våre priser varierer fra ladeeffekt og ladehyppighet. Mao vi har abonnement hvor du betaler en fast pris per måned inkludert så mye lading du klarer, og vi har løsninger hvor du betaler en fast startpris + pris for hver time og/eller for hver kWh. Kan utdype dette når vi snakkes på tlf.*

Kan du si noe om gjennomsnittsverdier på antall ladinger, abonnenter, betal-per-lading-brukere, effektuttak per lading etc?

*Vi har pt 11 ladeparker med hurtiglading, totalt 19 hurtigladere. Vi har pt i overkant av 500 abonnenter. Vi har i snitt 7 betalende (app/sms) per dag. Ang effektuttak er ikke det så greit å få ut uten at jeg går via baksystemene til leverandørene av hurtigladere, men det jeg kan si er at vi aldri installerer under 100 kW og som regel 200-250 om det er mulig uten altfor store kostnader. I vedlegget finner du statistikk over all lading siste år (red.anm.: vedlegget er ikke tilgjengelig for offentligheten, men oppsummering fra dette finnes i slutten av denne samtalen). Dette inneholder både hurtiglading og normallading. Har satt navn på de få normalladere i eget ark slik at du evt kan trekke disse ut. Regnearket inneholder en del data som jeg håper du kan få noe ut av, ref noen av dine spm. Rop ut om det er noe du lurer på i så måte.*

Videre er oppsummering fra telefonsamtale:

Kan du si noe om utbyggingsprisene i forhold til hvor store ladestasjonene er?

*Kostnadene er i hovedsak relatert til hvor mye kostnader det er for å legge opp selve stasjonen i nettet – om det trengs en ny trafo, hvor mye graving som må gjøres etc. Selve kostnaden for ladeenheten etter hvor mange uttak vi har er ikke det som skiller 500k fra 1500k. Et uttak koster omtrent 150-200k. Basert på våre kalkyler koster en*

*hurtigladestasjon, alt inkludert, mellom 635 000 og 1 200 000 kr. I tillegg kommer servicekostnader, som for en treårig avtale ligger på rundt 80 000 til 160 000 kr.*

Dere har hovedsakelig abonnement, men også prising per lading. Kan du si noe rundt dette?

*Abonnementsløsning er hovedfokus. I tillegg har vi betal per lading, og en betalingsløsning for normallading hvor det er en startkostnad og pris per time. Vi har ikke lov til å selge strøm (ta betalt per kWh) (red.anm.: Etter å ha sjekket med NVE, er det ingenting som skulle tilsa at dette ikke er lov), men ser i fremtiden for oss en startkostnad + pris for effektuttak, hvor vi vil ha ulike priser for hvor stor effekt forbrukeren kan ta. Abonnementsløsningene vil også snart endres, og bli enklere for forbrukeren med en «lade av og til», «lade ofte» og «fri bruk».*

Gir deres prisingsmodell insentiver til å flytte bilen når ladingen er ferdig?

*Dette har ikke vært noe særlig problem. Kun på NTNU har vi hatt noen problem. Etter 40 min så utløses kontakten, og ny bil kan i prinsippet ta over laderen, selv om bilen kanskje står i veien. På enkelte plasser er det slik at ladeplassen er parkeringsregulert til parkering maks en time. Dette kan være en mulighet for å unngå slike problem, ved at forbrukeren får parkeringsbot hvis han står for lenge.*

Hvor store er driftkostnadene for en ladestasjon?

*Nettleie + strømkostnaden er den største kostnaden. En lader har kostnader på ca 3000-5000 kr per mnd. Avskrivningen på en stasjon er 3-5 år, i hovedsak 3 år. I tillegg er det i alle fall 10 000 per år i andre vedlikeholdskostnader.*

Bygger dere små stasjoner for å unngå effekttariffen? Dere har en del stasjoner med kun én chademo (50 kW -> 72 A (400 V) ).

*I starten ble det bygd ut én fordi det var dyrere å bygge og færre elbiler. Men*

*stasjonene er gjerne bygd for 200 kW selv om det er bare en lader der, så det er ikke vår hensikt.*

Det er en stor forskjell i nettleiene fra ulike nettselskap. Er dette problematisk for EV Power? Burde det vært en felles tariff. Nettselskapene er jo kun begrenset på total inntekt.

*Ja, dette oppleves som problematisk og en burde funnet en felles løsning gjennom Energi Norge, som er en interesse- og arbeidsgiverorganisasjon for norsk kraftnæring.*

Har dere samarbeid med andre? Hvis en betaler for fri bruk, vil en jo kunne bruke det i hele landet, og ikke bare i Trøndelag.

*Ja, ladekortet vårt kan brukes hos Ishavsveien. Det er ikke store forretningsmessige kontrakter i dette markedet enda, ettersom det er få ladestasjonstilbydere og en felles interesse om å få mest mulig utbygging. I fremtiden kan slike avtaler bli større og mer omfattende. Jämtkraft er også en mulig partner for å få til samarbeid innover mot Sverige.*

Dere har en prisingsstrategi som inkluderer bundling med hjemmelader. Kan du si noe om dette?

*Det har ikke vært kjempestor interesse for denne, ettersom vi også tilbyr installering til en fastpris på 12500 kr. Bundlingen er mer som en nedbetaling for hjemmeladeren. Vi har også sett på andre mulige områder for å selge ladekort, for eksempel gjennom samarbeid med bilforhandler slik at ladekort inkluderes ved kjøp av ny bil, eller igjennom kraftselskapet til NTE slik at kundene får ladekort inkludert i strømabonnementet.*

Tillegg:

Etter tilgang til dokument med oversikt over ladinger på alle EV Powers ladestasjoner, kunne en eksempelvis se at det på ladestasjonen i Orkanger mellom

03.juni 2014 til 06.april 2015 ble foretatt i snitt 8,66 ladinger per dag, at gjennomsnittlig tid var 25 min og 47 sek, og at gjennomsnittlig ladet energi var 8,63 kWh.

## A.2 Intervju med netteiere

### Haugaland Kraft

Intervju via e-post:

Hvor mange ladestasjoner er etablert innenfor deres nettområde? Har dere eventuelt eierskap i noen selv?

*Vi eier en hurtigladestasjon i Aksdal i Tysvær kommune. Hvor mange andre som er etablert i vårt område har jeg lite informasjon om. Den eneste vi vet om er Tesla stasjonen som også er ved Aksdal senteret, vis a vi vår. Du kan gå inn på [www.ladestasjon.no](http://www.ladestasjon.no) får å se hvor de andre er.*

Har dere hatt store investeringskostnader knyttet til utbygging av strømmettet for å sikre høy nok effekt til ladestasjonene? Hvem tar i så fall disse kostnadene – dere eller ladestasjonseieren?

*Det er ladestasjonseieren som må ta kostnaden med å eventuelt bygge ut/forsterke nettet. For vår del trengte ikke vi å gjøre noe ytterligere oppgraderinger/investeringer da vi satte opp stasjonen. Tesla måtte betale for å få stasjonen sin etablert pga. forsterkninger med ny trafostasjon, men har ikke kostnaden på dette.*

Hvilken pristariff har dere opp i mot ladestasjonene? Prises det per kWh, er det en effekttariff, eller er det en fastpris? Gjerne svar så detaljert som mulig, slik at jeg har relevante tall å bruke i min masteroppgave.

*Tariffen som vi tar er den samme som for mindre næring. Denne finner du på vår hjemmeside [www.haugaland-kraft.no](http://www.haugaland-kraft.no)*

## Trønderenergi

Intervju via e-post:

Hvor mange ladestasjoner er etablert innenfor deres nettområde? Har dere eventuelt eierskap i noen selv?

*Jeg henviser til nettsiden Grønn Bil.no. Der finner du oversikt over tilgjengelige ladepunkter i alle landets kommuner, hvilken type som er montert og brukstiden for de fleste hurtigladerne som er tilgjengelig for hvermannsen. TEN har p.d ikke eierskap til noen offentlig tilgjengelige ladepunkter/ ladestasjoner og har heller ikke bekostet etableringen av slike.*

Har dere hatt store investeringskostnader knyttet til utbygging av strømmettet for å sikre høy nok effekt til ladestasjonene? Hvem tar i såfall disse kostnadene – dere eller ladestasjonseieren?

*Eventuelle forsterkninger i vårt nett må dekkes av nettkunden når dette medfører endring av installasjonens overbelastningsvern (ny tariffkategori p.g.a økt effektbehov = anleggsbidrag). Utvidelse i kundens installasjon som ikke medfører endring av belastningsvern, blir en sak mellom kunde og installatør.*

Hvilken pristariff har dere opp i mot ladestasjonene? Prises det per kWh, er det en effekttariff, eller er det en fastpris? Gjerne svar så detaljert som mulig, slik at jeg har relevante tall å bruke i min masteroppgave.

*I vårt nettområde er det ikke etablert flere enn 4-5 hurtigladestasjoner som trekker effekt på ca. 40 kW. Alle disse er etablert som en del av en kundeinstallasjon med sterkt lavspennnett eller egen nettstasjon. Nettkunden vil se at maxtimene registreres med en høyere effekttopp enn om hurtigladestasjonen ikke var der. Avregning av effektleddet i nettariffen blir derav dyrere. Energileddet påvirkes ikke, avregnes etter forbrukt kWh. I tillegg inngår et fastledd i tariffen.*



## **Mørenett**

Intervju via e-post:

Hvor mange ladestasjoner er etablert innenfor deres nettområde? Har dere eventuelt eierskap i noen selv?

*I vårt forsyningsområde så vet jeg om 3 hurtigladestasjoner. Mørenett har ikke eierskap i noen. De er lokalisert med 1 stk på Furene i Volda kommune, 1 stk på Murigrandane i Valldal Kommune og 1 stk i Breivika i Ålesund. Det finnes i tillegg ett ukjent antall 16 A ladepunkter.*

Har dere hatt store investeringskostnader knyttet til utbygging av strømmettet for å sikre høy nok effekt til ladestasjonene? Hvem tar i såfall disse kostnadene – dere eller ladestasjonseieren?

*Investeringskostnader som vi har hatt i forbindelse med dette har blitt betalt av utbygger i form av ett anleggsbidrag minus bunnfradrag på 30000,-  
<http://www.morenett.no/tekniske-tenester/bygge-og-grave/anleggsbidrag/>*

Hvilken pristariff har dere opp i mot ladestasjonene? Prises det per kWh, er det en effekttariff, eller er det en fastpris? Gjerne svar så detaljert som mulig, slik at jeg har relevante tall å bruke i min masteroppgave.

*Når det gjelder tariffen så er det en grense på 100 000kwh i året. Ved forbruk over dette så gjelder regler for timesmåling. <http://www.morenett.no/nettleige/produkt-og-prisar/nettleige-naring/har-du-tilhald-pa-nordre-sunnmøre/>*

## **Eidefoss**

Intervju via e-post:

Hvor mange ladestasjoner er etablert innenfor deres nettområde? Har dere eventuelt

eierskap i noen selv?

*Det er etablert kun en på Dombås, og så har vi en for å lade vår egen Tesla. Det er ladestasjoner under planlegging av Ishavsveien så vidt jeg kjenner til.*

Har dere hatt store investeringskostnader knyttet til utbygging av strømmettet for å sikre høy nok effekt til ladestasjonene? Hvem tar i såfall disse kostnadene – dere eller ladestasjonseieren?

*Vi har bygget en nettstasjon på 1,25 MVA på Dombås for Tesla. Vi trengte ikke å forsterke overliggende nett for dette. Selve nettstasjonen kostet ca. 0,5 MNOK, og det var Tesla som kostet den via anleggsbidrag.*

Hvilken pristariff har dere opp i mot ladestasjonene? Prises det per kWh, er det en effekttariff, eller er det en fastpris? Gjerne svar så detaljert som mulig, slik at jeg har relevante tall å bruke i min masteroppgave.

*Vi har den samme tariffen som andre næringskunder, dvs. en tariff med fastledd, effektledd og energiledd. Tariffen kan finnes på vår hjemmeside [www.eidefoss.no](http://www.eidefoss.no).*

## **Eidsiva Energi**

Intervju via e-post:

Hvor mange ladestasjoner er etablert innenfor deres nettområde? Har dere eventuelt eierskap i noen selv?

*Totalt antall ladepunkter (normal og hurtiglading) kan du finne ved å se på oversikten hos Grønn Bil pr kommune sett opp mot Eidsiva Nett sitt konsesjonsområde for strømmettet (side 25 i vedlagt Eiermelding (red.anm.: ikke vedlagt i denne oppgaven)). Når det gjelder antall hurtigladere i vårt konsesjonsområde så er det 12 stk. Hurtigladere er definert med en effekt på 50 kW*

eller mer. Oppstillingen under er antall stasjoner og hver stasjon kan ha flere uttak:

1. *Tesla Superladerstasjon, Lillehammer*
2. *Ishavsveien Lillehammer Hurtigladerstasjon*
3. *Strandtorget Hurtigladerstasjon, Lillehammer (eies og driftes av Eidsiva Vekst)*
4. *Gjøvik Hurtigladerstasjon (eies og driftes av Eidsiva Vekst)*
5. *Rudshøgda Hurtigladerstasjon (eies av Eidsiva Vekst, driftes av Grønn Kontakt)*
6. *Fortum hurtigladerstasjon Brumunddal*
7. *Maxi Storsenter Hurtigladerstasjon, Hamar (eies og driftes av Eidsiva Vekst)*
8. *Fortum hurtigladerstasjon Kiwi Ottestad, Hamar*
9. *Skogveien Auto Hurtigladerstasjon, Hamar*
10. *Elverum Hurtigladerstasjon (eies og driftes av Eidsiva Vekst)*
11. *Tesla Superladerstasjon Elverum*
12. *Kongsvinger Hurtigladerstasjon (eies av Eidsiva Vekst, driftes av Grønn Kontakt)*

*I tillegg har Eidsiva etablert to andre hurtigladerstasjoner i Ringeby og Kvam, men dette er utenfor konsesjonsområdet til Eidsiva Nett.*

Har dere hatt store investeringskostnader knyttet til utbygging av strømmettet for å sikre høy nok effekt til ladestasjonene? Hvem tar i såfall disse kostnadene – dere eller ladestasjonseieren?

*Normal praksis er at det er den som bygger ut (ladestasjonseier i dette tilfellet) som må påkoste utbyggingen. Du kan lese mer om anleggsbidrag (som det kalles) her: <http://www.nve.no/no/Kraftmarked/Tilknytning/Anleggsbidrag/> og her:*

<https://www.eidsivanett.no/Nett/Kundeservice/Graving-og-nybygg/Anleggsbidrag/>. Vi prøver i utgangspunktet å etablere hurtiglادere der det ikke er behov for noen forsterkning i nettet, altså der det er ledig kapasitet. Dette for å redusere kostnadene. På flere av lokasjonene (Hamar, Lillehammer) har Eidsiva Vekst knyttet seg til allerede eksisterende trafo i kjøpesenteret hvor det var ledig kapasitet. Da er det ikke behov for noen forsterkning av strømnettet. Men da snakker vi også om kun en effekt på 50 kW som ikke er all verden. Når det gjelder Tesla sine Superchargere som har mye høyere effekt er saken en annen. Etter det jeg kjenner til så ble det etablert en egen trafo i tilknytning til Tesla sin SuperCharger på Lillehammer som Tesla må bekoste.

Hvilken pristariff har dere opp i mot ladestasjonene? Prises det per kWh, er det en effekttariff, eller er det en fastpris? Gjerne svar så detaljert som mulig, slik at jeg har relevante tall å bruke i min masteroppgave.

Jeg har lagt ved en faktura som gjelder hurtiglادeren vi har på Gjøvik. Vedlagt er også tariff og priser. Her er det snakk om effekttariff N4T3. (Red.anm: Vedleggene finnes i appendiks B)

## **BKK Nett**

Intervju via e-post:

Hvor mange ladestasjoner er etablert innenfor deres nettområde? Har dere eventuelt eierskap i noen selv?

Vet ikke noe om normalladere, men gronnbil har sikkert oversikten over de som er offentlig tilgjengelig. BKK har selv 16 hurtiglادere nå og 20 i løpet av våren (50 kW). Se [Bkk.no](http://Bkk.no) for plasseringer eller [ladestasjoner.no](http://ladestasjoner.no). Disse eies av BKK AS og ikke nettselskapet (monopolet) BKK Nett. ABB har en ChaDeMo lader og Statoil vil etablere en eller to hurtiglادere når Tesla etablerer en supercharger stasjon på E39

*nær Åsane, ved en Statoil bensinstasjon. AC semihurtiglader (22kW) vil vi ha 8 av i løpet av våren. Det er mange som bygger slike ( billig) så her vil en nok miste oversikten fort. Men de fleste bilene får ikke mer enn 3,6 eller 7,2 kW ut av de laderne. Da blir det nesten tilsvarende normalladere og mer relatert til parkering.*

Har dere hatt store investeringskostnader knyttet til utbygging av strømmettet for å sikre høy nok effekt til ladestasjonene? Hvem tar i såfall disse kostnadene – dere eller ladestasjonseieren?

*De som initierer tiltak i nettet som dette, må betale for dette gjennom annleggsbidrag. Flere stasjoner samme sted krever som oftes ny nettstasjon/oppgradering og er dermed kostbart.*

Hvilken pristariff har dere opp i mot ladestasjonene? Prises det per kWh, er det en effekttariff, eller er det en fastpris? Gjerne svar så detaljert som mulig, slik at jeg har relevante tall å bruke i min masteroppgave.

*Det er ingen egen tariff for ladestasjoner. Grensen mellom effekttariff og energimålte anlegg går på 125A. Se bkk.no for detaljer rundt tariffing.*

Så vidt meg bekjent kan en vel ikke ha høyere spenning enn 400 V på ladestasjonene, noe som gir en effekt på 50 kW med 125A sikring. Vil det si at dere kun tar effekttariff på de som har 125A/400V og høyere, altså DC hurtiglader eller Tesla ladestasjon?


*Du glemte at det er 3fase og ganges med roten av 3. Her blir det litt forskjeller hos de forskjellige nettselskapene. 230V vs. 400V gir forskjellig effekt, men grensen hos BKK er satt ihht sikring  $\geq 125$  A. Mye 230V trafoer i nettet og da må en gjerne til med en 230/400V overgangstrafo og effektgrensen blir da på  $230V * 125A * \sqrt{3}$*



## B Vedlegg fra Eidsiva Energi

På de neste sidene følger vedleggene fra intervjuet med netteier Eidsiva Energi i appendiks A. Første vedlegg er *Nettariff i distribusjonsnettet*, mens vedlegg nummer to er en reell faktura som viser beregning av nettkostnadene.

# Eidsiva Nett AS

<b>Nettariff i distribusjonsnett</b>	<b>Tariffer gjeldende fra</b> 01.01.2015	
<b>Type</b> Nettariff næring, aktiv og reaktiv effektavregning	<b>Tariffblad</b> 2.1	

## Anlegg større enn 250 ampere/230 volt (145 ampere/400 volt) – effektavregning

Nettnivå	Tariff	Fastledd <sup>1)5)</sup>		Energiledd [øre/kWh]		Årskostnad effektledd <sup>3)5)</sup> [kr/kW]	
		Ekskl. Mva	Inkl. mva	Ekskl. avg.	Inkl. avg. <sup>2)</sup>	Ekskl. mva	Inkl. mva
Høyspent uttak	N3T3	21 800	27 250	6	24,56	342	428
Lavspent uttak	N4T3	16 400	20 500	7	25,81		
Effekt < 200 kW						496	620
Effekt > 200 kW						376	470

Effektavlesninger registrert i perioden f.o.m. 01.04. t.o.m. 31.10. reduseres med 75 % før avregning. I perioden 01.11-31.03 vil effektavlesninger ukedager i timene 22:00-06:00, samt lørdag og søndag reduseres med 25 % før avregning. Se eksempel neste side.

## Reaktiv effekt – Anlegg blir avregnet for reaktivt effektuttak/-innlevering utover effektfaktor lik 0,95

Nettnivå	Effektgrense <sup>4)</sup>	Årskostnad reaktivt effektledd <sup>4)</sup> [Kr/kVAr]	
		Ekskl. avg.	Inkl. mva.
Lavspent uttak	200 kW	220	275
Høyspent uttak	500 kW	140	175

Tariffering skjer etter følgende prinsipp: Anleggets maksimale aktive effekttime legges til grunn. Målt reaktiv effekt i denne timen plukkes ut. En trekker fra den reaktive effekt kunden har anledning til å ta ut (inntil  $\cos\phi > 0,95$ ) og multipliserer resten med satsen i henhold til gjeldende tariff. Se eksempel på utregning neste side.

- 1) Prisen er inkludert en innbetaling til Energifondet (Enova) på 800 kroner.
- 2) Prisen er inkludert forbruksavgift på elektrisk kraft på 13,65 øre/kWh og 25 prosent merverdiavgift. Kunder med anlegg som har rett på redusert forbruksavgift eller fritatt for avgifter har selv ansvar for å meddele dette skriftlig til Eidsiva Nett AS.
- 3) Ved effektavregning vil effektleddet for aktiv og reaktiv effekt bli avregnet hver måned basert på høyeste maksimalverdi over en time registrert de siste 12 måneder. Hver avregning blir da den enkelte måneds andel av årskostnaden. Se eksempel.
- 4) Tariffen gjelder for anlegg med maksimal aktiv effekt over angitt grense.
- 5) Dersom en kunde bestiller tilkobling og ny nettleieavtale på et anlegg innen 12 måneder etter at anlegget ble frakoblet og nettleieavtalen er oppsagt av den samme kunden, vil nettleiens fastbeløp og effektledd (høyeste maksimalverdi over en time registrert de siste 12 måneder) påløpe i perioden anlegget har vært frakoblet. I tillegg vil kostnader for frakobling og tilkobling bli fakturert. Se også nettleieavtalens § 11.



**Eksempel på avregning for januar 2015, lavspent uttak, tariff N4T3:**

Aktiv effekt avregnes etter energiforbruk pr time [kWh/h], gitt av høyeste registrerte timeverdi over de siste 12 månedene. Effektaavregningen beregnes med 75 % reduksjon av timeverdi i sommerperioden og 25 % reduksjon av timeverdi natt og helg i vinterperioden.

For avregning i januar 2015 er det timeverdiene i løpet av 01.02.2013 – 31.01.2014 som legges til grunn. Registrert høyeste timeverdi i sommerperioden 01.04.2013 – 31.10.2013 er 350 kWh.

Effektgrunnlaget blir da:

$$P_{\text{grunnlag, sommer}} = 350 \text{ kWh/h} - (350 \text{ kWh/h} * 75 \%) = \underline{87,5 \text{ kW}}$$

I vinterperiodene 01.02.2014 – 31.03.2014 og 01.11.2014 – 31.01.2015 er høyeste registrerte timeverdi på 408 kWh i reduksjonstidene lørdag og søndag og mellom kl 00:00-06:00 og 22:00-24:00 ukedager.

Med reduksjon blir dette:

$$P_{\text{grunnlag, vinter, helg/natt}} = 408 \text{ kWh/h} - (408 \text{ kWh/h} * 25 \%) = \underline{306 \text{ kW}}$$

I vinterperiodene 01.02.2014 – 31.03.2014 og 01.11.2014 – 31.01.2015 er høyeste registrerte timeverdi på 280 kWh i ukedager mellom kl 06:00-22:00. Her er det ingen reduksjon og effektgrunnlaget er:

$$P_{\text{grunnlag, vinter, dagtid ukedager}} = \underline{280 \text{ kW}}$$

Grunnlaget for avregning av aktiv effekt er den høyeste verdien av disse tre, og i dette eksempelet er det altså det forbruket som ble registrert i helg/kveld i vinterperioden med 25 % reduksjon.

Avregningsgrunnlaget for aktiv effekt:  **$P_{\text{avregningsgrunnlag}} = 306 \text{ kW}$** .

Faktisk forbruk av aktiv effekt denne timen var  $P_{\text{faktisk}} = 408 \text{ kWh/h}$ , men avregningsgrunnlaget er altså redusert med 25 %. I samme time er det registrert reaktivt forbruk på 196 kVArh, dvs at reaktiv effekt  $Q = 196 \text{ kVArh/h} = \underline{196 \text{ kVAr}}$ .

I januar har det påløpt 31 dager av årets 365 dager. Energiforbruket i løpet av hele januar 2015 er målt til å være 89200 kWh.

**Aktiv effekt** blir avregnet slik for januar:

Effekt < 200 kW:	200 kW * 496 kr/kW * 31/365	= 8425,21 kr ekskl mva
Effekt > 200 kW:	106 kW * 376 kr/kW * 31/365	= 3385,03 kr ekskl mva
Totalt for aktiv effekt i januar:		= <b>11810,24 kr ekskl mva</b>

**Reaktiv effekt** blir avregnet utover effektfaktor  $\cos \varphi = 0,95$ . Forholdet mellom aktiv effekt ( $P_{\text{faktisk}}$ ) [kW] og reaktiv effekt (Q) [kVAr] er gitt som  $\tan \varphi$ .

$$\text{Tillatt reaktiv effekt er gitt av: } Q = P_{\text{faktisk}} * \tan(\arccos 0,95) = 408 * 0,3287 = 134,1 \text{ kVAr}$$

Reaktiv effekt blir avregnet for den delen som er over den tillatte verdien, for januar:

$$(196 \text{ kVAr} - 134,1 \text{ kVAr}) * 220 \text{ kr/kVAr} * 31/365 = \underline{1156,60 \text{ kr ekskl mva}}$$

**Energiforbruket** avregnes som totalt påløpte kilowattimer [kWh] i januar \* energiledd

$$\text{Netto: } 89200 \text{ kWh} * 7 \text{ øre/kWh} = \underline{5120,08 \text{ kr ekskl avgifter}}$$

**Fastleddet** blir fakturert som januar måneds andel av årlig fastledd:

$$16400 \text{ kr} * 31/365 = \underline{1392,88 \text{ kr ekskl mva}}$$

**Nettleie:**  $11810,24 + 1156,60 + 5120,08 + 1392,88 = \underline{20603,72 \text{ kr ekskl avgifter}}$

**Forbruksavgift:**  $89200 \text{ kWh} * 13,65 \text{ øre/kWh} = \underline{12175,80 \text{ kr ekskl mva}}$

**Mva:**  $(20603,72 + 12175,80) * 25 \% = \underline{8194,88 \text{ kr}}$

**Totalt å betale:** **40974,40 kr**

**Kontakt vår kundeservice**

Eidsiva Nett AS

Telefon 62 56 15 02

kundeservice@eidsivanett.no

www.eidsivanett.no



Eidsiva Vekst AS  
c/o Eidsiva Energi AS v/Regnska  
2307 HAMAR

Eidsiva Nett AS  
Postboks 4100, 2307 Hamar  
Orgnr. NO 981963849 MVA Foretaksregisteret  
Tlf: 62 56 15 02  
www.eidsivanett.no

Eidsiva Marked AS  
Postboks 4100, 2307 Hamar  
Orgnr. NO 880258192 MVA Foretaksregisteret  
Tlf: 06262  
www.eidsivaenergi.no

**Faktura**

Kundenr 71118 - 12  
Fakturanr 1004756271  
Fakturadato 13.01.2015  
Betalingsfrist 28.01.2015  
Målernummer 12264613  
Målepunkt-ID 707057500021525873  
Anleggsbeskrivelse Diverse  
Anleggsadresse Bryggevegen/Huntonstranda  
Postnr 2621  
Poststed GJØVIK

Kraft	Kr	593,91
Nettleie	Kr	8 460,51
Forskudd	Kr	9 118,34
Tilbakeført forskudd	Kr	- 8 949,69
<b>Å betale</b>	<b>Kr</b>	<b>9 223,07</b>
Herav mva	Kr	1 844,62
Se spesifikasjon på baksiden		

Kraftleverandør	Eidsiva Marked AS	Orgnr: NO 880258192 MVA
Nettleier	Eidsiva Nett AS	Orgnr: NO 981963849 MVA

KID for tegning av avtalegiro: 1007111801200011  
Referanse for tegning av eFaktura: 10071118012

Ved for sen betaling blir 9,25 % rente lagt til  
Ved purre er gebyret på kr. 65,-  
Ved annen betalingsmåte enn vedlagt giro, oppgi  
KID-nummer: 1007111801200201 og kontonummer:  
71620518888  
Kunden er ansvarlig for alle betalingsomkostninger  
Ved skifte av kraftleverandør skal Målepunkt-ID og  
Anleggsadresse oppgis til ny kraftleverandør.  
Forventet årsforbruk: 4332 kWh/år

71620518888 9 223,07

Fakturanr 1004756271  
Kundenr 71118  
Målernummer 12264613  
Målepunkt-ID 707057500021525873

28.01.2015

Eidsiva Vekst AS  
c/o Eidsiva Energi AS v/Regnska  
2307 HAMAR

Eidsiva Nett AS  
Postboks 4100  
Vangsvegen 73  
2307 HAMAR

1007111801200201 9223 07 4 71620518888

Avregnet	Tariff	Tekst	Periode		Mengde	Pris	Mva	Beløp eks. mva
Kraft	SP10	InnlandsSpot	01.10.2014	01.11.2014	541,00 kWh	26,49 øre/kWh	25%	Kr 143,30
Kraft	SP10	InnlandsSpot	01.11.2014	01.12.2014	356,50 kWh	25,64 øre/kWh	25%	Kr 91,42
Kraft	SP10	InnlandsSpot	01.12.2014	01.01.2015	440,00 kWh	32,09 øre/kWh	25%	Kr 141,21
Kraft	SP10	Kraft fastbeløp	01.10.2014	01.01.2015	92,00 Dg	393,60 Kr/år	25%	Kr 99,21
<b>Sum avregnet kraft</b>								<b>Kr 475,14</b>
Nett	N4T3	Effekt	01.10.2014	01.01.2015	19,00 kW	496,00 Kr/kW	25%	Kr 2 375,37
Nett	N4T3	Effekt	01.10.2014	01.01.2015	0,00 kW	376,00 Kr/kW	25%	Kr 0,00
Nett	FAVG	Forbruksavgift full sats	01.10.2014	01.01.2015	1 337,50 kWh	12,38 øre/kWh	25%	Kr 165,72
Nett	N4T3	Nettleie fastbeløp	01.10.2014	01.01.2015	92,00 Dg	16 400,00 Kr/år	25%	Kr 4 133,70
Nett	N4T3	Nettleie forbruk	01.10.2014	01.01.2015	1 337,50 kWh	7,00 øre/kWh	25%	Kr 83,62
<b>Sum avregnet nett</b>								<b>Kr 6 768,41</b>
<b>Sum avregnet eksl. mva</b>								<b>Kr 7 243,55</b>
Tidligere fakturert forskudd							Mva	Beløp eks. mva
Kraft			01.10.2014	01.01.2015			25%	Kr - 418,88
Nett			01.10.2014	01.01.2015			25%	Kr - 6 740,77
<b>Sum tidligere forskudd eksl. mva</b>								<b>Kr - 7 159,75</b>
<b>Oppgjør tidligere periode eksl. mva</b>								<b>Kr 83,80</b>
Forskudd	Tariff	Tekst	Periode		Mengde	Pris	Mva	Beløp eks. mva
Kraft	SP10	InnlandsSpot	01.01.2015	01.02.2015	606,34 kWh	33,70 øre/kWh	25%	Kr 204,34
Kraft	SP10	InnlandsSpot	01.02.2015	01.03.2015	471,40 kWh	33,70 øre/kWh	25%	Kr 158,86
Kraft	SP10	InnlandsSpot	01.03.2015	01.04.2015	448,96 kWh	33,70 øre/kWh	25%	Kr 151,30
Kraft	SP10	Kraft fastbeløp	01.01.2015	01.04.2015	90,00 Dg	393,60 Kr/år	25%	Kr 97,06
Nett	N4T3	Effekt	01.01.2015	01.04.2015	0,00 kW	376,00 Kr/kW	25%	Kr 0,00
Nett	N4T3	Effekt	01.01.2015	01.04.2015	19,00 kW	496,00 Kr/kW	25%	Kr 2 323,73
Nett	FAVG	Forbruksavgift full sats	01.01.2015	01.04.2015	1 528,07 kWh	13,65 øre/kWh	25%	Kr 208,58
Nett	N4T3	Nettleie fastbeløp	01.01.2015	01.04.2015	90,00 Dg	16 400,00 Kr/år	25%	Kr 4 043,84
Nett	N4T3	Nettleie forbruk	01.01.2015	01.04.2015	1 528,07 kWh	7,00 øre/kWh	25%	Kr 106,97
<b>Sum forskudd eksl. mva</b>								<b>Kr 7 234,68</b>
<b>MVA</b>								<b>Kr 1 844,62</b>
<b>A betale</b>								<b>Kr 9 223,07</b>
Mvafrått		MVA grunnlag	MVA		Ørsavrunding		A betale	
Kr	0,00	Kr	7 378,45	Kr	1 844,62	Kr	0,00	Kr 9 223,07

**Du finner mer informasjon om:**

- Strømpriser: [www.konkurransetilsynet.no](http://www.konkurransetilsynet.no)
- Råd og tips om energisparing: Enova, grønt nummer 80049003
- Klage på nett- og strømleverandører: [www.elklagenemnda.no](http://www.elklagenemnda.no)
- Varedeklarasjon: [www.nve.no/varedeklarasjon](http://www.nve.no/varedeklarasjon)
- Elsertifikater: [www.nve.no/elsertifikater](http://www.nve.no/elsertifikater)



## C Regneark

Alle regnearkfiler det refereres til finnes vedlagt i DAIM-systemet.

### C.1 Nettleietariffer for 20 sentrale nettselskap

Excel-filen *Nettleietariffer,\_20\_selskap.xlsx* inneholder statistikk over prismodeller som gjelder for 20 ulike nettselskaper. I tillegg inneholder det også informasjon om når effekttariff effektueres og hvordan høyeste effekt beregnes. De 20 utvalgte nettselskapene som er med i statistikken er Haugaland Kraft, Trønderenergi Nett, Mørenett, Eidefoss, Eidsiva Energi, BKK, Hafslund, Hafslund Øst, NTE, Nordlandsnett, Troms Kraft, Helgeland Kraft, Skagerak Nett, Lyse Nett, Ringeriks Kraft, Fredrikstad Energi, Agder Energi, Istad Nett, Energi 1 Nett og Hallingdal Kraftnett. Dette er 20 sentrale nettselskap som inkluderer de ti største i Norge, og nettselskap som dekker områder med mye befolkning og elbiler. Alle tall er hentet fra offentlig tilgjengelig data, som er linket til i excel-filen. Mange av selskapene har ulike priser for ulike sesonger av året, og der har jeg beregnet en gjennomsnittlig pris for et totalt år. I tillegg har mange selskap lavere priser per kW når en går over en viss grense. I statistikken har jeg lagt til grunn den høyeste prisen.

#### Resultater

##### Energitariff

Der hvor kundene slipper å betale for effektforbruket og kun betaler for energibruket gjelder følgende gjennomsnittspriser eksklusive avgifter og merverdiavgift (for priser inklusive alle avgifter og mva, se tabell 24):

$$\text{Fastledd} = 3081 \text{ kr/år}$$

$$\text{Energipris} = 16,92 \text{ øre/kWh}$$

### **Effekttariff**

Der hvor kundene må betale for effektforbruket i tillegg til energiforbruket gjelder følgende gjennomsnittspriser eksklusive avgifter og merverdiavgift:

$$\text{Fasteledd} = 8167 \text{ kr/år}$$

$$\text{Energipris} = 5,56 \text{ øre/kWh}$$

$$\text{Effektpris} = 572 \text{ kr/år}$$

### **Grense for effekttariff**

Hos de totalt 20 nettselskapene slår effekttariffen inn på grunn av hovedsikringsstørrelsen hos 16 av dem. Hos disse 16 gjelder 125 A (230 V) og 80 A (400 V) for elleve, 250 A (230 V) og 145 A (400 V) for to, 160 A (230 V) og 100 A (400 V) for to, og 200 A (230 V) og 125 A (400 V) for én. Av disse 16 med hovedsikringsgrense, har tre også inkludert en forbruksgrense på 100 000 kWh/år som også kan effektuere effekttariffen. Hos de fire selskapene uten hovedsikringsgrense, har ett av selskapene alltid en effekttariff. To av dem har effekttariff ved forbruk over 100 000 kWh/år, og én har effekttariff ved forbruk over 400 000 kWh/år.

### **Effektmåling**

Hos de 20 nettselskapene var det mulig å finne informasjon om hvordan effektmålingen foregår kun hos elleve. Av de elleve netteierne benyttet åtte den høyest registrerte timesverdien siste måned som grunnlag for faktureringen, to den høyeste registrerte timeverdien de siste 12 månedene, og ett selskap benyttet gjennomsnittet av de tre høyeste timeverdiene i ulike måneder, i perioden

november-april.

## C.2 Tiårig investeringsplan

Excel-filen *Tiårs\_budsjett.xlsx* inneholder beregninger av nåverdi av et tiårig prosjekt ved utbygging av hurtigladestasjon, gitt ulike betalingsmetoder. Variablene kan endres, men ved å bruke verdier basert på spørreundersøkelsen i appendiks D får en resultater som i tabell 26.

## C.3 Antall hurtigladere, og årlig profitt per stasjon per fylke

I excel-filen *Ladestasjoner.xlsx* finnes statistikk over alle hurtigladepunkt i Norge per mars 2015. I tillegg finnes en beregning av gjennomsnittlig årlig profitt gitt betalingsvillighet fra appendiks D og gjennomsnittlig antall ladepunkt per stasjon i fylket.

Totalt er det 156 (177 hvis en regner med Tesla sine) ladestasjoner med hurtiglader i Norge, med totalt 350 (492 med Tesla sine) hurtigladepunkt. Fordelingen av ladestasjonene blant de ulike aktørene, er som i tabell 28.

En oppsummering av tall fra regnearket er gitt i tabell 25.

## C.4 Strømkostnad per by

I excel-filen *Strømkostnad\_per\_by.xlsx* presenteres kostnader for 13 ulike steder i Norge, spredt blant ulike fylker og blant de største byene. Det er interessant å se de store forskjellene som kan forekomme grunnet ulike varianter av når effekttariffer slår inn hos enkelte nettselskap. Prisene mellom de ulike tettstedene kan være så

Ladestasjonsaktør	Antall ladestasjoner
BKK	8
EV Power	9
Fortum	54
Grønn Kontakt	43
Ishavsveien	9
Lyse	6
Statoil	7
Tesla	21
Andre	20

Tabell 28: Antall ladestasjoner med hurtiglader per aktør

ulike at det er dobbelt så dyrt for nettleien i en by i forhold til en annen i Norge. Se tabell 20 for en oversikt over kostnadsforskjeller.

## C.5 Strømkostnad

I excel-filen *ELSPOT\_timespriser.xlsx* presenteres priser i ELSPOT-markedet for det norske markedet mellom 2011 og 30.sep 2014, og gjennomsnittspriser basert på disse verdiene. En oppsummering av gjennomsnittlige månedlige spotpriser for de ulike norske sonene kan sees i tabell 7.

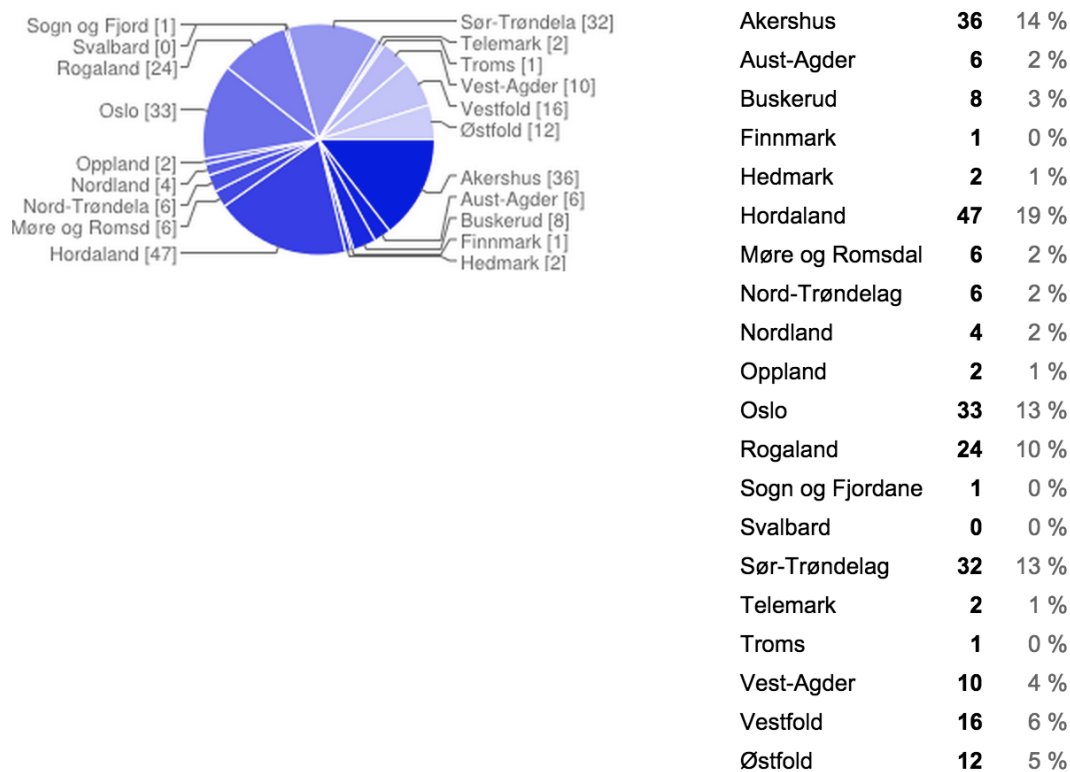


## D Spørreundersøkelse

I tidsperioden 2.mars til 11.mars 2015 ble det gjennomført en spørreundersøkelse rettet mot elbilister. Spørreundersøkelsen ble spredd via sosiale medier og elbilforumet på [www.elbilforum.no](http://www.elbilforum.no). Totalt ble det hentet inn 249 svar, som tilsvarer 0,55 % av elbilistene i Norge ved dette tidspunktet. I de følgende kapitlene vil en oppsummering og drøfting rundt svarene bli gjennomgått. Besvarelsene fra undersøkelsen og beregninger finnes i vedlagte excel-fil *Undersokelse\_svar.xlsx*.

### I hvilket fylke bor du?

Fordelingen av fylker vises i figur 28. Majoriteten av de som har besvart bor i Akershus, Hordaland, Oslo, Rogaland og Sør-Trøndelag. Dette har sin forklaring i at her finner en de fleste elbilene i landet.



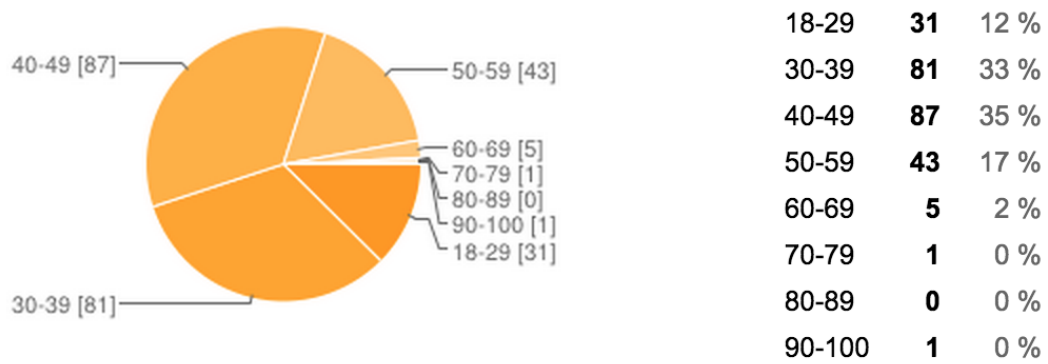
Figur 28: Fylkesfordeling blant respondentene

## Hvilken aldersgruppe tilhører du?

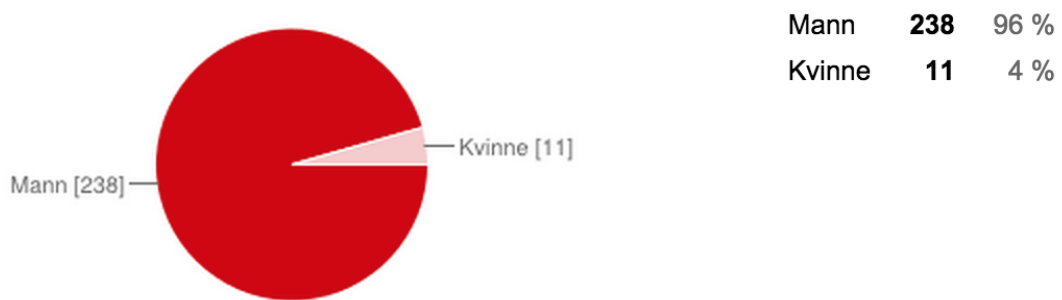
Aldersfordelingen blant respondentene er som i figur 29.

## Hva er ditt kjønn?

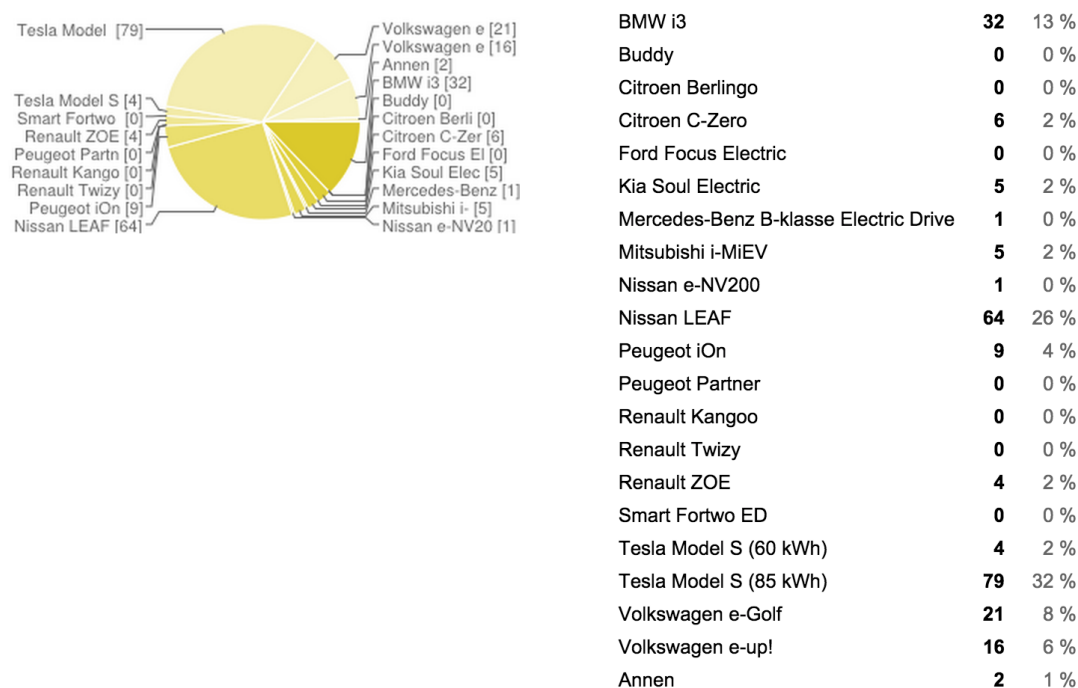
96 % av respondentene var menn, som en kan se i figur 30. Fra Grønn Bils statistikk ser en at omtrent 70 % av de som eier privat elbil er menn [19]. Derfor er det flere mannlige respondenter i denne undersøkelsen i forhold til fordelingen i virkeligheten.



Figur 29: Aldersfordeling blant respondentene



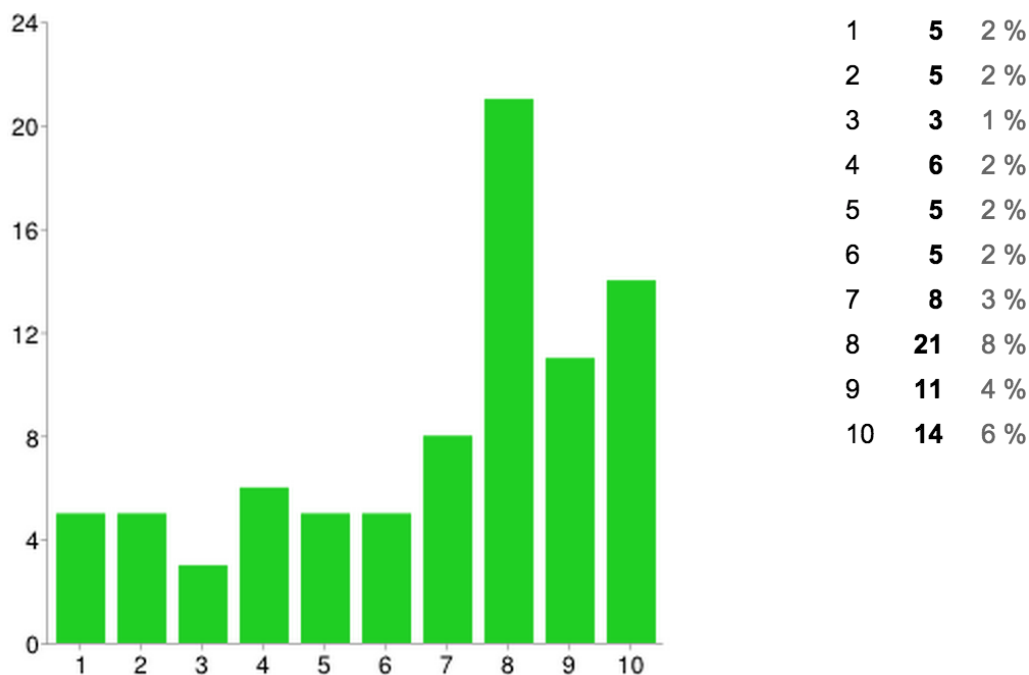
Figur 30: Kjønnfordeling blant respondentene



Figur 31: Bilfordeling blant respondentene

## Hvilken elbil kjører du?

I figur 31 kan en se hvilken type elbil de ulike respondentene kjører. Fordelingen tilsvarende til en viss grad fordelingen i Norge. Likevel er Nissan-kjørerne noe underrepresentert, mens Tesla- og BMW-kjørerne er noe overrepresentert. I følge statistikken til Grønn Bil har 41,6 % Nissan, 15,7 % Tesla, 6,6 % Mitsubishi og 5,6 % BMW [19]. Volkswagen er ikke representert som eget merke i Grønn Bils statistikk, og dette kan skyldes at denne er blant de nyeste på markedet. Av de to som svarte *annen* på elbiltype, ble disse bedt om å spesifisere sin elbil. Disse to hadde en Hummer EMV og Reva.



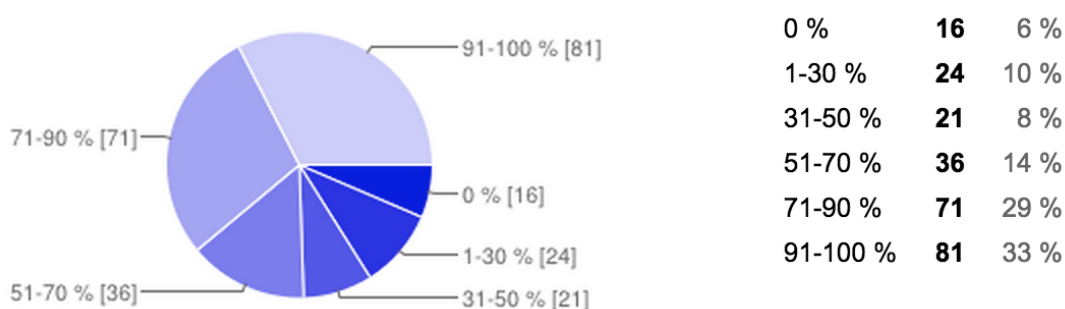
Figur 32: Betydningen av fri tilgang til lading for Tesla-eiere. 1=*ingen betydning*, 10=*absolutt betydning*

### I hvor stor grad hadde fri tilgang til Teslas ladestasjoner betydning for ditt valg av bil?

Tesla-eiere ble bedt om å velge et tall mellom 1 og 10 etter hvor stor grad fri tilgang til Teslas ladestasjoner hadde for valget av bil. 1 betydde *ingen betydning*, mens 10 betydde *absolutt betydning*. 55,4 % av Tesla-eierne besvarte mellom 8 og 10. Dette betyr at for over halvparten av Tesla-eiere har fri tilgang til lading stor betydning for valg av bil. Fordelingen kan sees i figur 32. Gjennomsnittlig grad av betydning var 6,8.



Figur 33: Ladetyper hjemme blant respondentene



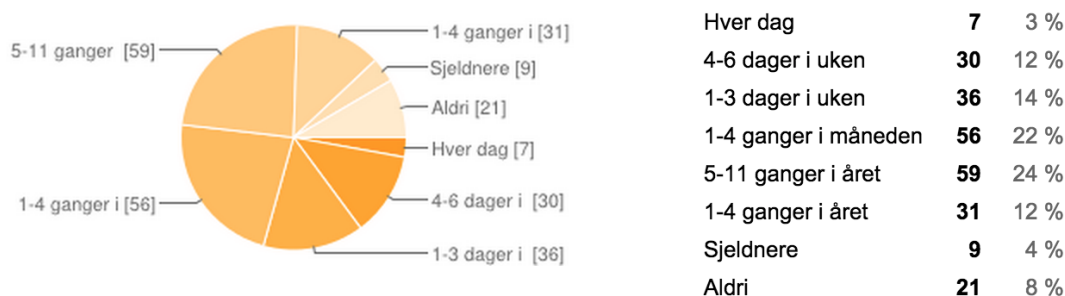
Figur 34: Andel av lading som blir foretatt hjemme

## Hvilken ladetype har du i ditt eget hjem?

I figur 33 kan en se hvilken type lademulighet elbilistene har hjemme. De aller fleste, 74 %, har kun vanlig stikkontakt. Undersøkelsene hadde ingen alternativ for de som ikke har mulighet til å lade hjemme, og det er grunn til å tro at disse enten har svart *vanlig stikkontakt* eller *usikker*. Det ble gitt alternativer for ulike mengder av kilowatt, og noen rom ble utelatt på grunn av at det er uvanlige effektuttak. Det er grunn til å tro at de som ikke hadde et passende alternativ valgte det som er nærmest sin effektverdi.

## Hvor stor andel av ladingen gjør du hjemme?

62 % av respondentene foretar over 70 % av ladingen sin hjemme, mens kun 6 % foretar all lading utenfor sitt eget hjem. I figur 34 kan en se fordelingen.



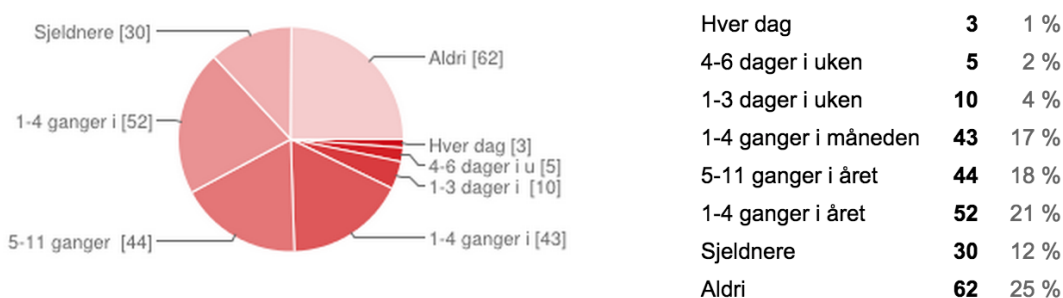
Figur 35: Antall ladinger på offentlig gratis ladestasjoner

## Omtrent hvor ofte lader du på gratis offentlige ladestasjoner?

I figur 35 kan en se fordelingen over hvor ofte elbilistene lader på gratis offentlige ladestasjoner. Ved å ta et snitt av hver enkel kategori og si at de i kategorien *sjeldnere* lader en gang annethvert år, kan en si at den gjennomsnittlige elbilisten ut i fra denne undersøkelsen lader 66 ganger i løpet av et år på en offentlig gratis ladestasjon.

## Omtrent hvor ofte lader du på ladestasjoner med betaling?

I figur 36 kan en se fordelingen over hvor ofte elbilistene lader på ladestasjoner med betaling. Ved å ta et snitt av hver enkel kategori og si at de i kategorien *sjeldnere* lader en gang annethvert år, kan en si at den gjennomsnittlige elbilisten ut i fra denne undersøkelsen lader 21 ganger i løpet av et år på en ladestasjon med betaling.



Figur 36: Antall ladinger på ladestasjoner med betaling

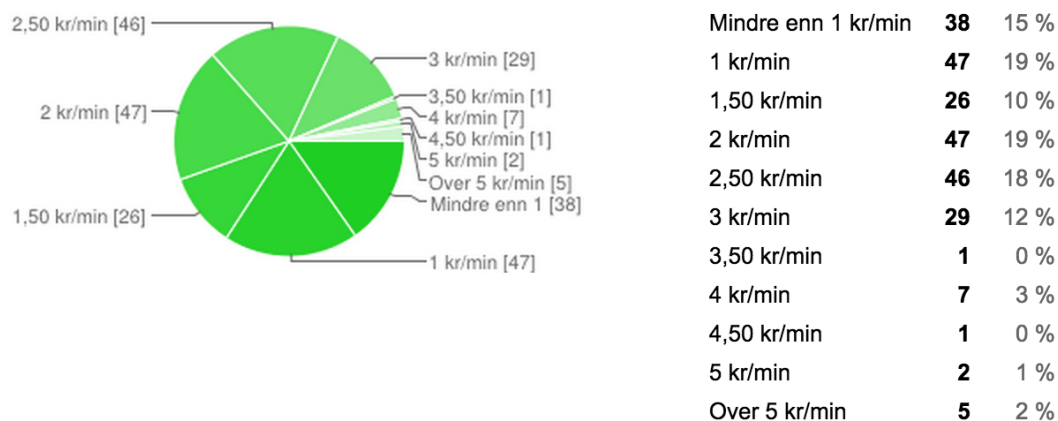


Figur 37: Foretrukket betalingsmetode for hurtiglading

## Hvilken betalingsmetode foretrekker du på en ladestasjon?

Den mest foretrukke metode blant respondentene er betaling per kilowatttime. Deretter kommer betaling per minutt. Ytterst få foretrekker betalingsmetodene hvor en betaler for bolck av tid, abonnement eller betaling per lading. Fordelingen vises i figur 37. Svaralternativet *abonnement* var tiltenkt å bety at en ved denne betalingsformen hadde fri tilgang til lading overalt i Norge. Noen av respondentene kan dog ha besvart i forhold til dagens situasjon, hvor en gjerne ikke har full landsdekning ved abonnementsbetaling.





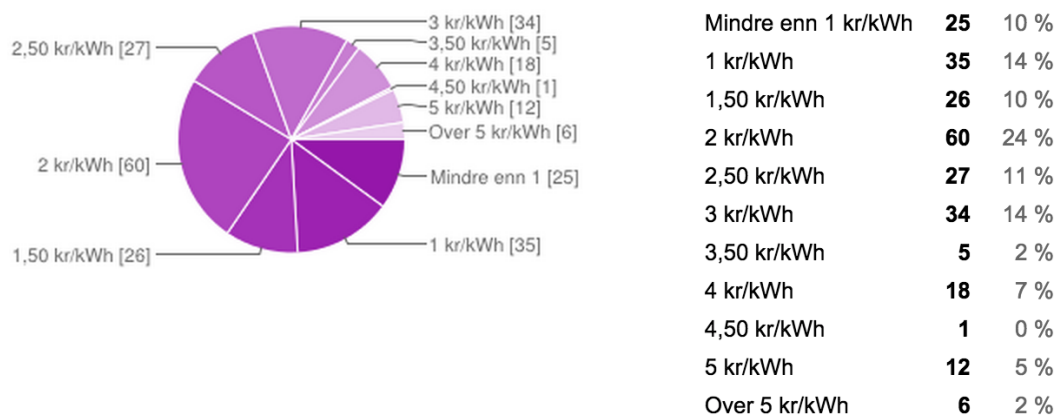
Figur 38: Betalingsvillighet for hurtiglading (kr/min)

### Gitt at det ikke er gratis offentlige ladestasjoner, hvor mye er du villig til å betale for hurtiglading i kroner per minutt?

Betalingsvilligheten blant respondentene for betaling per minutt er som i figur 38. Ved å la *Mindre enn 1 kr/min* bety 0,50 kr, og *Over 5 kr/min* bety 5,50 kr, får en at gjennomsnittlig betalingsvillighet blant respondentene er 1,91 kr/min. Videre har jeg undersøkt hvordan betalingsvilligheten til de som ikke er villige til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement er, og disse er villige til å betale 1,81 kr/min. Det kan også være interessant å vite hvordan betalingsvilligheten er blant de som ikke kjører Tesla, ettersom Tesla-eierne gjerne har inkludert gratis hurtiglading. Hvis Tesla-eierne utelukkes, er betalingsvilligheten 1,90 kr/min.

### Gitt at det ikke er gratis offentlige ladestasjoner, hvor mye er du villig til å betale for hurtiglading i kroner per kilowatttime?

Betalingsvilligheten blant respondentene for betaling per kilowatttime er som i figur 39. Ved å la *Mindre enn 1 kr/min* bety 0,50 kr, og *Over 5 kr/min* bety 5,50 kr, får

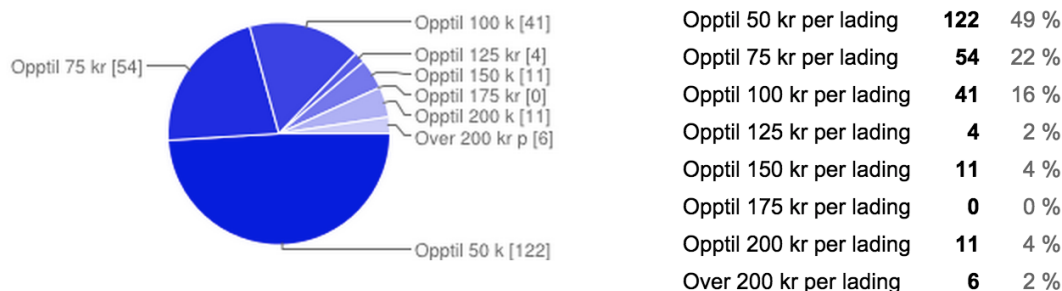


Figur 39: Betalingsvillighet for hurtiglading (kr/kWh)

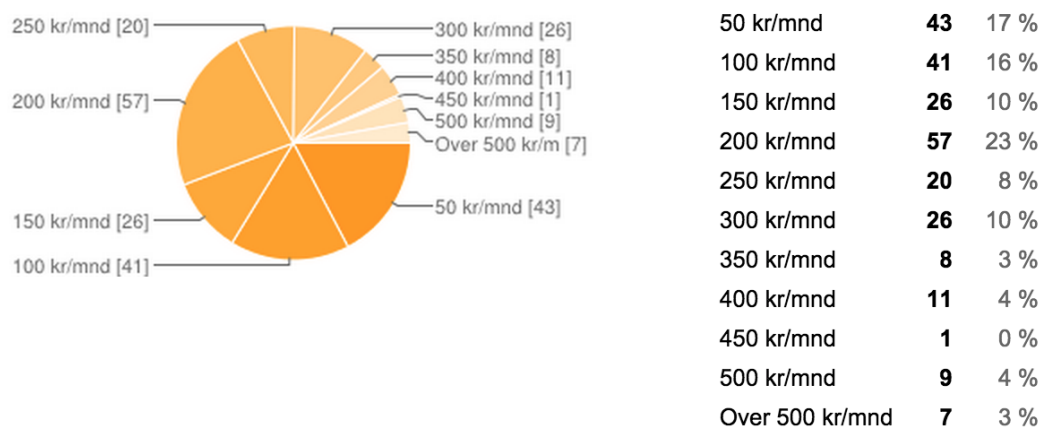
en at gjennomsnittlig betalingsvillighet blant respondentene er 2,26 kr/kWh. Av de som ikke er villige til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement, er den gjennomsnittlige betalingsvilligheten per kilowatttime på 2,11 kr/kWh. Når Tesla-eierne utelukkes, er den gjennomsnittlige betalingsvilligheten 2,30 kr/kWh.

### Gitt at det ikke er gratis offentlige ladestasjoner, hvor mye er du villig til å betale for hurtiglading i kroner per lading?

Betalingsvilligheten blant respondentene for betaling per lading er som i figur 40. Ved å la *Over 200 kr/lading* bety 225 kr, får en at gjennomsnittlig betalingsvillighet blant respondentene er 80,12 kr/lading. Av de som ikke er villige til å betale over 150 kr/mnd for et ladeabonnement, er den gjennomsnittlige betalingsvilligheten per lading på 73,64 kr/lading. Når Tesla-eierne utelukke, er den gjennomsnittlige betalingsvilligheten 64,91 kr/lading.



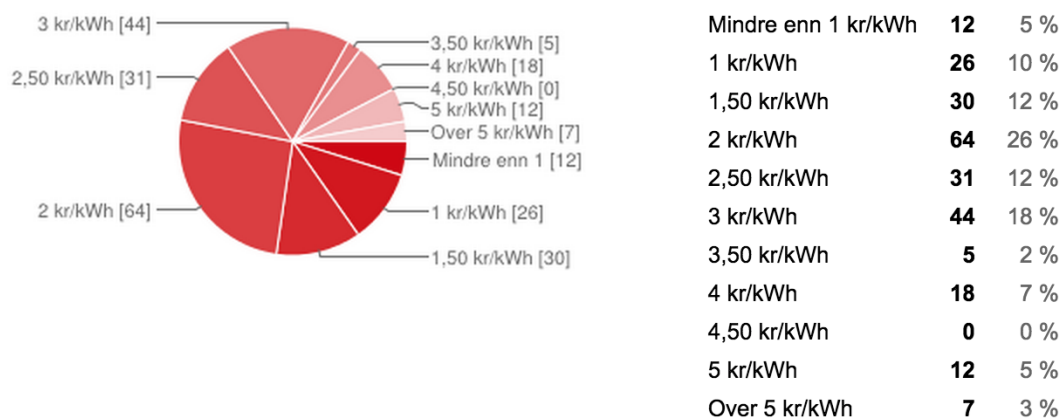
Figur 40: Betalingsvillighet for hurtiglading (kr/lading)



Figur 41: Betalingsvillighet for abonnement på hurtiglading (kr/mnd)

## Hva er din maksimale betalingsvillighet i kroner per måned for fri tilgang til all lading?

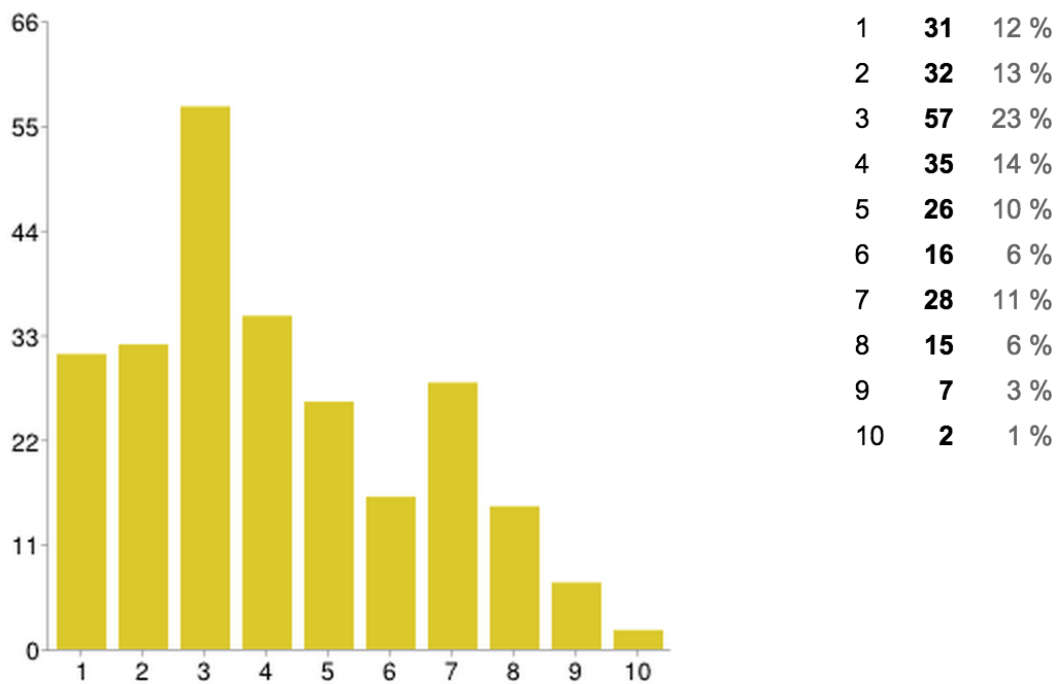
Betalingsvilligheten blant respondentene for abonnementsbetaling per måned er som i figur 41. Ved å la *Over 500 kr/lading* bety 550 kr, får en at gjennomsnittlig betalingsvillighet blant respondentene er 202,21 kr/mnd. Når Tesla-eierne utelukkes, er den gjennomsnittlige betalingsvilligheten 190,36 kr/mnd.



Figur 42: Betalingsvillighet for hurtiglading etter opplysning om forhold hjemme versus på en hurtiglader (kr/kWh)

**Hvis jeg forteller deg at du hjemme omtrent betaler 1 kr for en kWh og med en hastighet omtrent 1/20-del av hastigheten til en hurtiglader. Hvor mye er du nå villig til å betale for hurtiglading i kroner per kilowatttime?**

Ved å opplyse om hvordan forholdene er på en hurtigladestasjon i forhold til hjemme, var poenget her å se om respondentene økte sin betalingsvillighet i forhold til forrige spørsmål om betalingsvillighet per kWh. Fordelingen ble som i figur 42. Den gjennomsnittlige betalingsvilligheten er nå 2,42 kr/kWh, altså 16 øre/kWh mer enn ved forrige spørsmål. 21 av de 249 respondentene reduserte sin betalingsvillighet fra forrige spørsmål, mens 173 av de 249 hadde uendret betalingsvillighet. Gjennomsnittlig endring i betalingsvilligheten per respondent var på +21,27 %.



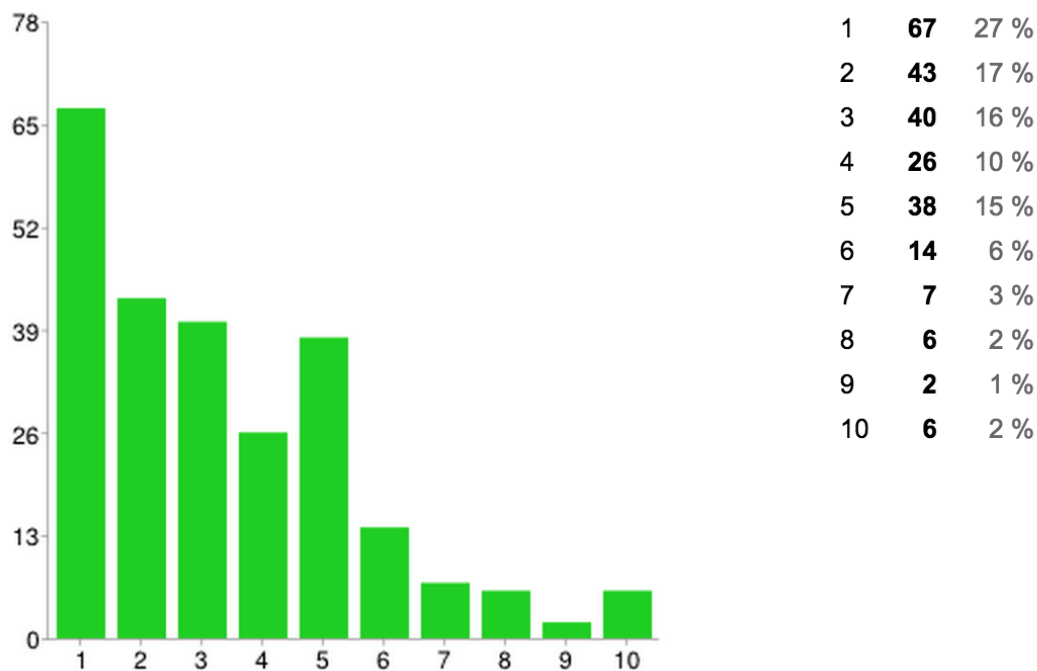
Figur 43: Fornøydhhet med ladetilbudet som finnes

### Jeg er fornøyd med ladetilbudet som finnes for elbiler

Respondentene ble bedt om å velge et tall mellom 1 og 10 på hvor enig de var i påstanden, hvor 1 betydde helt uenig, og 10 betydde helt enig. Fordelingen ble som i figur 43. 48 % av respondentene er ganske uenig i påstanden (1, 2 eller 3), noe som tyder på en misnøye blant ladetilbudet som finnes. Gjennomsnittlig enighetsgrad var 4,1.

### Jeg er villig til å betale mer enn dagens priser for å lade elbilen min

Respondentene ble bedt om å velge et tall mellom 1 og 10 på hvor enig de var i påstanden, hvor 1 betydde helt uenig, og 10 betydde helt enig. Fordelingen ble som i

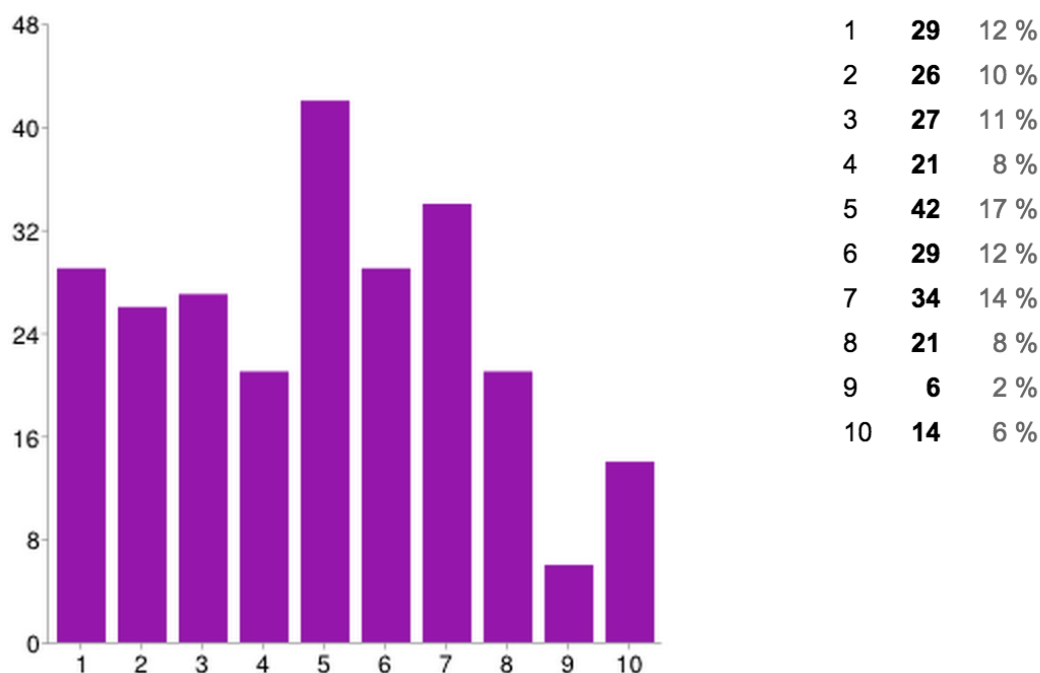


Figur 44: Villighet til å betale mer for lading

figur 44. 60 % av respondentene er ganske uenig i påstanden (1, 2 eller 3), noe som tyder på en lav villighet til å betale mer for ladingen, noe som samsvarer med de spesifikke betalingsvillighetene fra de forrige spørsmålene, ettersom disse ligger under dagens priser. Gjennomsnittlig enighetsgrad var 3,3.

### **Jeg er villig til å betale mer enn dagens priser for å lade elbilen min, hvis ladestasjonstilbudet er bedre**

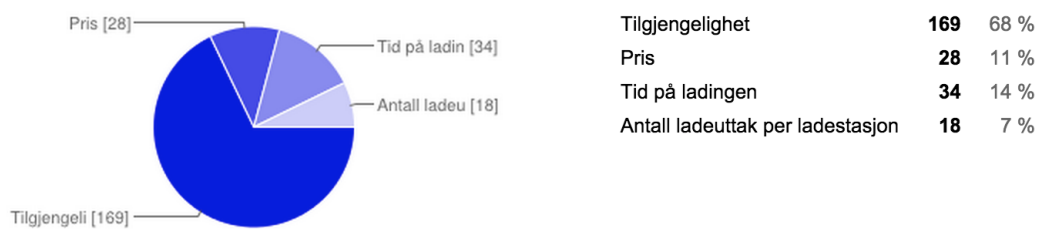
Respondentene ble bedt om å velge et tall mellom 1 og 10 på hvor enig de var i påstanden, hvor 1 betydde helt uenig, og 10 betydde helt enig. Fordelingen ble som i figur 45. Nå var kun 33 % av respondentene ganske uenig i påstanden (1, 2 eller 3). Gjennomsnittlig enighetsgrad var 4,9. Dette tyder på en høyere betalingsvillighet hvis ladetilbudet utvides.



Figur 45: Villighet til å betale mer for lading ved bedret ladetilbud

## Ranger det som er viktigst for deg med en ladestasjon

Respondentene ble bedt om å rangere fire valg for hva som er viktigst for den enkelte med en ladestasjon. Valgene var *tilgjengelighet*, *pris*, *tid på ladingene* og *antall ladeuttak per ladestasjon*. Tilbakemeldinger fra respondentene tyder på noen misforståelser blant de ulike valgene. Tilbakemeldingene har gått på at *tilgjengelighet* og *antall ladeuttak per ladestasjon* er to sider av samme sak. *Tilgjengelighet* var her ment som tilgjengelighet geografisk, altså hvor mange ulike steder det finnes ladestasjoner. *Antall ladeuttak per ladestasjon* var ment som tilgjengeligheten på selve ladestasjonen, altså hvor mange som kan lade samtidig. Den klart viktigste faktoren for respondentene er tilgjengelighet, noe som vises i figur 46. Deretter kommer tiden på ladingen som nummer to, se figur 47, og like bak prisen, se figur 48. Det minst viktige for respondentene er antallet ladeuttak per ladestasjon, som en ser i figur 49. Dette viser at elbilistene synes tilgjengeligheten er mye viktigere



Figur 46: Den viktigste faktoren for respondentene



Figur 47: Den nest viktigste faktoren for respondentene

enn prisen. Samtidig kan dette endres i fremtiden hvis det blir flere elbiler på veiene. Da kan for eksempel antall ladeuttak per ladestasjon bli en viktigere faktor.

## Betalingsvillighet gitt biltype

Ved å sammenligne bilene med høyest respondentandel ut i fra batterikapasitet og betalingsvillighet er det interessant å se at det er store forskjeller ut i fra hvilken biltype en eier. Dette er også naturlig ut i fra at de ulike typene har ulik



Figur 48: Den nest minst viktigste faktoren for respondentene





Figur 49: Den minst viktigste faktoren for respondentene

batterikapasitet. Resultatene er oppsummert i tabell 18.